

Análise de eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros

Leonardo Maldaner (UTFPR-FB) dadomaldaner@gmail.com
Maiquiel Schmidt de Oliveira (UTFPR-FB) msoliveira@utfpr.edu.br
Franklin Ângelo Krukoski (Unioeste-FB) franklin.krukoski@gmail.com

Resumo:

O presente artigo traz uma análise detalhada da eficiência de todos os 32 aeroportos internacionais brasileiros utilizando a técnica da Análise Envoltória de Dados (DEA). Essa análise justifica-se pela expansão desencadeada no setor, pela realização de eventos esportivos de grande porte, no Brasil, nos anos de 2014 e 2016. Em um primeiro momento, o presente estudo trata do surgimento dos modelos DEA, em seguida introduz os principais conceitos e definições do método, com ênfase à retornos de escala variáveis (BCC) orientado para o produto, utilizado neste trabalho. Os resultados revelaram 12,5% dos aeroportos internacionais brasileiros eficientes e um escore médio de eficiência de 0,485. Foi possível identificar, a partir dos retornos de escala, os aeroportos ineficientes, sendo que 62,5% precisam realizar investimentos para aumentar sua eficiência e 21,87% não operam a totalidade de sua capacidade.

Palavras chave: Aeroportos internacionais brasileiros, Análise Envoltória de Dados, Eficiência.

Title of the article in English

Abstract

This article presents a detailed analysis of the efficiency of all 32 Brazilian airports using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. This analysis is justified by the expansion triggered in the sector by large sporting events in Brazil in 2014 and 2016. At first, the present study deals with the emergence of DEA models, then introduces the main concepts and definitions of the method, with emphasis on the variable oriented returns of scale (BCC), used in this work. The results revealed that 12.5% of Brazilian international airports are efficient and an average efficiency score of 0.485. It was possible to identify, from the returns of scale, the inefficient airports, with 62.5% having to invest in order to increase their efficiency and that 21.87% do not operate full capacity.

Key-words: Brazilian International Airports, Data Envelopment Analysis, Efficiency.

1. Introdução

O transporte aéreo vem se popularizando muito nos últimos anos a nível mundial. Desde a década passada o setor teve um crescimento expressivo no Brasil, em especial, devido ao surgimento de novas companhias aéreas e da modernização das que já estavam operando. Isso, aliado com uma política de liberdade tarifária, gerou uma competição maior no mercado, o que acabou diminuindo o preço das passagens em mais de 40%, conforme um estudo feito pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), publicado em 2014.

Essa diminuição nos preços das passagens juntamente com o aumento da renda da população e uma maior atividade econômica fez com que o serviço aéreo se tornasse mais acessível.

Com isso, houve um crescimento de 210% no movimento de passageiros do setor aéreo entre o período de 2000 e 2014, segundo a CNT. Isso tornou o Brasil o terceiro maior mercado doméstico mundial, transportando um total de 102,32 milhões de passageiros em 2014.

Porém, a infraestrutura dos aeroportos brasileiros não acompanhava esse largo crescimento e com a chegada dos maiores eventos esportivos do mundo, a copa do mundo de 2014 e as olimpíadas de 2016 o governo precisou investir na ampliação e reforma dos aeroportos em operação além das concessões de três grandes aeroportos feitas pelo governo em 2012 visando acelerar os investimentos.

Com isso em vista, o presente estudo pretende analisar a eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros utilizando o método da Análise Envoltória de Dados (DEA – Data Envelopment Analysis) baseando-se nos dados de 2016. Para a análise foram considerados como inputs as variáveis “área do terminal de passageiros” e “capacidade de passageiros” e como output foi utilizado “movimentação de passageiros”.

2. Análise Envoltória de Dados

A técnica da Análise Envoltória de Dados (DEA) foi criada em 1957 por FARREL e aperfeiçoada em 1978 por CHARNES, COOPER & RHODES para que a metodologia pudesse ser aplicada em problemas reais. A DEA vem sendo utilizada nas mais diversas áreas para estudo da eficiência de unidades produtivas, alguns exemplos de aplicações são: indústrias petrolíferas, gestão de municípios, clubes de futebol e aeroportos.

