

OS CUSTOS COM ATRASOS AÉREOS E SEUS IMPACTOS: ESTUDO DE DEMANDA AEROPORTUÁRIA E SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE BEM-ESTAR ECONÔMICO

AIR DELAY COSTS AND ITS IMPACTS: AIRPORT DEMAND STUDY AND SIMULATION SCENARIOS OF ECONOMIC WELFARE

Daniel Alberto Pamplona¹, Alessandro Vinícius Marques de Oliveira²

¹Mestrando em Infraestrutura Aeronáutica no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP
E-mail: pamplonadefesa@gmail.com

²Professor Adjunto do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Divisão de Engenharia Civil, São José dos Campos, SP. E-mail: avmoliveira@gmail.com

RESUMO

O objetivo do artigo é analisar o impacto dos custos com atrasos de voo das companhias aéreas na demanda doméstica do transporte aéreo. Utilizando como estudo de caso o Aeroporto de Salvador, um modelo de demanda aeroportuária foi desenvolvido, tendo sido efetuada uma simulação de cenários de transmissão de custos para preços das passagens, de forma a avaliar como uma possível perda de competitividade impactaria a demanda por viagens e o bem-estar econômico dos passageiros. A recente ascensão de novos segmentos de consumidores ao mercado significou um estímulo à demanda, principalmente em se tratando de um destino turístico e, portanto, um acirramento do problema da pressão sobre a infraestrutura aeroportuária. Os cenários contrafatuais de demanda, considerando alternativas de repasses de preços ao passageiro, foram construídos a partir de parâmetros estimados por modelagem econométrica com uso de variáveis instrumentais. Os resultados obtidos mostram que um aumento 1% no crédito dos novos consumidores acarretará em um aumento de 0,4603% da demanda e uma melhora de 1% na economia trará um aumento de 0,7447% do número de passageiros. Devido problemas de infraestrutura e consequente combinação de aumentos com tripulação, combustível e taxa aeroportuária podem diminuir o bem-estar do consumidor de 3,5% a 18,0% nas condições de concorrência e de 12,1% a 25,0% quando em situação de duopólio, mostrando a importância de um ambiente competitivo para o bem-estar.

Palavras-Chave: demanda por transporte aéreo, novos consumidores, bem-estar econômico, atrasos aéreos.

ABSTRACT

This article purpose to analyze the impact of the costs of flight delays in domestic demand for air transportation. Using as a case study the Salvador Airport, an airport demand model was developed, having been made simulation scenarios of transmission costs to ticket prices in order to assess how a possible loss of competitiveness affects the demand for travel and economic well fare of passengers. The recent rise of new consumers segments meant a stimulus to the air demand especially in the case of a tourist destination and therefore a worsening of the problem on airport infrastructure. The counterfactual scenarios demand considering alternatives price transfers to passengers were built from the parameters estimated by econometric modeling using instrumental variables. The results show that an increase of 1% in the new consumer credit will result in an increase of 0.4603% of demand and an improvement of 1% in the economy will bring an increase of 0.7447% in the number of domestic passengers. The results also show that due to infrastructure problems and consequent combination of increases in crew, fuel and airport tax may reduce consumer welfare by 3.5% to 18.0% in a competition environment and from 12.1% to 25.0% in a duopoly, showing the importance of competition for the passenger's welfare.

Keywords: air demand, new consumers, economic welfare, air delays.

1 – INTRODUÇÃO

O objetivo do artigo é analisar o impacto dos custos com atrasos de voo das companhias aéreas na demanda doméstica do transporte aéreo, utilizando-se, como estudo de caso, o Aeroporto de Salvador. A escolha foi motivada com o intuito de entender como o aumento da demanda impactaria um aeroporto localizado em uma área de alta procura turística e que apresenta consideráveis níveis de atrasos. Entre as 20 principais rotas domésticas, a primeira e terceira rota que mais sofreram atraso no ano de 2012 (ANAC, 2013) passam por Salvador.

O crescimento econômico do Brasil e a inserção de novos consumidores contribuíram para o crescimento da

demanda por transporte aéreo. Aliado a isso, as passagens aéreas tornaram-se mais baratas, com as empresas diminuindo a tarifa média cobrada do passageiro (*yield*). A combinação desses fatores impactou em uma maior procura por pacotes e viagens a turismo. Nesse contexto as cidades do nordeste brasileiro são muito procuradas, em particular a cidade de Salvador. O município se destaca pelas suas praias e paisagens paradisíacas. Contribui, ainda, para o aumento da procura, o Carnaval de Salvador, uma festa conhecida mundialmente e que atrai uma enorme quantidade de pessoas. Mas não só de turismo vive a cidade, destacando-se como polo petroquímico e automotivo. Contribui o fato de a cidade possuir aproximadamente três milhões de habitantes gerando a sua própria demanda por transporte aéreo.

O aumento contínuo da aviação comercial regular nos últimos anos e a inserção de novos passageiros fez aumentar a necessidade de novos investimentos em infraestrutura. McKinsey (2010) apontou que o pátio de estacionamento e o terminal de passageiros do aeroporto de Salvador encontravam-se saturados e necessitavam de obras de ampliação.

Por meio de estudo econométrico, foi feita a análise da demanda de passageiros domésticos para Salvador. Em especial, foi feita a análise de como a ascensão de novos segmentos de consumidores acarretaram no aumento do mercado doméstico de consumo de bens e serviços impactando diretamente na demanda aeroportuária de um destino turístico como Salvador.

Por fim, foi feita uma simulação de choques de custos do atraso, onde fatores como combustível, custos de tripulação e taxas aeroportuárias foram reajustados para compensar os atrasos e como isso impactará nos preços médios, no volume de viagens e no bem-estar dos consumidores.

