



ANÁLISE PARA VIABILIDADE DE UMA AEROTRÓPOLE: APLICAÇÃO PARA SUBSIDIAR DECISÕES NO CENÁRIO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FORTALEZA/CE

Fabiano Rocha*

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Giovanna Miceli Ronzani Borille**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Fábio Rocha Barbosa***

Universidade Federal do Piauí - UFPI

*: fabiano.rocha@ifce.edu.br

** : ronzani@ita.br

***: fabiorocha@ufpi.edu.br

PAPER ID: SIT131

RESUMO

A Aerotrópole consiste em um centro comercial multimodal, centrado a partir do aeroporto e que influencia seu entorno com negócios relacionados à aviação. Observa-se a grande relevância das receitas não aeronáuticas no contexto dos aeroportos privatizados, sendo um ambiente propício à implantação do modelo de uma Aerotrópole. O objetivo é analisar a viabilidade de implantação de uma Aerotrópole em aeroportos privatizados, tomando como estudo de caso o Aeroporto Internacional de Fortaleza/CE. Utilizou-se a técnica Análise Envoltória de Dados (DEA) que, assim como outras técnicas, permite o alcance de metas para melhoria dos índices das variáveis analisadas, sendo estas variáveis: número de companhias aéreas que operam no aeroporto, tamanho total do local do aeroporto, movimentação de passageiros pagos (2018), movimentação de aeronaves - pousos e decolagens (2018) e receitas não aeronáuticas (2018). Pretende-se preencher uma lacuna na literatura existente sobre a falta de utilização da técnica DEA para analisar a viabilidade de implantação de uma Aerotrópole em aeroportos privatizados. As variáveis estão relacionadas aos critérios fundamentais de um Plano Diretor para a implantação de uma Aerotrópole. São analisados dois cenários: I - entradas: o número de companhias aéreas que operam no aeroporto e o tamanho total sítio aeroportuário; saídas: movimentação de passageiros pagos (2018), e movimentação de aeronaves - pousos e decolagens (2018); II - entrada: tamanho total do sítio aeroportuário; saídas: movimentação de passageiros pagos (2018), movimentação de aeronaves - pousos e decolagens (2018) e o valor total das receitas não aeronáuticas (2018). Os resultados indicam que a eficiência relativa do Aeroporto Internacional de Fortaleza/CE no Cenário 1 é de 93,97%, sendo mais eficiente que o Cenário 2, que apresentou um percentual de 71,7; a média dos resultados é de 82,84%. Intervenções estratégicas específicas serão necessárias se a implantação da Aerotrópole estiver prevista neste cenário.

Palavras-chave: Aerotrópole, Aeroportos, Privatizados, Receitas não-aeronáuticas.

1. INTRODUÇÃO

Os aeroportos vivem uma mudança de conceito em sua utilização nos últimos 30 anos, tornando-se núcleos que geram novas possibilidades e modelos de negócios ao redor do mundo (Kasarda & Lindsay, 2012). Estes equipamentos urbanos estão imersos em um contexto de necessidade crescente de múltiplas formas de conectividade.

Verifica-se a importância de desenvolver um estudo específico de um modelo de aeroporto dentro das exigências atuais de conectividade para um ambiente produtivo nos centros urbanos (Khanna, 2016). Aeroportos e modais a eles associados tornam-se estratégicos no desenvolvimento de cadeias de negócios que surgem por impulso desta conectividade logística. Surge então um novo conceito para as cidades que nascem a partir do aeroporto (Kasarda, 2016).

Segundo Kasarda (2013), o aeroporto deve se tornar uma cidade, assim uma nova harmonia surgirá entre os centros urbanos e a Aerotrópole. O desenvolvimento prático deste recente conceito de aeroporto-cidade passa por análise sistemática de alguns critérios básicos de implantação. Dependendo da perspectiva de análise, alguns destes critérios variam, mas praticamente todas as concepções de Aerotrópole estão ligadas ao cenário de aeroportos privatizados e receitas não-aeronáuticas (Kasarda & Lindsay, 2012; Lopes & Borille, 2016). O estudo realizado por Kasarda e Canon (2016), determina critérios fundamentais relacionados à eficiência da construção e implantação do Plano Diretor de uma Aerotrópole, e é utilizado neste artigo para nortear a escolha das variáveis do modelo de análise.

Pesquisas sobre a Aerotrópole são realizadas ao redor do mundo desde o desenvolvimento dos primeiros conceitos sobre este tema, trazendo contribuições a partir de perspectivas diversas de análise (Kasarda & Appold, 2014). Trabalhos sobre análise comparativa de competitividade, padrões de nível de serviço, índices de sustentabilidade e

pesquisa sobre impacto das receitas não-aeronáuticas são alguns dos que podem ser citados (Chung & Lee & Jang, 2017; Charles *et al.*, 2007; Wang & Chou & Yeo, 2013).