A DEA é uma técnica que utiliza modelos matemáticos não paramétricos para medir a eficiência de unidades produtivas, que são chamadas de unidades tomadoras de decisão (Decision Making Units – DMU's), considerando os recursos disponíveis (*inputs*) são transformados em resultados (*outputs*). O modelo considera os pesos das variáveis como desconhecidos, para cada DMU, e atribui tais valores para maximizar a eficiência de cada DMU (SOUZA e WILHELM, 2009).

No modelo mais simples, considerando uma unidade trabalhando com um único insumo e um único produto, a eficiência é definida como:

$$Eficiência = \frac{\text{produto (output)}}{\text{insumo (input)}} \quad (1)$$

No caso de múltiplos insumos e/ou produtos, o índice de eficiência pode ser representado da seguinte forma:

$$Eficiência = \frac{\text{soma ponderada dos produtos}}{\text{soma ponderada dos insumos}} \quad (2)$$

As unidades eficientes tem valor um para eficiência e as ineficientes tendem a zero a medida que a eficiência diminui. Para DMU's ineficientes a solução identifica duas DMU's eficientes que servirão como referência para a mesma. E isso difere a DEA dos métodos paramétricos, pois a DEA otimiza cada DMU individualmente em relação as demais e com isso gera uma fronteira de eficiência, que é definida como sendo o nível máximo de produção para um nível de insumos.

Os modelos DEA podem trabalhar com retornos de escala constantes (modelo CCR – Charles, Cooper e Rhodes, também conhecido como CRS) ou com retornos de escala variáveis (modelo BCC – Banker, Charnes e Cooper, também conhecido como VRS).

No modelo CCR a medida de eficiência de qualquer unidade é obtida como a razão máxima de produtos (*outputs*) ponderados sobre insumos (*inputs*) também ponderados, desde que as

razões sejam menores ou iguais a 1 (um). A distância entre uma DMU e a fronteira é a medida de sua ineficiência (AZAMBUJA, 2002).

Os modelos BCC assumem retornos variáveis de escala por meio de uma constante de convexidade. Neste caso, o peso atribuído para as variáveis é importante na determinação da eficiência dos aeroportos, pois um aeroporto não pode ser eficiente considerando somente um dos insumos. Para evitar que isso aconteça, são impostas restrições para as variáveis através do método denominado cone ratio. Segundo Cooper et al. (2000), o Método de Regiões de Segurança (Assurance Region Method – AR), utilizado pelo software DEA-Solver v.3.0 e desenvolvido por Kaoru Tone, é um caso especial do método Cone Ratio. A restrição imposta desta forma é dada pela equação:

$$L_{1,2} \leq \frac{v_1}{v_2} \leq U_{1,2} \quad (3)$$

Na expressão acima $L_{1,2}$ e $U_{1,2}$ são, respectivamente, os limites inferior e superior que a relação v_1 e v_2 pode assumir, sendo esses os pesos dos insumos.

3. Resultados

Para a realização do estudo foram coletados dados referentes ao aeroportos internacionais brasileiros, sendo considerados 6 insumos e 2 produtos encontrados através do site da INFRAERO (2017)

Para a análise foram considerados 32 aeroportos internacionais brasileiros, que são: Porto Alegre (RS), Florianópolis (SC), Curitiba (PR), Fortaleza (CE), Recife (PE), Salvador (BA), Manaus (AM), Rio de Janeiro (RJ), Belém (PA), Foz do Iguaçu (PR), Cuiabá (MT), Campo Grande (MS), Navegantes (SC), Maceió (AL), São Luís (MA), Natal (RN), Porto Velho (RO), Boa Vista (RR), Macapá (AP), Pelotas (RS), São José dos Campos (RS), Uruguaiana (RS), Parnaíba (PI), Ponta Porã (MS), Cruzeiro do Sul (AC), Tabatinga (AM), Corumbá (MS), Bagé (RS), João Pessoa (PB), Guarulhos (SP), Brasília (DF) e Belo Horizonte (MG).