Este artigo está estruturado em sete seções, além desta introdutória. A segunda seção apresenta a revisão da literatura. A terceira seção apresenta o aeroporto, seu histórico e suas principais características atuais. A quarta seção faz um estudo da demanda do aeroporto, por meio da apresentação da base de dados e análise descritiva. Na quinta seção é feita a análise econométrica da demanda aeroportuária, com a apresentação do modelo e seu resultado. Na sexta seção é feita a simulação de impactos no bem-estar econômico com aumento de custos para as empresas aéreas e repassados ao consumidor e, por fim, a seção sete apresentará as conclusões.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

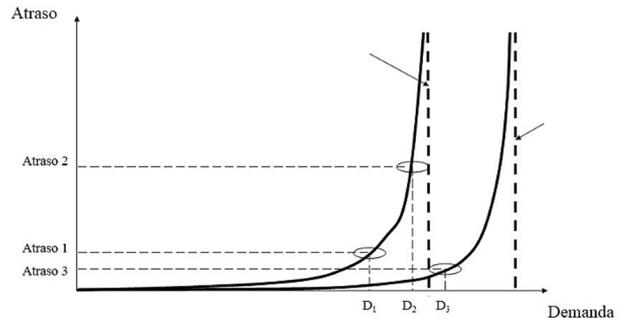
Com o aumento da demanda pelo transporte aéreo no Brasil e aumento do congestionamento aeroportuário, o estudo do atraso tem merecido a atenção dos pesquisadores da área de transporte, que buscam entender as suas causas e quantificar os seus efeitos tanto para as companhias aéreas como para os passageiros. O atraso influencia diretamente nos custos e na lucratividade das empresas. Os custos aumentam devido: maior consumo de combustível, aumento no custo dos funcionários, aumento dos custos de manutenção baseados em horas voadas e custos com a acomodação e alocação dos passageiros (Holloway, 2008).

O fator apontado como principal causador dos atrasos é a falta de infraestrutura no sistema de transporte aéreo e que é sentida na falta de capacidade dos componentes de um aeroporto (Ball *et al.*, 2010; Zou e Hansen, 2012 e Barnhart *et al.*, 2012).

A capacidade de uma pista pode ser definida como o número máximo de operações aéreas que podem ser realizadas em uma hora em uma condição operacional específica. Depende de um número de circunstâncias como teto e visibilidade, controle de tráfego aéreo, tipos de aeronaves que operam e tipo de operações de voo (visual ou por instrumento). À medida que a demanda aeroportuária se aproxima da capacidade do sistema ocorre

um aumento não linear dos atrasos, conforme Figura 1. Quando a demanda de um sistema é D_1 o nível de atraso é A_1 . Caso ocorra o aumento da demanda para D_2 , ocorrerá o aumento do atraso para A_2 . D_3 representa a nova demanda quando ocorrem expansões na infraestrutura (Ball *et al.*, 2010).

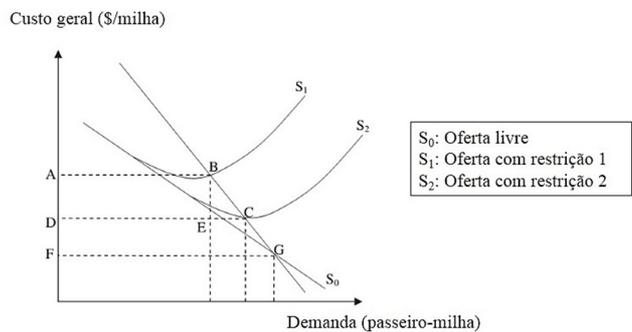
Figura 1 – Relação entre atraso, demanda e capacidade do sistema



Fonte: Ball *et al.*, 2010.

Com o aumento dos movimentos diários, os atrasos são consequência direta da limitação da capacidade e os efeitos que ela provoca na curva de demanda, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Equilíbrio entre a oferta e a demanda no transporte aéreo



Fonte: Zou e Hansen, 2012.

A curva de oferta (S_0) representa os preços que uma empresa aérea pode impor como função dos custos. Quando não ocorrem congestionamentos e atrasos, (S_0) atinge o equilíbrio no ponto G. Com o aumento do tráfego, o atraso aparece como um limitador da capacidade (Zou e Hansen, 2012).

O aumento do tempo de voo acarreta em aumento de custos. A nova curva de oferta terá o formato das curvas S_1 e S_2 , com S_1 representando um ambiente com maior restrição. Como medida, as empresas aéreas podem repassar parte de seu aumento de custos aos passageiros por meio do aumento dos preços, podem diminuir a frequência cancelando os horários e rotas que não apresentam lucratividade ou a utilização de aeronaves maiores com um ganho de economia de escala (Zou e Hansen, 2012).

Quando o nível de capacidade é mudado, os novos valores de demanda, preço, serviço de voo, custo da

empresa e atraso serão endogenamente ajustados, levando a um novo equilíbrio (Zou e Hansen, 2012).

Evans e Schäfer (2011), Morriset e Odoni (2011) e Barnhart *et al.* (2012) analisam os impactos das restrições de capacidade na demanda dos passageiros, nos atrasos dos voos e nas emissões das aeronaves. Gelhausen (2011) demonstra que em aeroportos congestionados, o passageiro busca minimizar a perda do bem estar causada por limitações na capacidade do aeroporto, adaptando-se a realidade encontrada de uma forma econômica e racional.

A revisão de literatura indicou que não existem estudos analisando a influência dos novos consumidores na demanda de passageiros e como aumentos da demanda podem acarretar em aumentos de custos e diminuição no volume de passageiros quando em ambientes de limitação de capacidade e aumento do atraso. Destaca-se, ainda, a análise do bem-estar total e como o aumento causado pelo atraso o influencia.

No aspecto metodológico, como diferencial do estudo econométrico além do estimador tradicional OLS (*Ordinary Least Squares*), foram utilizados os estimadores 2SLS (*Two-Stage Least Squares*), GMM2S (*Two-Step Generalized Method of Moments*), LIML (*Limited-Information Maximum Likelihood*) e CUE (*Continuously Updated Estimator*).

3 – ANÁLISE DO AEROPORTO DE SALVADOR

O Aeroporto Internacional de Salvador fica no município de Salvador, capital do Estado da Bahia e distante 35 km do centro da cidade. É considerado um dos 20 maiores aeroportos brasileiros e o principal aeroporto da região nordeste em quantidade de movimento. O aeroporto possui duas pistas. A pista principal (cabeceira 10/28), com 3.005 metros de extensão e 45 metros de largura e a pista auxiliar (cabeceira 17/35), com 1.500 metros de extensão e 45 metros de largura. Operam realizando voos nacionais as empresas Azul, Avianca, Tam e Gol ligando Salvador a várias cidades. A planta baixa do aeroporto está representada na Figura 3.

