

INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA- INSPER

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

**Análise de Eficiência e Regulação Econômica  
dos Aeroportos Brasileiros**

Aluizio Bomfim Margarido

São Paulo,  
2018

Aluizio Bomfim Margarido

# **Análise de Eficiência e Regulação Econômica dos Aeroportos Brasileiros**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em economia do Insper- Instituto de Ensino e Pesquisa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia dos Negócios

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Menon Simões Moita

São Paulo  
2018

Margarido, Aluizio Bomfim

Análise de Eficiência e Regulação Econômica dos Aeroportos Brasileiros/  
Aluizio B Margarido;

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Menon Simões Moita – São Paulo: Insper, 2018.  
50 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Mestrado Profissional em Economia.  
Área de Concentração: Economia dos Negócios – Insper Instituto de Ensino e  
Pesquisa.

1.Eficiência 2. DEA – Data Envelopment Analysis 3. Regulação Econômica.

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Aluizio Bomfim Margarido

Análise de Eficiência e Regulação Econômica dos Aeroportos Brasileiros

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em economia do Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia dos Negócios

Aprovado em \_\_/\_\_/2019

### **Banca Examinadora**

Prof. Dr. Rodrigo Menon Simões Moita  
Instituição: Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Klenio de Souza Barbosa  
Instituição: Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr<sup>a</sup>. Ana Cláudia Polato e Fava  
Instituição: UFABC - Universidade Federal do ABC

Assinatura: \_\_\_\_\_

*Acredito que as maiores diferenças entre pessoas  
não está na raça ou no gênero e sim na educação.*

*Aluízio*

## **AGRADECIMENTOS**

Chego ao final de mais um ciclo de conhecimento, talvez o mais desafiador, função da minha idade e das mudanças na forma do aprendizado. Quando jovem função da dinâmica da vida e das responsabilidades não pude continuar um mestrado em engenharia e esta interrupção sempre me incomodou.

Volto aos 56 anos, com filhos formados, e em um mestrado no assunto que mais teve a ver com minha carreira, a de economia, função dos projetos de concessão. Outro motivo foi que ao me tornar profissional na década de 80, sendo chefe de família e tendo vivido inúmeros choques econômicos, queria entender melhor a macroeconomia, os planos e suas razões.

Por isto, agradeço primeiramente ao Insper e a coordenadora do curso Regina Carla Madalozzo que tão bem me receberam, os diversos e excelentes professores e monitores que com muita dedicação, respeito e paciência nos transmitiram seus conhecimentos.

Agradeço ao meu orientador Professor Rodrigo Menon Simões Moita que com muita paciência me deu o foco enquanto eu ficava dando voltas com inúmeros textos e teorias.

Agradeço todos meus amigos de classe que sempre me trataram com respeito e como colega, apesar de muitos serem mais jovens que meu filho caçula.

A minha mulher Silvia que ficou muitos finais de semana e dias a noite em casa porque eu tinha que estudar.

A minha mãe que sempre me incentivou a continuar a estudando.

A meus filhos e noras que também me incentivaram a fazer o mestrado.

A meu pai, in memoriam, engenheiro, professor universitário e eterno estudioso que com seu exemplo me mostrou que o caminho é através do conhecimento.

*Ao meu pai (in memoriam), eterno guia e guru,*

*À minha mulher Silvia pela paciência e companheirismo*

*À minha mãe pela força que tem,*

*Aos meus bons e queridos filhos Pedro e Victor.*

## **RESUMO**

Os aeroportos podem ser apontados como uma das grandes ferramentas para o desenvolvimento econômico de um país. O planejamento de infraestrutura aeroportuária depende muito dos dados macroeconômicos e principalmente da taxa de crescimento do PIB. No Brasil, após a concessão dos aeroportos evidenciou-se a dificuldade dos gestores em mensurar a respectiva eficiência de um aeroporto. Estudos internacionais apontam a metodologia *DEA- Data Envelopment Analysis* como sendo a mais apropriada para este tipo de mensuração. Desta forma, este estudo objetivou apresentar a utilização da DEA para mensurar a eficiência dos aeroportos brasileiros, levando em consideração os parâmetros de infraestrutura, quantidade de passageiros e nível de satisfação. Na conclusiva deste estudo foi possível observar que a utilização do DEA é capaz de servir como ferramenta de tomada de decisão e subsidiar o planejamento dos investimentos e intervenções, no curto e médio prazo, e podem ser ampliados para quaisquer outras áreas avaliadas pelas notas da pesquisa de satisfação, como área comercial, área de segurança, pátios, pistas e etc. Além disso, a utilização dos critérios de eficiência e satisfação dos usuários deveria ser um instrumento para premiar os aeroportos que estão na curva de eficiência, já que muitos dos fatores dependem de custos de trabalhos com terceiros.

**Palavras-Chaves:** Medida de Eficiência; Aeroportos; Metodologia DEA.

## ABSTRACT

Airports can be singled out as one of the great tools for the economic development of a country. The planning of airport infrastructure depends largely on macroeconomic and mainly on GDP growth. In Brazil, after the concession of the airports, it was evident the difficulty of the managers in measuring the respective efficiency of an airport. International studies point to the **DEA - Data Envelopment Analysis** methodology as being the most appropriate for this type of measurement. In this way, this study aimed to present the use of DEA to measure the efficiency of Brazilian airports, taking into consideration the parameters of infrastructure, number of passengers and level of satisfaction. In the conclusion of this study it is possible to observe that the use of DEA is able to serve as a decision-making tool and to subsidize the planning of investments and interventions in the short and medium term, and can be extended to any other areas evaluated by the research notes of satisfaction, such as commercial area, security area, parking aprons, runways and etc. In addition, the use of efficiency and satisfaction criteria should be an instrument to reward airports that are on the efficiency curve, since many of the factors depend on the costs of working with third parties.

**Keywords:** Efficiency Measure; Airports; DEA Methodology.

## Resumo Executivo

Aeroportos sempre foram construídos e administrados por governos por entenderem ser uma questão de segurança nacional e de prestação de um serviço de utilidade pública. Esta visão mudou na Inglaterra com o início das privatizações dos aeroportos em 1987, que começaram a tomar uma roupagem de negócio e como tal precisavam dar resultados econômicos. Um dos grandes desafios sempre foi encontrar indicadores para mensurar a eficiência dos aeroportos, já que poucos eram os indicadores disponíveis para subsidiar estudos para a melhor governança e administração de um aeroporto.

No Brasil, desde os anos 1930, toda a administração era efetuada pelos Departamento de Aviação Civil (DAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DCEA), ambos, órgãos de controle, subordinados ao Comando da Aeronáutica. Em 2006, foram substituídos pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), após uma sequência de eventos desastrosos dentro da aviação brasileira.

Esse cenário evidenciou a falta de preparo dos aeroportos brasileiros, e a necessidade de adoção de ferramentas capazes de mensurar suas respectivas eficiências. Desde a década de 1990 estudos acerca da metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) para aeroportos já começavam a despontar na literatura internacional, levando diversos aeroportos ao redor do mundo a adotarem a metodologia.

No Brasil, ainda hoje são poucos os estudos sobre metodologias de eficiências voltadas aos aeroportos, suas projeções se fazem através da taxa de crescimento do PIB e a maioria dos indicadores ainda apoiam-se apenas nos parâmetros financeiros como medida de eficiência.

Dentro deste contexto, o objetivo é utilizar a Metodologia DEA com parâmetros de infraestrutura e quantidade de passageiros, com uma inovação que é a inclusão da aferição da satisfação dos clientes e usuários.

A justificativa encontrada para este desenvolvimento está em sua contribuição acadêmica e social. A contribuição acadêmica ocorre no preenchimento de uma lacuna já que os estudos acerca desta temática ainda são carentes no Brasil. A contribuição social ocorre pelo próprio cenário que os aeroportos veem enfrentando aos longos dos anos pelo incremento de passageiros e em especial quando houve uma grande preocupação com o evento da Copa do Mundo, o que inicialmente exigiu-

se altos investimentos por parte das concessionárias, impulsionando a criação de novos terminais, com alguns até sobre dimensionados. Hoje os aeroportos considerados os melhores do Brasil, segundo a opinião pública, não necessariamente são os mais eficientes.

Os resultados mostram o mapa da situação da infraestrutura dos terminais brasileiros e servem de subsídios para o planejamento dos investimentos e intervenções de curto e médio prazo. Podem ser aplicados para quaisquer outras áreas avaliadas pelas notas da pesquisa de satisfação, e sua principal razão é a de dosar os investimentos de acordo com o incremento de passageiros e de movimento. Permite ainda verificar qual o nível de saturação do terminal e quais os impactos na satisfação dos usuários com um incremento de passageiros.

Por fim, a regulação econômica dos aeroportos brasileiros é rígida e em alguns casos deixa pouca margem para negociações comerciais entre o aeroporto e as companhias aéreas. A eficiência dos aeroportos medida pela metodologia DEA pode ser um parâmetro para as discussões de sua flexibilização.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	122
<b>CAPÍTULO 1- BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE OS AEROPORTOS NO BRASIL</b> .....	155
1.1 Regulação Econômica dos Aeroportos .....	155
<b>CAPÍTULO 2 –MEDIDAS PARA A EFICIÊNCIA DE AEROPORTOS</b> .....	199
<b>CAPÍTULO 3- MÉTODOS E DADOS</b> .....	233
3.1 Metodologia DEA .....	233
3.2 Base de Dados.....	255
<b>CAPÍTULO 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	333
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	444
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	466

## INTRODUÇÃO

Antes da década de 1990, os aeroportos eram construídos e administrados pelo setor público, pois havia um consenso entre os países que o sistema aeroportuário se tratava de uma questão de segurança nacional e de prestação de um serviço de utilidade pública (Mello e Prazeres, 2013). A Inglaterra foi um dos primeiros países a adotar a privatização em seus aeroportos, tornando-os mais eficientes e administrados para obtenção de resultados econômicos. No entanto, um dos grandes desafios foi encontrar indicadores para mensurar a eficiência dos aeroportos nesse novo sistema, já que poucos eram os indicadores disponíveis para subsidiar estudos para a melhor governança e administração de um aeroporto (Périco *et. al.* 2017).