Entretanto, há escassez de estudos sobre decisões estratégicas para implantação da Aerotrópole a partir da análise de eficiência relativa dos indicadores ligados à critérios fundamentais do Plano Diretor de uma Aerotrópole. E sendo feita dentro do contexto de um aeroporto recém-privatizado, onde as receitas não-aeronáuticas são amplamente impulsionadas (Olariaga, 2015; Orth & Frei & Weidmann, 2015). Este trabalho apresenta uma proposta de metodologia para servir de contribuição às pesquisas que exploram a análise de viabilidade da implantação de uma Aerotrópole. Considerando regiões semelhantes às apresentadas nesta pesquisa.

Neste estudo analisa-se o potencial desenvolvimento de uma Aerotrópole na região de Fortaleza (capital do Ceará, localizada na região Nordeste do Brasil), no cenário pós-concessão para a empresa alemã Fraport (FRAPORT, 2018). Desta forma, tem-se as seguintes questões de pesquisa: (i) Qual o cenário pós-privatização do Aeroporto Internacional de Fortaleza em relação aos critérios básicos para a viabilidade do modelo de uma Aerotrópole ser implantada a partir deste aeroporto? (ii) Quais decisões estratégicas devem ser tomadas para que este aeroporto possa prosseguir para o modelo de uma Aerotrópole?

A escolha do Aeroporto de Fortaleza torna-se oportuna pois seu tempo de concessão (30 anos) à empresa Fraport está praticamente sobreposto ao tempo de execução do maior projeto de desenvolvimento sócio-econômico do estado do Ceará, através da Plataforma Ceará2050. Este visa planejar e executar ações de desenvolvimento em todo o estado pelos próximos 30 anos (FRAPORT, 2018; ANAC, 2020; CEARA2050, 2019).

O objetivo geral deste artigo é identificar fatores importantes para a viabilidade da implantação de uma Aerotrópole em aeroportos privatizados. Os objetivos específicos são: a)

analisar a viabilidade de implantação de uma Aerotrópole utilizando o Aeroporto Internacional de Fortaleza como estudo de caso; b) descrever e aplicar a ferramenta Análise Envoltória de Dados (DEA) para verificação do cenário atual do Aeroporto Internacional de Fortaleza em relação aos padrões de eficiência do modelo de uma Aerotrópole; c) identificar quais movimentos organizacionais poderiam ser adotados para a implantação do modelo de uma Aerotrópole no Aeroporto Internacional de Fortaleza.

A seguir apresentam-se os fundamentos teóricos e metodológicos para o desenvolvimento desta pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aerotrópole

A economia mundial no século XXI apresenta demanda crescente por conectividade que possibilite a geração de negócios que rompam fronteiras da distância e tempo, estabelecendo assim alianças lucrativas (Khanna, 2016). Neste cenário surgem novos modelos de relações comerciais, pautados em contatos que nascem a partir de infraestruturas multimodais. Tais estruturas tornam possível a transferência, além de pessoas e cargas, também de novas idéias de negócios (Khanna, 2016; Kasarda, 2013).

Surge uma relação inversa, com a cidade sendo remodelada a partir do aeroporto, e não mais o aeroporto sendo entregue a uma cidade - esta é a essência do conceito de Aerotrópole (Kasarda, 2013). Ainda conforme Kasarda (2016), uma Aerotrópole tem sua definição relacionada a formação de uma sub-região metropolitana que tem sua infraestrutura, uso da terra e economia centrados em um aeroporto. Entende-se assim que a multimodalidade é diretamente relacionada a magnitude da conectividade proporcionada pela Aerotrópole (Martins & Pinheiro & Santo Junior, 2016).

O conceito de aeroporto-cidade surgiu no contexto brasileiro de forma mais efetiva a

partir do cenário de pós-privatizações, principalmente, porque nesta nova conjuntura as receitas não-aeronáuticas apresentam relevância dentro do ambiente de negócios da aviação, chegando em alguns casos representar até 50% da receita operacional dos aeroportos (Olariaga, 2015).

Estas receitas foram impulsionadas pela queda de tarifas aeroportuárias, como resultado da influência recebida pela desregulamentação da aviação nos Estados Unidos e em outros países (Martins & Pinheiro & Santo Junior, 2016). Nota-se também que os aeroportos privatizados têm o foco evidente em impulsionar atividades comerciais dentro e ao redor do aeroporto, criando-se então o cenário de impulso das receitas não-aeronáuticas (Almeida & Borille, 2017).

O conceito de Aerotrópole também pode ser entendido a partir da concepção de três dimensões interdependentes (Kasarda, 2016): (i) sua forma funcional - soluções para empresas e viajantes aéreos mais frequentes; (ii) sua forma espacial - desenvolvimento físico dentro e ao redor do aeroporto / infraestrutura para demandas futuras (Neufville & Odoni, 2013); e (iii) suas conexões e ligações - todos os possíveis elos proporcionados pela infraestrutura de transporte interna e externa (Khanna, 2016).

