

Análise econométrica da previsão do fluxo de passageiros no terminal aeroviário após privatização - Estudo de caso do aeroporto de Fortaleza

Econometric analysis of the forecast of passenger flow at the air terminal after privatization - Fortaleza airport case study

DOI:10.34117/bjdv8n4-291

Recebimento dos originais: 21/02/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Bruno da Silva Sales

Mestrando em Engenharia Aeronáutica e Mecânica
Instituição: Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Endereço: Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias
São José dos Campos - SP, Brasil
E-mail: brunobss@ita.br

Pedro Henrique Frota Barbosa

Graduando em Engenharia Civil
Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)
Endereço: Avenida Washington Soares - Edson Queiroz - Fortaleza, CE - Brasil
E-mail: pedrofrota10@hotmail.com

Viviane Adriano Falcão

Doutora em Engenharia de Transporte
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Endereço: Avenida da Arquitetura - Cidade Universitária- Recife, PE - Brasil
E-mail: viviane.afalcao@ufpe.br

Paulo Victor Carneiro Araujo

Mestrando em Estruturas
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)
Endereço: Av. Humberto Monte, s/n - Pici, Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: paulovictor1ca@edu.unifor.br

Nelson Bezerra Ferreira Junior

Mestre Profissional em Engenharia Aeronáutica
Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)
Endereço: Avenida Washington Soares - Edson Queiroz - Fortaleza, CE - Brasil
E-mail: nbfj@hotmail.com

RESUMO

O desenvolvimento de um terminal aeroportuário deve ser essencialmente orientado pelas demandas projetadas nos seus diversos segmentos (passageiros domésticos, internacionais, carga paga). O presente estudo visa desenvolver uma previsão da demanda de passageiros no aeroporto de Fortaleza, que foi privatizado pelo governo federal. A

gerência da nova concessionária propiciou novas conexões internacionais, a expansão aeroportuária, o hub aéreo, em parte o incentivo ao turismo na cidade de Fortaleza e no estado do Ceará. Inicialmente apresenta-se uma breve revisão de literatura, que conta com modelos de regressão linear. Sendo usada a mesma ferramenta da econometria, a regressão linear, com o intuito de fazer uma análise de demanda futura. Utilizando-se uma série de dados observacionais econômicos do estado e do país, a movimentação aeroportuária e outras variáveis inerentes à aviação civil. Foi possível fazer uma estimativa para os próximos anos, levando-se em conta o atual cenário econômico brasileiro. Também foram reportados alguns fatores que poderiam ter influenciado de forma contraditória a literatura em algumas das variáveis independentes na modelagem tanto de forma positiva quanto negativa nessa estimativa. Por fim com os resultados obtidos do estudo, foram realizadas comparações da previsão de demanda com as estimativas do relatório de estudos de mercado, para cinco anos a partir do ano em análise e também ao final da concessão. Em que foi observado uma aproximação para a estimativa após os cinco primeiros anos da concessão, enquanto foi notória uma expressiva diferença para a tendência de fluxo ao fim da concessão.

Palavras-chave: aeroporto, demanda, passageiros, regressão linear, previsão.

ABSTRACT

The development of an airport terminal must be essentially guided by the demands projected in its various segments (passengers domestic, international passengers, paid cargo). The present study aims to develop a forecast of passenger demand at Fortaleza airport, which was privatized by the federal government. The management of the new concessionaire brought new international connections, the current expansion reform, the air hub and the incentive to tourism in the city of Fortaleza and in the state of Ceará. Initially, a brief literature review is presented, which uses linear regression models. Using the same econometric tool, linear regression, in order to make an analysis of future demand. Using a series of economic observational data from the state and country, the airport movement and other variables inherent to civil aviation. It was possible to make an estimate for the coming years, taking into account the current Brazilian economic scenario. Some factors were also reported that could have influenced the literature in a contradictory way in some of the independent variables in the modeling both positively and negatively in this estimate. Finally, with the results obtained from the study, comparisons of the demand forecast were made with the estimates of the market research report for five years from the year under analysis and also at the end of the concession. In which an approximation to the estimate was observed after the first five years of the concession, while a significant difference was noted for the trend of flow at the end of the concession.

Keywords: airport, demand, passengers, linear regression, forecast.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é uma das nações emergentes com maior potencial de obter grande desenvolvimento na aviação civil, isso por conta de uma série de fatores que são favoráveis ao país, tais como; a alta acessibilidade geográfica, as dimensões continentais do território e ao crescimento econômico, incrementando os mercados globais nas mais

diversas redes de bens e serviços. Todos estes fatores mencionados fazem do país um atrativo para investidores. Sendo o transporte aéreo nos seus diversos níveis, sendo eles; doméstico, internacional, regional e cargas, sendo fundamentais para suprir as necessidades que a globalização vem impondo, (JOSEF, 2019).

O segmento de transportes através do modal aéreo é um dos principais meios responsáveis pelo fluxo de pessoas e mercadorias, isso acarretou o interesse no estudo da previsão de demanda nos voos comerciais e de carga, por parte das companhias e dos pesquisadores no ramo da economia. Para avaliação de sua demanda atual e futura, são usadas várias abordagens teóricas, tipos de determinantes, agregação de dados, metodologias de estimativa e graus de maturidade do mercado, onde é possível obter resultados de demanda aeroviária (VALDES, 2015).

Diversas pesquisas já realizadas, fizeram imensas contribuições na avaliação econométrica de demanda aeroportuária, como será apresentada na seção adiante, levando-se em conta a estrutura na rede de transporte aéreo. Entretanto vale salientar a dificuldade de se realizar um estudo totalmente fidedigno em detrimento da variedade de mudanças políticas e econômicas que podem mudar de forma drástica, trazendo assim toda uma série de consequências impensáveis no estudo inicial (TSEKERIS, 2009).

Entretanto o dimensionamento de um terminal aeroportuário, não pode ser superdimensionado, trazendo altos custos e encargos durante a execução e toda operação do mesmo, que o inviabiliza. Nem tampouco pode ser subdimensionado, que em um curto período de tempo, faria do mesmo um caos, por não conseguir atender a demanda com fluidez adequada, gerando indicadores negativos para o parque aeroportuário (BRESEGHELLO, 2005).

Mostra-se então a necessidade de se aplicar metodologias de previsão do fluxo em terminais aeroportuários, para identificar e correlacionar às variáveis corretas que influenciam na demanda futura (LIMA, 2013). O presente estudo se propôs a realizar uma análise da econometria para se identificar essas variáveis e prever o fluxo de passageiros no aeroporto de Fortaleza. Para tal, foi desenvolvido um modelo baseado na regressão linear, com o uso de dados relacionados à economia e ao transporte aéreo. Algumas das ideologias e concepções do presente estudo levaram em consideração as experiências relatadas do ex-gestor do Aeroporto de Fortaleza subordinado pela INFRAERO e também de um dos atuais coordenadores da concessionária FRAPORT responsável pelo gerenciamento do aeroporto.