No Brasil, desde os anos 30, toda a administração era efetuada pelos Departamento de Aviação Civil (DAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DCEA), ambos, órgãos de controle, subordinados ao Comando da Aeronáutica. Em 2006, foram substituídos pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) (Mello e Prazeres, 2013; Silveira, 2018), após uma sequência de eventos desastrosos dentro da aviação brasileira. Um desses eventos ocorreu no início dos anos 2000, quando foi identificado uma deficiência no planejamento do setor que não foi capaz de prever o aumento da demanda com a canalização de investimentos assertivos e a determinação para atender o aumento das viagens. A Infraero, uma autarquia ligada ao Ministério dos Transportes e depois a Secretaria da Aviação Civil, sempre foi vista como uma executora de obras de aeroportos, tinha autonomia para tomar as decisões de investimento, mas sem as atribuições de planejamento, ainda da competência do DAC. Esta somatória de ingredientes levou ao apagão aéreo brasileiro em 2007 com muitos atrasos, congestionamentos e dois acidentes aéreos de grandes proporções. A limitação de investimentos e agilidade nas ações levou, tardiamente, às privatizações dos aeroportos brasileiros (Mello e Prazeres, 2013; Périco *et. al.* 2017).

Esse cenário evidenciou a falta de preparo dos aeroportos brasileiros, e a necessidade de adoção de ferramentas capazes de mensurar suas respectivas eficiências. Desde a década de 1990 estudos acerca da metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) para aeroportos já começavam a despontar na literatura internacional (Coelli *et. al.* 1998; Doganis, 1992), levando diversos aeroportos a

adotarem a metodologia, como na Inglaterra , Espanha , Japão e EUA (Martin e Roman, 2001; Oum et al. 2008; Sarkis e Talluri, 2004; Yoshida e Fugimoto, 2004).

No Brasil, ainda hoje são poucos os estudos sobre metodologias de eficiências voltadas aos aeroportos, a maioria dos indicadores ainda apoiam-se apenas nos parâmetros financeiros como medida de eficiência (Périco *et. al.* 2017; Silveira, 2018).

Dentro deste contexto, o **objetivo** deste estudo é demonstrar como a Metodologia DEA com parâmetros de infraestrutura e quantidade de passageiros, aferindo a satisfação dos clientes e usuários pode ser considerada como mais adequada para medir a eficiência dos aeroportos brasileiros.

A **justificativa** encontrada para este desenvolvimento está em sua contribuição acadêmica e social. A contribuição acadêmica ocorre no preenchimento de uma lacuna já que os estudos acerca desta temática ainda são carentes no Brasil. A contribuição social ocorre pelo próprio cenário que os aeroportos veem enfrentando aos longos dos anos pelo incremento de passageiros e em especial quando houve uma grande preocupação com o evento da Copa do Mundo, o que inicialmente exigiu-se altos investimentos por parte das concessionárias, impulsionando a criação de terminais muito grandes e até sobre dimensionados. Um exemplo foi a preocupação com a movimentação do aeroporto de Congonhas para um dia de jogo da Copa do Mundo, quando na realidade um dia normal de trabalho movimenta mais passageiros que movimentou nos jogos realizados em São Paulo. Tal problema ocorreu principalmente por falta de dados e a utilização de mensuração capaz de prever a correta eficiência destes aeroportos.

Como **metodologia** foi realizado um estudo de múltiplos casos, onde mediuse a eficiência dos aeroportos brasileiros que participam da pesquisa trimestral de satisfação. Para exemplificar uma forma de acompanhamento utilizou-se a ampliação do aeroporto de Brasília, indicando a relação entre nota de satisfação e quantidade de passageiros antes e depois da ampliação dos terminais

Os **resultados** do trabalho mostram a situação da infraestrutura dos terminais e servem de subsídios para o planejamento dos investimentos e intervenções de curto e médio prazo. Podem ser aplicados para quaisquer outras áreas avaliadas pelas notas da pesquisa de satisfação, como na área comercial, na área de segurança, nos

pátios, pistas e etc. Verifica-se ainda qual o nível de saturação do terminal e quais os impactos na satisfação dos usuários função de um incremento de passageiros.

Por fim, a regulação econômica dos aeroportos brasileiros é rígida e em alguns casos deixa pouca margem para negociações comerciais entre o aeroporto e as companhias aéreas. A eficiência dos aeroportos medida pela metodologia DEA pode ser um parâmetro para sua flexibilização.

## **CAPÍTULO 1- BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE OS AEROPORTOS NO BRASIL**

As privatizações dos aeroportos ocorreram a partir do ano de 1987 na Inglaterra (Oum, *et. al.* 2008), expandindo-se rapidamente para outros países (Martin e Roman, 2001; Oum *et al.* 2008; Sarkis e Talluri, 2004; Yoshida e Fugimoto, 2004). O que se identificou após a privatização dos aeroportos foram as melhorias nas instalações, na acessibilidade por parte de outras classes, nas tecnologias empregadas, na segurança, enfim, na reorganização da forma de administração, que se apresentou de maneira mais expressiva e acessível. No Brasil, essa realidade não foi diferente, proporcionando através da liberação de mercados e uma administração mais profissional, melhoria nas estruturas dos aeroportos já a partir do final da década de 1990 (Zimmermam e Oliveira, 2012).

No entanto, mesmo com essas melhorias apontadas, para os gestores o desafio de produzir resultados de mensuração ainda parecem permanecer, dificultando as ações e planejamentos. (Silveira, 2018).

Como já aludido, as privatizações impulsionaram o crescimento dos aeroportos ao redor do mundo e conseqüentemente acessibilidade por parte dos passageiros, em especial nos últimos 20 anos. Estima-se que anualmente transitem 7 bilhões de passageiros, 110 milhões de toneladas de carga e 90 milhões de movimentos de aeronaves por ano (ANAC, 2018). Esses números demonstram a capacidade de atuação, e a importância desse mercado para a economia global.

Os aeroportos são submetidos a uma regulação econômica específica, regulação esta que será discutida na sequência deste estudo.

### **1.1 Regulação Econômica dos Aeroportos**

Os aeroportos têm características de uma atividade de monopólio por serem únicos em sua localização, o que leva as agências de regulação a estipular tarifas

teto<sup>1</sup>. Um mecanismo de regulação de preços poderia ser baseado nos custos dos serviços (*rate of return*), considerada como uma outra forma de evitar abusos de preços dos monopólios. (Shleifer, 1985).

A aplicação do critério de *price cap regulation* ou preço teto para os serviços é o mais utilizado ao redor do mundo e no Brasil, com o argumento que o teto de preços incentiva a produtividade. Para o mercado dos aeroportos é necessário levar em conta as heterogeneidades provindas do setor, caso contrário algumas ineficiências podem ser repassadas para o usuário. Como exemplo, das ineficiências de heterogeneidades, citamos as condições geográficas, fiscais, demográficas e até sociais do entorno que podem levar a restrições operacionais (Reinhold, et al. 2009).

Reinhold, et. al. (2009) explicam que os aeroportos com mais passageiros têm mais opções de obter receitas comerciais e/ou não aeronáuticas, o que os leva a um planejamento de diferentes maneiras. A tabela 1 (abaixo) demonstra o problema da diferença da proporção das receitas em função da quantidade de passageiros, o que fragiliza a tese de estipular um preço teto padrão para todos os aeroportos.

É necessário considerar também para a aferição das tarifas teto a criação de um padrão para relatórios econômicos função das diferenças de critérios de depreciação, custos de financiamentos, subsídios etc. (Reinhold et. al., 2009).

	< 1 milhão Pax	5 < Pax < 15 milhões	> 40 milhões Pax
Embarque	52,2%	50,2%	41,0%
Pousos	18,0%	19,6%	23,5%
Áreas Cias Aéreas	5,5%	9,3%	19,5%
Estac. Aeronaves	1,9%	2,6%	1,6%
Segurança	5,4%	6,8%	3,0%
Ground Handling	6,6%	3,5%	0,7%
Carga	1,0%	0,9%	0,6%
Navegação/Torre	0,4%	0,9%	1,2%
Pontes embarque	0,5%	1,4%	0,9%
Outros	8,4%	4,8%	7,9%

Tabela 1: Incidência de cada receita função do número de passageiros nos aeroportos.

Fonte: Relatório modificado ACI-2018

Casos de regulação econômica dos aeroportos ao redor do mundo geram um embate entre as metodologias dos preços tetos pré-determinados e dos preços

<sup>1</sup> Tarifas máximas- regulamentadas pela ANAC

monitorados onde ambas sempre impuseram tensões entre os aeroportos e as agências regulatórias (Forsyth, *et. al.*, 2004).

Os preços teto eficientes deveriam ser refletidos função do custo marginal do serviço o que não é possível função da heterogeneidade entre aeroportos. Outro problema do preço teto é a busca do aumento da rentabilidade através da redução dos custos o que pode levar a ineficiências. Aeroportos com menor movimento deveriam receber tarifas mais elevadas por conta da disponibilidade de toda uma estrutura fixa mínima obrigatória para sua operação. Importante lembrar que os preços teto devem remunerar, além dos custos dos serviços os futuros investimentos função do crescimento da demanda.

Forsyth *et. al.* (2004) salientam que, os preços monitorados permitem uma flexibilização de acordo com a elasticidade das tarifas em diferentes mercados, porém, os critérios para o mecanismo de taxas de retorno são controversos em função da assimetria de informação entre o aeroporto e o agente regulador. Uma estrutura ineficiente pode diminuir os resultados, assim como os critérios de depreciação, custos de capital e investimentos influenciam nos resultados finais.

Além de todas estas discussões os reajustes anuais das tarifas se dão por índices que nem sempre refletem a realidade do negócio ou até mesmo da região a que se aplica.

No Brasil, a última grande ação regulatória do setor aéreo ocorreu em 1990 através da chamada Política de Flexibilização da Aviação comercial, através de várias ações que previam minimizar o controle do governo sobre a variáveis econômicas do setor aeroportuários (Zimmermam e Oliveira, 2012).