Ainda, a Aerotrópole pode ser assim caracterizada: (i) desenvolvida a partir do aeroporto, (ii) atrai um ambiente complexo ao seu redor, por ser uma impulsionadora de novos negócios, novas conexões e possibilidades comerciais e sociais a serem implementadas, (iii) ambiente de negócios e suas conexões evoluem e geram novos níveis de conectividade e (iv) atraem novos *players*, impactando novos interessados e tornando ainda mais complexo (e comercialmente atrativo) o ambiente que configura este empreendimento aeroportuário (Kasarda & Canon, 2016).

O desenvolvimento da Aerotrópole vem sendo adotado em várias partes do mundo, como por exemplo: Holanda, Estados Unidos, Alemanha, Coreia do Sul, China e Emirados Árabes; muito impulsionado pela expansão do

transporte aéreo internacional no século XXI (Charles *et al*, 2007). Para eficiente implementação de uma Aerótrópole, o seu Plano Diretor e demais planejamentos setoriais devem ser desenvolvidos de forma integrada conforme apresentado na Figura 1 (Kasarda, 2016):

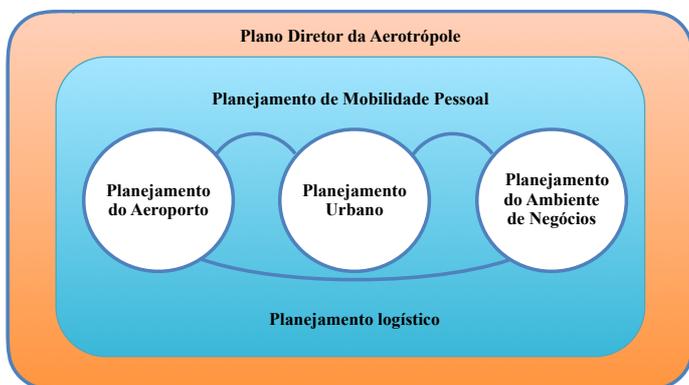


Figura 1 Planejamento Integrado da Aerótrópole.
Fonte: adaptado de Kasarda, 2016.

Alguns estudos mencionam sobre as características fundamentais de uma Aerótrópole, designando critérios básicos a serem atendidos para sua implantação, existência e sustentabilidade a longo prazo (Kasarda & Lindsay, 2012; Charles *et al*, 2007; Wang & Chou & Yeo, 2013; Lopes & Borille, 2016; Kasarda, 2013; Kasarda & Canon, 2016; Kasarda & Appold, 2014).

Kasarda e Canon (2016), identificaram os seguintes elementos comuns ao âmbito do planejamento de uma Aerótrópole, que devem ser priorizados no momento da elaboração de um Plano Diretor, são eles: (i) demanda do mercado para o comércio aéreo, (ii) suficiência e eficiência da conectividade aérea e terrestre, (iii) desejos e necessidades de clientes e partes interessadas (*stakeholders*), (iv) a gestão do desenvolvimento imobiliário comercial e (v) a força para atrair investidores e investimentos.

Um adequado Plano Diretor para implantação de uma nova Aerótrópole está diretamente relacionado a estes critérios supracitados independente do ambiente social, econômico, ambiental e político, segundo Kasarda e Canon (2016). Entretanto a natureza futurista, de um projeto desta magnitude, torna-o passível de mudanças indesejadas dos fatores

ambientais, sociais e tecnológicos, no longo prazo (Kasarda, 2013), e que podem tornar inviabilizada a Aerótrópole (Kasarda, 2016; Charles *et al*, 2007). Fortalece-se assim a necessidade de um planejamento integrado das várias dimensões envolvidas.

2.2 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A Análise Envoltória de Dados, doravante também chamada DEA (DEA - *Data Envelopment Analysis*), é uma abordagem não-paramétrica que analisa o confronto entre variados produtos (saídas) e insumos (entradas) pertencentes a uma mesma unidade produtiva. Medindo basicamente a eficiência produtiva destas unidades. Pode ser também vista como uma técnica que permite avaliação de eficiência relativa, amplamente utilizada em análises comparativas e que permite a formação de fronteiras de eficiência de unidades produtivas (Casado & Souza, 2007; Périco & Santana & Rebelatto, 2017).

Esta técnica avalia o nível de eficiência relativa de unidades organizacionais independentes (comparando a um referencial estabelecido/calculado), permitindo confrontar entradas (*inputs*) e suas saídas (*outputs*). A técnica DEA foi elaborada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com o objetivo de aprofundar a análise das medidas de eficiência em unidades de produção homogêneas para apoio na tomada de decisão gerencial, e foi desenvolvida a partir de análises feitas sobre trabalhos anteriormente desenvolvidos por M. J. Farrell (Bezerra *et al*, 2017).