2 MODELOS ECONÔMÉTRICOS APLICADOS EM AEROPORTOS

A aplicação da análise econométrica, tem sido utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento com seus respectivos serviços, com o foco na identificação de quais apresentam as melhores práticas, conseqüentemente com maior eficiência na avaliação. São apresentados nesta seção alguns estudos nessa linha de pesquisa, cada qual avaliando diferentes fatores que influenciam a demanda pelo transporte aéreo e a economia. As Tabelas 1 e 2 apresentam as pesquisas de forma sucinta, logo em seguida é feito um breve resumo de cada um dos estudos. Como pode ser observada nas tabelas a maior parte dos estudos utiliza o PIB e a tarifa como explicativas da demanda.

Tabela 1 – Estudos relacionados à avaliação de demanda que se utilizou da econometria.

Estudo	Modelo	Explicativas	Dependente
Baker, Merkert, Kamruzzaman	Regressão Linear	6, 13	A - C
Wadud	Regressão Linear	6, 11	A
Hsiao, Hansen	Regressão Linear	6, 7, 8, 9	A
Marazzo, Sherre, Fernandes	Regressão Linear	1, 2	A
Gelhausen, Berster, Wilken	Regressão Linear	2, 3, 6, 11, 13	A
Chi, Baek	Regressão Linear	10, 12	A - B - C
Hakim, Merkert	Regressão Linear	3, 4, 11	A - B
Kopsch	Regressão Linear	1, 6	A
Carmona-Benitez, Nieto, Miranda	Regressão Linear	2, 3, 4	A

Tabela 2 – Variáveis de Dependentes e Independentes utilizados na literatura.

Independentes	Dependentes
1 - Passageiro-quilômetro (PAX)	A - Demanda de Passageiros
2- PIB	B - Demanda por Frete Aéreo
3 - Renda per capita	C - Crescimento Econômico
4 - Produto Interno Bruto (PIB)	-----
5 - Renda Externa Direta (IED)	-----
6 - Tarifa aéreas	-----
7 - Frequência de vôo	-----

8 - Tipo de roteamento	-----
9 - Qualidade do serviço	-----
10 - Crise, recessão	-----
11 - Preço do combustível de aviação	-----
12 - Guerra, atentado, epidemia	-----
13 - Fluxo atual de passageiros	-----

Em um estudo foram analisados 88 aeroportos regionais na Austrália, no período de 1985-86 a 2010-11. Com o objetivo de determinar os impactos econômicos do modal aéreo. Teve como variáveis explicativas, dados referentes ao movimento de passageiros e a renda tributável agregada real, para representar o crescimento econômico e a demanda de passageiros como variáveis dependentes. Como conclusão foi comprovada uma relação bilateral do impacto na demanda nos aeroportos regionais com o crescimento econômico (BAKER, 2015).

Fez-se um estudo para averiguar se a demanda do transporte aéreo possui um retorno perfeitamente reversível, na relação com a renda e os preços do combustível da aviação. Tendo como variável explicativa a tarifa aérea e o preço do combustível da aviação e a variável explicada à demanda aérea. Com a análise feita no modelo de regressão linear, foi possível concluir que a tarifa aérea é assimétrica ao aumento da demanda do transporte aéreo, as assimetrias no custo são repassadas nos preços dos combustíveis, que influenciam de forma negativa no fluxo de passageiros (WADUD, 2015).

Realizou-se uma pesquisa para analisar um modelo de demanda aérea de pares de cidades, aplicado ao sistema de transporte aéreo dos Estados Unidos. Com variáveis dependentes métricas de tarifa aérea, horário de voo, frequência de voo, desempenho no prazo, distância do mercado, tipo de roteamento (voo direto ou conexão). A variável independente com a demanda aérea. Foi possível concluir que o aprimoramento do planejamento aeroportuário está relacionado com o aumento do volume de tráfego em um dado aeroporto (HSIAO e HANSEN, 2011).

Elaborou-se um estudo de demanda de transporte aéreo (passageiro-quilômetro: PAX) e o crescimento econômico (PIB) durante o período de 1966 a 2006 no Brasil. Analisando a interação entre ambas, mais especificamente investigando uma co-interação e reação a choques, como em situações de crise econômica. Como conclusão da análise

no modelo econométrico, foi constatado uma forte reação do PAX decorrente do crescimento econômico no PIB, tanto a curto quanto em longo prazo (MARAZZO, 2010).

Foi desenvolvido um modelo para estimar os efeitos do Brexit no volume de tráfego nos aeroportos alemães para os anos de 2016 a 2018. Se utilizando da modelagem econométrica, contando-se como variáveis explicativas a taxa de crescimento; de passageiros, do PIB na UE, da per capita na UE, do PIB Alemão, da per capita Alemã, do PIB do mundo, da per capita do mundo, do preço do combustível de aviação (USD), do preço do combustível de aviação (EUR) e das tarifas aéreas (GELHAUSEN, 2018).

Efetivou-se um estudo para examinar os efeitos econômicos e os choques do mercado de curto em longo prazo. Contando com variáveis independentes como sendo, os atentados terroristas de 9/11, a guerra do Iraque, a epidemia de SARS e a crise financeira de 2008. E a variável explicada o crescimento econômico e demanda de cargas e passageiros. Como conclusão, foi avaliada que em longo prazo a demanda de passageiros e de cargas tende a aumentar com o crescimento da economia. Entretanto apenas os atentados de 11 de setembro e o SARS têm efeitos negativos no fluxo de passageiros, tanto a curto quanto em longo prazo, mas não possuem tanto impacto no mercado de cargas (CHI e BAEK, 2013).

Apresentaram um estudo feito no sul do continente asiático, para avaliar o potencial de mercado, estimado por possuir populações densas e possuir um crescimento significativo no Produto Interno Bruto (PIB). Eles consideraram a renda per capita, renda externa direta (IED) e o preço do combustível, como variáveis independentes. Possuindo como variável dependente a demanda de passageiros e de frete aéreo. Com uma base de dados de 43 anos, partindo de 1973 até 2015. Foi possível concluir que os preços são os fatores mais significativos para o tráfego de passageiros nos países de baixa renda. Também foi estabelecido que a renda externa direta, industrialização e o preço do combustível de aviação, são fatores significativos para o transporte de cargas (HAKIM, 2019).