O método escolhido para a análise de eficiência foi a Análise Envoltória de Dados (DEA) com orientação para produto e restrição nos pesos, pois se objetiva aumentar os produtos mantendo os insumos constantes. Para a escolha das variáveis foi utilizado o método da correlação, sendo que os insumos que apresentaram melhor correlação com o produto foram utilizados no estudo. Os inputs escolhidos foram “área do terminal de passageiros (m²)” e “capacidade de passageiros anuais”, e o produto foi escolhido “movimentação de passageiros no ano de 2016”. A Tabela 01 apresenta uma breve descrição das variáveis:

	Área do terminal de passageiros	Capacidade de passageiros	Movimentação de passageiros 2016
Max	100	100	100
Min	0,161381	0,636943	0,004927
Média	12,78202	23,99482	12,01743
Desvio-padrão	21,9272	27,76547	19,86048

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 01 – Descrição das variáveis

A descrição dos resultados permite verificar que existe um desvio-padrão alto em torno das variáveis, o que significa que existem terminais uma discrepância entre os dados. A

movimentação mínima de passageiros em torno do maior foi 0,49%. A Tabela 02 apresenta o índice de correlação entre as variáveis:

	Área do terminal de passageiros	Capacidade de passageiros	Movimentação de passageiros 2016
Área do terminal de passageiros	1	0,918638	0,928492
Capacidade de passageiros	0,918638	1	0,863416
Movimentação de passageiros	0,928492	0,863416	1

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 02 – Correlação entre as variáveis

A correlação entre os insumos e o produto foi acima de 0,9, o que representa um alto índice de relação entre as variáveis e uma possibilidade de obtenção de um escore de eficiência médio alto.

Além da correlação, foi considerada a relevância das variáveis para escolha e o maior escore de eficiência. Foram feitas, ainda, análises com diferentes modelos com o intuito de obter uma eficiência média alta, porém nenhum dos modelos ultrapassou a eficiência média de 0,50. Os dados foram apresentados todos em percentual para que não houvesse distorções nas análises.

Com isso gerou-se o modelo de eficiência que é dado pelo seguinte equação:

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\text{Área do terminal de passageiros} + \text{Capacidade de passageiros}}{\text{Movimentação de passageiros}} \quad (4)$$

Para o cálculo do índice de eficiência foi necessário atribuir restrição aos pesos, conforme a equação:

$$0,1 \leq \frac{\text{Capacidade de passageiros}}{\text{Área do terminal de passageiros}} \leq 1,0 \quad (5)$$

Com a equação acima foi possível obter o ranking das eficiências dos aeroportos internacionais brasileiros que são apresentadas na Tabela 03 abaixo.

Ranking	Aeroporto	Eficiência
1	Guarulhos (SP)	1,000
1	Navegantes (SC)	1,000
1	Florianópolis (SC)	1,000
4	Bagé (RS)	1,000
5	Brasília (DF)	0,986
6	Fortaleza (CE)	0,951
7	Campo Grande (MS)	0,864
8	Cuiabá (MT)	0,820
9	Salvador (BA)	0,725
10	Porto Alegre (RS)	0,635
11	João Pessoa (PB)	0,629
12	Foz do Iguaçu (PR)	0,592
13	Recife (PE)	0,538
14	Rio de Janeiro (RJ)	0,513

15	Belo Horizonte (MG)	0,490
16	Belém (PA)	0,487
17	São Luís (MA)	0,439
18	Curitiba (PR)	0,438
19	Maceió (AL)	0,413
20	Natal (RN)	0,375
21	Macapá (AP)	0,291
22	Porto Velho (RO)	0,289
23	Uruguaiana (RS)	0,269
24	Boa Vista (RR)	0,202
25	Manaus (AM)	0,168
26	Tabatinga (AM)	0,162
27	Corumbá (MS)	0,097
28	Pelotas (RS)	0,064
29	Cruzeiro do Sul (AC)	0,053
30	São José dos Campos (SP)	0,027
31	Parnaíba (PI)	0,014
32	Ponta Porã (MS)	0,004

Fonte: autoria própria (2017).

Tabela 03 – Eficiência dos aeroportos

Com essa análise apenas 4 aeroportos se mostraram eficientes sendo eles, Guarulhos (SP), Navegantes (SC) e Florianópolis (SC). Os aeroportos de Bagé (RS), Brasília (DF) e Fortaleza (CE) apresentaram eficiências muito próximas da fronteira de eficiência, enquanto os de Corumbá (MS), Pelotas (RS), Cruzeiro do Sul (AC), São José dos Campos (SP), Parnaíba (PI) e Ponta Porã (MS) foram os menos eficientes com uma eficiência inferior a 0,1. A eficiência média obtida foi de 0,485496.