As unidades organizacionais (ou também chamadas unidades produtivas) analisadas na técnica DEA devem ser similares, respeitando a homogeneidade necessária para a comparação ser inequivocamente coerente. Analisando níveis de eficiência relativa em comparação a um modelo ideal, ou seja, um *benchmarking* (Olfat *et al*, 2016).

Torna-se então necessário elucidar, para este contexto, dois conceitos básicos a seguir: (i) **produtividade**: é a relação entre o quantitativo (ou o valor atribuído ao que é produzido), ou seja, a quantificação dos

resultados produtivos da unidade organizacional (*outputs*) e a quantificação (ou valor) dos insumos (*inputs*) que foram empregados na produção destas saídas; (ii) **eficiência**: capacidade de uma unidade produtiva em alcançar o melhor resultado possível com o mínimo de erros e/ou desperdício de insumos de sua produção (Merkert & Assaf, 2015).

Em casos de múltiplas entradas e saídas torna-se necessário a atribuição de pesos (v_i e u_r respectivamente) multiplicados aos valores destes *inputs* e *outputs* no cálculo da eficiência, como está abaixo representado nas equações (Bezerra *et al.*, 2017):

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Saída virtual}}{\text{Entrada virtual}} \quad (1)$$

$$\text{Eficiência da unidade } j = \frac{u_1 Y_{1j} + u_2 Y_{2j} + \dots}{v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j} + \dots} \quad (2)$$

Em que:

- (i) u_1 = o peso atribuído para o *output* 1;
- (ii) y_{1j} = montante do *output* 1 da unidade j ;
- (iii) v_1 = peso atribuído para *input* 1; e (iv) x_{1j} = montante do *input* 1 para unidade j .

As principais literaturas sobre DEA, utilizam a nomenclatura de *Decision Making Units* (doravante chamadas DMUs) para determinar as unidades produtivas, entendendo-as como unidades que serão alvo de análises e decisões pós aplicação da técnica de medida de eficiência relativa (Périco & Santana & Rebelatto, 2017). O modelo resumido da configuração básica de uma DMU pode ser visto na Figura 2:

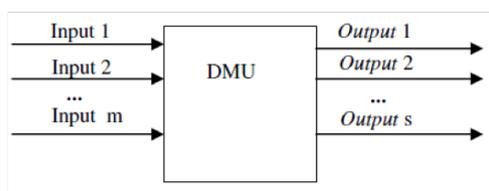


Figura 2 Elementos da DMU (*Decision Making Unit*).
Fonte: Périco & Santana & Rebelatto, 2017.

Existem modelos diferentes de cálculos através da técnica DEA, proporcionando formas diferentes de abordagem dependendo da solução desejada pelo observador (Merkert

& Assaf, 2015). Portanto pode-se destacar os dois principais modelos de DEA (Périco & Santana & Rebelatto, 2017; Souza & Scatena & Kehrig, 2016): (i) **Modelo CCR**: modelo que assume retorno constante de escala, ou seja, para cada aumento de *input* haverá um aumento proporcional de forma linear no valor de *output*, assim concebendo a escala como ótima; (ii) **Modelo BCC**: modelo que assume retornos variáveis de escala, portanto não assumindo proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*, ou seja, os retornos podem ser crescentes, decrescentes e constantes.

Nesta pesquisa é utilizado o modelo BCC, em sua forma identificada como BCC Dual orientada para *inputs*, o mais indicado para casos em que há grandes diferenças no porte de organizações analisadas, assim como é desenvolvido, nesta pesquisa, com diferentes aeroportos (Bezerra *et al.*, 2017).

Golany e Roll (1989) desenvolveram em seus estudos a seguinte sequência de passos a serem tomados para realização da análise utilizando a técnica DEA: (i) Definir e selecionar DMUs; (ii) Determinar os *inputs* e *outputs* pertinentes para devida avaliação da eficiência relativa das DMUs indicadas; e (iii) Aplicar modelos DEA e analisar resultados. Esta sequência de passos permite a implementação objetiva da técnica e é adotada neste estudo.

2.3 Síntese e contribuição

Os principais autores da Aerotrópole desenvolveram estudos sobre: as formas estruturais que caracterizam este modelo de aeroporto-cidade, urbanização de grandes cidades em harmonia com os serviços prestados pelo aeroporto, receitas não-aeronáuticas e sua relação com o modelo de Aerotrópole e demais modelos de aeroporto-cidade, a multimodalidade de transportes em harmonia com os serviços aeroportuários, dentre outros assuntos ligados a Aerotrópole. (Khanna, 2016; Lopes & Borille, 2016; Kasarda & Canon, 2016; Orth & Frei; Weidmann, 2015; Olariaga, 2015; Kasarda & Appold, 2014; Kasarda, 2013; Wang & Chou

& Yeo, 2013; Kasarda & Lindsay, 2012; Charles *et al*, 2007).