Procedeu-se um estudo da demanda de viagens aéreas domésticas na Suécia. Se utilizando de variáveis explicativas, como sendo; quantidade de passageiros, tarifas e a elasticidade no preço. Como resultado dessa análise, foi mostrado que a demanda agregada por viagens aéreas domésticas na Suécia assume um comportamento bastante elástico em curto prazo e mais elástica em longo prazo. A análise também demonstrou que os passageiros por motivo de lazer são mais sensíveis às mudanças de preço em relação aos passageiros que voam por motivos de negócio (KOPSCH, 2012).

Empreendeu-se um estudo com o propósito de estimar a demanda PAX (passageiro-quilômetro) no transporte aéreo mexicano. A análise econométrica foi realizada se utilizando das seguintes variáveis independentes; indicadores de população economicamente ativa, atividade econômica, ganhos cambiais provenientes de chegadas internacionais, preço nacional do consumidor, índice de ocupação hoteleira. A grande contribuição deste trabalho foi a apresentação de um modelo dinâmico pelo viés da econometria que estimou a demanda PAX (passageiro-quilômetro) por estado, sendo também avaliado as variáveis econômicas significativas para demanda aérea nos estados do México, nos anos de 2015, 2016 e 2017. Os estados que mostraram maior potencial para localizar um airline airport hub (AAH) foram; Cidade do México, Quintana Roo e Baja California (CARMONA-BENITEZ, 2017).

3 ESTUDO DE DEMANDA

3.1 BASES DE DADOS

A metodologia do presente estudo, para estimar a demanda de passageiros baseou-se na modelagem econométrica. Foi realizado um levantamento de dados observacionais trimestrais, no período do primeiro trimestre de 2004 até o último trimestre de 2018, para se tornar possível uma análise econométrica. A mesma é apresentada com os seguintes dados; PAX doméstico, PAX internacional, quantidade de rotas e companhias, movimentação de aeronaves, *yield* nacional e do aeroporto de Fortaleza, valor do barril de petróleo, valor do querosene da aviação, PIB nacional, PIB do Ceará, taxa de câmbio, população estimada do Ceará, índice GINI.

Sendo levadas em consideração as seguintes informações a seguir com relação às fontes e informações dos dados coletados. A movimentação de passageiros tanto no âmbito nacional quanto internacional assim como a movimentação de aeronaves no aeroporto de Fortaleza, foram obtidos com valores mensais por meio do módulo de informações gerenciais da HÓRUS (2019), pertencente ao sistema da secretaria nacional de aviação civil. A quantidade de rotas e companhias aéreas ao longo dos anos em análise foi obtida a partir da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Para o estudo foi utilizado o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, cujos valores foram fornecidos com valores trimestrais pelo Banco Central do Brasil e deflacionados em função do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), foram coletados os valores trimestrais desde 2004 até o ano de 2018. O *yield* é definido como sendo o valor médio pago por passageiro em cada quilômetro voado. Foram usados os valores anuais do *yield* nacional

e do aeroporto em estudo, obtidos através da ANAC, referente ao período do início de 2004 até 2018. Também foi usada a taxa de câmbio, com os dados obtidos pelo Banco Central do Brasil, para viés de análise desse fator com o tráfego internacional de passageiros e a sua influência no preço do combustível da aviação. Foram também coletados dados referentes ao valor bruto do barril de petróleo em dólares, tendo em vista que o mesmo influencia em todos os derivados, incluindo obviamente o combustível da aviação, tendo como fonte de pesquisa a Organização de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Os dados referentes ao querosene da aviação foram obtidos pela Administração de Informações sobre Energia U.S., sendo considerados em US\$ por galão. Os valores relativos à economia e desenvolvimento do estado do Ceará como; população estimada e o PIB do Ceará foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em que o PIB do estado também foi corrigido pelo IPCA, enquanto que as informações relativas ao índice GINI, que é um parâmetro para mensurar a concentração de renda em um determinado grupo de pessoas, apontando a diferença da renda dos mais ricos para com os mais pobres, foram obtidos a partir da base de dados macroeconômicos do Ipeadata. Para a modelagem foram acrescentadas três variáveis de sazonalidade, cada qual representando um trimestre do ano, levando-se em consideração que o fluxo de passageiros é sazonal e varia bastante com o período do ano.

3.2 ESTUDO ECONOMÉTRICO

A análise da relação estocástica entre variáveis, sendo uma delas dependente ou explicada, enquanto a outra denominada independente ou explicativa, pode ser realizada utilizando regressão. No caso da regressão múltipla, são associados duas ou mais variáveis independentes, para explicar a única variável dependente, tendo os valores de variáveis independentes associados aos parâmetros do modelo, sendo também considerado um erro aleatório. Tendo sua aplicação em diversos setores econômicos, desde avaliação imobiliária indo até previsões do fluxo de passageiros em vários modais (GUJARATI, 2000).

$$\gamma = b_0 + x_{1i}b_1 + x_{2i}b_2 + \dots + \epsilon_1$$

Onde:

γ_i = Variável dependente, explicativa ou resposta.

x_{ki} = Variáveis independentes ou explicativas.

b_i = Parâmetros de regressão.

ϵ_i = Erros aleatórios relativos ao modelo.

Na Tabela 3, são apresentadas as principais estatísticas descritivas (média, mediana, desvio padrão amostral, mínimo e máximo) observacionais no período em análise de todas as variáveis. Foi inferido a partir da tabela que a circulação média de passageiros em voos nacionais é aproximadamente 95,5%, enquanto que em voos internacionais é de apenas 4,5%.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis no período de observação 2004:1 - 2018:4.