Zimmermam e Oliveira (2012) apontam que três grandes momentos foram importantes nessa regulação nacional, ocorridas nos anos de 1992, 1998 e 2001. Na primeira fase foram liberados os monopólios regionais, proporcionando liberdade para as companhias aéreas. Em 1998, evidenciou-se o início de uma grande competitividade com redução de tarifas, proporcionando acessibilidade das classes econômicas mais baixas na utilização deste tipo de transporte. Em 2001, permitiu-se a maior flexibilidade na regulação econômica, impulsionando a entrada de novas empresas e novas linhas. Essa abertura impulsionou o crescimento e os aeroportos brasileiros a atuarem dentro de um padrão mais eficiente, porém, dentro deste cenário, a falta de dados e medição foi considerada um entrave para uma melhor administração

(Périco *et. al.* 2017; Silveira, 2018). Surge a necessidade de se buscar medidas para medição e acompanhamento capazes de suportar o setor, que até a data não tinham dados estatísticos consistentes dos voos e da quantidade de passageiros, que só se iniciaram nos anos 2000 e que foram melhorados com a ANAC. Assim, na continuidade deste estudo vamos discorrer sobre as medidas para uma medição e acompanhamento de eficiência dos aeroportos brasileiros.

## CAPÍTULO 2 – MEDIDAS PARA A EFICIÊNCIA DE AEROPORTOS

O planejamento de infraestrutura de transportes está relacionado com as questões macroeconômicas, dentre elas, a taxa de crescimento do PIB. Recentemente, em 2010 depois da crise financeira de 2008, a taxa de crescimento do PIB brasileiro chegou a quase 7,5%, momento em que se preparavam os estudos das concessões, já em 2015 período posterior aos investimentos e a Copa do Mundo a taxa de crescimento do PIB foi negativa de 3,5%. É possível notar que esta diferença levou a premissas e a um planejamento equivocado para muitos dos aeroportos concessionados.

O correto planejamento, alinhado a fatores de mensurações adequados são capazes de atuar dentro da tomada de decisão, na ampliação ou construção de pistas, na ampliação dos terminais de passageiros, dentre outros. Neste aspecto, cabe salientar que os melhoramentos de infraestrutura aeroportuária são executados em sua grande maioria, por blocos de obras, geralmente obras que demandam alto impacto e custos. No entanto, dependendo do planejamento e dos dados disponíveis intervenções simples podem solucionar pequenos problemas, melhorar a infraestrutura e promover a satisfação por parte do usuário (Pathomsiri *et. al*, 2007; Vasigh e Howard, 2012).

Segundo Hooper e Henser (1998) a falta de pesquisa e dados quanto a performance dos aeroportos limitaram o entendimento de seu processo de produção, essa lacuna foi preenchida inicialmente pela medida de PFP – *Partial Factor Productivity*, a qual indicou uma forma compreensiva de medir produtividade, na sequencia buscou-se agregar na medida todos os dados de entrada e saída, obtendo-se a medida conhecida como TFP – *Total Factor Productivity*.

Existem vários métodos derivados das medidas de TFP, estes métodos sempre estão em abordagens paramétricas e/ou não paramétricas, com vantagens e desvantagens que dependem da qualidade e quantidade dos dados. As duas abordagens, podem ser ou não complementares (Pels *et. al.*, 2001, 2003) ou confirmam as conclusões obtidas (Yoshida e Fujimoto, 2004).

A metodologia DEA foi proposta por Charnes *et al.* (1978) e propicia uma abordagem multicritério adequada à avaliação de performance, onde podem ser considerados diversos inputs e outputs. DEA é um método de medida de eficiência da

DMU's (*Decision-making units*) usando técnicas de programação linear que permite múltiplos inputs/outputs ao mesmo tempo sem considerar a distribuição de dados. Em cada caso a eficiência é medida na mudança proporcional de inputs/outputs e como já comentado é bastante utilizado na análise de medidas de eficiência de aeroportos.

A partir da década de 1990, o DEA foi a metodologia não paramétrica mais utilizada nos estudos de produtividade de aeroportos internacionais, pois devido a falta de indicadores, requer apenas os dados de entradas (*input's*) e de saídas (*output's*) para construir uma função empírica de produção através da programação linear (Gillen e Lall, 1997; Sarkis, 2000; Assaf e Gillen, 2012; Adler e Liebert, 2014).

Baseado em 23 aeroportos americanos Gillen e Lall (1997) aplicaram a metodologia DEA para derivar duas medidas de TFP para os terminais e serviços. Murillo-Melchor (1999) usaram modelos DEA para estudar a produtividade de 33 aeroportos espanhóis antes de sua privatização entre 1992 e 1994. Parker (1999) aplicou a metodologia DEA para avaliar a performance de 22 aeroportos na Inglaterra também com o objetivo de privatização. Sarkis (2004) usou a metodologia DEA para obter o score de eficiência dos 44 maiores aeroportos americanos entre os períodos de 1990 e 1994.

No Brasil, o estudo de Fernandes e Pacheco (2002) utilizaram a metodologia DEA nos aeroportos brasileiros usando como dados as informações econômicas obtidas através da INFRAERO, não sendo possível a utilização de seus resultados no contexto atual devido a nova dinâmica de demonstrativos financeiros na administração dos aeroportos concessionados.

Na tabela 1, é apresentado quais os principais dados considerados (inputs e outputs) nos estudos utilizando a metodologia DEA para os aeroportos em diferentes países.

<b>País/Ano</b> <b>Autor</b>	<b>Espanha (2001)</b> (Martin, J. C. & Roman, C.)	<b>Brasil (2002)</b> (Fernandes, E. & Pacheco, R.R.)	<b>Europa/USA/Asia</b> (Oum, T. H. et al. 2008)	<b>Japão (2004)</b> (Yoshida, Y. & Fujimoto, H.)	<b>US (2004)</b> (Sarkis, J. & Talluri, S.)
<b>INPUT</b>	Gastos/Custos Empregados Capital Materiais	Balcões de Check in Area do Terminal Meio fio	Empregados Pistas Características(m <sup>2</sup> ) Localização	comprimento das pistas Terminal (m <sup>2</sup> ) Empregados Custo de acesso	Custos Empregados Portões Pistas
<b>OUTPUT</b>	Trafego aéreo Passageiros Carga	Passageiros	Passageiros	Carga Movimento de aeronaves	Resultado econômico Movimento de aeronaves Passageiros Carga

Tabela 1- Exemplos e critérios de alguns trabalhos utilizando DEA ao redor do mundo

Fonte: Autor

Nos estudos apresentados na tabela 1, é possível identificar que a medida de eficiência ou produtividade dos aeroportos depende das entradas (*input's*), que são parâmetros de custos ou investimentos e os parâmetros de saídas (*output's*), que são equivalentes a passageiros, carga e movimento de aeronaves, as fontes de receita do aeroporto e que geram os resultados econômicos.

A predominância do modelo de regulação econômica adotada na grande maioria dos aeroportos ao redor do mundo é a do teto de preços e uma tendência relevante apontada em alguns estudos é a de que a forma da regulação econômica é relativamente mais importante que o tipo de governança ao tratar de eficiência (Assaf e Gillen, 2012). A regulação é uma propulsora de forças competitivas que levam a eficiências de custo e razoáveis políticas de tarifas (Adler e Liebert, 2014).

Já o estudo de Bel e Fageda (2009) apontou que na Europa, a forte competição com outros meios de transporte , bem como a entrada de empresas aéreas de baixo custo (LCC), causaram um cenário favorável para que os aeroportos não regulados não pratiquem tarifas superiores aos aeroportos públicos, portanto, a falta de competição pode gerar uma tendência de uma baixa qualidade dos serviços o que contradiz alguns dos estudos citados. Desta forma, ainda não explorada, a prática de tarifas teto pode ser mais assertiva com as pesquisas, quando a satisfação do usuário e a infraestrutura adequada estejam apontando para a curva de eficiência do aeroporto.

A metodologia de medida de eficiência utilizando DEA faz a composição de entradas (*input's*) e saídas (*output's*) para mostrar a produtividade de um aeroporto, e vamos considerar o parâmetro de satisfação do usuário. A utilização deste parâmetro é importante, já que a composição só de parâmetros de tamanho e área das instalações pode levar ao equivocado resultado de que um aeroporto saturado ou congestionado é eficiente. (Pathomsiri *et. al.* 2007)

## CAPÍTULO 3- MÉTODOS E DADOS

### 3.1 Metodologia DEA

Como já demonstrado, uma das maiores dificuldades na administração de aeroportos consiste na efetividade de informações quanto ao nível de eficiência. A base conceitual que norteia a análise é a da fronteira de eficiência através da análise envoltória de dados DEA.

A metodologia DEA foi desenvolvida para determinar a eficiência de unidades produtivas onde não se deseja considerar apenas o aspecto financeiro, mas sim, a demonstração de eficiência dentro de aspectos mais amplos, dispensa-se assim, a conversão de todos os insumos e produtos em unidades monetárias e suas atualizações para valores presente. Em contraste com as aproximações paramétricas, que otimizam um plano de regressão o DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma fronteira de eficiência, determinada por todas as unidades (DMU's).

Apresentado originalmente por Charnes *et. al.* (1978) através da demonstração de uma superfície linear por partes, não paramétrica, e, envolvendo os dados, foram apresentadas as bases para a metodologia DEA, que trabalha com retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*).

