



Os impactos das variáveis macroeconômicas no setor de aviação comercial Brasileira

Impacts of macroeconomic variables in Brazilian commercial aviation industry

Deivison da Silveira Pereira¹

Michelle Pereira Muller²

Ricardo Bordeaux Rego³

João Carlos Correia Baptista Soares de Mello⁴

Resumo: O Brasil apresenta o terceiro maior mercado de aviação comercial no mundo e até então mercado em expansão. No entanto, as empresas aéreas brasileiras amargaram nos últimos anos prejuízos bilionários que levam a um ajuste nas suas operações. A avaliação dos fatores que impactam nas operações é objeto deste estudo, onde se verifica em uma análise dos últimos 14 anos quais variáveis macroeconômicas interferem e onde estas impactam, seja em oferta, demanda, tarifa ou custos. O presente trabalho através de modelos de regressão log-log procura estimar as curvas de cada fator de análise para decisão estratégica. Procura-se verificar como o comportamento do mercado está levando as empresas à derrocada.

Palavras-chave: Aviação comercial brasileira; regressão múltipla; variáveis macroeconômicas

¹ Universidade Federal Fluminense - UFF

² Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais - IBMEC

³ Universidade Federal Fluminense - UFF

⁴ Universidade Federal Fluminense - UFF

Abstract: Brazil has the third largest commercial aviation market in world and an expanding market. However, the Brazilian airlines soured, in recent years, billionaire losses that lead to an adjustment in its operations. The evaluation of the factors that impact on operations is the subject of this study, which is found in an analysis of the last 14 years which macroeconomic variables interfere and where these impact, either in supply, demand, price or costs. This work through log-log regression models to estimate the demand curves for each factor analysis to decision strategy. Wanted to check how the market behavior is driving business to collapse.

Keywords: Brazilian commercial aviation; multiple regression; macroeconomic variables

1. Introdução

O setor de aviação comercial apresenta grande representatividade na indústria mundial visto que gera US\$ 2,4 trilhões do PIB global, proporcionando mais de 58 milhões de empregos e transportando 3 bilhões de passageiros anuais, e em paralelo, um terço de todo o comércio global em valor é transportado por via aérea segundo o Air Transport Action Group – ATAG (2014). O Brasil, segundo a ABER (2014), é o terceiro maior mercado de aviação no mundo.

A aviação comercial como afirmado por Bettini et al (2009), exerce impactos diretos no crescimento econômico, por ser uma atividade reconhecidamente elástica à renda, onde em períodos de crescimento econômico, a demanda por tráfego aéreo cresce em proporção superior à atividade econômica e acaba por reforçar o próprio crescimento, com efeito multiplicador para toda a cadeia.

A crescente demanda pelos serviços aéreos exige investimentos cada vez maiores em infraestrutura aeroportuária e isto é um desafio que o setor enfrenta constantemente. Trata-se de um setor muito complexo, com alta demanda de investimentos e que passou por inúmeras transformações ao longo do período que este trabalho se propõe analisar.

De acordo com o estudo realizado por McKinsey e Company (2010), são realizadas mais de 50 milhões de viagens por ano, e essa demanda vem sendo crescente, na esteira da melhoria da economia como um todo e da inclusão de passageiros das classes B e C que imergiram devido ao advento do aumento da renda do consumidor.

O processo de liberalização tarifária promovido pela ANAC tornou o setor mais dinâmico e competitivo, e esse aumento de competitividade trouxe benefícios aos passageiros, que viram o preço médio por quilômetro voado baixar 48% entre 2003 e 2008. Além disso, o Brasil é um dos poucos países com indústria aeronáutica relevante.

Atualmente, a disponibilidade de aeroportos e a cobertura da malha aérea doméstica se mostram adequadas, de maneira geral, com distribuição que espelha a da população. No Brasil existem cerca de 2.498 aeroportos (incluindo áreas de desembarque), o segundo maior número de aeroportos em todo o mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. Deste número, 34 são internacionais.

2. Revisão Literatura

a. Caracterização do setor aéreo

O setor aéreo passou por uma desregulamentação mundialmente, como verificado por Fageda et al (2015), o que proporcionou para as companhias flexibilização na escolha de tarifas e rotas. No Brasil, as operações de liberalização do mercado de aviação comercial se iniciaram

mais tardiamente, quando os sucessivos esforços para conter a inflação no final da década de 1980 fracassaram e as políticas de controle de preços reduziram as receitas das companhias aéreas.

O início dos anos 90 marcou a realidade brasileira pela crise macroeconômica e diversas empresas não se sustentaram. Com o transporte aéreo não foi diferente: a Vasp, que já apresentava resultados deficitários, foi privatizada em 1990; a Transbrasil vivia em regime de falência e fortemente endividada; a Varig, também com dívidas extensas, operava com baixa rentabilidade. À exceção da TAM, que aumentou sua participação no mercado, às demais empresas que operavam na aviação regional faliram ou foram vendidas (Bielschowsky et al., 2011).