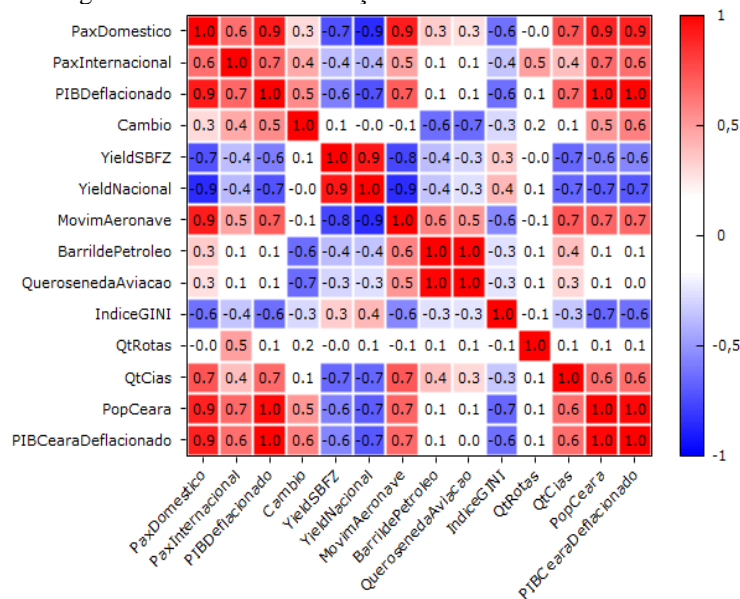
Variável	Média	Mediana	D.P.	Mín	Máx
PaxDomestico	3,79e+005	4,24e+005	1,26e+005	1,47e+005	5,79e+005
PaxInternacional	1,77e+004	1,74e+004	6,02e+003	9,07e+003	4,66e+004
PIBDeflacionado	1,08e+012	1,09e+012	4,12e+011	4,38e+011	1,78e+012
Cambio	2,459	2,263	0,685	1,597	3,96
YieldSBFZ	0,2407	0,220	0,0443	0,200	0,350
YieldNacional	0,3440	0,300	0,0786	0,260	0,490
MovimAeronave	3,52e+003	3,54e+003	732,9	2,03e+003	4,53e+003
BarrildePetroleo	74,78	69,28	26,35	31,95	122,4
QuerosenedaAviacao	2,114	2,00	0,6937	0,960	3,66
IndiceGINI	0,5408	0,540	0,0304	0,490	0,610
QtRotas	122,3	118,0	30,34	94,0	208,0
QtCias	17,53	18,0	3,587	12,0	24,0
PopCeara	8,58e+006	8,55e+006	3,42e+005	7,98e+006	9,08e+006
PIBCearaDeflacionado	9,05e+010	8,88e+010	3,89e+010	3,63e+010	1,49e+011

Foi feita a análise de correlação entre as variáveis apresentadas como mostrado na Figura 1, onde com o auxílio da ferramenta gráfica de mapa de cores é possível vislumbrar as variáveis que se relacionam de forma positiva ou negativa com os PAX doméstico e internacional.

Nota-se que o tráfego tanto doméstico quanto internacional se relaciona de forma negativa com o *yield*. Enquanto o PIB nacional apresentou grande relevância principalmente para o PAX doméstico e também para o PAX internacional, sendo a variável que melhor se relacionou com ambos. As covariáveis movimentação de aeronaves, população do Ceará e PIB do estado deflacionado se relacionaram fortemente

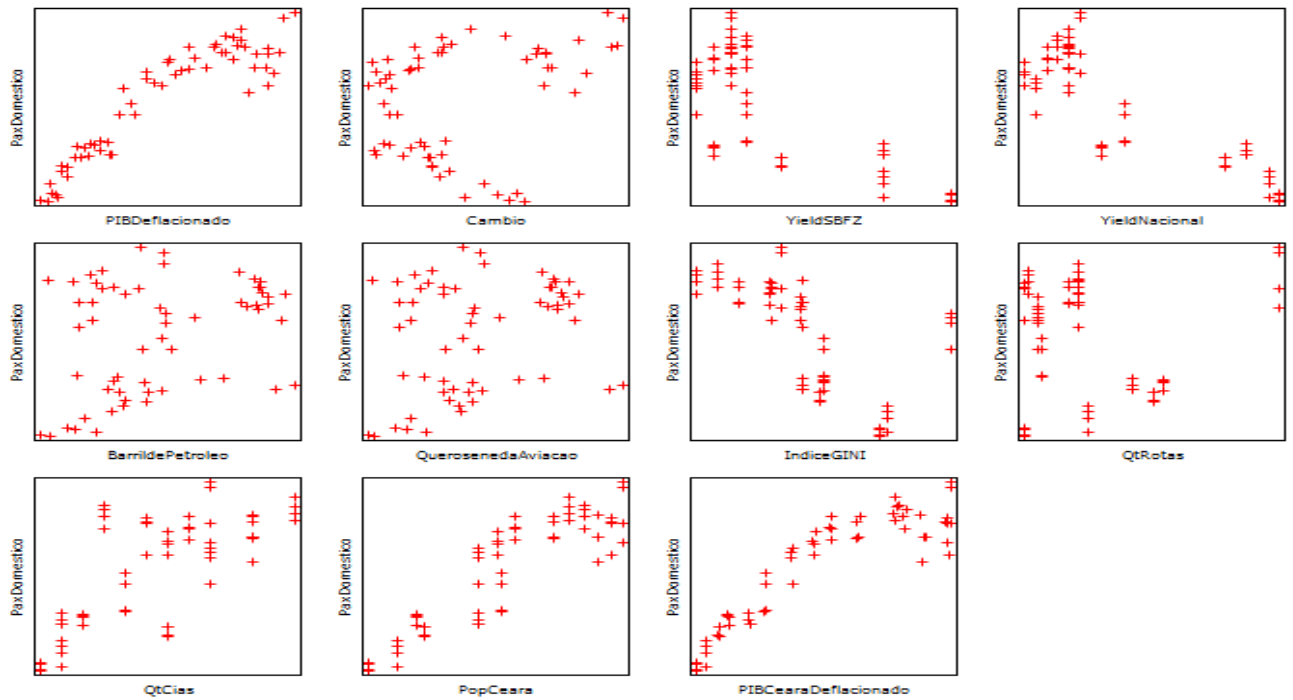
com o PAX doméstico exposto pelo índice de correlação de 0,9, paralelamente se correspondem em menores índices com o PAX internacional.

Figura 1 – Matriz de correlação entre as variáveis de estudo.