Esse modelo é igualmente conhecido como modelo CRS – *Constant Returns to Scale*. O Modelo CRS pode ser orientado para *outputs* ou para *inputs*, neste caso determina a eficiência pela orientação da divisão entre a soma ponderada das saídas (*output*) e a soma ponderada das entradas (*input*). O modelo permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída) da forma que lhe for mais interessante, desde que esses pesos aplicados às outras DMU's não gerem uma razão superior a 1.

$$\text{Máx Eff}^0 = \frac{\sum u_j.Y_{j0}}{\sum v_i.X_{i0}}$$

$$\text{Sujeito a: } \frac{\sum u_j \cdot Y_{jo}}{\sum v_i \cdot X_{io}} \leq 1 \quad v_i, u_j \geq 0, \text{ qquer } i, j$$

Onde  $Eff^0$  é a eficiência da DMU (aeroporto) em análise,  $v_i$  e  $u_j$  são pesos de inputs  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots$ , e outputs  $j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots$  respectivamente;  $X_{ik}$  e  $Y_{jk}$  são os inputs  $i$  e os outputs  $j$  da DMU  $K$ ,  $K = 1, 2, 3, \dots$

O problema apresentado é de programação fracionária, que deve ser resolvido para cada uma das DMU's e pode ser transformado em um problema de programação linear (PPL). Com isso deixamos o denominador constante e igual a 1 e a formulação do modelo CCR fica:

$$\text{Máx } Eff^0 = \sum u_j \cdot Y_{jo}$$

$$\text{Sujeito a: } \sum v_i \cdot X_{io} = 1$$

$$\sum u_j \cdot Y_{jk} - \sum v_i \cdot X_{ik} \leq 0, \text{ qquer } k$$

$$v_i, u_j \geq 0, \text{ qquer } i, j$$

No caso do estudo aqui apresentado, cada DMU representa um aeroporto, onde foram considerados nos estudos vários *inputs* tais como tamanho dos terminais em  $m^2$ , quantidade de pontes de embarque, tamanho de pistas, estacionamento de aeronaves, e outros, com os *outputs* de quantidade de passageiros, cargas e principalmente com a nota de satisfação dos usuários cuja média engloba diversas variáveis de análise.

De acordo com o Banker *et. al.* (2012), a utilização das notas de satisfação como *output* é de uma variável qualitativa, sendo cada vez mais utilizada. Não se trata de uma medida qualitativa genérica como a capacidade de gerenciar, mas sim, de uma nota de satisfação baseada em vários quesitos que levam a uma média numérica final de satisfação.

Assim, a infraestrutura da DMU aeroporto serão os *inputs* do modelo e a quantidade de passageiros e nota de satisfação geral do passageiro, os *outputs* de maneira a se avaliar as eficiências dos principais aeroportos brasileiros. Sabe-se também que com a metodologia pode-se fazer outras avaliações da eficiência, como

da carga manipulada no aeroporto, além da eficiência da pista através da quantidade de pousos e decolagens.

### **3.2 Base de Dados**

Nota-se que em 2012 devido ao Decreto 7724 a ANAC publicava os índices financeiros de cada aeroporto brasileiro sob a administração da Infraero com clara divisão das receitas e dos gastos, demonstrando a rentabilidade de cada um dos aeroportos, o que gerou alguns trabalhos acadêmicos sobre análises comparativas de eficiência de aeroportos pela metodologia DEA (Souza e Pacheco, 2008).

Com as privatizações que ocorreram a partir de 2012, a obrigação da publicação dos balanços ficou a cargo das concessionárias e a ANAC em conjunto com a CONAERO (Comissão Nacional de Autoridades Aeroportuárias) decidiram criar um critério de avaliação dos aeroportos baseado na satisfação dos usuários, para monitorar as concessões. Desta forma, foram criados índices de satisfação baseados em diversos critérios, inclusive alguns fora do escopo direto dos administradores dos aeroportos como os relacionados aos Órgãos Públicos e os das Companhias Aéreas.

No questionário, que compõe este modelo, vários são os itens que fazem parte da pesquisa que são divididos por infraestrutura aeroportuária como facilidades dos passageiros, companhias aéreas, órgãos públicos e transporte público. Cada um destes itens tem diversos subitens que se dividem em limpeza dos sanitários, climatização e ar condicionado, WiFi, restaurantes, lojas, tamanho de filas e principalmente a cordialidade dos funcionários. Cada um destes subitens é avaliado e tem uma nota que compõe a nota final, o que permite ao administrador identificar onde estão suas deficiências. Estas deficiências são combatidas com investimentos, seja na aquisição de equipamentos e sistemas para a modernização dos processos, seja no treinamento do pessoal, mesmo que não sejam de responsabilidade do administrador do aeroporto.

É importante salientar que as notas são determinadas trimestralmente através de pesquisas com os usuários e, apesar de não serem uma obrigação contratual, sempre serviram para a busca da melhoria dos serviços. Os aeroportos, principalmente os concessionados, fizeram e investiram em melhorias para uma maior pontuação e uma melhor colocação no ranking dos aeroportos brasileiros. Na tabela

2 (abaixo) é possível observar o esforço e a evolução das notas dos aeroportos ao longo do tempo. A sua utilização com a metodologia DEA é a nossa proposta para mensurar a melhoria da eficiência.

ano	tri	Guarulhos	Congonhas	Viracopos	Galeão	Santos D.	Brasília	Curitiba	Salvador	Recife	Fortaleza	Confins	Porto Alegre	Manaus	Cuiabá	Natal
2013	1	3,67	3,86	3,65	3,51	3,85	3,58	4,21	3,89	4,14	4,14	3,61	3,98	3,51	3,46	4,12
2013	2	3,56	3,79	3,80	3,77	4,08	3,70	3,21	3,91	3,97	3,74	4,01	3,76	3,44	3,43	4,03
2013	3	3,45	3,85	3,97	3,84	3,79	3,72	4,10	3,89	3,97	3,60	3,94	3,71	3,48	3,39	4,10
2013	4	3,31	4,00	4,12	3,92	3,83	3,55	4,07	3,79	3,97	3,88	3,96	3,74	3,59	3,43	4,06
2014	1	3,51	4,00	3,86	3,86	3,91	3,56	4,06	3,76	3,91	3,89	3,88	3,06	3,55	3,26	4,16
2014	2	3,09	4,05	3,49	3,93	4,07	3,88	4,10	3,75	4,06	3,85	3,93	3,99	3,63	3,32	n.m.
2014	3	3,46	4,09	4,17	3,79	3,97	4,20	4,19	3,96	4,24	4,15	3,71	4,15	3,80	3,64	3,79
2014	4	3,73	4,06	4,29	3,77	4,19	4,03	4,27	3,78	4,28	4,11	3,81	4,16	3,78	3,48	3,86
2015	1	4,05	4,13	4,38	3,84	3,84	4,26	4,29	3,85	4,32	4,19	3,88	4,18	4,10	3,44	4,12
2015	2	4,04	4,17	4,27	4,13	4,09	4,24	4,43	3,66	4,33	4,20	3,05	4,23	4,16	3,35	4,09
2015	3	4,41	4,06	4,36	3,95	3,99	4,18	4,51	3,73	4,39	4,19	4,15	4,20	4,13	3,28	4,36
2015	4	4,41	4,19	4,48	3,91	4,13	4,14	4,52	3,67	4,38	4,29	4,10	4,19	4,19	3,36	4,36
2016	1	4,44	4,12	4,64	3,92	4,18	4,22	4,51	3,71	4,35	4,37	4,13	4,17	4,33	3,29	4,33
2016	2	4,40	3,99	4,34	3,91	4,44	4,11	4,64	3,76	4,36	4,28	4,20	4,18	4,24	3,36	4,20
2016	3	4,46	4,06	4,39	4,16	4,40	4,22	4,68	3,86	4,43	4,17	4,20	4,29	4,26	3,55	4,36
2016	4	4,34	4,14	4,21	4,35	4,39	4,44	4,72	3,77	4,54	4,12	4,23	4,34	4,34	3,83	4,36
2017	1	4,31	4,11	4,44	4,26	4,43	4,59	4,73	3,83	4,56	4,30	4,42	4,34	4,39	4,04	4,32
2017	2	4,41	4,17	4,90	4,34	4,47	4,58	4,74	3,86	4,49	4,32	4,47	4,23	4,29	4,07	4,42
2017	3	4,49	4,16	4,78	4,24	4,45	4,35	4,76	3,95	4,42	4,31	4,49	4,21	4,35	4,22	4,53
2017	4	4,43	4,22	4,76	4,11	4,43	4,34	4,77	3,91	4,28	4,31	4,48	4,28	4,39	4,14	4,48

Tabela 2: Notas finais por trimestre dos aeroportos segundo pesquisa de satisfação da ANAC

Fonte: Autor

A pesquisa de satisfação, não leva em conta nenhum dado financeiro apenas as instalações físicas, facilidades, companhias aéreas, órgãos públicos, transporte público e principalmente a cordialidade de seus funcionários.

O quadro 1 abaixo mostra os critérios da ANAC para cada quesito que determinam a nota final do aeroporto função da satisfação geral do passageiro.

Infraestrutura Aeroportuária		Companhias Aéreas	
1	facilidade de desembarque no meio fio	25	tempo de fila no check-in (auto atendimento)
2	tempo de fila na inspeção de segurança	26	tempo de fila no check-in (balcão)
3	confiabilidade da inspeção de segurança		cordialidade e prestatividade dos funcionários do
4	cordialidade e prestatividade dos funcionários da inspeção de segurança	27	check-in
5	qualidade da sinalização do aeroporto	28	qualidade da informação prestada pela cia aérea
6	disponibilidade e qualidade das informações nos painéis de voo	29	velocidade de restituição de bagagem
7	disponibilidade de tomadas	30	integridade da bagagem
8	qualidade da internet/Wi-Fi disponibilizada pelo aeroporto	Órgãos Públicos	
9	disponibilidade de sanitários	31	tempo de fila na emigração
10	limpeza dos sanitários	32	cordialidade dos funcionários da emigração
11	disponibilidade de assentos na sala de embarque	33	tempo de fila na imigração
12	sensação de segurança nas áreas públicas do aeroporto	34	cordialidade dos funcionários na imigração
13	limpeza geral do aeroporto	35	tempo de fila da aduana
14	conforto térmico do aeroporto	36	cordialidade dos funcionários da aduana
15	conforto acústico do aeroporto		
16	qualidade da informação nos painéis das esteiras de restituição de bagagem	Transporte Público	
		37	disponibilidade de transporte público para o aeroporto
Facilidades ao Passageiro		Satisfação Geral do Passageiro	
17	qualidade das instalações de estacionamento de veículos	<b>Nota de 0 a 5</b>	
18	disponibilidade de vagas no estacionamento de veículos		
19	custo-benefício do estacionamento		
20	quantidade e qualidade de lanchonetes e restaurantes		
21	custo-benefício dos produtos de lanchonetes e restaurantes		
22	disponibilidade e localização de caixas eletrônicos/casas de câmbio/bancos		
23	quantidade e qualidade de estabelecimentos comerciais		
24	custo-benefício dos produtos comerciais		

Quadro 1: Quesitos de notas dos aeroportos segundo pesquisa de satisfação da ANAC - Fonte ANAC

Além dos dados das pesquisas de satisfação dos clientes, utilizou-se as estatísticas fornecidas pela ANAC ([www.anac.gov.br](http://www.anac.gov.br)) a fim de reunir os dados referentes a passageiros, carga, decolagens, disponibilidade de assentos e outros significativos nas receitas aeroportuárias. A compilação dos dados demandou um trabalho de filtragem e agrupamento das informações já que são simplesmente listados por voo, e como são coletados manualmente por algumas vezes existem dados com problemas ou incompletos e que foram ignorados.