O fato é que a crise política e econômica impedia a capacidade de intervenção estatal, impulsionando o processo de flexibilização na esperança de que o mercado corroborasse o desenvolvimento tecnológico e econômico de companhias robustas a partir de fusões e aquisições. Turolla et al. (2006) elucidam que a liberalização ocorreu em três rodadas: a primeira delas, em 1992, estimulou a entrada no setor à medida que extinguiu os monopólios regionais e estabeleceu as chamadas “bandas tarifárias”, isto é, limites de preços dentro dos quais a concorrência era livre; em 1997 ocorreu a segunda rodada que ampliou os limites tarifários e alavancou a competição de preços e frequências; a última rodada de liberalização se deu em 2001 e extinguiu totalmente os mecanismos de controle de preços, restando ao Departamento de Aviação Civil (DAC) a monitoração destes.

Um grande marco na história da aviação civil nacional foi a criação, em setembro de 2005, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), e com isso, o encerramento das atividades do DAC que coordenava o setor com atribuições fundamentalmente técnicas. A partir desse momento, a ANAC teria como atribuições regulamentar e fiscalizar as atividades de aviação civil e de infraestrutura aeronáutica e aeroportuária. A ANAC atua em duas vertentes: a regulação técnica e a regulação econômica. A primeira tem objetivo de gerir regulamentos que tratam da certificação e fiscalização da indústria para garantir segurança aos passageiros e usuários da Aviação Civil. A regulação econômica objetiva a máxima eficiência, monitorando e intervindo no mercado em forma de regulamentos (ANAC, 2014).

O Brasil é o terceiro maior mercado de aviação civil no mundo conforme Gráfico 1, transportando mais de 90 milhões de passageiros por ano. Em escala mundial, as quatro grandes empresas brasileiras representam mais de 7% de mercado no cenário internacional, segundo a ABEAR (2013).

Como visto por Brueckner (2013) e por Green (2007), existe uma relação entre o tráfego aéreo e o desenvolvimento econômico. Desta forma, para os governos, os aeroportos são ativos estratégicos que contribuem para tal (Doganis, 1992), e para empresas é um fator para localização conforme Bel et al (2008).

Além da demanda e as conexões, Adler et al (2001) verificaram que a qualidade da infraestrutura também influencia nos custos de operação. No entanto, a concorrência das grandes

companhias com as low cost enfraquecem as margens em aeroportos para as grandes, como visto por Fageda (2014), em uma análise na malha aérea europeia, o que também influencia na eficiência das empresas conforme estudo de Marti et al (2015). Narangajavana et al (2014) verificam que as estratégias de preço de longo prazo são mais comuns em companhias tradicionais, enquanto as low cost trabalham no horizonte de curto prazo concorrendo em algumas rotas mais rentáveis.

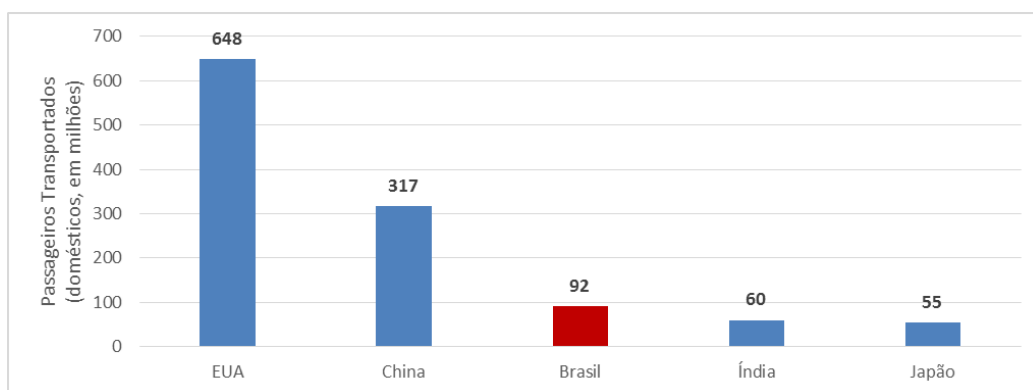


Gráfico 1 - Tamanho do mercado da aviação brasileira

Fonte: Adaptado de ABEAR (2013)

Rolim et al (2016) analisam em estudo econométrico as interferências na demanda aérea considerando o tipo de controle aeroportuário, se privado ou governamental, e assim verificam que os privados melhoram a demanda aérea. Considerando que o combustível é uma variável de custo considerável para as empresas aéreas, Treanor et al (2014) verificam em um estudo nos EUA que as empresas tendem a fazer operações de hedging para se proteger das oscilações do preço dos combustíveis.

Itani et al (2014) identificam que a variáveis macroeconômicas interferem nas estratégias das empresas aéreas, assim o desenvolvimento econômico e o os serviços aéreos interagem constantemente. Neste sentido, Lantseva et al (2015) verificam em estudo de caso do Mercado de aviação na Rússia que a formação do preço para voos domésticos e internacionais se diferem drasticamente, dependendo do dia da semana e o período do ano.