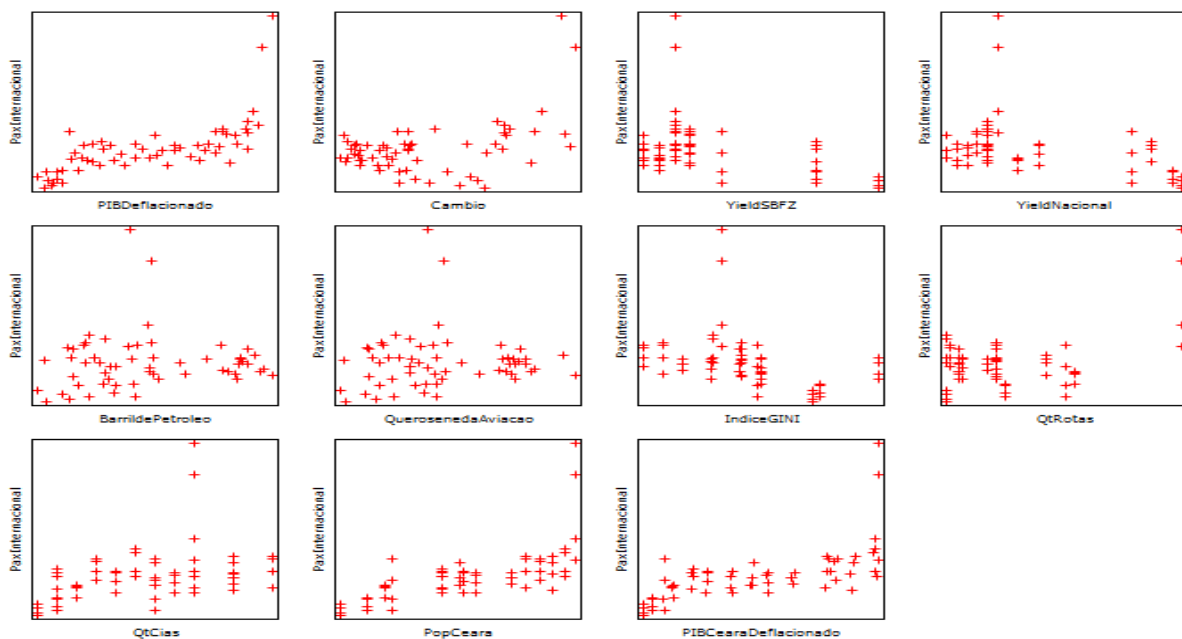
Além da matriz de correlação, foram analisados os gráficos de dispersão ao longo do tempo dos dados coletados entre a variável dependente, nesse primeiro caso movimentação de passageiros domésticos e a as variáveis explicativas. Os gráficos de dispersão estão mostrados na Figura 2. Ao analisar os gráficos, fica claro que existe uma relação direta entre o PIB nacional deflacionado, PIB do Ceará deflacionado, a população do Ceará, quantidade de companhias e a movimentação de passageiros domésticos. As outras variáveis explicativas apresentam uma relação inversa com a movimentação de passageiros, o *yield* de Fortaleza e o nacional, o que já era esperado. Aparentemente, as variáveis relacionadas ao preço do combustível não apresentam uma relação com a movimentação de passageiros, muito provavelmente por serem objetos de incentivos fiscais, índice Gini e o câmbio também não.

Figura 2 – Gráficos de dispersão entre o PAX doméstico e as demais variáveis.



A mesma análise foi realizada para os passageiros internacionais, conforme Figura 3, o PIB deflacionado tanto nacional quanto do Ceará, a população do Ceará e as quantidades de companhias aéreas apresentam uma relação direta com a movimentação de passageiros internacional. As outras variáveis parecem não apresentar uma relação, inclusive o *yield* nacional e de Fortaleza.

Figura 3 – Gráficos de dispersão entre o PAX internacional e as demais variáveis.



Foram estabelecidos, separadamente, modelos para a movimentação de passageiros doméstico e internacional. Na primeira análise que se trata do estudo da demanda nacional, foram tidas como variáveis explicativas: o PIB nacional deflacionado, *yield* do aeroporto de Fortaleza (SBFZ), querosene da aviação, quantidade de companhias, além de serem acrescentadas no modelo variáveis relacionadas à sazonalidade trimestrais. Foram testados dois modelos o linear, ou lin-lin, e o logarítmico, log-log. Os coeficientes dos modelos estão na Tabela 4. Sabendo que em ambos a heterocedasticidade foi corrigida.

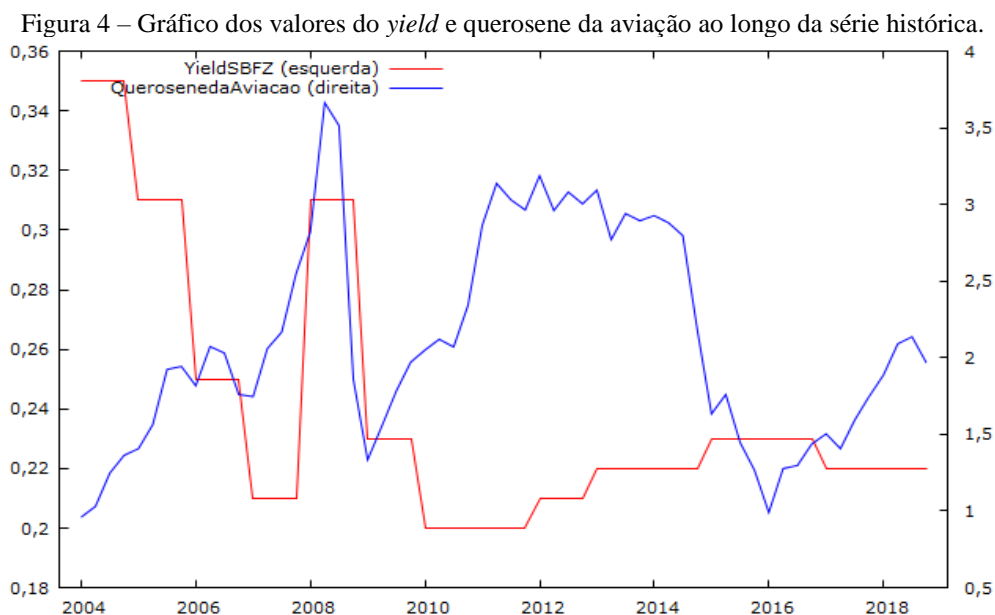
Tabela 4 – Resultados da regressão para passageiros domésticos no modelo linear e logarítmico respectivamente.