Segundo Doganis e Nuutinem (1983) e Caves e Gosling (1999) os aeroportos deixaram de ser um serviço de utilidade pública subsidiados pelos governos para passarem a ter uma visão comercial, e, conseqüentemente a atração de voos e passageiros passou a ser o seu maior objetivo tornando-se a administração de verdadeiros empreendimentos comerciais.

Assim, é possível observar que dentro desta equação de busca de passageiros e voos com qualidade e satisfação de usuários a metodologia DEA pode ser adequada. Desta forma, o trabalho é mais um aprofundamento das pesquisas para este tipo de metodologia onde o aumento de movimentos tende a uma piora das notas e conseqüentemente na necessidade de investimentos em melhorias de instalações e treinamentos de pessoal.

Segundo a Agência de Aviação Civil (ANAC), a divulgação das notas de satisfação tem como objetivo exclusivo dar mais transparência em relação a qualidade do serviço prestado nos aeroportos e subsidiar sua forma de regulação, possibilitando o controle social acerca desses aspectos, mas em nenhum momento fala em sanções ou benefícios econômicos aos aeroportos função do seu desempenho

É necessário observar que melhores notas significam mais investimentos, mais funcionários e melhoria de eficiência, portanto, as mesmas poderiam ser revertidas em benefícios aos concessionários como forma de incentivo à melhor prestação de serviço, e este trabalho avalia a eficiência dos investimentos função das notas obtidas. Os critérios de dados DEA, demonstrados na tabela 3, ilustram quais os parâmetros considerados neste estudo.

<b><i>Critério de Análise</i></b>	<b>Eficiência por Passageiros</b>	<b>Eficiência por Carga</b>	<b>Eficiência por Pista</b>	<b>Eficiência por Satisfação</b>	<b>Eficiência por Satisfação e Passageiros</b>
<b><i>INPUT</i></b>	Terminal (m <sup>2</sup> ) Pontes de Embarque Assentos disponíveis Pousos	Area dos Patios (m <sup>2</sup> ) Numero de decolagens	Area dos Pátios Tamanho da Pista	Terminal (m <sup>2</sup> ) Pontes de Embarque Assentos disponíveis Vagas de Estacionamento	Terminal (m <sup>2</sup> ) Pontes de Embarque Assentos disponíveis Vagas de Estacionamento
<b><i>OUTPUT</i></b>	Passageiros	Carga	Decolagens	Notas de satisfação	Passageiros Notas de satisfação

Tabela 3: Dados utilizados para a determinação da fronteira de eficiência no trabalho.

Fonte: Autor

Assim, é possível observar que quando se busca por eficiência de aeroportos é comum que tal eficiência possa ser associada a resultados econômicos. Tal percepção vem principalmente da movimentação de cargas e de passageiros que ainda geram movimentos de aeronaves e consumos nas áreas comerciais e, portanto, resultados econômicos. A tabela 3 (acima) mostra que as considerações de entrada (*input's*) basicamente se referem a características físicas dos terminais, dos pátios e pistas, e as saídas (*output's*) se referem a movimentação de passageiros e sua satisfação. Vamos determinar a fronteira de eficiência para cada um destes quadros e verificar a eficiência dos aeroportos quanto ao processamento de passageiros, da manipulação de cargas e do fluxo de aeronaves o que dá um diagnóstico de cada uma das sub infraestruturas. Vamos observar como os parâmetros sobre eficiência mudam quando se combinam a movimentação de passageiros com suas notas de satisfação.

## CAPÍTULO 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das informações dos aeroportos brasileiros dividiu-se os dados em quatro grupos para determinar suas fronteiras de eficiência. As quatro fronteiras foram feitas para apenas um *output* cada, a de passageiros, cargas, capacidade de pista e satisfação do usuário como mostra a tabela 4a e 4b. Todas as simulações dizem respeito a eficiência dos aeroportos função dos *input's* da área do terminal em m<sup>2</sup>, a quantidade de pontes de embarque, a oferta de assentos das companhias aéreas e a quantidade de pousos e decolagens do aeroporto, e sempre trabalhando com apenas um *output* seja de passageiros, de carga, de pista e da satisfação do usuário (conforme visto anteriormente na tabela 3).

Alguns trabalhos elencam ainda a quantidade de posições de *check in's* (Fernandes e Pacheco – 2002), porém, essa medida não foi considerada em função dos atuais *check in's* via internet e posições compartilhadas e remotas utilizadas hoje em dia, o que tornou sua quantidade menos significativa para o fluxo de passageiros.

Quando *output's* simples são observados verifica-se que seu incremento aumenta a eficiência do aeroporto sendo possível tirar algumas conclusões preliminares. Por exemplo, Guarulhos o maior aeroporto brasileiro é muito eficiente no processamento de passageiros e cargas, com menor eficiência na utilização das pistas, mas com baixa eficiência quanto a satisfação dos clientes.

As simulações apontam que a maioria dos aeroportos estão dentro da fronteira de eficiência (score = 1), bem como, os privatizados com suas novas áreas e expansões na linha da fronteira. Como a delimitação da fronteira se dá entre os aeroportos em questão e função das áreas e dos passageiros pode-se dizer que todos foram bem dimensionados, e, que atendem a expectativa de eficiência (observados na tabela 4 a, abaixo).

Aeroporto	Eficiência – Passageiros					Eficiência – Carga					Eficiência - Pista				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Guarulhos	1	1	1	1	1	0,42915	1	1	1	1	0,759193	0,762	0,697	0,6026	0,6320
Congonhas	1	1	1	1	1	0,00027	0,00003	0	0,00006	0,0005	1	1	1	1	1
Viracopos	1	1	1	0,970	0,931	1	1	1	1	1	1	1	0,618	0,5480	0,4958
Galeão	1	0,98415	1	0,973	0,975	0,22371	1,45626	1	0,50045	0,4376	0,331527	0,321	0,271	0,2674	0,2658
Santos Dumont	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0,756836	0,751	0,681	0,5941	0,5781
Brasília	1	1	1	1	0,992	0,00997	0,07046	0,16363	0,05873	0,0437	0,842601	0,864	0,837	0,6464	0,6581
Salvador	0,9504	1	0,9824	0,995	0,990	0,23084	0,03592	0,34575	0,07568	0,0839	0,501718	0,495	0,389	0,3095	0,3339
Fortaleza	0,8853	1	1	1	1	0,01756	0,01507	0,04402	0,03	0,0404	0,372094	0,368	0,325	0,2681	0,273
Confins	0,9271	0,95684	1	0,938	0,948	0,03152	0,15759	0,51530	0,04039	0,1180	0,63384	0,625	0,633	0,5017	0,5307
Manaus	0,8779	0,90703	0,8960	0,947	0,928	0,50264	0,48725	0,65359	0,41465	0,8710	0,23822	0,211	0,200	0,1499	0,1476
Curitiba	0,8834	0,88804	0,8859	0,915	0,939	0,22984	0,18495	0,49812	0,13024	0,3002	0,612829	0,600	0,551	0,4754	0,4415
Recife	1	1	1	1	1	0,0313	0,02737	0,14055	0,04292	0,1277	0,349786	0,334	0,315	0,3073	0,3561
Porto Alegre	1	1	1	1	1	0,02470	0,02632	0,10014	0,03875	0,0814	0,596854	0,587	0,526	0,4650	0,4792
Cuiabá	1	1	1	1	1	0	0	0	0,00003	0,0001	0,287646	0,2916	0,2843	0,23411	0,2196

Tabela 4a: Resultados segundo critérios de dados do DEA. Score igual a 1 significa na fronteira de eficiência

Fonte: Autor

Aeroporto	Eficiência - Satisfação do Cliente					
	DMU	2013	2014	2015	2016	2017
Guarulhos		0,078449	0,09051	0,11226	0,09672	0,07951
Congonhas		0,195918	<b>1</b>	0,95011	0,95392	0,9526
Viracopos		0,401275	0,411829	0,45021	0,65409	0,36966
Galeão		0,201011	0,202858	0,24463	0,18924	0,16221
Santos Dumont		0,549729	0,59276	0,60514	0,61924	0,5268
Brasília		0,171729	0,200213	0,19784	0,2	0,16913
Salvador		0,34935	0,362585	0,42345	0,39084	0,3471
Fortaleza		0,559602	0,584257	0,65956	0,55025	0,51501
Confins		0,307261	0,312584	0,31922	0,32745	0,28585
Manaus		0,931582	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Curitiba		0,435976	0,475622	0,51214	0,51056	0,46938
Recife		0,521044	0,584092	0,64873	0,55773	0,37308
Porto Alegre		0,397455	0,458753	0,49783	0,43411	0,36813
Cuiabá		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabela 4b: Resultados segundo critérios de dados do DEA. Score igual a 1 significa na fronteira de eficiência

Fonte: Autor

Na tabela 4a, é possível verificar ainda que a eficiência de alguns aeroportos decai com o início da crise econômica de 2016/2017 com o decréscimo mais significativo de passageiros, como no caso do aeroporto de Viracopos e do Galeão, este ainda afetado pela paralização de diversas atividades da Petrobrás e a crise na cidade do Rio de Janeiro.

Quando é realizada uma simulação apenas pela ótica da satisfação do usuário, tabela 4b, alguns aeroportos tidos como eficientes perdem sua eficiência, ficando com melhor qualidade aqueles com menor movimento ou menos congestionamento. Estes resultados nos levam a conclusão de que a eficiência dos aeroportos é tão maior quanto maior seu movimento e/ou congestionamento, concordando assim com o estudo de Pathomsiri *et. al.* (2007).