3. Metodologia

a. Período de análise

O período de análise que este estudo se propõe consiste entre os anos de 2002 a 2015, onde a economia brasileira nesses 14 anos de análise vivenciou diversos ciclos econômicos com momentos de crescimento econômico e também período de crises.

No início desse período entre os anos de 2002 a 2003, a economia brasileira vivenciou um momento de turbulência com as eleições presidenciais no Brasil (2002) que provocaram uma instabilidade e rumores da política econômica brasileira. Apresentando uma forte desvalorização do real causando a perda do poder de compra dos salários, inflação a patamares elevados na casa de dois dígitos e com a Selic a níveis elevados. Para aviação foi um período que em a liberação tarifária veio ocorrer com a remoção dos controles até 2001 Pasin e Lacerda (2003).

Nesse primeiro corte do período de análise, a economia brasileira sofreu grande impacto que em consequência o setor de aviação também acompanhou essa dinâmica de crise. Além do cenário mais adverso para o setor de aviação internacional com evento do terrorismo nos EUA em 2001. Essa primeira fase do período, foi marcado por sucessivas crises no mercado externo como os fatores que proporcionaram as crises na economia interna.

Na segunda fase do período de análise na qual se considera, os anos de 2004 a 2008, destaca-se por um período de bonança na economia brasileira. A economia foi beneficiada pelo crescimento da economia mundial, impulsionada pelo crescimento da China e boom das commodities que contribuíram para o bom desempenho das variáveis macroeconômicas brasileiras. Neste período, o PIB apresentou um desempenho médio de 4,81%, inflação em patamares baixos e com cambio médio desvalorizado contribuindo para o incremento da renda no Brasil.

Neste período o número de passageiro quilômetro pago transportado (RPK) cresceu em torno de 34%, este indicador representa a demanda por transporte aéreo de passageiros. Seguindo essa mesma tendência positiva o assento quilômetro oferecido (ASK) apresentou um incremento de 42%, significando que a oferta aérea de passageiros brasileiros apresentou uma expansão. Assim, segundo elucidado por Bettini et al (2009) os períodos de crescimento econômico exercem um efeito positivo para aviação comercial, sendo uma atividade reconhecidamente elástica à renda como já supramencionado.

A terceira fase deste período, os anos de 2009 a 2013, foram marcados por crises internacionais iniciadas nos meses finais de 2008 e se alastrando pelos anos seguintes, tendo impacto dramático para o mundo inteiro com consequências no sistema financeiro internacional e doméstico, segundo Leitão (2011). Essa crise impactou diretamente a economia brasileira e as empresas. Como mecanismo para enfrentar essa crise nesse período, Curado e Curado (2014) elucidam que os resultados encontrados nos estudos indicaram um grau relativamente elevado de flexibilidade do regime de metas de inflação.

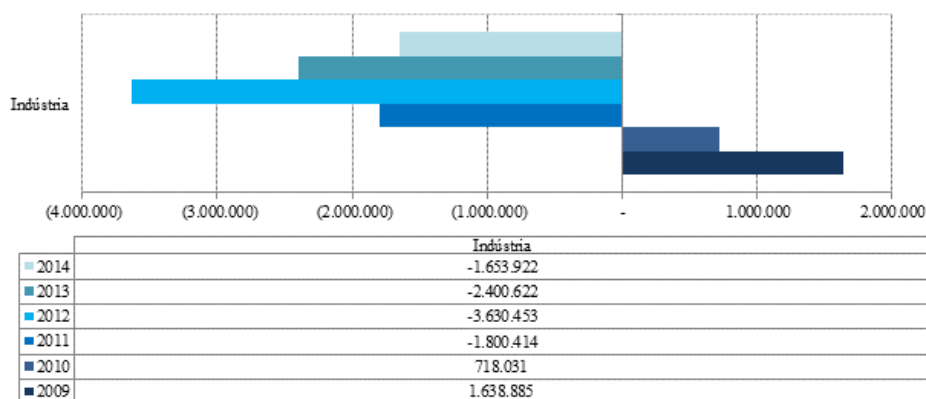
Destarte, o Brasil programou uma nova matriz econômica deixando de lado o tripé econômico (metas de inflação, câmbio flutuante e disciplina fiscal) e a flexibilidade do regime de metas de inflação. Essa nova matriz econômica teve os seus conceitos aprofundados ao final de 2010 com a troca do comando da gestão do Banco Central do Brasil. O relaxamento dos conceitos que sustentam o tripé econômico contribuiu para a expansão do crédito no Brasil em detrimento

do regime de metas de inflação. Essa expansão do crédito no Brasil contribuiu para o aumento da renda; que somada a queda real das tarifas aéreas, devido ao aumento da concorrência no período, que segundo Valent et al (2014) corroborou para o cenário da aviação brasileira em novos patamares principalmente na concorrência.

Não obstante, no geral as companhias não se beneficiaram desse aumento no fluxo de passageiros quando se observa os resultados financeiros das empresas do setor. Como demonstrado no Gráfico 2 subsequente, as companhias apresentaram prejuízos nos anos referentes essa terceira fase abordada.