Figura 3 – Planta Baixa do Aeroporto de Salvador



Fonte

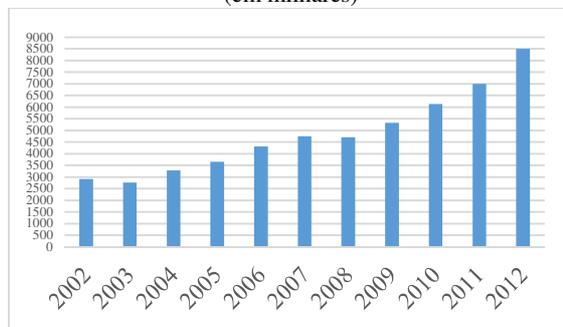
Fonte: INFRAERO, 2010.

A cidade de Salvador se destaca por ser o principal destino turístico do nordeste brasileiro. A FIPE (2012), em estudo sobre o dimensionamento da demanda do turismo doméstico no Brasil, apontou a cidade de Salvador como o terceiro destino turístico mais visitado no Brasil, ficando apenas atrás de São Paulo e Rio de Janeiro, além de ser

considerado um dos vinte principais destinos de desejo de viagem do brasileiro. A cidade se destaca, ainda, pela festa do Carnaval em que, somente no ano de 2014, o Aeroporto de Salvador recebeu uma movimentação de 400 mil passageiros no período que compreendeu a quarta-feira antes do Carnaval e o domingo após a quarta-feira de cinzas, com uma média de 180 operações diárias.¹ No mercado doméstico em 2012, o aeroporto apareceu em oitavo lugar na quantidade total de decolagens, ficando em primeiro lugar dos aeroportos do Nordeste (ANAC, 2012).

A capital possui o seu próprio mercado de consumo por transporte aéreo, possuindo mais de 2,8 milhões de habitantes. É considerado o município mais populoso do Nordeste, o terceiro mais populoso do Brasil e o oitavo da América Latina. A quantidade anual de passageiros domésticos tem crescido nos últimos anos, conforme Figura 4. Salvador contempla 3,9% do total de passageiros do Brasil e o principal trecho é a ligação com São Paulo.

Figura 4 – Quantidade de passageiros domésticos em Salvador (em milhares)



Com uma crescente demanda e problemas de infraestrutura, o aeroporto apresenta alguns problemas operacionais. McKinsey (2010) aponta que o aeroporto apresenta gargalos nos pátios de estacionamento e nos terminais de passageiro. O problema de capacidade é algo presente no aeroporto, devido à expectativa de alto crescimento da demanda, com projeção futura de se tornar importante *hub* doméstico.

No ano de 2012, das 20 principais rotas domésticas em termos de número de passageiros, as rotas Rio de Janeiro (Galeão) – Salvador e Salvador - Rio de Janeiro(Galeão) foram consideradas a primeira e terceira rota que mais sofreram atraso. Dentre os cancelamentos, das 20 principais rotas domésticas as posições 5, 6 e 7 foram de rotas com destino ou partindo de Salvador (ANAC, 2013).

¹ Matéria publicada no sítio da INFRAERO, disponível em: <www.infraero.gov.br/index.php/br/imprensa/noticias/5735-282-carnaval-movimenta-aeroporto-de-salvador-.html>. Acesso em: 10 maio 2014.

Tabela 1 – Descrição das variáveis

Variável	Fonte Principal	Descrição
lnpaxdl	INFRAERO	Número de passageiros domésticos na forma logarítmica. Apenas passageiros em voos diretos
yield	ANAC	Variável representativa da tarifa média cobrada do passageiro por quilômetro
yield_ncon	Cálc. próprios	Variável representativa da tarifa média cobrada do passageiro por quilômetro com a inserção de novos consumidores
enel	Eletobrás	Medida de consumo da energia elétrica nas regiões de origem e destino do aeroporto
enel_ncon	Cálc. próprios	Medida de consumo da energia elétrica nas regiões de origem e destino do aeroporto com a inserção de novos consumidores
rcredit	IPEAdata	Total de Operações de crédito ao setor privado
rcredit_ncon	Cálc. próprios	Total de Operações de crédito ao setor privado com a inserção de novos consumidores
sazonalidade mês m	Cálc. próprios	Variável fictícia de sazonalidade – meses 2 a 12 (fevereiro a dezembro)

4 – BASE DE DADOS

A estrutura do banco de dados consiste de um painel de dados que foram retirados de várias fontes, conforme Tabela 1. O *yield* é a métrica utilizada no transporte aéreo para se calcular a receita média gerada ao se transportar um passageiro por um quilômetro. O *ncon* representa a inserção dos novos consumidores na economia, trata-se de uma variável binária e engloba o período a partir de julho de 2009.

Para medir o consumo foi utilizada a variável representativa de consumo de energia (*enel*) ao invés do Produto Interno Bruto (PIB). A escolha deu-se pelo fato de os dados do PIB não estarem desagregados por região. O crédito (*rcredit*) representou a disponibilidade de crédito para o consumo, traduzindo-se em um maior poder de compra da população. No mercado aéreo brasileiro, o consumidor pode comprar passagens aéreas financiadas e com juros menores, além de ser possível que pequenas e médias empresas com orçamento mais limitado tenham maiores condições de fluxo de caixa para financiamento de viagens corporativas.

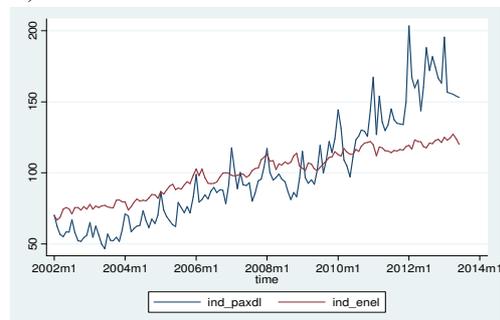
O período estudado compreendeu de janeiro de 2002 até junho de 2013 com periodicidade mensal. Na Tabela 2 são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis mais importantes usadas no estudo econométrico.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados

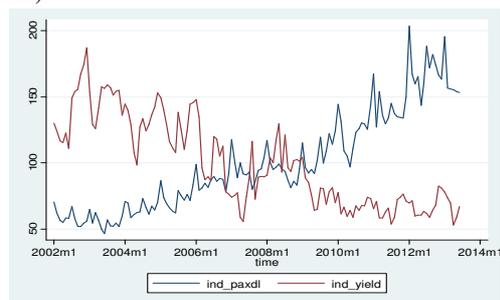
Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
paxdl	415.766,3	155.698,8	194.346	845.113
yield	0,4719298	0,1586805	0,2515766	0,8825436
enel	7.048,351	1.179,564	4.711,283	8.968,092
rcredit	0,3938281	0,1085072	0,2496798	0,596126

Acompanhando a melhora de renda da população brasileira (*enel*), a demanda do setor aéreo, em particular a procura por voos para a cidade de Salvador (*paxdl*), tem apresentado elevado crescimento nos últimos anos, conforme Figura 5².