Esta conclusão é pouco comentada nos artigos, assim, para melhor ilustrar a conclusão usamos de exemplo o aeroporto de Brasília. Ainda neste caso, considerou-se as notas obtidas pela satisfação dos clientes para demonstrar como a composição destes dois *outputs* é melhor ilustram a questão da eficiência.

De forma geral, através de regressão simples ou pela própria análise DEA, para um dado aeroporto e uma dada infraestrutura demonstra-se que o aumento de movimento piora as notas de satisfação dos passageiros, reflexo das piores notas parciais.

Através da curva da regressão, usando os dados em painel, ou pelos próprios gráficos de passageiros por notas, para antes e depois da inauguração, dos novos terminais do aeroporto de Brasília, (Gráficos 1 e 2) é possível observar que depois da construção dos novos terminais de passageiros, os quais passaram em 2013 de uma área de 81.200 m<sup>2</sup> para 146.200 m<sup>2</sup> em 2017 diminuíram a inclinação da curva, ou seja, uma menor pressão na diminuição da nota função do crescimento de passageiros.

A inclinação da reta mostra o nível de saturação do terminal que com mais espaço suporta melhor o incremento de passageiros mantendo um mesmo nível de satisfação, resultado importante para que o administrador saiba o quanto está saturado seu terminal. Da regressão e dos próprios gráficos é possível observar que se em função do incremento de área eles se tornaram mais eficientes e avaliar se este foi o nível adequado de investimento para a manutenção da satisfação dos usuários

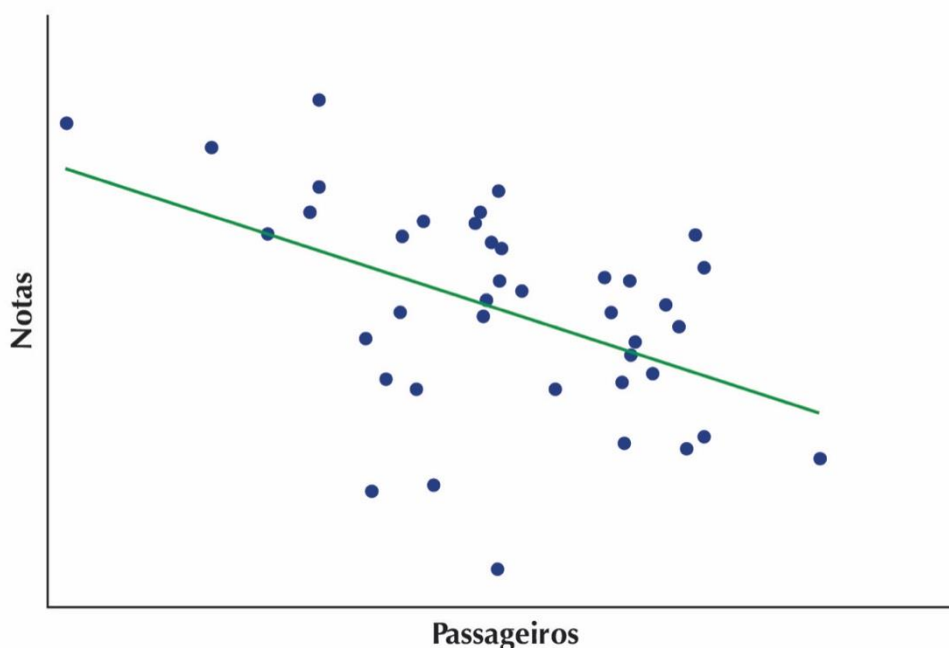


Gráfico 1: Gráfico de quantidade de passageiros e suas notas para o terminal antigo, com área de 81.200 m<sup>2</sup>  
Fonte: Autor - Stata

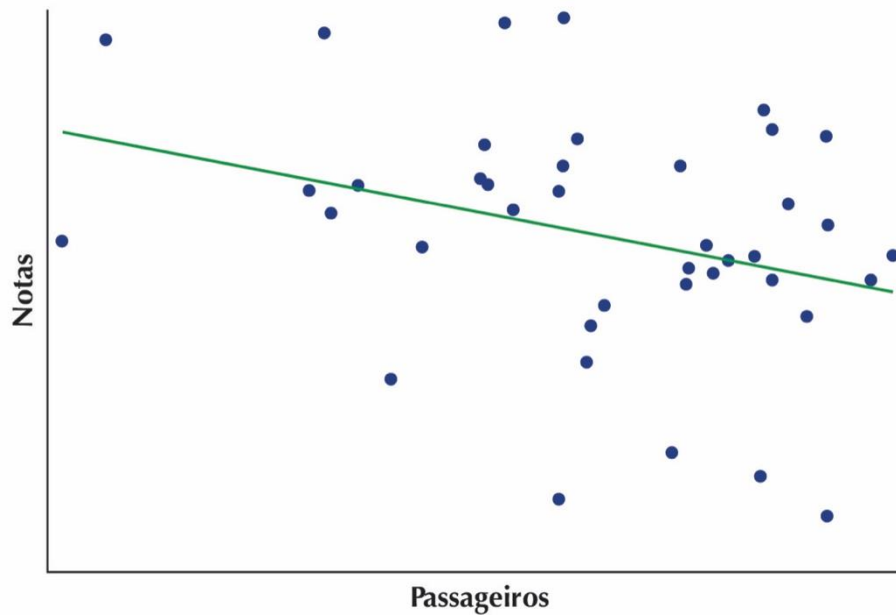


Gráfico 2: Gráfico de quantidade de passageiros por notas para o novo terminal, área de 146.200 m<sup>2</sup>  
Fonte: Autor - Stata

O gráfico 3 mostra que a satisfação dos clientes aumentou com o passar do tempo e suas notas gerais passaram de 3,56 na primeira medição no primeiro trimestre da concessão para 4,59 no ano de 2017 com os novos terminais concluídos e operando. A análise visa verificar se esta satisfação não teria alcançado as mesmas notas com um grau de investimentos menor, onde não necessariamente as melhores notas significam os aeroportos mais eficientes, gráfico 4. Muitas vezes pequenos acertos ou investimentos em infraestrutura mais graduais levam os mesmos para uma melhor eficiência. (Veja Tabela 5 com a *eficiência (score) DEA* simulados no Stata)

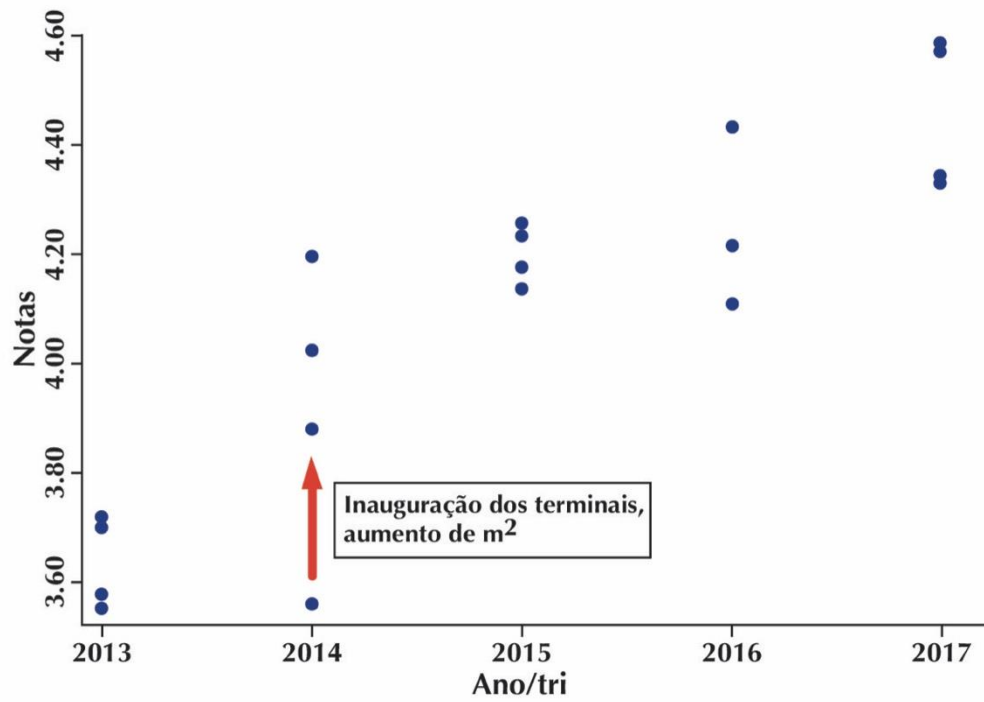


Gráfico 3: Aumento das notas de satisfação função do tempo com a inauguração do novo terminal  
Fonte: Autor