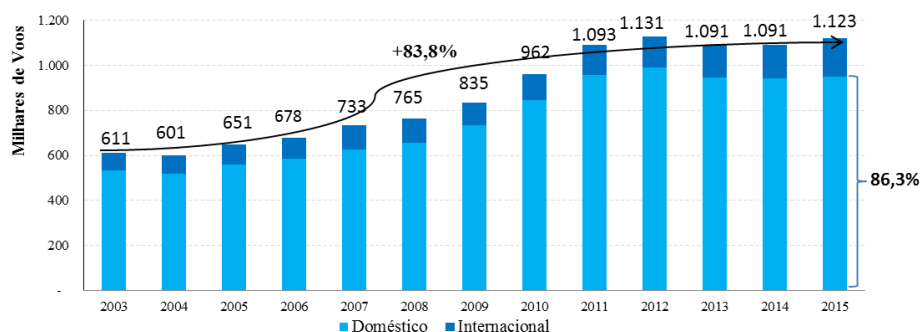
Por último, os anos de 2014 e 2015 foram marcados por um cenário mais desafiador na economia brasileira que impactaram o crescimento econômico e o desempenho operacional dos diversos segmentos econômicos, inclusive o setor aéreo brasileiro.

Nesse período se observa aumento do índice de inflação acima da banda estabelecida pelo regime de metas de inflação, que da renda real do brasileiro e redução do preço das tarifas, esses fatores foram determinantes para impactar negativamente as companhias aéreas e o resultado operacional das mesmas. Como é um setor dependente de renda em períodos de queda de renda, verifica-se um desempenho do setor abaixo do esperado. No Gráfico 3, verifica-se o crescimento do setor em quantidade de voos nos últimos anos e a proporção do mercado doméstico no número total, com base em dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).



Fonte: ANAC (2014)

Gráfico 2 – Resultado líquido da aviação comercial brasileira de 2009 à 2014



Fonte: Adaptado de ANAC (2014)

Gráfico 3 – Quantidade de voos doméstico e internacional no Brasil

b. Dados da análise

Para este estudo foram elencadas variáveis tanto operacionais do setor, quanto variáveis macroeconômicas para averiguar o comportamento do mercado de aviação no período de 2002 a 2014.

Entre as variáveis operacionais, coletadas da base de dados da ANAC, tem-se: RPK (do inglês Revenue Passenger Kilometer), que representa a demanda da quantidade de passageiros pagos em quilômetros voados; ASK (do inglês Available Seat Kilometers), que representa a oferta de assentos em quilômetros voados; Tarifa média doméstica, ou seja, o valor pago por passageiro em viagem doméstica. A Tabela 1 abaixo apresenta os valores referentes ao mês de dezembro de cada ano do período proposto.

No caso das variáveis macroeconômicas conforme a Tabela 2, foram analisadas as seguintes: IPCA anual (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), retirados da base do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); Renda Domiciliar média mensal, obtidos da base do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada); SELIC anual que refere-se a taxa de juros básica do Banco Central do Brasil; Brent que corresponde à cotação média do barril de petróleo na Bolsa de Nova Iorque; e a cotação média câmbio do dólar frente ao real, divulgado pelo Banco Central brasileiro, considerado.

Tabela 1 – Dados operacionais da indústria de aviação brasileira

DADOS OPERACIONAIS		
RPK (x1000)	ASK (x1000)	TARIFA MÉDIA (R\$)
4.071.556,61	6.641.201,92	271,86
4.085.326,67	6.022.650,46	344,74
4.503.895,29	6.377.374,64	386,02
5.450.524,91	7.483.140,34	395,52
4.789.031,90	7.018.844,41	376,99
5.904.280,75	8.558.486,44	286,60
6.013.257,02	9.051.030,66	417,74
7.702.675,17	10.630.791,05	315,43
8.938.651,14	12.341.603,10	272,47
9.611.126,55	13.414.862,30	269,87
9.923.555,67	13.010.665,85	286,56
10.670.587,34	13.460.279,72	318,64
11.538.799,44	14.272.345,60	323,32
11.373.116,57	14.154.733,42	283,03

Fonte: Adaptado de relatório da ANAC (2014)

Tabela 2 – Dados macroeconômicos

DADOS MACROECONOMICOS					
ANO	CAMBIO	IPCA	SELIC	BRENT	RENDA
2002	R\$ 2,92	12,53	19,06	28,52	718,34
2003	R\$ 3,08	9,30	23,32	29,88	676,51
2004	R\$ 2,93	7,60	16,24	39,65	691,55
2005	R\$ 2,44	5,69	19,12	56,75	733,08
2006	R\$ 2,18	3,14	15,27	62,32	801,27
2007	R\$ 1,95	4,46	11,88	91,45	822,47
2008	R\$ 1,83	5,90	12,48	41,58	862,63
2009	R\$ 2,00	4,31	10,05	74,67	885,83
2010	R\$ 1,76	5,91	9,80	91,80	913,71
2011	R\$ 1,67	6,50	11,62	107,91	941,60
2012	R\$ 1,95	5,84	8,49	109,63	1.016,32
2013	R\$ 2,16	5,91	8,22	110,67	1.047,95
2014	R\$ 2,35	6,41	10,90	62,33	1.152,24
2015	R\$ 3,33	10,67	13,27	37,72	1.275,52