Modelo 1: Heteroscedasticidade corrigida, usando as observações 2004:1-2018:4 (T = 60) Variável dependente: PaxDomestico					Modelo 2: Heteroscedasticidade corrigida, usando as observações 2004:1-2018:4 (T = 60) Variável dependente: L_PaxDomestico				
	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	p-valor		Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	p-valor
Const	148465	43587,0	3,406	0,0013 ***	Const	-7,42936	0,72588	-10,23	<0,0001 ***
PIBDeflacionado	2,49051e-07	1,4078e-08	17,69	<0,0001 ***	L_PIBDeflacionado	0,69089	0,03024	22,85	<0,0001 ***
YieldSBFZ	-503201	96062,7	-5,238	<0,0001 ***	L_YieldSBFZ	-0,56489	0,06776	-8,336	<0,0001 ***
QuerosenedaAv~	22194,8	4713,86	4,708	<0,0001 ***	L_QuerosenedaAv~	0,12441	0,02624	4,740	<0,0001 ***
QtCias	2178,98	1410,68	1,545	0,1285	L_QtCias	0,07599	0,06203	1,225	0,2261
dq1	15810,2	7671,44	2,061	0,0443 **	dq1	0,053742	0,01754	3,063	0,0035 ***
dq2	-22423,5	7443,30	-3,013	0,0040 ***	dq2	-0,05394	0,01926	-2,799	0,0072 ***
dq3	4439,51	9162,66	0,4845	0,6300	dq3	0,03384	0,01565	2,161	0,0353 **
Estatísticas baseadas nos dados ponderados:					Estatísticas baseadas nos dados ponderados:				
Soma resid. quadrados	180,4299	E.P. da regressão		1,862741	Soma resid. quadrados	162,8339	E.P. da regressão		1,769582
R-quadrado	0,975346	R-quadrado ajustado		0,972027	R-quadrado	0,992448	R-quadrado ajustado		0,991432
F(7, 52)	293,8821	P-valor(F)		1,78e-39	F(7, 52)	976,2749	P-valor(F)		8,08e-53
Log da verossimilhança	-118,1662	Critério de Akaike		252,3325	Log da verossimilhança	-115,0879	Critério de Akaike		246,1758
Critério de Schwarz	269,0872	Critério Hannan-Quinn		258,8862	Critério de Schwarz	262,9305	Critério Hannan-Quinn		252,7295
Rô	0,598567	Durbin-Watson		0,802747	Rô	0,418600	Durbin-Watson		1,161574
Estatísticas baseadas nos dados originais:					Estatísticas baseadas nos dados originais:				
Média var. dependente	379297,9	D.P. var. dependente		125640,4	Média var. dependente	12,77983	D.P. var. dependente		0,387730
Soma resid. quadrados	5,87e+10	E.P. da regressão		33591,21	Soma resid. quadrados	0,263255	E.P. da regressão		0,071152

Levando em consideração que os parâmetros com melhor significância são aqueles em que os valores das estatísticas t são mais altos e concomitantemente tem o p-valor mais baixo (GUJARATI, 2000). Excluindo-se a hipótese de influência nula de variável. Nota-se que o R quadrado é maior no modelo logarítmico, mas ambos estão acima de 95%, além disso, praticamente todas as variáveis explicativas tiveram um p-

valor muito bom, demonstrando uma significância e representatividade dessas variáveis para com a demanda de passageiros. Avaliando-se o coeficiente das variáveis, se tem que o PIB nacional e o querosene da aviação são positivamente relacionados à demanda doméstica, dessas variáveis a única que não seria esperada é o querosene da aviação, porém o que pode ser inferido disto, é que o aumento do querosene não é repassado para os clientes, visto que o *yield* não aumenta proporcional conforme mostrado na Figura 4. No tocante às variáveis de sazonalidade, somente duas, aquelas referentes ao primeiro e segundo trimestres, foram consideradas significativas em ambos os modelos, com um p-valor aceitável. Porém ao analisar os sinais dos coeficientes, vê-se uma coerência com o que era esperado, o aumento da demanda no primeiro semestre por conta das férias escolares em janeiro e uma diminuição entre os meses de abril e junho, característico da baixa estação no estado, para aumentar novamente no 3º trimestre por conta das férias de julho.

Para se obter a elasticidade da quantidade de passageiros em relação às variáveis explicativas investigadas, foi utilizado o modelo logarítmico. Para a elasticidade mensurada em relação ao PIB deflacionado, tem-se 0,69, o que significa dizer que para cada aumento de 1% no PIB, a demanda de passageiros na modalidade nacional aumenta em 0,69%. Já na relação do *yield* SBFZ, que é de -0,56, de forma similar para cada aumento em 1% do *yield* a demanda de passageiros diminui em 0,56%. Outro valor interessante é a elasticidade da variável querosene da aviação, com aumento em 1% na mesma, o PAX nacional aumentará de 0,12%.



O mesmo procedimento foi realizado para análise da demanda internacional, como mostrado na Tabela 5. Em que além das variáveis independentes de sazonalidade, foram inseridas no modelo o câmbio, o *yield* de Fortaleza (SBFZ) e a quantidade de rotas, pois foram às variáveis que influenciaram mais significativamente na demanda de passageiros para o exterior, entre as demais variáveis.

Tabela 5 – Resultados da regressão para passageiros internacionais no modelo linear e logarítmico respectivamente.

Modelo 3: Heteroscedasticidade corrigida, usando as observações 2004:1-2018:4 (T = 60) Variável dependente: PaxInternacional					Modelo 4: Heteroscedasticidade corrigida, usando as observações 2004:1-2018:4 (T = 60) Variável dependente: L_PaxInternacional				
	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	p-valor		Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	p-valor
Const	22292,9	2418,84	9,216	<0,0001 ***	Const	7,09744	0,598422	11,86	<0,0001 ***
Cambio	3198,54	444,766	7,192	<0,0001 ***	L_Cambio	0,415297	0,0454112	9,145	<0,0001 ***
YieldSBFZ	-67802,3	4725,20	-14,35	<0,0001 ***	L_YieldSBFZ	-1,08301	0,136073	-7,959	<0,0001 ***
QtRotas	35,1353	16,3947	2,143	0,0367 **	L_QtRotas	0,157858	0,112812	1,399	0,1675
dq1	-1161,70	698,455	-1,663	0,1022	dq1	-0,110400	0,0313194	-3,525	0,0009 ***
dq2	-2917,56	605,878	-4,815	<0,0001 ***	dq2	-0,175668	0,0370035	-4,747	<0,0001 ***
dq3	928,463	715,134	-1,298	0,1998	dq3	0,0811279	0,0337699	2,402	0,0198 **
Estatísticas baseadas nos dados ponderados:					Estatísticas baseadas nos dados ponderados:				
Soma resid. quadrados	86,38267	E.P. da regressão	1,276660		Soma resid. quadrados	127,4079	E.P. da regressão	1,550459	
R-quadrado	0,825666	R-quadrado ajustado	0,805930		R-quadrado	0,744691	R-quadrado ajustado	0,715788	
F(6, 53)	41,83570	P-valor(F)	2,14e-18		F(6, 53)	25,76526	P-valor(F)	4,32e-14	
Log da verossimilhança	-96,06959	Critério de Akaike	206,1392		Log da verossimilhança	-107,7278	Critério de Akaike	229,4556	
Critério de Schwarz	220,7996	Critério Hannan-Quinn	211,8737		Critério de Schwarz	244,1160	Critério Hannan-Quinn	235,1901	
Rô	0,830186	Durbin-Watson	0,615442		Rô	0,626750	Durbin-Watson	0,790513	
Estatísticas baseadas nos dados originais:					Estatísticas baseadas nos dados originais:				
Média var. dependente	17728,28	D.P. var. dependente	6023,724		Média var. dependente	9,738654	D.P. var. dependente	0,289048	
Soma resid. quadrados	9,21e+08	E.P. da regressão	4167,808		Soma resid. quadrados	2,057669	E.P. da regressão	0,190738	