²Sobre o aumento da renda e o consequente aumento da demanda em transportes aéreos ver Brons *et al.* (2002) e Holloway (2008).

Figura 5 – Demanda (*ind_paxdl*) e riqueza/atividade econômica (*ind_enel*)

O crescimento no número de passageiros acarretou em “guerras de preço” entre as companhias aéreas, com a diminuição do valor médio pago por passageiro em cada quilômetro voado (*yield*), conforme Figura 6.

Figura 6 – Demanda (*ind_paxdl*) e tarifa média por km (*ind_yield*)

As variáveis são correlacionadas conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Correlação entre variáveis

Variável	paxdl	enel	yield	rcredit
paxdl	1			
enel	0,8898	1		
yield	-0,7780	-0,8344	1	
rcredit	0,9290	0,9194	-0,8137	1

A análise mostra que o movimento de passageiros domésticos (*paxdl*) é positivamente correlacionado com a atividade econômica (*enel*) e com o crédito (*rcredit*). A

variável *paxdl* está negativamente correlacionada com o *yield*.

5 – MODELAGEM ECONOMETRICA DE DEMANDA AEROPORTUÁRIA

A análise de regressão é uma poderosa ferramenta que permite descrever e fazer inferências entre as variáveis de um estudo, entender como diferentes variáveis em um modelo de estudo se relacionam uma com as outras de uma maneira não determinística e permite prever o comportamento, assim como a magnitude da variação de uma variável quando outra varia. Estudos econométricos voltados ao transporte aéreo brasileiro, mas com objetivos diferentes, podem ser encontrados em Póvoa e Oliveira (2013) e Zimmermann e Oliveira (2012).

5.1 Especificação do Modelo

O modelo de estimação da demanda de passageiros domésticos em Salvador é:

$$\ln paxdl = \beta_0 + \beta_1 yield + \beta_2 yield_ncon + \beta_3 enel + \beta_4 enel_ncon + \beta_5 rcredit + \beta_6 rcredit_ncon + \sum_m \gamma_m sazonalidade\ m + u \quad (1)$$

A variável dependente é *paxdl* em sua forma logarítmica e as variáveis explanatórias foram *yield*, *yield_ncon*, *enel*, *enel_ncon*, *rcredit* e *rcredit_ncon*.

A variável sazonalidade mês *m* representa uma variável fictícia para o controle de fatores sazonais presentes no modelo. A variável *u*, chamada de termo de erro, representa outros fatores além das variáveis explanatórias que afetam a variável dependente. São os fatores não observados da equação.

5.1.1 Passos metodológicos e estratégia de estimação

Foram realizadas regressões com os modelos de estimação OLS, 2SLS, GMM2S, LIML e CUE. O modelo OLS utiliza o Método dos Mínimos Quadrados e escolhe as estimativas que minimizam a soma dos quadrados dos resíduos. O método assume que as variáveis independentes e o erro não são correlacionados. Os modelos 2SLS, GMM2S, LIML e CUE são utilizados quando ocorre de alguma das variáveis explanatórias serem correlacionadas com o erro (*u*) do modelo de regressão. Esse fenômeno recebe o nome de endogenia, que deve ser controlada para se obter estimadores β_k mais consistentes. Está presente em variáveis obtidas por equações simultâneas, por exemplo oferta e demanda. No presente estudo, tem-se que, para o transporte aéreo, a variável da tarifa média cobrada por passageiro (*yield*) é endógena. Para corrigir esse fenômeno, todos os estimadores acima utilizam uma ou mais variáveis instrumentais que são correlacionadas com as variáveis endógenas mas não correlacionadas com a variável dependente, diferenciando-se pela escolha do instrumento e pela forma de estimação singular ou conjunta.

O modelo 2SLS utiliza o Método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios. Esse método envolve duas

aplicações sucessivas do método OLS. Por meio de dois estágios, busca-se controlar a influência do erro. Assume-se o erro como independente e identicamente distribuído (i.i.d.). O estimador GMM2S utiliza o Método Generalizado dos Momentos em Dois Estágios. O estimador pode ser utilizado quando são encontrados indícios que o erro (*u*) não varia de forma constante.

A qualidade dos instrumentos utilizados é essencial para a produção de estimadores não viesados. Essa qualidade é medida pelo grau de correlação entre o instrumento e a variável endógena. A utilização de instrumentos considerados fracos produz estimadores viesados e testes de hipóteses com grandes distorções.

Os modelos LIML e CUE são utilizados quando se têm instrumentos fracos no estudo. O estimador LIML (*Limited Information Maximum Likelihood*) prevê que os erros assumem a forma de distribuição normal, porém pode fornecer estimadores viesados na presença de heteroscedasticidade. O estimador CUE (*Continuous Updating Estimator*) é utilizado quando se tem forte heteroscedasticidade (BAUM; SCHAFFER; STILLMAN, 2007).

5.1.2 Testes de diagnóstico

A análise da significância estatística deu-se por meio dos valores da estatística *t* e dos *p*-valor. Serão mais estatisticamente significantes os parâmetros da estatística *t* elevados e os *p*-valor baixos.

A multicolinearidade é um problema que ocorre quando os regressores estiverem correlacionados. É uma questão de grau e não de tipo. Como os dados não experimentais nunca serão ortogonais, algum nível de colinearidade sempre estará previsto na amostra. É uma característica da amostra e não da população. O teste FIV (Fator de Inflação da Variância) foi realizado no modelo, apresentando baixo nível de multicolinearidade (FIV dos regressores menor que 10 e média menor que 1).

Em séries temporais é muito comum encontrar problemas de autocorrelação quando observações sucessivas costumam apresentar intercorrelações. Na presença de autocorrelação, os estimadores OLS deixam de ser eficientes. Foi realizado o teste de Cumby-Huizinga, sendo os erros não autocorrelacionados na 15^o ordem.

O modelo de estimação OLS baseia-se no fato que o termo de erro (*u*) possui uma variância constante, $E(u^2) = \sigma^2$. A heteroscedasticidade ocorre quando a variância do erro deixa de ser constante. Foram realizados os testes de Pagan e Hall, Pagan e Hall assumindo normalidade, White e Koenker, Breusch e Pagan, Godfrey e Cook e Weisberg indicando heteroscedasticidade na amostra. A regressão foi rodada com controle do fenômeno.