Fonte: autores

4. Análise das variáveis

O presente trabalho utilizou o modelo de regressão múltipla para estimar os parâmetros de cada variável do modelo que o estudo se propõe expor. Como esse modelo acomoda-se muitas variáveis explicativas, que podem estar correlacionadas, com a variável dependente. A regressão múltipla permite controlar explicitamente muitos outros fatores que de maneira simultâneas, afetam a variável dependente, fato que não se obteria com uma regressão simples que somente possui uma variável explicativa (Wooldridge 2006).

Nos estudos apresentados, considera-se o modelo de regressão múltipla conhecido como log-log, esta escolha se baseou em duas razões: primeiramente, tal modelo foi aquele que melhor se ajustou aos dados supracitados, de acordo com o coeficiente de determinação e como os testes de significância da regressão, como se discutirá adiante. Adicionalmente, outra vantagem de utilizar esta formulação reside no fato de que os coeficientes estimados exprimem as relações entre cada uma das variáveis independentes e a variável de dependente, ou seja, as elasticidades.

O modelo log-log com k variáveis é assim descrito:

$$\log_{10} Y_i = \beta_0 + \beta_1 \log_{10} X_{1i} + \beta_2 \log_{10} X_{2i} + \dots + \beta_k \log_{10} X_{ki} \quad (1)$$

O termo ε_i representa os resíduos da regressão, com média zero e variância constante, essa hipótese pode ser violada quando a relação funcional entre as variáveis explicadas e explicativas está mal especificada, de acordo com Wooldridge (2006). Essa condição também respeita a hipótese da normalidade, na qual os resíduos da regressão são independentes das variáveis explicativas e, são normalmente distribuídos com as condições mencionadas acima, média zero e variância constante.

Gujarati e Porter (2009) elucidam que, embora o modelo não seja linear nas variáveis Y e X , ele o é nos parâmetros β , tornando possível estimá-los através do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Segundo Wooldridge (2006), o MQO é popularmente usado para estimar os parâmetros do modelo de regressão múltipla.

Todos os cálculos subsequentes foram efetuados através do suplemento Análise de Dados presente no software Microsoft Excel 2013, com nível de confiança α de 95%.

Este trabalho visa modelar econometricamente as variáveis supramencionadas no item 3.2 tanto dados operacionais do setor de aviação brasileira como também informações macroeconômicas. A partir da análise e dos inputs das variáveis explicativas e explicadas no modelo de regressão múltipla, os resultados dos modelos econométricos apresentados subsequentes visam analisar o comportamento da demanda e da oferta por transporte aéreo no mercado brasileiro como já mencionado entre os anos de 2002 a 2015.

Para explicar o comportamento da demanda, considera-se como variável preponderante o nível de renda da população. Como o sistema de transporte aéreo é considerado mais rápido e proporciona maior comodidade ao passageiro em relação ao modal rodoviário, por exemplo, logo é conveniente considerar que a curva de demanda do setor aéreo esta diretamente relacionada à renda do consumidor.

Assim, a curva de demanda foi modelada através de regressão múltipla em função da renda média da população brasileira, do Índice de Preço ao Consumidor (IPCA), SELIC anual, a taxa de juros básica do Banco Central do Brasil e das tarifas médias praticadas e resultando na expressão (2). Outros fatores poderiam ser investigados, como facilidade de crédito, nível de endividamento das famílias e pacotes promocionais, mas estes possuem mensuração menos precisa e fogem ao escopo deste estudo.

$$\log_{10}(RPK) = \beta_0 + \beta_1 \log_{10}(Renda) + \beta_2 \log_{10}(IPCA) + \beta_3 \log_{10}(Selic) + \beta_4 \log_{10}(Tarifa) \quad (2)$$

As estatísticas gerais da qualidade da regressão são apresentadas na Tabela 3. O coeficiente de determinação (R^2) mede o quanto das variáveis independentes explicam a variação da demanda dada pela quantidade de passageiros pagos em quilômetros voado (RPK). O (R^2) mostra a adequação do modelo e na tabela abaixo, verifica-se que primeiramente o valor apurado pelo (R^2) e de 0,92948, ou seja as variáveis independentes explicam 92,94% da variação da variável dependente (RPK). Valor este considerado alto, o que representa uma boa qualidade do ajuste da regressão. Importante mencionar que alguns trabalhos se limitam basicamente a expor o resultado referente ao (R^2).