Nota-se que o valor de R quadrado é maior no modelo linear, com 82,6% e o log-log 74,5%, além disso, praticamente todas as variáveis explicativas tiveram um p-valor muito bom, ou seja, abaixo de 1% com exceção da quantidade de rotas, demonstrando uma significância e representatividade dessa variável para com a demanda de passageiros. Avaliando-se o coeficiente das variáveis, a taxa de câmbio e a quantidade de rotas são positivamente relacionadas com a demanda internacional, o câmbio pode ser considerado um resultado novo na literatura (CONDÉ, 2011) obteve um coeficiente negativo para o câmbio. Acredita-se que isso pode ser devido ao fato de que Fortaleza é uma cidade turística e que consegue receber um alto número de turistas internacionais, portanto, o

câmbio ter dado positivo. A quantidade de rotas no aeroporto em estudo, apesar de não ter um p-valor tão baixo no modelo linear, tem certa significância no modelo logarítmico e o seu sinal positivo, infere que, ao aumentar o número de rotas, aumentará a demanda internacional. No tocante às variáveis de sazonalidade, todas foram consideradas significativas, e ao analisar os sinais dos coeficientes, vê-se uma coerência com o que era esperado, aumento da demanda no segundo trimestre por conta das férias dos turistas internacionais, em julho e agosto, principalmente.

Para se obter a elasticidade da quantidade de passageiros em relação às variáveis explicativas investigadas, foi utilizado o modelo logarítmico. Para a elasticidade mensurada em relação ao câmbio, tem-se 0,415, o que significa afirmar que para cada aumento de 1% na taxa de câmbio, a demanda de passageiros internacionais aumentará em 0,415%. Já na relação do *yield* SBFZ, que é de -1,083. De forma similar para cada aumento em 1% do *yield* a demanda de passageiros diminui em 1,083%. Outro valor interessante é a elasticidade da variável quantidade de rotas, com aumento em 1% aumentará de 0,158%, valor que pode ser trabalhado pelos operadores para maximizar a demanda internacional.

4 PREVISÃO DE DEMANDA

A partir dos modelos apresentados foi possível estimar a demanda futura no aeroporto de Fortaleza, tanto na modalidade de fluxo doméstica quanto internacional. Foi levado como pressuposto que não haverá uma nova crise econômica nem tampouco um novo apagão aéreo ou um surto epidêmico contagioso, também se excluiu a possibilidade de eventos internacionais de ordem mundial que possam vir incrementar de forma drástica a demanda.

No caso específico da demanda doméstica o modelo escolhido foi o linear. Considerando um crescimento do PIB de 4,5% ao ano, a partir de 2020, o *yield* de Fortaleza (SBFZ) considerado para todo o período de análise futura foi igual ao valor médio de 2018, que foi de 0,23. Segundo a previsão do fluxo de passageiros doméstico, deverá haver uma taxa de crescimento médio de 3,77% entre os anos de 2019 e 2046, ao longo dos cinco primeiros anos, ou seja, no ano de 2023 o fluxo será de 7,5 milhões de passageiros domésticos, chegando a atingir uma movimentação de 18,2 milhões ao fim da concessão em 2046.

A previsão do fluxo internacional foi realizada de modo semelhante, o modelo escolhido neste caso também foi o linear. Foram realizadas algumas considerações

iniciais para a estimativa da movimentação de passageiros internacionais. Sendo considerada uma taxa de crescimento do câmbio de 4,5% ao ano, enquanto que o valor do *yield* de Fortaleza foi tido como estabilizado em todo o período de análise, sendo igual a 0,23, como realizado na análise doméstica. De acordo com a arguição, seguindo uma taxa média de crescimento de 2,58% ao ano na movimentação internacional, a demanda prevista para o ano de 2023 será de 361,9 mil, enquanto que para o ano de 2046 vai ser igual a 668,3 mil.

De acordo com o relatório de estudos de mercado, realizado no ano de 2015 no Aeroporto de Fortaleza, a qual se trata de um estudo de previsão de demanda anuais e de pico, fundamentadas em uma modelagem econômico-financeira. Levando-se em consideração a competição entre os aeroportos, regionais, tendo em vista que o Ceará possui um total de vinte e um aeroportos, sendo treze públicos e os oito restante privados, tais concorrentes podem representar uma competição para o fluxo de passageiros no ramal regional. Vale ressaltar que a vocação do Aeroporto de Fortaleza é voltada predominantemente para a demanda doméstica muito embora o fluxo internacional tenha crescido muito nos últimos anos decorrente da chegada do novo hub e da posição geográfica privilegiada. A previsão do relatório levou em consideração tanto a demanda doméstica quanto internacional, onde foram usadas três metodologias diferentes para previsão, sendo elas; análise de tendência histórica, julgamento de tendência histórica e análise de regressão linear, a qual foi utilizada no estudo do artigo e também no relatório. Ambas as previsões foram tidas considerando a projeção média de doze meses do PIB, em que se calculou o PIB anual com base na previsão do crescimento do BACEN entre os anos de 2015 até 2019, sendo mantido constante o valor percentual do crescimento do PIB nacional de 2019 e seus subsequentes como sendo 2,35%. Também foi considerado que o *yield* nacional iria atingir um grau de maturidade de pouca variação, em que o mesmo irá se estabilizar em um valor médio próximo ao do norte americano, necessitando apenas de uma pequena correção. Como resultado, tal relatório prevê um pax doméstico de 8,4 milhões em 2023 e para o ano de 2046 seria de 26,7 milhões com CAGR de 4,9% a.a. Já considerando o pax internacional a previsão seria de 299,4 mil em 2023, já no ano de 2046, onde finalizará o atual contrato de concessão, seria de 1,1 milhões com CAGR de 5,5% a.a. (RELATÓRIO 1, 2015).

Existe uma diversidade de fatores que podem ter colaborado para a divergência de resultados apresentados, em especial para o fim da concessão, tanto na previsão doméstica quanto internacional, tais como; considerações iniciais, modelo utilizado (log

log, lin lin), variáveis selecionadas, condições, taxas de crescimento das variáveis significantes. Enquanto que se comparado as previsões para o ano de 2023 os resultados se aproximaram um tanto mais em decorrência da diferença anual não ter se acumulado tanto.

5 CONCLUSÃO

Segundo o relatório de avaliação do desempenho econômico-financeiro da concessão, cujo foco se concentra nas projeções de volume e receitas a partir das quais são apontados os investimentos. Com base nas receitas tarifárias e não-tarifárias que compõem o montante da concessionária. Por meio da análise de fluxos de caixa não descontados e acumulados, foi possível extrair o tempo de *payback* não descontado que seria de 8,8 anos, ao longo da vigência de 30 anos. (RELATÓRIO 4, 2015).