A regressão espúria acontece quando duas variáveis são relacionadas pelas suas correlações com uma terceira variável. Esse fenômeno pode se fazer presente em séries temporais com tendência de crescimento ou decréscimo. Apesar de terem tido evidências de raízes unitárias nas séries, foram realizados para as variáveis *enel*, *paxdl* e *yield* os testes de Dickey-Fuller na versão de Eliot, Rothenberg e Stock, testes de cointegração Engle e

Granger com tendência e VEC de Johansen, sem tendência ou lag e com tendência linear nos níveis. Na grande maioria dos testes foram obtidas evidências de que as variáveis efetivamente cointegram, ou seja, não há sinais de questões relacionados ao problema conhecido como "regressão espúria" e, portanto, pode-se trabalhar com as variáveis em níveis e não em diferenças.

A sazonalidade é um fenômeno que pode estar presente em séries temporais. Ela pode ser definida como uma variação periódica que ocorre de forma repetitiva ao redor de uma linha de tendência de período anual. O controle de sazonalidade foi realizado com a inclusão de um conjunto de variáveis fictícias sazonais para explicar a sazonalidade na variável dependente, nas variáveis independentes ou em ambas.

A variável de tarifa média cobrada por passageiro (*yield*) e, com a inserção de novos consumidores, a variável (*yield_ncon*) são determinadas por meio de equações simultâneas, sendo tratadas como endógenas no modelo econométrico. Para controlar a endogeneidade, foram utilizadas variáveis instrumentais. Uma busca pelas variáveis foi realizada por meio de deslocadores de lucro em nível, ao quadrado e logarítmico.

Foram realizados testes para verificar a relevância e ortogonalidade dos instrumentos através dos Testes de Kleibergen-Paap, Teste J de Hansen, Estatística F de Cragg-Donald e Estatística F de Kleibergen-Paap. Os testes sugeriram que os instrumentos escolhidos apresentaram significância estatística, relevância e validade para a realização de análise econométrica. Os instrumentos escolhidos foram: número de aeroportos conectados ao aeroporto de Salvador, em ligações de voos regulares na sua forma quadrática (*netsize2*); taxa média de câmbio do dólar comercial para venda associada ao período de inclusão de novos consumidores na forma logarítmica (*logusd_ve_med_ncon*) e taxa de câmbio flutuante para venda associada ao período de inclusão de novos consumidores (*usd_ve_fim_ncon*).

Dentre os modelos de estimação rodados, o modelo que melhor se adequou foi o GMM2S. O modelo OLS informou estimativas viesadas devido duas variáveis, *yield* e *yield_ncon*, serem determinadas por equações simultâneas, apresentando com esse estimador resultados viesados. O estimador 2SLS apresentou teste p-valor Reset (0,5591) menor que o GMM2S (0,5644).

Para medir a força dos instrumentos em conjunto foi utilizado o teste de Stock-Yogo. No primeiro estágio, o resultado indicou a sub-identificação para um único regressor endógeno de 20% máximo e para dois regressores de 15% máximo. No teste de Kleibergen-Paap de sub-identificação e relevância dos instrumentos, os instrumentos passaram em um nível de significância de 0,05%. Na estatística F de Cragg-Donald Wald os instrumentos passaram com 20% máximo, porém não passaram no teste de estatística F de Kleibergen-Paap Wald. Para a verificação de significância conjunta dos regressores endógenos, os estimadores β diferentes de zero e as condições de ortogonalidade foi realizado o teste de Anderson-Rubin apresentando significância de 0,01% e para o teste de Stock-Wright significância de 0,10%.

No segundo estágio, o teste de subidentificação de Kleibergen-Paap passou em um nível de significância de 0,05%. Na estatística F de Cragg-Donald Wald os instrumentos no segundo estágio continuaram com 20% máximo, porém, continuaram não passando no teste de estatística F de Kleibergen-Paap Wald.

Para verificar se ocorreu a sobre identificação de todos os instrumentos utilizados, ou seja, verificar se existe dentro dos instrumentos utilizados aquele que não seja válido, o teste J de Hansen apresentou um p-valor de 0,9555 demonstrando a validade dos instrumentos. Os instrumentos utilizados provaram-se estatisticamente fortes, perdendo a necessidade de se utilizar os estimadores LIML e CUE.

5.2 Resultados do estudo

Buscou-se, com os resultados, estimar a elasticidade da demanda aérea. Foram utilizados os resultados do estimador GMM2S por ter se adequado melhor conforme mostraram os testes de diagnóstico realizados anteriormente. A elasticidade é um conceito utilizado para medir a sensibilidade da demanda à mudanças nas variáveis independentes como renda, lucro, dentre outras. Numericamente é definida como o percentual de mudança na demanda quando ocorre a mudança de 1% na variável independente.

$$E = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta X} = \frac{dQ}{dX} \frac{X_0}{Q_0} \quad (2)$$

Em que: E = Elasticidade de Q com relação a X; Q = quantidade de passageiros domésticos; X = quantidade de variáveis independentes, como renda, lucro e *yield*.

O resultado da regressão de passageiros domésticos (*paxdl*) com as variáveis dependentes está demonstrada na Tabela 4. Um aumento do preço médio cobrado pelas empresas significaria uma diminuição na demanda de 0,4659%. Pode-se interpretar como a demanda sendo sensível a variação dos preços, porém por ser inelástica (menor que 1) a quantidade demandada é pouco sensível à variação de preço. O fato de Salvador ser um reconhecido destino turístico na região Nordeste faz com que mesmo com aumentos de preços a procura continue, porém, alguns consumidores devido ao aumento buscarão outros destinos com características semelhantes. Um aumento do preço afastaria em menor número os novos consumidores. Um aumento de 1% no preço significaria uma diminuição de 0,1361% na demanda em Salvador. Os novos consumidores representam uma classe que sempre teve o desejo de consumir e só agora está sendo inserida com o aumento do crédito.