No entanto, no caso de regressão múltipla, o (R^2) sempre aumentara com o incremento de mais variáveis, mesmo que tais regressores não sejam adequados ao modelo. Segundo Wooldridge (2010) a adoção do “ R^2 ajustado” para a análise é relevante, porque ele impõe uma penalidade a inclusão de variáveis explicativas adicionais em um modelo.

Nota-se que o “ R^2 ajustado” continua alto nesse modelo contribuindo para uma boa qualidade dos estimadores. Assim, a literatura recomenda, portanto, adotar o “ R^2 ajustado” para esta análise, o qual penaliza o percentual de ajuste pela inserção de variáveis regressoras, oferecendo um cenário pessimista ao ajustamento (discussões entre R^2 e R^2 ajustado podem ser consultadas em Gujarati & Porter, 2009, e Montgomery & Runger, 2011).

Tabela 3: Estatísticas gerais de regressão da curva de demanda.

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,964097807
R-Quadrado	0,929484581
R-quadrado ajustado	0,898144394
Erro padrão	0,05424097
Observações	14

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se mais uma análise relevante acerca da regressão que é o teste de significância global (Teste F), que verifica se todas as variáveis explicativas afetam a variável de explicada, ou seja, testa a hipótese $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$.

Caso o nível de significância do teste seja inferior ao nível de confiança adotado, esta hipótese é rejeitada e o modelo é coerente. O teste F aprova a significância conjunta dos regressores no modelo de regressão, assim, se aceita a hipótese nula de que não existem não-linearidades negligências ao nível de significância proposto no teste.

Analisando a Tabela 6, verifica-se que o p-valor do teste é quase desprezível, levando à conclusão de que tanto a Renda, o IPCA, a SELIC e o preço da tarifa média possuem coeficientes não nulos na função. Gujarati e Porter (2009) salientam que o teste de cada coeficiente separadamente não elimina a necessidade do teste global.

Por último, a Tabela 5 apresenta a estimativa dos coeficientes da função de demanda. A média dos resíduos encontrados entre os valores previstos pela função e aqueles observados no período e pode ser considerada nula, evidenciando a validade do ajustamento.

Tabela 4: Estatísticas gerais de regressão da curva de demanda.

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	4	0,349024165	0,087256041	29,65791495	3,40277E-05
Resíduo	9	0,026478745	0,002942083		
Total	13	0,37550291			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5: Estimativa dos coeficientes da curva de demanda.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
		1,52612869		0,07267485
Interseção	3,101408778	4	2,032206583	2
	-	0,32588538	-	
LOG TARIFA	0,016353512	4	0,050181789	0,96107358
		0,31062357		0,00132862
LOG RENDA	1,422523111	1	4,579572332	7
	-	0,18892256	-	0,05626871
LOG SELIC	0,413702388	8	2,189798669	4
		0,12055280		0,58536585
LOG IPCA	0,06820731	2	0,565787841	4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação aos coeficientes estimados, nem todas as variáveis apresentaram coeficientes estimados estatisticamente significantes e com o sinal consistente com o esperado. Como observado no item 3.2 às tarifas seguem uma tendência em queda no período analisado. Fato este que possivelmente pode explicar o quanto a variável IPCA não possui coeficientes estimados estatisticamente significantes e o sinal distinto do esperado pela teoria econômica. Pela teoria econômica a inflação deveria influenciar na curva de demanda e na renda disponível do consumidor.

Com relação ao teste T, verifica-se que somente as variáveis explicativas Renda e Selic apresentaram, para um nível de significância de 5%, os coeficientes estimados significativos. Há evidências nessa regressão que a Renda e a Selic estão relacionados à demanda (RPK), observando o resultado do p-valor apresentado, como se apresenta na tabela acima.

Assim, com o intuito de melhorar o modelo de curva de demanda, aplica-se uma nova regressão com os seguintes parâmetros: da renda média da população brasileira, SELIC anual, a taxa de juros básica do Banco Central do Brasil e das tarifas médias praticadas e resultando na expressão, descartando a variável IPCA.

$$\log_{10}(RPK) = \beta_0 + \beta_1 \log_{10}(Renda) + \beta_2 \log_{10}(Selic) + \beta_3 \log_{10}(Tarifa) \quad (2)$$

Nessa nova equação desenvolvida, não se observa na regressão múltipla mudanças significativas tanto no R^2 , como no R^2 ajustado como pode ser verificado na Tabela 6. E o modelo continuou respeitando os parâmetros para o teste de significância global. No entanto, observa-se mais aderência das variáveis explicativas a variável dependente.

Tabela 6: Estimativa dos coeficientes da curva de demanda

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,962796166
R-Quadrado	0,926976458
R-quadrado ajustado	0,905069395
Erro padrão	0,052364637
Observações	14

Tabela 7: Estatísticas gerais de regressão da curva de demanda.