Observa-se também a respeito de autores sobre DEA a contribuição em estudos sobre eficiência relativa em organizações como instituições de ensino, hospitais e aeroportos (Périco & Santana & Rebelatto, 2017; Bezerra *et al*, 2017; Souza & Scatena & Kehrig, 2016; Casado & Souza, 2007; Merkert & Assaf, 2015; Olfat *et al*, 2016). Estes estudos trazem grandes contribuições para modelos organizacionais já estabelecidos, oportunizando análises para direcionamentos específicos de melhoria do desempenho organizacional.

Pretende-se, neste trabalho, preencher uma lacuna da literatura existente sobre os assuntos aqui tratados, onde nota-se a ausência de utilização da técnica DEA para analisar a viabilidade de implantação de uma Aerotrópole em aeroportos privatizados.

3. METODOLOGIA

Foi desenvolvida neste trabalho uma pesquisa aplicada, do ponto de vista da natureza da investigação realizada, pois pretende-se gerar conhecimento para a aplicação prática no que diz respeito a subsidiar possíveis tomadas de decisões (Prodanov & Freitas, 2013). Ainda, considera-se ser, do ponto de vista de seus objetivos, uma pesquisa exploratória pois trata-se também de um estudo de caso que procura desenvolver mais informações sobre o assunto tratado (Prodanov & Freitas, 2013).

O presente estudo utiliza como técnica de tratamento de dados a mencionada Análise Envoltória de Dados (DEA), com aplicação fundamentada no modelo que Golany e Roll (1989) desenvolveram em seus estudos, e mencionado no item 2.2 deste trabalho.

É aplicado o modelo DEA BCC na sua forma Dual para assim obter informações precisas sobre a situação de aeroportos privatizados em relação aos critérios de implantação de uma Aerotrópole, conforme os cinco itens fundamentais do Plano Diretor indicado por Kasarda e Canon (2016).

A Figura 3 apresenta o procedimento de análise do presente trabalho:

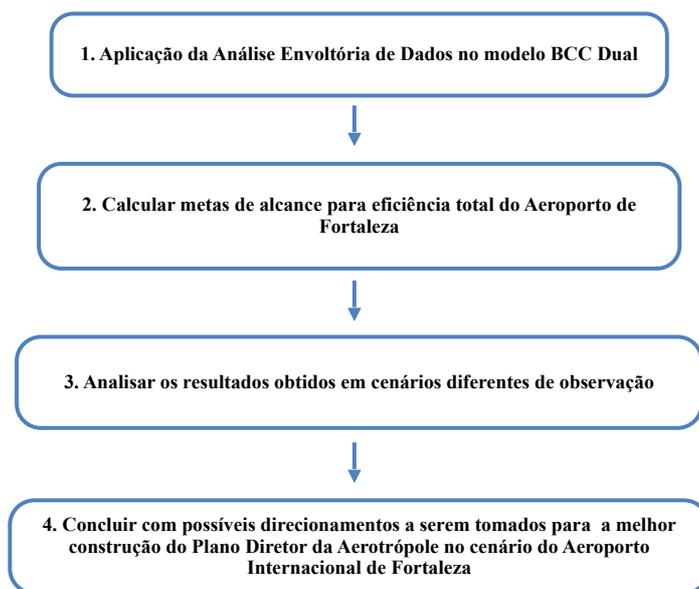


Figura 3 Fluxograma do Modelo de Análise.

Os aeroportos privatizados que são considerados como DMUs para a análise e aplicação da técnica DEA neste estudo, estão relacionados a seguir: Fortaleza/CE, Porto Alegre/RS, Natal/RN, Florianópolis/SC, Salvador/BA, Confins/BH, Brasília/DF, Galeão/RJ, Guarulhos/SP e Viracopos/SP. Entendendo que o Aeroporto de Fortaleza/CE é o objeto do estudo de caso, e é comparado aos demais aeroportos desta relação na análise de eficiência relativa. São propostos dois cenários de investigação, utilizando variáveis alinhadas aos critérios fundamentais de implantação da Aerotrópole (Kasarda & Canon, 2016):

A. **Cenário 1:** *Input1* - Número de companhias aéreas operando no aeroporto (Critério: Desejos e necessidades de clientes e partes interessadas); *Input2* - Sítio aeroportuário - em m²/Complexo imobiliário do aeroporto (Critério: A gestão do desenvolvimento imobiliário comercial e força para atrair investidores e investimentos); *Output1* - Movimentação de passageiros/ano - Passageiros pagos: embarque e desembarque (Critério: Demanda do mercado para o comércio aéreo); *Output2* - Movimentação

aeronaves/ano - Pousos e decolagens (Critério: Conectividade aérea e terrestre).