Uma questão importante do modelo ocorreu na interação entre *enel* e *dummy* de novos consumidores. A elasticidade foi negativa, o que significa que um aumento de 1% na renda acarretaria em uma diminuição de 0,2695% na sensibilidade da demanda do transporte aéreo por Salvador à atividade econômica. Esse fenômeno pode ser indicativo de que a demanda se tornou menos voltada às viagens dos passageiros a negócios, em geral fortemente

influenciados pelo ritmo da atividade econômica. A renda para os novos consumidores representa um estímulo para o turismo e para a demanda no transporte aéreo. Um aumento de 1% acarretará em um aumento de 0,4603% na procura por viagens aérea para Salvador. O aumento de crédito tem impulsionado a economia brasileira. O aumento tem gerado uma maior procura da população por novos produtos. Um desse produto é o turismo e a aquisição de pacotes de viagens. Salvador se destaca como um dos destinos turísticos procurados por pessoas que, na maioria das vezes, nunca viajaram de avião.

Foram experimentados outros modelos. Regressões alternativas foram rodadas sem a inclusão do crédito e do efeito de novos consumidores na demanda aérea, conforme a Tabela 5. Os modelos simplificados 1 (simpl1), 2 (simpl2), e 3 (simpl3) não apresentam significância estatística de acordo com o teste RESET. O *yield* não é estatisticamente significativo no modelo simpl1. No modelo completo 1 (compl1) foi acrescentada a variável de novos consumidores (ncon) de maneira isolada. Apesar de ser estatisticamente significativa a 0,01%, o sinal negativo não condiz com a teoria, informando que um aumento de novos consumidores acarretará na diminuição da demanda aérea. Outro aspecto é o do teste RESET ser menor que para o modelo completo 2 (compl2), o modelo escolhido. No modelo completo 2 (compl2) foi excluída a variável de novos consumidores (ncon). A variável que mede o lucro da empresa com novos consumidores (*yield_ncon*) torna-se estatisticamente significativa a 0,05%. No modelo completo 2 (compl2), o problema é o sinal negativo da variável que mede o aumento da atividade econômica dos novos consumidores, indicando que um aumento de 1% significaria uma diminuição de 0,2695% contrariando o que está previsto em literatura.

Foram feitos testes para verificar como o modelo (compl2) se comportaria quando utilizado para previsão e desempenho fora da amostra. O critério adotado para verificar a qualidade de previsão do modelo (compl2) foi a diferença média entre o valor previsto pelo modelo e o valor encontrado na amostra. A previsão contemplou 30 meses, de janeiro de 2011 até junho de 2013.

A comparação entre o modelo linear e não linear com a utilização de logaritmo (modelos linlog, loglin e loglog) para previsão mostraram os modelos linear, linlog e loglin com médias bem próximas, sendo o modelo *linlog* com menor média e o modelo *loglog* com a maior.

O modelo instrumentado GMM2S se mostrou melhor para previsão com uma média menor de 48% que o modelo não instrumentado OLS. A comparação entre o modelo subespecificado, com a falta de variáveis, e o modelo completo 2 (compl2) mostrou que o modelo completo apresentou uma média menor de 43% que o modelo subespecificado.

Tabela 4 – Resultado dos estimadores OLS, 2SLS, GMM2S, LIML e CUE^a

Variável dependente: lnpxdl	OLS	2SLS	GMM2S	LIML	CUE
yield	-0,2336*** [0,051]	-0,4678*** [0,102]	-0,4659*** [0,096]	-0,4678*** [0,102]	-0,4656*** [0,096]
yield_ncon	-0,0177 [0,026]	-0,1360** [0,068]	-0,1361** [0,068]	-0,1360** [0,068]	-0,1357** [0,068]
enel	1,0859*** [0,087]	0,7440*** [0,143]	0,7447*** [0,142]	0,7440*** [0,143]	0,7453*** [0,142]
enel_ncon	-0,3520*** [0,079]	-0,2699** [0,105]	-0,2695** [0,105]	-0,2699** [0,105]	-0,2703** [0,105]
rcredit	0,1323* [0,080]	0,0860 [0,109]	0,0885 [0,099]	0,0860 [0,109]	0,0884 [0,099]
rcredit_ncon	0,4255*** [0,073]	0,4607*** [0,076]	0,4603*** [0,075]	0,4607*** [0,076]	0,4607*** [0,075]
R-sq	0,9620	0,9485	0,9487	0,9485	0,9487
RMSE	0,0766	0,0893	0,0892	0,0893	0,0892
F	578,2137	531,5233	550,2929	531,5179	551,4635
F_PValue	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RESET	0,4345	0,3413	0,3322	0,3413	0,3313
RESET_PValue	0,5098	0,5591	0,5644	0,5591	0,5649

^aErros padrões de heteroscedasticidade e autocorrelação robusta estimados em colchetes. *, ** e *** representam, respectivamente, nível de significância de 10%, 5% e 1%. Elasticidades estimadas na média amostral. Variáveis fictícias de sazonalidade mensal omitidas.

Tabela 5 – Regressões alternativas^a

Variável dependente: lnpxd1	GMM2S-simpl1	GMM2S-simpl2	GMM2S-simpl3	GMM2S-comp11	GMM2S-comp12
yield	-0,5014 [0,343]	-0,4712* [0,276]	-0,4934*** [0,175]	-0,5559*** [0,120]	-0,4659*** [0,096]
yield_ncon	0,0535 [0,036]	0,0165 [0,033]	-0,279 [0,220]	0,0306 [0,071]	-0,1361** [0,068]
enel	0,8347 [0,530]	0,3359 [0,473]	0,304 [0,373]	0,6463*** [0,186]	0,7447*** [0,142]
rcredit		0,5450* [0,290]	0,4941* [0,284]	0,0406 [0,118]	0,0885 [0,099]
ncon			0,3008 [0,219]	-0,5038*** [0,162]	
enel_ncon				0,0838 [0,125]	-0,2695** [0,105]
rcredit_ncon				0,4453*** [0,064]	0,4603*** [0,075]
R-sq	0,9191	0,9315	0,914	0,9493	0,9487
RMSE	0,1106	0,1022	0,115	0,089	0,0892
F	58,3349	89,7201	132,8539	650,8255	550,2929
F_PValue	0	0	0	0	0
RESET	13,827	16,1463	6,7612	0,8702	0,3322
RESET_PValue	0,0002	0,0001	0,0093	0,3509	0,5644
KP	5,6944	5,8253	6,7639	3,1075	7,8009
KP_PValue	0,058	0,0543	0,034	0,2115	0,0202
J	2,852	2,0147	2,1078	0,0159	0,0031
J_PValue	0,0913	0,1558	0,1465	0,8998	0,9555

^aErros padrões de heteroscedasticidade e autocorrelação robusta estimados em colchetes. *, ** e *** representam, respectivamente, nível de significância de 10%, 5% e 1%. Elasticidades estimadas na média amostral. Variáveis fictícias de sazonalidade mensal omitidas.