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	3	0,348082358	0,116027453	42,31404609	5,44713E-06
Resíduo	10	0,027420553	0,002742055		
Total	13	0,37550291			

Tabela 8: Estimativa dos coeficientes da curva de demanda

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	2,69961433	1,30410621	2,07008777	0,06527416
LOG TARIFA	0,036072788	0,30162654	0,11959421	0,90717314
LOG RENDA	1,509879442	0,26020974	5,80254761	0,00017236
LOG SELIC	-0,354676834	0,15205743	-2,332518892	0,04187009

O modelo de regressão proposto para explicar o comportamento da demanda do transporte aéreo doméstico é expresso pela equação (3), a seguir:

$$\log_{10}(RPK) = 2,6996 + 0,03607 \log_{10}(Tarifa) + 1,50987 \log_{10}(Renda) - 0,35467 \log_{10}(Selic) \quad (3)$$

Importante ressaltar que as derivadas parciais com relação ao log da função supracitada representam as elasticidades (Gujarati e Porter, 2009, p. 208), sendo (em módulo), 0,036 a elasticidade-preço da demanda, 1,509 a elasticidade-renda e 0,354 a elasticidade-juros da demanda.

Pode-se inferir com este modelo que a demanda foi inelástica no período analisado, ou seja, variações no preço das tarifas provocaram alterações menos sensíveis na quantidade demandada. Mesmo que a tarifa não apresente significância estatística pelo modelo, mas respeitando a teoria econômica da relação do preço na curva de demanda considera-se essa variável no modelo. Tal conclusão exige estudos complementares para compreender melhor este comportamento que podem ser abordados em trabalhos futuros.

Algumas razões, no entanto, podem ser apontadas: primeiramente, a inclusão da renda altera a dinâmica do modelo de regressão simples proposto naquele estudo e se trata de uma representação mais próxima da realidade. Por exemplo, mesmo que o preço aumente de um período para outro, se a variação da renda neste período for percentualmente superior à elevação do preço, a quantidade demandada também aumenta (mantendo as variáveis externas constantes).

No cenário oposto, se a renda diminuir mesmo a redução das tarifas pode não levar o indivíduo a comprá-las, haja vista que ele dispõe de menor poder para arcar com seus demais gastos. De fato, os dados de tarifa e renda entre 2002 e 2013 indicam que esta última aumentou em quase todos os períodos, enquanto aquela apresentou um comportamento mais volátil. Com relação à elasticidade-juros da demanda demonstra que uma variação nos juros impacta inversamente a demanda por passagens.

Com relação ao preço das tarifas, observa-se que esta caiu consideravelmente no período de análise com uma redução de aproximadamente 18%. Caso tais valores estejam abaixo do preço no ponto de equilíbrio entre oferta e demanda (assumindo guerra de preços entre as companhias para aumentar a participação no mercado), acréscimos sutis na tarifa não inibem a demanda, assumindo um comportamento inelástico. Por fim, outras razões podem ser encontradas ao se analisar o preço do modal rodoviário e o boom das compras coletivas que intensificam a guerra por preços realizados no mercado de aviação.

Com relação à curva de oferta, a formulação da quantidade de assentos-quilômetros (ASK), utilizou-se a regressão múltipla com as seguintes variáveis: renda média da população brasileira, do Índice de Preço ao Consumidor (IPCA), SELIC anual, a taxa de juros básica do Banco Central do Brasil, Brent que corresponde à cotação média do barril de petróleo na Bolsa de Nova Iorque, e das tarifas médias praticadas e resultando na expressão. As variáveis IPCA, Brent e Selic foram imputadas no modelo como proxis para mensuração da variável custo total.

A variável de custo total segundo a teoria econômica possui uma relação direta com a curva de oferta, sendo assim a mesma variável foi imputada no modelo levando em consideração as variáveis explicativas mencionadas acima. No anexo 1, observa-se que as variáveis independentes IPCA, Brent e Selic explicam a variável custos totais e a curva de custos.

Como se elucida na equação a seguir a curva de oferta:

$$\log_{10}(ASK) = \beta_0 + \beta_1 \log_{10}(Renda) + \beta_2 \log_{10}(Tarifa) + \beta_3 \log_{10}(IPCA) + \beta_4 \log_{10}(Selic) + \beta_5 \log_{10}(Brent)$$

Analogamente aos critérios que foram utilizados para o modelo de demanda, o modelo empregado foi o log-log a fim de suavizar o modelo.

O coeficiente de determinação (R^2) foi de 96,57%, patamar considerado alto o que representa uma boa qualidade no ajuste da regressão. Assim, as variáveis explicativas: renda, tarifa, IPCA, Selic e Brent apuram quase 97% da quantidade ofertada. Nota-se que o “ R^2 ajustado” continua alto nesse modelo contribuindo para uma boa qualidade dos estimadores. Como já mencionado anteriormente, a literatura recomenda, portanto, adotar o “ R^2 ajustado” para esta análise, o qual penaliza o percentual de ajuste pela inserção de variáveis explicativas, oferecendo um cenário pessimista ao ajustamento.

Interessante observar que o teste F apresentou resultado aceitável, pois $p\text{-valor} < \alpha$, como pode ser observado na Tabela 10 abaixo. Assim, verificam-se todas as variáveis explicativas afetam a variável de explicada.