Outro dado importante gerado pelo modelo são os retornos de escala que indicam o que ocorre com os produtos quando os insumos são aumentados, os retornos de escala podem assumir três formas: crescente, decrescente e constante, conforme SILVA.

Os retornos de escala constantes indicam que quando os inputs de uma DMU forem aumentados, os outputs crescerão de forma proporcional ao aumento dos insumos. Para os retornos crescentes, quando aumentado os inputs, os outputs terão um crescimento maior que o crescimento proporcional dos insumos. Já para os retornos decrescentes, quando são acrescidos insumos, os produtos tem um aumento menor que o aumento proporcional dos insumos. Esses casos de retornos de escala se aplicam para unidades produtivas eficientes. Os retornos de escala dos aeroportos internacionais brasileiros são apresentados na Tabela 04 a seguir:

Aeroporto	Retornos de escala
Porto Alegre (RS)	Decrescente
Florianópolis (SC)	Decrescente
Curitiba (PR)	Decrescente
Fortaleza (CE)	Decrescente
Recife (PE)	Decrescente

Salvador (BA)	Decrescente
Manaus (AM)	Decrescente
Rio de Janeiro (RJ)	Decrescente
Belém (PA)	Decrescente
Foz do Iguaçu (PR)	Constante
Cuiabá (MT)	Decrescente
Campo Grande (MS)	Decrescente
Navegantes (SC)	Constante
Maceió (AL)	Decrescente
São Luís (MA)	Decrescente
Natal (RN)	Decrescente
Porto Velho (RO)	Decrescente
Boa Vista (RR)	Crescente
Macapá (AP)	Decrescente
Pelotas (RS)	Crescente
São José dos Campos (RS)	Decrescente
Uruguaiana (RS)	Crescente
Parnaíba (PI)	Crescente
Ponta Porã (MS)	Crescente
Cruzeiro do Sul (AC)	Decrescente
Tabatinga (AM)	Crescente
Corumbá (MS)	Crescente
Bagé (RS)	Crescente
João Pessoa (PB)	Decrescente
Guarulhos (SP)	Constante
Brasília (DF)	Decrescente
Belo Horizonte (MG)	Decrescente

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 04 – Retornos de Escala

É possível observar que 21 aeroportos apresentam retorno de escala decrescente, ou seja, se aumentar os insumos desses aeroportos a eficiência diminuirá, enquanto outros 9 apresentaram retorno de escala crescente mostrando que um aumento nos insumos ocasionará um aumento da eficiência. Outros dois aeroportos tiveram um retorno de escala constante, isso significa dizer que se houver aumento dos insumos não irá alterar a eficiência.

Outro aspecto importante são as unidades de referência. Todos as DMU's ineficientes se referenciam em unidades eficientes para se tornarem eficientes, isso significa dizer que aquela unidade fica entre as duas unidades eficientes no gráfico da fronteira de eficiência. Para se tornar eficiente a unidade precisa utilizar referências, com pesos diferentes, de cada unidade. As unidades eficientes utilizam somente elas mesmas como referência. Na Tabela 05 são mostradas quantas vezes cada unidade eficiente serviu de referência para as demais:

Referência	Frequência
Florianópolis (SC)	21
Navegantes (SC)	18
Bagé (RS)	8

Guarulhos (SP) 18

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 05 – Referências

Observou-se que o aeroporto mais utilizado como referência foi o aeroporto de Florianópolis (SC) seguido pelo de Navegantes (SC). Uma análise mais detalhada de cada aeroporto e suas unidades de referência, com os respectivos percentuais, pode ser analisada pela Tabela 06:

Aeroporto	Unidade de Referência 1	Percentual	Unidade de Referência 2	Percentual	Unidade de Referência 3	Percentual
Porto Alegre (RS)	Florianópolis (SC)	0,743	Guarulhos (SP)	0,257		
Florianópolis (SC)	Florianópolis (SC)	1,000				
Curitiba (PR)	Florianópolis (SC)	0,666	Guarulhos (SP)	0,334		
Fortaleza (CE)	Florianópolis (SC)	0,925	Guarulhos (SP)	0,075		
Recife (PE)	Florianópolis (SC)	0,724	Guarulhos (SP)	0,276		
Salvador (BA)	Florianópolis (SC)	0,793	Guarulhos (SP)	0,207		
Manaus (AM)	Florianópolis (SC)	0,628	Guarulhos (SP)	0,372		
Rio de Janeiro (RJ)	Florianópolis (SC)	0,158	Guarulhos (SP)	0,842		
Belém (PA)	Florianópolis (SC)	0,903	Guarulhos (SP)	0,097		
Foz do Iguaçu (PR)	Navegantes (SC)	0,953	Guarulhos (SP)	0,047		
Cuiabá (MT)	Florianópolis (SC)	0,960	Navegantes (SC)	0,039	Guarulhos (SP)	0,000
Campo Grande (MS)	Florianópolis (SC)	0,015	Navegantes (SC)	0,980	Guarulhos (SP)	0,005
Navegantes (SC)	Navegantes (SC)	1,000				
Maceió (AL)	Florianópolis (SC)	0,961	Guarulhos (SP)	0,039		
São Luís (MA)	Florianópolis (SC)	0,850	Navegantes (SC)	0,143	Guarulhos (SP)	0,007
Natal (RN)	Florianópolis (SC)	0,830	Navegantes (SC)	0,085	Guarulhos (SP)	0,085
Porto Velho (RO)	Florianópolis (SC)	0,695	Navegantes (SC)	0,305		
Boa Vista (RR)	Navegantes (SC)	0,979	Bagé (RS)	0,021		
Macapá (AP)	Florianópolis (SC)	0,234	Navegantes (SC)	0,766		
Pelotas (RS)	Navegantes (SC)	0,404	Bagé (RS)	0,596		
São José dos Campos (SP)	Florianópolis (SC)	0,305	Navegantes (SC)	0,695		
Uruguaiana (RS)	Navegantes (SC)	0,074	Bagé (RS)	0,926		
Parnaíba (PI)	Navegantes (SC)	0,500	Bagé (RS)	0,500		

Ponta Porã (MS)	Navegantes (SC)	0,592	Bagé (RS)	0,408		
Cruzeiro do Sul (AC)	Florianópolis (SC)	0,018	Navegantes (SC)	0,982		
Tabatinga (AM)	Navegantes (SC)	0,290	Bagé (RS)	0,710		
Corumbá (MS)	Navegantes (SC)	0,256	Bagé (RS)	0,744		
Bagé (RS)	Bagé (RS)	1,000				
João Pessoa (PB)	Florianópolis (SC)	0,247	Navegantes (SC)	0,745	Guarulhos (SP)	0,008
Guarulhos (SP)	Guarulhos (SP)	1,000				
Brasília (DF)	Florianópolis (SC)	0,557	Guarulhos (SP)	0,443		
Belo Horizonte (MG)	Florianópolis (SC)	0,512	Guarulhos (SP)	0,488		

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 06 – Unidades de referência

Portanto, para que o aeroporto de Porto Alegre se torne eficiente ele teria que utilizar como referência 0,743 do aeroporto de Florianópolis e 0,257 do aeroporto de Guarulhos. Já para que o aeroporto de Pelotas se torne eficiente é preciso que o mesmo utilize como referência 0,404 do aeroporto de Navegantes e 0,596 do aeroporto de Bagé. Com isso nota-se que os aeroportos utilizados como referência possuem insumos e produtos parecidos com os aeroportos ineficientes, o que torna viável a possibilidade de adaptação dos terminais ineficientes.

Os pesos atribuídos para os insumos pode ser visto na Tabela 07:

Aeroporto	Área do terminal de passageiros	Capacidade de passageiros
Porto Alegre (RS)	0,334764	1,142099
Florianópolis (SC)	0,152262	0,783017
Curitiba (PR)	0,845735	1,323263
Fortaleza (CE)	0,301333	0,620333
Recife (PE)	0,368115	1,383032
Salvador (BA)	0,446883	0,834469
Manaus (AM)	1,768788	3,919133
Rio de Janeiro (RJ)	0,838466	1,063694
Belém (PA)	0,488523	1,339327
Foz do Iguaçu (PR)	0,117123	1,605343
Cuiabá (MT)	0,125508	0,992917
Campo Grande (MS)	0,188476	0,773249
Navegantes (SC)	0,238788	0,761212
Maceió (AL)	0,53174	1,516772
São Luís (MA)	0,283185	1,808156
Natal (RN)	0,658163	1,887316
Porto Velho (RO)	0,53474	2,653225
Boa Vista (RR)	1,287242	4,447295
Macapá (AP)	0,539651	2,493198