B. Cenário 2: *Input* - Sítio aeroportuário - em m²/Complexo imobiliário do aeroporto (Critério: A gestão do desenvolvimento imobiliário comercial e força para atrair investidores e investimentos); ***Output1*** - Movimentação de passageiros/ano - Passageiros pagos: embarque e desembarque (Critério: Demanda do mercado para o comércio aéreo); ***Output2*** - Movimentação aeronaves/ano - Pousos e decolagens (Critério: Conectividade aérea e terrestre); ***Output3*** - Receitas Não Aeronáuticas (Critério: Desejos e necessidades de clientes e partes interessadas).

De forma geral, pretende-se contribuir com subsídios relevantes para tomada de decisões estratégicas a respeito da elaboração de um Plano Diretor para implantação de uma Aerotrópole em um aeroporto privatizado.

4. RESULTADOS

Os dados foram colhidos mediante uma pesquisa junto aos sítios eletrônicos de cada um dos aeroportos e da ANAC. As movimentações de passageiros/ano e de aeronaves/ano (*output1* e *output2* respectivamente), assim como as informações sobre receitas não-aeronáuticas (*output3*), foram referentes ao ano de 2018.

O modelo DEA BCC Dual foi implementado nos cálculos para tratamento dos dados coletados para a pesquisa. As eficiências são medidas entre os valores 0 a 1, ou em porcentagem 0 a 100%, onde 1 significa a eficiência total alcançada pela DMU. Conforme mencionado cada DMU é um aeroporto da amostra delimitada.

Os cálculos foram desenvolvidos para o Cenário 1 e Cenário 2. O Cenário 1 mostrou que 5 (cinco) DMUs da amostra têm eficiência total para estas entradas e saídas utilizadas na análise. Resultou-se que o Aeroporto Internacional de Fortaleza está abaixo da eficiência total diante dos parâmetros

escolhidos e o tipo de comparação implementada. Esta DMU ficou bem próxima da fronteira de eficiência ideal (que é 100%), conforme técnica DEA, obtendo medição de 93,97% de eficiência relativa. Obteve-se então que os alvos para os *outputs1* e *2*, respectivamente quantidades da Movimentação de passageiros e Movimentação aeronaves - Pousos e decolagens, devem crescer em 26,63% (*output1*) e 65,69% (*output2*) em relação aos valores atuais, para que o aeroporto seja totalmente eficiente.

Neste Cenário 2, onde tem-se uma entrada e três saídas, as eficiências calculadas das DMUs, de um modo geral, diminuíram. Apenas 2 (duas) DMUs estão na fronteira de eficiência, ou seja atingiram 100% de eficiência relativa calculada. Este novo contexto mostra que o Aeroporto de Fortaleza tem eficiência relativa menor que a obtida no Cenário 1, e neste caso fica com uma folga de 28,3 pontos percentuais de distância da eficiência total. Distância quase 5 vezes maior que no Cenário 1.

Observando os alvos para os *outputs* deste Cenário 2, considerando que o *input* Sítio Aeroportuário mantenha-se inalterado, tem-se a seguinte situação: (i) A Movimentação de passageiros precisa crescer 24,32% em relação ao seu valor atual, para a melhoria de eficiência neste cenário; (ii) A Movimentação aeronaves - Pousos e decolagens deve crescer 48,36% para a melhoria de eficiência do aeroporto neste cenário; (iii) As Receitas não-aeronáuticas tem como alvo o crescimento de 101,6%, ou seja, mais que dobrar o valor da amostra analisada, para que o aeroporto, neste contexto tenha a eficiência relativa máxima.

Tais valores indicam de forma quantitativa como esta DMU pode atingir a fronteira de eficiência dentro deste cenário de pesquisa. A eficiência relativa calculada apesar de ter sido menor que no Cenário 1, foi significativa, sendo, no Cenário 2, 71,7% da eficiência total almejada.

5. CONCLUSÕES

A Aerotrópole é um modelo moderno de aeroporto que expande os negócios ligados as suas atividades aeronáuticas para o seu entorno. Com base neste conceito de aeroporto-cidade concebido por Kasarda (2013), surge a motivação para analisar a viabilidade de implantação de uma Aerotrópole em aeroportos brasileiros privatizados. Assumiu-se como estudo de caso a situação em que se encontra o Aeroporto Internacional de Fortaleza, quando comparado a outros aeroportos brasileiros, e em relação a critérios prioritários para a implantação de uma Aerotrópole, com amostras do ano de 2018. A seguir é respondida a questão de pesquisa (i), a respeito dos dois cenários propostos para análise.

A partir do Cenário 1 pode-se afirmar que o Aeroporto Internacional de Fortaleza, para os fatores envolvidos (*inputs* e *outputs*), obteve um resultado de proximidade da eficiência ideal em uma aplicação da técnica DEA com variáveis relacionadas aos critérios de implantação de uma Aerotrópole. A respeito da movimentação de aeronaves (*output2*), diante dos insumos disponíveis, a folga de ineficiência foi quase 2,5 vezes a folga relacionada ao *output1*. Esta situação requer medidas estratégicas que transformem a realidade dos resultados deste indicador, como melhor gerenciamento de utilização das pistas (pouso, decolagem e taxi), a fim de melhorar os níveis de resposta desta variável organizacional (*output2*) e alcançar parâmetros adequados de uma Aerotrópole.