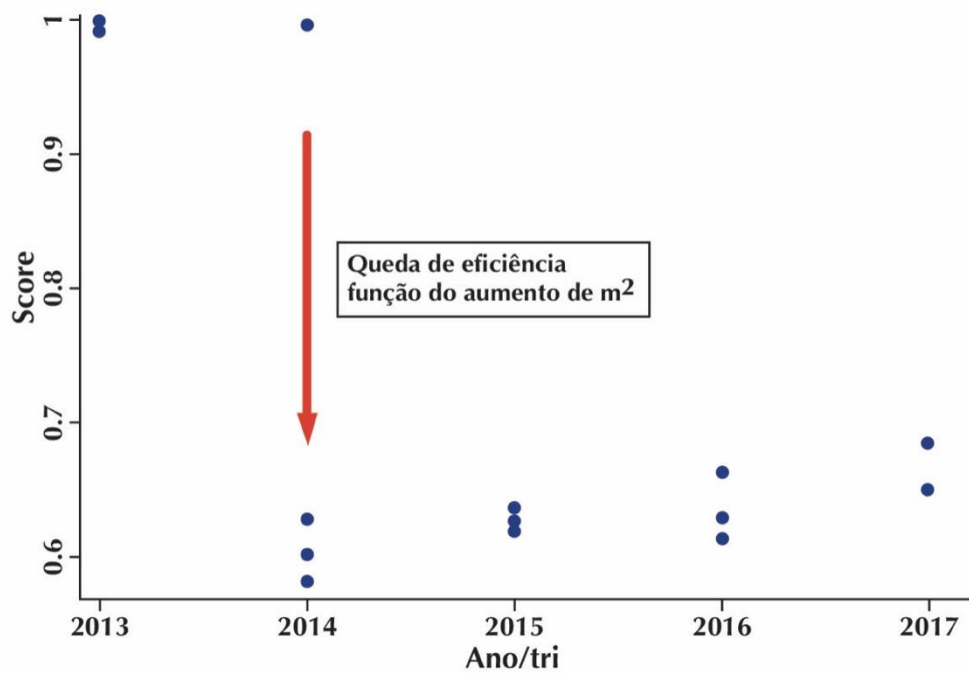


Gráfico 4: Perda da eficiência com a inauguração do novo terminal

Fonte: Autor

Aeroporto	ANO	TRIM	Passageiros	CARGA KG	DECOLAG ENS	PAYLOAD	ASSENTOS	Preço médio	Nota	Área Terminal	Ranking	Score
Brasilia	2013	1	3818349	16143506	34720	558183978	5318781	444	3,58	81200	5	0,992630
Brasilia	2013	2	3882178	16384843	34525	560662537	5284941	398	3,70	81200	4	0,994624
Brasilia	2013	3	4225403	16815471	36342	595120200	5611943	480	3,72	81200	2	<b>1,000000</b>
Brasilia	2013	4	4297104	18301451	36124	595554118	5620071	485	3,55	81200	1	<b>1,000000</b>
Brasilia	2014	1	4104969	14860033	34864	571938308	5411480	458	3,56	81200	3	0,997136
Brasilia	2014	2	3929140	15135138	34171	557097577	5181557	386	3,88	146200	20	0,579292
Brasilia	2014	3	4393957	15970279	37658	616396705	5682724	375	4,20	146200	15	0,627069
Brasilia	2014	4	4495769	17529548	38548	629102798	5812181	389	4,03	146200	19	0,601687
Brasilia	2015	1	4332843	13203107	37085	613552982	5674519	327	4,26	146200	11	0,636027
Brasilia	2015	2	4353765	15028739	36781	631881200	5666141	316	4,24	146200	12	0,633041
Brasilia	2015	3	4774493	15478220	38727	663215050	6058829	404	4,18	146200	16	0,624082
Brasilia	2015	4	4704381	17031331	38515	683534205	6151239	383	4,14	146200	17	0,618110
Brasilia	2016	1	4401211	13015439	36058	645727454	5797272	312	4,22	146200	13	0,630055
Brasilia	2016	2	4033937	15589402	32025	567150861	5205050	313	4,11	146200	18	0,613631
Brasilia	2016	3	4212244	15505316	31809	559129409	5207792	371	4,22	146200	14	0,630055
Brasilia	2016	4	4035373	16627691	30482	543769506	4990871	405	4,44	146200	8	0,662901
Brasilia	2017	1	3874983	13866741	29772	532753716	4873768	314	4,59	146200	6	0,685296
Brasilia	2017	2	3697850	14852975	29033	514706919	4741548	323	4,58	146200	7	0,683803
Brasilia	2017	3	4108457	15827889	30675	550296641	5048819	373	4,35	146200	9	0,649464
Brasilia	2017	4	4206114	17452835	31012	561776764	5143112	405	4,34	146200	10	6471

Tabela 5: Planilha com os dados do aeroporto de Brasília e os scores obtidos na simulação do Stata - dados dos gráficos 3 e 4.

Fonte: Autor

Portanto, através da análise do aeroporto de Brasília observou-se que a inauguração dos novos terminais trouxe muito conforto aos usuários, refletindo diretamente nas notas de satisfação, mas em contrapartida diminuiu e muito a eficiência do aeroporto, o que demonstra claramente que com um investimento menor poder-se-ia manter o grau de satisfação do usuário com uma maior eficiência no aeroporto. Esta é uma questão muito controversa na execução de aeroportos já que obras de infraestrutura em aeroportos interferem em sua operação e, criar estruturas modulares para irem crescendo na medida em que o fluxo de passageiros aumenta pode ser complicado, sem falar que intervenções nas pistas e pátios devem ser em uma única etapa.

Como os resultados da metodologia DEA tende a considerar aeroportos cheios e até congestionados eficientes suas análises devem levar em consideração outros fatores combinados, sejam os da infraestrutura sejam o da satisfação do usuário, hoje possível função das pesquisas promovidas pela ANAC.

Assim, a adoção deste critério qualitativo é válido e único em estudos de eficiência de aeroportos e minimizam o fato de congestionamentos corroborarem como fator da eficiência. Na tabela 6 (abaixo) verifica-se, que muitos aeroportos são eficientes quando se trata somente de transporte de passageiros, mas também com baixa eficiência função da satisfação dos clientes. Portanto, o número de passageiros e a nota de satisfação combinados levam a um score mais equilibrado, inclusive, mostra o esforço do aeroporto em ir ano a ano melhorando seus quesitos para aumentar sua eficiência total. Enfim, a nota de satisfação é uma poderosa ferramenta para a qualificação de eficiência de aeroportos.

AEROPORTO	Eficiência - Passageiros					Eficiência - Satisfação do Cliente					Eficiência - PAX & Satisfação do Cliente				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
DMU															
Guarulhos	1	1	1	1	1	0,0784	0,0905	0,1123	0,0967	0,0795	0,85	0,5297	0,5634	0,5593	0,6036
Congonhas	1	1	1	1	1	0,1959	1	0,9501	0,9539	0,9526	1	1	1	1	1
Viracopos	1	1	1	0,9709	0,9317	0,4013	0,4118	0,4502	0,6541	0,3697	1	1	1	1	1
Galeão Santos Dumont	1	0,9842	1	0,9734	0,9754	0,201	0,2029	0,2446	0,1892	0,1622	0,2768	0,2519	0,253	0,2732	0,2829
Brasília	1	1	1	1	0,992	0,1717	0,2002	0,1978	0,2	0,1691	0,615	0,5799	0,6975	0,6132	0,633
Salvador	0,9504	1	0,9824	0,995	0,9908	0,3494	0,3626	0,4234	0,3908	0,3471	0,7677	0,7253	0,7107	0,648	0,6907
Fortaleza	0,8853	1	1	1	1	0,5596	0,5843	0,6596	0,5503	0,515	0,8485	0,8598	0,8909	0,8428	0,8907
Confins	0,9271	0,9568	1	0,9385	0,948	0,3073	0,3126	0,3192	0,3274	0,2858	0,3191	0,3861	0,4939	0,4398	0,4903
Manaus	0,878	0,907	0,8961	0,9474	0,9288	0,9316	1	1	1	1	0,3877	0,399	0,5201	0,4726	0,4422
Curitiba	0,8834	0,888	0,8859	0,915	0,939	0,436	0,4756	0,5121	0,5106	0,4694	0,4272	0,444	0,6377	0,6455	0,6391
Recife	1	1	1	1	1	0,521	0,5841	0,6487	0,5577	0,3731	0,5445	0,5952	0,7091	0,7344	0,7809
Porto Alegre	1	1	1	1	1	0,3975	0,4588	0,4978	0,4341	0,3681	0,4922	0,5128	0,5937	0,6378	0,6946
Cuiabá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 6: Scores de eficiência dos aeroportos, por passageiros, por satisfação e os dois combinados. (Eficiente – score = 1)  
 Fonte: Autor

É importante salientar que os critérios de notas adotados não têm nenhuma influência nos contratos de concessão, não penalizam nem favorecem os mesmos. Tampouco interferem na regulação econômica dos aeroportos apesar que as boas notas signifiquem investimentos em infraestrutura, pessoas e seus treinamentos, portanto, sua combinação nas análises de eficiência através da metodologia DEA poderiam ser um importante *trade off* para a flexibilização das regulações econômicas dos aeroportos.

A metodologia seria através da medida de eficiência considerando a infraestrutura e a opinião dos passageiros como apresentada. Todos os aeroportos que estejam na fronteira de eficiência (score = 1) teriam um desconto de uma porcentagem no pagamento de sua outorga. O valor deveria ser aplicado em pontos específicos que agreguem valor à infraestrutura da concessão. Como, depois do prazo de concessão o ativo volta para o governo este dinheiro deveria ser aplicado em rubricas específicas como modernizações e manutenções da infraestrutura, construção de benfeitorias para uso das cias aéreas tais como hangares de manutenção ou de carga, nos sistemas de navegação aérea, nos sistemas de controle e etc. Todas as despesas devem ser comprovadas ao órgão regulador que depois de aprovadas autoriza o desconto no pagamento da outorga.

Desta forma, a metodologia DEA, cria um círculo virtuoso de qualidade pela premiação econômica e pelos investimentos em melhorias da infraestrutura que atraem mais passageiros e voos para o aeroporto. Já os aeroportos que não estão na fronteira de eficiência poderiam ter sanções como aumento do pagamento das outorgas inicialmente oferecidas. Assim, em princípio, não haveria uma perda para o governo no valor total das outorgas que ao final teriam seus ativos valorizados.

Score	Benfeitoria/Sanção sobre a outorga
1	Desconto de 5%
0,9	Desconto de 1%
$0,5 < s < 0,9$	Neutro
$0,3 < s < 0,5$	Multa de 1%
$S < 0,3$	Multa de 2%

Tabela 8: Uma sugestão de metodologia para beneficiar ou punir os aeroportos função de sua eficiência

Fonte: Autor

Como exemplo, no caso do Aeroporto de Viracopos que paga uma outorga de aproximadamente R\$ 170 milhões em caso de estar na fronteira de eficiência teria um benefício de R\$ 8,5 milhões no ano seguinte para investimentos nas melhorias:

- Benfeitorias tais como construção de hangares para aluguel;
- Modernização dos sistemas de navegação;
- Modernização dos sistemas de incêndio, segurança e controles;
- Modernização e troca de equipamentos para a operação;
- Manutenções nas estruturas existentes, edificações, acessos, etc...

Com as despesas comprovadas, o desconto é autorizado no pagamento da outorga, e ficam mantidas as tarifas dos usuários (embarque) e as tarifas das cias aéreas com livre negociação entre as mesmas e o aeroporto, sendo fixado um valor teto para novas entrantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aeroportos serviço de utilidade pública que com as concessões tomaram nas últimas décadas, uma roupagem de negócio com forte viés comercial. Função destas novas características se tornou importante a medida de eficiência e o cuidado com sua regulação econômica já que são únicos e monopolistas em suas regiões.