Pelotas (RS)	2,243072	19,3508
São José dos Campos (RS)	0,869054	32,15619
Uruguaiana (RS)	2,110297	9,370071
Parnaíba (PI)	21,45008	70,06304
Ponta Porã (MS)	22,42893	271,7446
Cruzeiro do Sul (AC)	2,493006	13,49408
Tabatinga (AM)	1,490526	7,997807
Corumbá (MS)	0,709203	16,16727
Bagé (RS)	25,9951	102,5979
João Pessoa (PB)	0,244258	1,143384
Guarulhos (SP)	0,143456	0,856544
Brasília (DF)	0,304417	0,668076
Belo Horizonte (MG)	0,660367	1,303173

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 07 – Pesos atribuídos aos insumos

Nenhum insumo apresentou peso igual 0, ou seja, todos os aeroportos se basearam em ambos os insumos para o cálculo da eficiência.

4. Considerações finais

A Análise Envoltória de Dados é uma ferramenta adequada na verificação da eficiência de unidades produtivas, neste estudo, os aeroportos internacionais brasileiros, revelando que o escore médio de eficiência foi de 0,485496, sendo que 12,5% delas operam eficientemente, apresentando as melhores atuações quando comparadas com as demais DMUs.

Os aeroportos de Guarulhos (SP) e Navegantes (SC), apresentam-se eficientes e com retornos de escala constantes, isso significa que operam sem desperdícios de recursos e em escala ótima. O aeroporto de Florianópolis (SC) é tido como eficiente, mas com retornos de escala decrescentes, o que significa uma operação acima da escala ótima. Enquanto o aeroporto de Bagé (RS) apresenta-se eficiente, com retornos de escala crescentes, onde o aumento de produção deve ocorrer, neste caso, através da incorporação de insumos, mantendo-se as relações entre as quantidades de produtos e insumos.

Entre os aeroportos abordados no estudo, 21,875% apresentaram-se ineficientes, com retornos de escala crescentes, o que significa uma ineficiência técnica por uso excessivo de insumos. São os casos de Uruguaiana (RS), Boa Vista (RR), Tabatinga (AM), Corumbá (MS), Pelotas (RS), Parnaíba (PI) e Ponta Porã (MS). Isso significa, em linhas gerais que os aeroportos supracitados transportam menos passageiros do que sua infraestrutura poderia suportar.

E ainda, 62,5% dos aeroportos internacionais brasileiros, abordados nesse estudo, apresentaram-se ineficientes, com retornos de escala decrescentes. Resultado esse que mostra ineficiência técnica e operação acima da escala ótima, ou seja, a infraestrutura não é suficiente para movimentar tantos passageiros.

Por outro lado, 87,5% dos aeroportos internacionais brasileiros foram considerados ineficientes em suas operações, o que mostra que, apesar dos volumosos investimentos em infraestrutura e modernização dos aeroportos brasileiros, motivadas pela realização de grandiosos eventos esportivos, nos anos de 2014 e 2016, ainda há uma enorme carência de investimentos e aprimoramentos nesse importante setor.

Esse trabalho apresenta informações estratégicas que podem auxiliar os gestores dessas instituições na alocação eficiente dos recursos disponíveis na área dos transportes aéreos de pessoas.

Referências

AZAMBUJA, A. M. V. *Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros*. Florianópolis, 2002. 385 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

CHARNES, A. COOPER, W. W., RHODES, E. *Measuring the efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, vol. 2, p. 429-444, 1978.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. <<http://www.cnt.org.br/>> Acessado em: 29 de julho de 2017.

COOPER, W.W., SEIFORD, L.M., TONE, K. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000. 318 p.

FARRELL, J. M. *The Measurement of Technical Efficiency*. Journal of the Royal Statistics Society, SERIES A (GENERAL), PART III, 253-290. 1957.

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. <<http://www4.infraero.gov.br/>> Acessado em: 23 de março de 2017.

SILVA, João Correia da. **Rendimentos à Escala** Disponível em <https://www.fep.up.pt/docentes/joao/material/micro2/micro2_rendimentos_e_economias.pdf> Acessado em: 29 de setembro de 2017.

SOUZA, P.C.T. e WILHELM, V.E. *Introdução aos modelos DEA de eficiência técnica*. Revista Tuiuti: Ciência e Cultura, n.42, p.121-239, 2009.