O Cenário 2 proposto na análise apresentou redução de resultado geral da eficiência relativa do Aeroporto Internacional de Fortaleza. As metas de crescimento das 3 (três) variáveis de saída podem ser consideradas altas, observando-as em conjunto. Pode-se afirmar que o Aeroporto Internacional de Fortaleza tem satisfatória exploração de insumos disponíveis para impulsionar sua movimentação de passageiros pagos. Entretanto, há espaço para melhoria diante das entradas analisadas.

Conclui-se que a exploração do Sítio Aeroportuário será necessária para a melhoria de eficiência que atende os critérios de uma Aerotrópole. Encerrando as conclusões sobre o Cenário 2, entende-se que ações agressivas para melhoria na exploração de receitas não-aeronáuticas são determinantes para melhorar a eficiência do Aeroporto Internacional de Fortaleza neste específico contexto de pesquisa. Torna-se necessário a implementação de projetos estratégicos que ampliem a parceria para atividades comerciais dentro e fora do aeroporto. Estas parcerias podem produzir novos negócios de forma contínua, iniciando o ambiente comercial que alimenta-se dos serviços aeroportuários. Tal situação caracteriza um dos pilares básicos da Aerotrópole, que é a exploração consistente de receitas não-aeronáuticas. Portanto, as medidas estratégicas sugeridas nos cenários 1 e 2 respondem a questão (ii) da problemática desta pesquisa.

O Aeroporto Internacional de Fortaleza apresentou, nesta pesquisa, resultados relevantes com respeito a capacidade de gerenciar a movimentação de passageiros e, alinhado a este fato, pode-se entender que existe oportunidade de exploração de serviços comerciais para o público que utiliza o ambiente do aeroporto e suas adjacências, portanto é oportuno um modelo de aeroporto vocacionado a exploração de receitas comerciais. Examinando em conjunto, ambos os cenários propostos, o Aeroporto Internacional de Fortaleza ficou com a média de 82,84% de eficiência. Isto mostra potencial para continuidade de estudos e ações de implementação de um modelo de Aerotrópole neste aeroporto, considerando os parâmetros estudados.

Entende-se também que a conjuntura de pós-privatização em um aeroporto pode ser significativamente favorável à implantação de uma Aerotrópole, pelo menos dentro dos parâmetros aqui estudados. Pode-se dizer então que os objetivos geral e específicos foram atendidos nesta análise realizada e conclusões apresentadas, dado que a viabilidade da implantação de uma Aerotrópole em aeroporto

privatizado foi estudada através da aplicação da técnica DEA.

Recomenda-se, para fins de aprofundamento no assunto, um estudo que envolva informações de atratividade de investimentos, no ambiente da futura Aerotrópole; e investimentos do poder público que impactem o Plano Diretor da cidade de forma positiva para a construção de uma Aerotrópole. Acrescenta-se a estas recomendações a possibilidade de análise de mais cenários, com variáveis que não foram tratadas nesta pesquisa, mas que são inerentes ao modelo de Aerotrópole, como a importante análise da estrutura multimodal em torno do aeroporto.