A utilização da metodologia DEA, serve para medir a eficiência dos terminais e demais sub infraestruturas, e quais as intervenções que se fazem necessárias. Otimizar as intervenções baseadas nos resultados de eficiência dos aeroportos, diminui ou otimiza as necessidades de investimento e endividamento, hoje fator de muitos problemas na maioria das concessões brasileiras.

Uma medida muito interessante e inédita é a composição da eficiência com a pesquisa de satisfação dos usuários. Trimestralmente a ANAC realiza estas pesquisas que função das notas em vários quesitos geram uma média final. A utilização desta nota em conjunto com o número de passageiros como *output* na análise por DEA traz resultados significativos sobre a eficiência, a infraestrutura e a satisfação dos usuários. Os resultados servem de monitoramento para o administrador do aeroporto que em conjunto com uma regressão e análises gráficas pode fazer uma boa avaliação da situação do aeroporto e de sua infraestrutura.

Aeroportos são muito heterogêneos e a utilização da metodologia DEA, para medir sua eficiência, auxilia no planejamento dos investimentos e intervenções que se fazem necessárias, de maneira racional, progressiva e com satisfação do usuário.

A metodologia e os resultados de eficiência de cada um dos aeroportos com a análise das suas notas parciais servem para os administradores escolherem suas estratégias de forma cuidadosa para que tenham resultados relevantes com a otimização de recursos.

Observou-se que aeroportos congestionados ou saturados se mostram eficientes nas análises com o DEA, mas que em composição com as notas de satisfação dos usuários chegam a resultados mais adequados e com os pontos a serem melhorados explícitos pelas notas parciais de cada quesito.

Os diversos *trade off's* com os resultados obtidos servem ainda para a análise da regulação existente e aprofundar estudos para propor novas aplicações de maneira

a termos um novo modelo para os aeroportos brasileiros com foco na valorização do ativo, na otimização das receitas e com a majoração da satisfação dos usuários.

Uma maior flexibilização da legislação brasileira através da adoção da política de *Open Sky*, assim como ocorreu nos Estados Unidos e na Europa, levará a um rápido e forte incremento de movimento de aeronaves e passageiros, inclusive com a entrada de empresas de baixo custo (*low cost companies – LCC*). Esta política de abertura congestionou em um curto prazo de tempo, vários aeroportos ao redor do mundo e a ferramenta DEA com a combinação da infraestrutura e a satisfação do cliente poderá ser um bom instrumento para medir seus impactos e remediações de curto e médio prazos nos aeroportos brasileiros

Diante das controversas variáveis adotadas na metodologia de definição de tarifas teto a proposta é fazer uma *metodologia flexível com preços teto* para evitar abusos econômicos, não onerando os passageiros e com benefícios econômicos para o aeroporto função de sua performance. A flexibilização se daria nas negociações comerciais do aeroporto com as cias aéreas onde as tarifas poderiam ser diferentes para cada empresa, já que suas compensações financeiras podem ocorrer por quantidades de voos, passageiros e por tarifas não aeronáuticas como aluguéis e utilização da infraestrutura do aeroporto.

## REFERÊNCIAS

Adler, Nicole; Liebert, Vanessa. **Joint impact of competition, ownership form and economic regulation on airport performance and pricing**, Isevier – Transportation Research part A: Policy and Practice – June 2014 vol 64 pages 92 – 109, 2014

Assaf, A. Georges; Gillen, David . **Measuring the joint impact of governance form and economic regulation on airport efficiency**, Isevier – European Journal of Operational Research – vol 220, issue 1, pp. 187-198 – July 2012

Banker R., A. Emrouznejad, A. L. M. Lopes, M. R. de Almeida. **Data Envelopment Analysis: theory and Applications: Proceedings of the 10th International Conference on DEA**, August 2012,

Bel, Germá, Fageda, Xavier, Albalade, Daniel, **Privatization and Regulatory Reform of Toll Motorways in Europe**, Governance Journal, 2009

Caves, R; Gosling, GD; **Strategic Airport Planning** – Elsevier 1999

A., Charnes ; E., Rhodes ; W. W., Cooper. (1978) **Measuring the efficiency of decision making units**. In: [European Journal of Operational Research](#). *RePEc:eee:ejores:v:2:y:1978:i:6:p:429-444*.

Coelli, Timothy; Rao Prasad; O'Donnell, Christopher e Battese, George E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Ed. Springer. 2. Ed. 1998

Coope, William W; Seiford, Lawrence M.; Zhu Joe. **Handbook on Data Envelopment Analysis** , 2a ed. Ed. Springer, 2011

Doganis, Rigas. **The Airport Business**. Ed. Routledge. London, 1992

Doganis, R, H Nuutinen, **Economics of European airports: a study of the economic performance of 14 European airports, 1983**

Polytechnic of Central London of Central London

Fernandes, E.; Pacheco, R.R. **Efficient use of airport capacity**. Transportation Research A 36, 225-238., 2002

Forsyth, Peter; Gillen, David W. ; Knorr, Andreas. **The Economic Regulation of Airports**. Ed. Ashgate, 2004

Francis, G.; Humpehreys, I. ; Fry, J. **The benchmarking of airport performance**. Journal of Air Transport management 8, 239-247, 2002

Gillen, D; Lall, A. **Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis**. Transportation Research E, 33, 261-273, 1997.

Grahan, Anne. **Managing Airports – An international perspective**. 5a ed. Ed. Routledge, 2018

Grahan, Anne; Morrell. **Airport Finance and Investment in the Global Economy**. Ed. Routledge, 2017

German Bel, Xavier Fageda. **Privatization, regulation and airport pricing**. empirical analysis for Europe, 2009

Hooper, Paul, Henser, David A., **Measuring Total Factor Productivity of Airports – An Index number approach**, Institute of transport studies, 1988

Lima Souza, A.L. e Pacheco, R.R. **Uma análise comparativa de desempenho de aeroportos a nível mundial**. Sintaer 7, 382-406 tr. 425, 2008

Martín, J.C.; Román, C. **Na application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization.** *Journal of Air Transport Management* 7, 149-157, 2001

Mariano, E.B.; Almeida, M.R. e Rebelatto, D.A.N. **Eficiência pela técnica dos números índices: uma aplicação em aeroportos.** XVI Simpep – Ensino de Engenharia de Produção - 2009

Mello, Fabiana Peixoto de e Prazeres, Doriêdo Luiz dos **The exploitation of public Brazilian airports under private regime: a review of government leased and permit grants.** *J. Transp. Lit.*, Jan 2013, vol.7, no.1, p.65-82. ISSN 2238-1031

C. Murillo-Melchor, **AN ANALYSIS OF TECHNICAL EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY CHANGES IN SPANISH AIRPORTS USING THE MALMQUIST INDEX,** *International Journal of Transport Economics / Rivista internazionale di economia dei trasporti*, Vol. 26, No. 2, TECHNICAL, ALLOCATIVE AND ECONOMIC EFFICIENCY IN TRANSPORT (JUNE 1999), pp. 271-292.

Oum, T.H. et al. **Ownership forms matter for airport efficiency: A stochastic frontier investigation of worldwide airports.** *Journal of Urban Economics* (2008), doi: 10.101/j.jue.2008.03.001

Pathomsiri, S. et al. **Impacto of undesirable outputs on the productivity of US airports.** *Transportation Research E* 44 235-259, 2008

Pels, E., Nijkamp, P. ; Rietveld, P. **Relative efficiency of European airports.** *Transport Policy* 8, 183-192, 2001

Pereira, Marcos; Lins, Estellita; Marques, Guilherme. **Programação Linear.** Ed. Interciência, 2006

Périco, Ana Elisa, Santana, Naja Brandão e Rebelatto, Daisy Aparecida do Nascimento. **Eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros: uma análise envoltória de dados com bootstrap**. Gest. Prod., Jun 2017, vol.24, no.2, p.370-381. ISSN 0104-530X

Reinhold, Annika; Hans-Martin; Niemeier, Vanessa Kamp, Jurgen Muller Na **Evolution of Yardstick regulation for European airports**, Isevier - Journal of Air Transport Management – vol. 16, issue 2 – march 2010 pages 74 – 80, 2009

Sarkis, J. and Talluri, S. **Performance based clustering for benchmarking of US airports**. Transportation Research A 38, 329-346, 2004

Silveira, Paulo Burnier da. **Hybrid governance structure between public company and private partners: the case of Infraero in the Brazilian airline sector**. Rev. direito GV, Aug 2018, vol.14, no.2, p.537-556. ISSN 1808-2432

Shleifer, Andrei. **A Theory of yardstick Competition**. Rand Journal of Economics, Vol 1 nº 3. 1985.

Souza, Ana Luiza Lima de; Pacheco, Ricardo Rodrigues; Fernandes, Elton. **Uma análise comparativa de desempenho de aeroportos a nível mundial**. Sintraer, 2008

Vasigh, Bijan ; Howard, Clara Vydyanath. **Evaluating airport and seaport privatization: a synthesis of the effects of the forms of ownership on performance**. J. Transp. Lit., Mar 2012, vol.6, no.1, p.08-36. ISSN 2238-1031

Vasigh, Bijan; Fleming, Ken; Tacker, Thomas. **Introduction to Air Transport Economics** . Ed. Routledge, 2018

Volodymyr Bilotkach, Joseph A. Clougherty, Juergen Mueller, Anmig Zhang . **Regulation, privatization, and airport charges: panel data evidence from**

**Europeans airports.** Journal of Regulatory Economics – august 2012 – vol. 42, issue 1 – pp. 73 – 94, 2012

Yoshida, Y. and Fujimoto, H. **Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenousweight TFP methods: testing the criticismo of overinvestment in Japanese regional airports.** Transport Research E 40, 533-546, 2004

Yu, M.M. **Measuring physical efficiency of domestic airports in Taiwan with undesirable outputs and enviromental factors.** Journal of Air Transport Management 10, 295-303, 2004

Zimmermann, Nara e Oliveira, Alessandro V. M. **Liberalização econômica e universalização do acesso no transporte aéreo: é possível conciliar livre mercado com metas sociais e ainda evitar gargalos de infraestrutura.** J. Transp. Lit., Dez 2012, vol.6, no.4, p.82-100. ISSN 2238-1031