Vale ressaltar que as companhias tiveram uma redução do imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços (ICMS) do querosene de aeronaves no estado do Ceará no final do ano de 2013. Entretanto o benefício é restrito às companhias que possuem rotas internacionais regulares, tendo saída e chegada em algum dos aeroportos do Ceará. Isso seria uma possível explicação para o resultado encontrado na modelagem, em que com o aumento da tarifa do querosene da aviação tivesse como consequência o aumento da demanda, o que de acordo com a literatura deveria ser o oposto. Gera-se uma hipótese que de alguma forma esse incremento no preço do combustível não estaria sendo repassado para o consumidor, possivelmente pela redução da alíquota do ICMS. De acordo com estudos de Fernandes (2014), que afirmaram que nem sempre o aumento imprevisto no petróleo e seus derivados como o querosene da aviação, são repassados para os consumidores finais.

A ampliação da malha aérea entre o aeroporto de Fortaleza e o continente Europeu ainda não se refletiu em uma redução perceptível nos preços pagos pelos passageiros, um fato que colaborou para essa circunstância foi que algumas companhias aéreas internacionais ainda não sentiram a concorrência. Isso foi constatado por meio de uma pesquisa feita no site das cias aéreas que avalia o valor dos bilhetes para viagens entre os meses de setembro e outubro em 2019 (YOHANNA, 2019). Em decorrência disso mesmo com uma quantidade de rotas crescente a demanda também é crescente, mais uma vez contrariando a literatura, conforme Oliveira (2006).

REFERÊNCIAS

BAKER, Douglas; MERKERT, Rico; KAMRUZZAMAN, Md. Aviação regional e crescimento econômico: análise de cointegração e causalidade na Austrália. **Journal of Transport Geography**, v. 43, p. 140-150, 2015.

BRESEGHELLO, Fernando Neves. **Estudo comparativo de métodos de previsão de demanda: uma aplicação ao caso dos aeroportos com tráfego aéreo regulares administrados pelo DAESP**. 2005. 104f. Dissertação (Mestrado) – São José dos Campos, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2005.

CARMONA-BENÍTEZ, Rafael Bernardo; NIETO, Maria Rosa; MIRANDA, Danya. Um modelo dinâmico econométrico para estimar a demanda de passageiros para a indústria de transporte aéreo. **Transportation Research Procedia**, v. 25, p. 17-29, 2017.

CONDÉ, Mayara. Estudo e previsão de demanda aeroportuária para a cidade do Rio de Janeiro. **Journal of Transport Literature**, v. 5, n. 1, p. 161-183, 2011.

CHI, Junwook; BAEK, Jungho. Relação dinâmica entre demanda de transporte aéreo e crescimento econômico nos Estados Unidos: um novo visual. **Política de Transporte**, v. 29, p. 257-260, 2013.

FERNANDES, Helen Feuser; ALVES, Cláudio Jorge Pinto; DE OLIVEIRA, Alessandro Vinícius Marques. Estudo dos efeitos de aumentos no custo do combustível na demanda por transporte aéreo doméstico. **TRANSPORTES**, v. 22, n. 3, p. 64-75, 2014.

GELHAUSEN, Marc C.; BERSTER, Peter; WILKEN, Dieter. Um novo modelo de demanda direta de passageiros aéreos de previsão de longo prazo e movimentos de transporte aéreo em aeroportos alemães. **Journal of Air Transport Management**, v. 71, p. 140-152, 2018.

GUJARATI, Damodar N. **Basic Econometrics**. São Paulo: Makron Books, 2000.

HAKIM, Md Mahbulul; MERKERT, Rico. Evidências econométricas sobre os determinantes do transporte aéreo nos países do sul da Ásia. **Política de transporte**, v. 83, p. 120-126, 2019.

HORUS. Ministério de Infraestrutura. Brasil. **Rede de Aeroportos**. 2018. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.gov.br/rede-aeroportos.html>>. Acesso em: 26 out. 2019.

HSIAO, Chieh-Yu; HANSEN, Mark. Um modelo de demanda de passageiros para transporte aéreo em uma rede hub-and-spoke. **Pesquisa de Transporte Parte E: Revisão de Logística e Transporte**, v. 47, n. 6, pág. 1112-1125, 2011.

JOSEF, Barat. **Globalização, logística e transporte aéreo**. Editora Senac, São Paulo, 2019.

KOPSCH, Fredrik. A demand model for domestic air travel in Sweden. **Journal of Air Transport Management**, v. 20, p. 46-48, 2012.

LIMA, Nathana Alcântara. Análise econométrica aplicada ao planejamento de infraestrutura aeroportuária–Estudo de caso do aeroporto de Vitória. **Revista Tecnologia**, v. 34, n. 1/2, p. 104-112, 2013.

MARAZZO, Marcial; SCHERRE, Rafael; FERNANDES, Elton. Demanda por transporte aéreo e crescimento econômico no Brasil: uma análise de séries temporais. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 46, n. 2, pág. 261-269, 2010.

OLIVEIRA, Daniele Silva et al. Estudo da precificação de companhias aéreas em rotas domésticas de longo percurso. **Engevista**, v. 8, n. 1, 2006.

Relatório 1: **Estudos de Mercado (2015) Consórcio Aéreo Brasil: AEROPORTO INTERNACIONAL PINTO MARTINS - FORTALEZA - CE: MOZART ALEMÃO CONSULTORIA Ltda**, 2015. 206p .

Relatório 4: **Economica-Financeira (2015) Consórcio Aéreo Brasil: AEROPORTO INTERNACIONAL PINTO MARTINS - FORTALEZA - CE: MOZART ALEMÃO CONSULTORIA Ltda**, 2015. 53p .

TSEKERIS, Theodore. Análise dinâmica da demanda de viagens aéreas em mercados insulares competitivos. **Journal of Air Transport Management**, v. 15, n. 6, pág. 267-273, 2009.

VALDES, Victor. Determinantes da demanda de viagens aéreas em países de renda média. **Journal of Air Transport Management**, v. 42, p. 75-84, 2015.

YOHANNA, PINHEIRO (Ceará). Diário do Nordeste (Ed.). **Governo planeja novos incentivos para aviação regional no Estado**. 2019. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/negocios/governo-planeja-novos-incentivos-para-aviacao-regional-no-estado-1.2070031>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

WADUD, Zia. Reversibilidade imperfeita da demanda de transporte aéreo: Efeitos da tarifa aérea, preços de combustível e transmissão de preço. **Pesquisa de Transporte Parte A: Política e Prática**, v. 72, p. 16-26, 2015.