6 – SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS DE BEM-ESTAR ECONÔMICO

A demanda pelo transporte aéreo para o aeroporto de Salvador, segundo dados econométricos, tende a aumentar principalmente com a inserção de novos consumidores. Um aumento da demanda causará impactos diretos na infraestrutura aeroportuária de Salvador, trazendo como consequência um aumento nos níveis de atraso e cancelamento. Os atrasos são traduzidos em aumento de custos para as companhias aéreas, que podem, muitas vezes, absorver esses custos ou repassá-los ao consumidor.

Foram simulados cenários contrafatuais para verificar os impactos nos preços das passagens e na quantidade de viagens com o aumento da demanda e consequente acréscimo dos atrasos enfrentados pelos passageiros, consequência dos problemas de infraestrutura existentes no aeroporto. Cenários contrafatuais são situações ou eventos alternativos que não aconteceram, mas que poderiam ter acontecido e merecem análise. Para a simulação foi assumido que os atrasos ocasionaram aumentos no consumo de combustível, nos custos de tripulação, no aumento de taxas aeroportuárias e diminuição no bem-estar total. As empresas aéreas repassaram todos os aumentos de custo aos passageiros causando o aumento dos preços e diminuição da demanda. Como o custo total é a somatória de vários custos que não são divididos de forma igualitária, cada aumento trará um resultado distinto. Utilizou-se como base o estudo da consultoria InterVistas (2007) e o período base da simulação foi o ano de 2012. Buscou-se simular

como a competição ajuda a diluir os aumentos quando comparado com um ambiente de duopólio.

6.1 Aumento do consumo de combustível

Os atrasos ocorridos em voo impactam no aumento do consumo de combustível em rota. Foi simulado que, devido ao atraso, as aeronaves tiveram o seu tempo de voo aumentado e consumiram mais combustível. Foram simulados aumentos de 5%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50 % do combustível, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Aumento do consumo de combustível – total de viagens (milhões)

Aumento (%)	Repassa	Repassa (%)	Repassa e duopólio	Repassa e duopólio (%)
5	8,08	-1,3	5,28	-35,5
10	7,97	-2,5	5,22	-36,2
20	7,77	-5	5,10	-37,6
30	7,58	-7,4	4,99	-39,0
40	7,39	-9,7	4,87	-40,4
50	7,20	-12,0	4,76	-41,8

Fonte: Cálculos do autor.

O total de viagens, mesmo com um acréscimo de 40% no consumo de combustível, diminuirá em menos de 10% o total de viagens para Salvador. Ambientes com duopólio tendem a internalizar os choques sofridos. Um aumento de 5% no combustível diminuirá em 35% o volume de

viagens. Os preços médios se comportaram conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Aumento do consumo de combustível – preço médio (R\$)

Aumento (%)	Repasse	Repasse (%)	Repasse e duopólio	Repasse e duopólio (%)
5	343,5	1,8	549,4	62,9
10	349,6	3,7	555	64,5
20	362	7,3	566	67,8
30	374,3	11	577	71,1
40	386,6	14,6	588	74,3
50	399	18,3	599,1	77,6

Fonte: Cálculos do autor.

Um aumento de 30% nos combustíveis acarretará em um aumento de 11% no preço médio da passagem para Salvador. Em ambiente de duopólio, um aumento de 5% do combustível acarretará em aumento de 63% das tarifas médias.

6.2 Aumento com os custos de tripulação

Os atrasos com a aeronave impactam no aumento dos custos da tripulação. O aumento de 25% nos custos de tripulação acarretou na diminuição de 3,2% do total de viagens para Salvador.

Um aumento de 25% nos custos de tripulação acarretaria no aumento de 4,6% do preço médio da passagem para Salvador.

6.3 Aumento de taxas

É uma prática comum no Brasil a criação ou o aumento de imposto para a resolução de problemas de infraestrutura. Toda a vez que um passageiro adquire uma passagem aérea, ele deve pagar uma taxa aeroportuária para a administração do aeroporto. Foram simulados cenários de aumento das taxas de embarque, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Aumento da taxa de embarque – total de viagens (milhões)

Aumento (%)	Repasse	Repasse (%)	Repasse e duopólio	Repasse e duopólio (%)
50	8,10	-1,0	5,29	-35,3
100	8,02	-2,0	5,24	-35,9
150	7,94	-2,9	5,20	-36,5
200	7,86	-3,9	5,15	-37,0
250	7,78	-4,9	5,11	-37,6
300	7,71	-5,8	5,06	-38,1
400	7,55	-7,7	4,97	-39,2
500	7,40	-9,5	4,88	-40,3

Fonte: Cálculos do autor.

Um aumento de 50% na taxa de embarque diminuiu em 1% o volume de viagens para Salvador. Em um ambiente duopolista, esse mesmo aumento diminuiria o total de viagens em 35%.

Em um ambiente de competição com mais de duas empresas operando em Salvador, um aumento de até 500%

na taxa de embarque diminuiria em menos de 10% no total de viagens. Em relação ao preço médio da passagem, segue conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Aumento da taxa de embarque – preço médio (R\$)

Aumento (%)	Repasse	Repasse (%)	Repasse e duopólio	Repasse e duopólio (%)
50	342,1	1,4	548,2	62,5
100	347,0	2,9	552,6	63,8
150	351,8	4,3	556,9	65,1
200	356,6	5,7	561,2	66,4
250	361,4	7,2	565,5	67,7
300	366,3	8,6	569,8	68,9
400	375,9	11,5	578,5	71,5
500	385,6	14,3	587,1	74,1

Fonte: Cálculos do autor.

A taxa de embarque representa uma pequena parte da tarifa aérea, por isso que um elevado aumento 500%, diminui pouco o preço e a quantidade de viagens.

6.4 Bem-estar total

Após todos os choques que podem ocorrer, o consumidor que é o principal usuário do sistema será o mais afetado. Os efeitos no Bem-estar são os ganhos e perdas para consumidores e produtores. Ele é medido com base no excedente do consumidor e do produtor. Por meio da métrica do Bem-estar total será medido como esses aumentos em conjunto influenciarão, conforme Tabela 10.