Referências

- ANAC. (2020, Jan 20) *Agência Nacional de Aviação Civil . Aeroportos concedidos*. 2020. Acesso em: 20 Jan, 2020, de <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes/aeroportos-concedidos>
- Almeida, A. A.; Borille, G. M. R. (2017) Investigação sobre a relação entre as características do terminal de passageiros aeroportuário e as receitas não aeronáuticas. *Revista Transportes, ANPET*. São Paulo.
- Bezerra, S. de A.; Santos, F. J. dos; Pinheiro, P. R.; Barbosa, F. R. (2017). *Dynamic Evaluation of the Energy Efficiency of Environments in Brazilian University Classrooms Using DEA*. *Sustainability*, [s.l.], v. 9, n. 12, p.2373-2386. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su9122373>.
- Casado, F. L.; Souza, A. M. (2007). Análise Envoltória de Dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na Educação Superior. *Revista Sociais e Humanas: Universidade Federal de Santa Maria | Centro de Ciências Sociais e Humanas*, v. 20, n. 1, p.59-71, Santa Maria/RS.
- CEARA2050. Governo do Estado do Ceará. (2019). *Ceará 2050 - Juntos pensando o futuro: Plataforma Ceará 2050*. Acesso em: 20 Dez, 2019, de <http://www.ceara2050.ce.gov.br>
- Charles, M. B.; Barnes, P.; Ryan, N.; Clayton, J. (2007) *Airport futures: Towards a critique of the aerotropolis model*. *Futures*, [s.l.], v. 39, n. 9, p.1009-1028. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2007.03.017>.
- Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal Of Operational Research*, [s.l.], v. 2, n. 6, p.429-444. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Chung, T. W.; Lee, Y. J.; Jang, H. M. (2017) A Comparative Analysis of Three Major Transfer Airports in Northeast Asia Focusing on Incheon International Airport Using a Conjoint Analysis. *The Asian Journal Of Shipping And Logistics*, [s.l.], v. 33, n. 4, p.237-244. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajsl.2017.12.007>.
- FRAPORT Brasil - Fortaleza. (2018) *Aeroporto de Fortaleza*. Acesso em: 05 Abr, 2018, de <http://www.fortaleza-airport.com.br/pt>
- Golany, B; Roll, Y. (1989) An application procedure for DEA. *Omega*, [s.l.], v. 17, n. 3, p.237-250. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7).
- Kasarda, J. D. (2016) *Aerotropolis*. The University of North Carolina at Chapel Hill. Encyclopedia of Urban and Regional Studies.
- Kasarda, J. (2013) *A tale of two airports*. Acesso em: 29 Out, 2019, de http://aerotropolisbusinessconcepts.aero/wp-content/uploads/2014/08/5_TaleOfTwoAirports2.pdf
- Kasarda, J. D.; Appold, S. J. (2014) *Planning a Competitive Aerotropolis*. Acesso em: 20 Out, 2019, de [http://aerotropolisbusinessconcepts.aero/wp-](http://aerotropolisbusinessconcepts.aero/wp-content/uploads/2014/08/5_TaleOfTwoAirports2.pdf)

- content/uploads/2015/05/
PlanningACompetitiveAerotropolis.pdf
- Kasarda, J. D.; Canon, M. H. (2016) Creating an Effective Aerotropolis Master Plan. *Regional Economic Review*, Carolina do Norte, EUA, v. 5, n. 1, p.1-31.
- Kasarda, J. D.; Lindsay, G. (2012). *Aerotropôle: o modo como viveremos no futuro*. Tradução Sieben Gruppe. São Paulo: DVS editora.
- Khanna, P. (2016) *Connectography: mapping the future of global civilization*. Mapping the Future of Global Civilization. New York: Random House.
- Lopes, M. C.; Borille, G. M. R. (2016). The challenges of aerotropolis in the post-privatization scenario: a case of study of brazilian airports. *SITRAER, Simpósio de Transporte Aéreo*. São Luís, MA.
- Martins, C. J. V.; Pinheiro, L. V. R.; Santo Junior, R. A. do E. (2016) *Canais de demanda, de acesso e de uso de informações estratégicas no ambiente de Aertotrópole*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB), 17., Bahia. Anais [...]. Salvador: Enancib. p. 1 - 17.
- Merkert, R.; Assaf, A. G. (2015) Using DEA models to jointly estimate service quality perception and profitability – Evidence from international airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [s.l.], v. 75, n. 1, p.42-50. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.008>.
- Neufville, R. de; Odoni, A. R. (2013) *Airport systems: planning, design, and management*. 2. ed. New York: Mcgraw-hill Education. 782 p.
- Olariaga, O. D. (2015) Desarrollo reciente y relevancia actual de los ingresos comerciales aeroportuarios. *Estudios Gerenciales*, Bogotá, Colombia, v. 31, n. 137, p.393-402. Acesso em: 19 Set, 2019, de www.elsevier.es/estudiosgerenciales
- Olfat, L.; Amiri, M.; Soufi, J. B.; Pishdar, M. (2016) A dynamic network efficiency measurement of airports performance considering sustainable development concept: A fuzzy dynamic network-DEA approach. *Journal Of Air Transport Management*, [s.l.], v. 57, n. 1, p.272-290. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.08.007>.
- Orth, H.; Frei, O.; Weidmann, U. (2015) Effects of non-aeronautical activities at airports on the public transport access system: A case study of Zurich Airport. *Journal Of Air Transport Management*, [s.l.], v. 42, n. 1, p.37-46. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2014.07.011>
- Périco, A. E.; Santana, N. B.; Rebelatto, D. A. do N. (2017) Eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros: uma análise envoltória de dados com bootstrap. *Gestão & Produção*, [s.l.], v. 24, n. 2, p.370-381. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x1810-15>
- Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale. 274 p.
- Souza, P. C. de; Scatena, J. H. G.; Kehrig, R. T. (2016). Aplicação da Análise Envoltória de Dados para avaliar a eficiência de hospitais do SUS em Mato Grosso. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, [s.l.], v. 26, n. 1, p.289-308. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-73312016000100016>
- Wang, Y.; Chou, C.; Yeo, G. (2013). Criteria for Evaluating Aerotropolis Service Quality. The Korean Association of Shipping and Logistics, Inc. Production and hosting by Elsevier B.V. Inc. *The asian Journal of shipping and logistics*, Volume 29, Number 3, pp.395-414.