Tabela 10 – Bem-estar total (R\$ bilhões)

Aumento tripulação (%)	Aumento combustível (%)	Aumentc taxa (%)	Com repasse	Repasse (%)	Repasse e duopólio	Repasse e duopólio (%)
5	10	50	4,1	-3,5	3,74	-12,1
10	20	100	3,94	-7,93	3,6	-15,4
15	30	150	3,8	-10,7	3,47	-18,5
20	40	200	3,66	-14	3,34	-21,5
25	50	300	3,49	-18	3,19	-25

Fonte: Cálculos do autor.

O cenário com o menor nível de aumento apresentou um decréscimo no bem-estar total de 3,5%. Em um ambiente duopolista, a margem de perda foi de 12,1%. No cenário de maior aumento, a perda do bem-estar foi de 18,0%, representando uma grande perda para a sociedade, demonstrando o poder dos aumentos na vida das pessoas.

CONCLUSÃO

O objetivo do artigo foi analisar a demanda doméstica do transporte aéreo em Salvador e como um possível aumento da demanda impactaria nos problemas de infraestrutura e atraso. Recentemente, o crescimento econômico do Brasil e a inserção de novos consumidores no mercado contribuíram para o forte crescimento do transporte aéreo, mas levaram a pressões sobre a infraestrutura aeroportuária.

Por meio da estimação da demanda de passageiros domésticos com a utilização de modelagem econométrica e utilizando como estimadores o OLS, 2SLS, GMM2S, LIML e CUE analisou-se a influência dos novos consumidores na demanda por voos para Salvador. Vários testes de diagnóstico foram realizados buscando o estimador e o modelo que permitisse melhor inferência estatística.

Os resultados obtidos apontaram que o fenômeno da ascensão de novo segmento de consumidores associada à recente melhora da renda e sua distribuição no País fizeram aumentar a demanda por pacotes turísticos e passagens aéreas. O aumento de 1% de crédito aos novos consumidores trará um aumento de 0,4603% na demanda por voos para Salvador. Com esse aumento, várias pessoas podem viajar de avião. Da mesma maneira que um aumento na economia impulsiona mais pessoas a consumir, levando a uma maior procura por destinos de férias. Um aumento de 1% no nível econômico levará a um aumento de 0,7447% na demanda de passagens aéreas para Salvador. Esse aumento na demanda sem a infraestrutura condizente trará problemas sendo o principal o atraso. Além de causar desconforto ao passageiro, causa acréscimo de custos para as empresas aéreas, que podem optar em mantê-los internos ou repassá-los ao consumidor.

Para verificar os impactos nos preços das passagens e na quantidade de viagens foram simulados aumentos no consumo de combustível, nos custos de tripulação, no aumento de taxas aeroportuárias e diminuição no bem-estar total. Quando todos os custos estão agrupados e são repassados ao consumidor ocorre, no mínimo, uma perda de 3,5% e no máximo 18% de perda do bem-estar total, medido pela soma dos excedentes do consumidor e do produtor.

As conclusões do estudo são que um aumento de demanda sem a devida infraestrutura aeroportuária pode causar um aumento de preços, diminuição do bem-estar total e que mesmo com esses problemas, um ambiente de competição quando comparado a um duopólio diminui o repasse dos aumentos ao consumidor.

Dentre as principais limitações do presente trabalho se destaca a necessidade de inserção de uma métrica mais direta de perda de bem-estar econômico dos passageiros devido ao atraso, ao desconforto e a inconveniência da espera adicional. Estudos desagregados de demanda que utilizam modelos de escolha discreta poderiam avaliar adequadamente essa questão.

Cabe aos planejadores terem em mente que um aeroporto na maioria das vezes é a porta de entrada e ferramenta de aumento da expansão turística e geradora de renda para uma região.

REFERÊNCIAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **Anuário do Transporte Aéreo 2012**, volume único, 1. ed. Brasília, 2013.

BALL, M.; BARNHART, C.; DRESNER, M.; HANSEN, M.; NEELS, K.; ODoni, A.; PETERSON, E.; SHERRY, L.; TRANI, A.; ZOU, B. **Total delay impact study**.

Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 2010.

BARNHART, C.; FEARING, D.; ODoni, A.; VAZE, V. Demand and capacity management in air transportation. **EURO Journal on Transportation and Logistics**, v. 1, n. 1-2, p. 135-155, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s13676-012-0006-9>.

BAUM, C. F.; SCHAFFER, M. E.; STILLMAN, S. Enhanced routines for instrumental variables/GMM estimation and testing. **The Stata Journal**, v. 7, n. 4, p. 465-506, 2007.

BRONS, M.; PELS, E.; NIJKAMP, P.; RIETVELD, P. Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis. **Journal of Air Transport Management**, v. 8, n. 3, p. 165-175, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0969-6997\(01\)00050-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0969-6997(01)00050-3).

EVANS, A.; SCHÄFER, A. The impact of airport capacity constraints on future growth in the US air transportation system. **Journal of Air Transport Management**, v. 17, n. 5, p. 288-295, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2011.03.004>.

FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. **Caracterização e dimensionamento do turismo doméstico no Brasil – 2010/2011**. São Paulo, 2012.

GELHAUSEN, M. C. Modelling the effects of capacity constraints on air travellers' airport choice. **Journal of Air Transport Management**, v. 17, n. 2, p. 116-119, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2010.11.004>.

HOLLOWAY, S. **Straight and level: practical airline economics**. Ashgate Publishing, 2008, 580 p.

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Aeroporto de Salvador – Caracterização do empreendimento da 2ª. pista de pouso e decolagem**. Salvador: Gerência de Planos Diretores, 2010, 55 slides: color.

INTERVISTAS. **Estimating Air Travel demand elasticities – final report**. 2007. Disponível em: <www.iata.org/whatwedo/Documents/economics/Interview_as_Elasticity_Study_2007.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2014.

McKINSEY. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado**. Rio de Janeiro, 2010.

MORISSET, T.; ODoni, A. Capacity, delay, and schedule reliability at major airports in Europe and the United States. Transportation Research Record: **Journal of the Transportation Research Board**, v. 2214, n. 1, p. 85-93, 2011.

PÓVOA, H.; OLIVEIRA, A. V. M. Econometric analysis to estimate the impact of holidays on airfares. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 2, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S2238-10312013000200015>.

ZIMMERMANN, N.; OLIVEIRA, A. 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. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 4, p. 82-100, 2012.

ZOU, B.; HANSEN, M. Flight delays, capacity investment and social welfare under air transport supply-demand equilibrium. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n. 6, p. 965-980, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2012.02.015>.