As variáveis explicativas do modelo que determinam a quantidade ofertada apresentaram alguns resultados que fogem a regra de teoria econômica. A estimativa da Renda revelou que enquanto a renda oscila positivamente isto proporciona o aumento do incremento da quantidade de assentos-quilômetros (ASK). Assim, respeitando a lógica econômica, pois com o aumento substancial da renda as companhias aéreas irão investir em infraestrutura para aumentar a quantidade ofertada de assentos-quilômetros para atender a demanda.

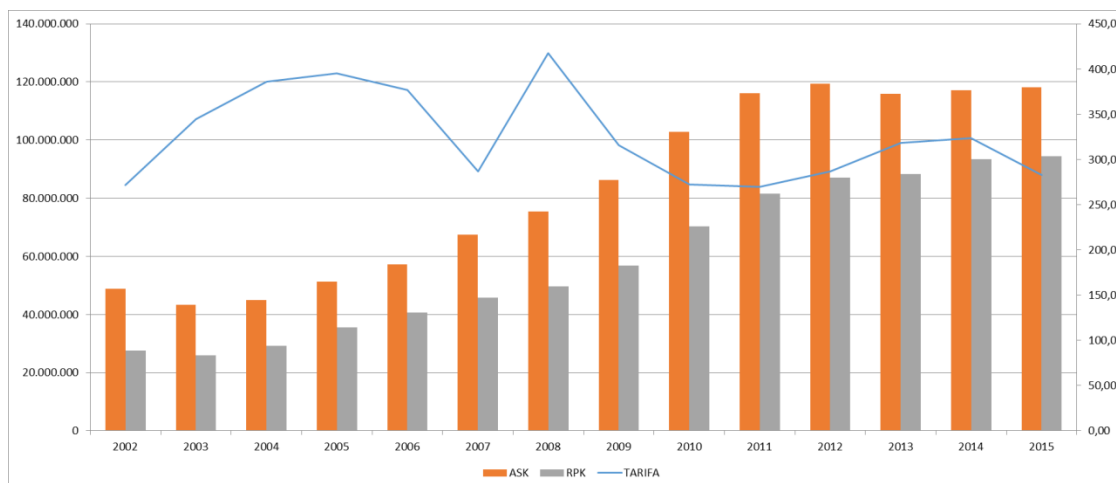
No entanto, com relação à tarifa há uma característica bastante incomum pela qual passa o mercado de aviação civil. Em teoria, quanto maior o preço de um bem, maior será o interesse do produtor em ofertá-lo. No entanto, como observado no Gráfico 4 abaixo essa relação não é respeitada neste setor de aviação civil.

Tabela 9: Estatísticas gerais de regressão da curva de oferta.

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,981351256
R-Quadrado	0,963050288
R-quadrado ajustado	0,944575431
Erro padrão	0,033930713
Observações	16

Tabela 10: Teste de significância global da regressão da curva de oferta.

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	5	0,300070904	0,060014181	52,1276202	7,70906E-07
Resíduo	10	0,011512933	0,001151293		
Total	15	0,311583837			



Fonte: Elaborado pelos autores.

Gráfico 4: Série histórica da quantidade de ASK, RPK e do preço das tarifas.

Tal relação é conhecida como Lei Geral da Oferta, e, em outras palavras, significa que a quantidade ofertada do bem é diretamente proporcional ao seu preço. A partir da Tabela 11, é possível notar que o coeficiente angular da tarifa é negativo, do que se conclui que a oferta de passagens aéreas domésticas não seguiu a Lei Geral da Oferta no período de análise.

Interessante ressaltar que as variáveis IPCA, Selic e Brent contribuem para explicar o comportamento dos custos totais na quantidade ofertada. Dos custos totais quase 90% são custos indiretos que possuem em sua base custos relacionados com combustível, arrendamento de aeronaves e aeroportuárias. E tais custos são diretamente impactados pelas variáveis elucidadas acima. No anexo 1, se verifica a relação dessas variáveis explicativas com a variável dependente os custos totais.

Com relação ao IPCA, observa-se que o coeficiente angular possui uma correlação positiva com a quantidade ofertada. Como essa variável está relacionada à variável custos totais, pode-se concluir que em períodos no qual o IPCA apresenta patamares elevados, este influencia diretamente as variáveis de custo. Assim, as companhias aéreas necessitam ampliar a oferta de assentos-quilômetros para compensar a perda ocasionada com os impactos do IPCA repassados

diretamente aos custos e que não foram repassados para a tarifa, assim, absorvendo esse impacto negativo em seus resultados.

Como já observado, as tarifas no período analisado não acompanharam os índices de preços, por diversos fatores já mencionados como aumento da concorrência que ocasionam guerra por preços. Seguindo a mesma lógica, verifica-se que o comportamento do coeficiente angular do Brent apresenta as mesmas distorções já mencionadas no caso do IPCA.

O coeficiente referente à variável Selic apresenta significância estatística e coerência com o sinal apresentado, pois essa variável oscila inversamente a quantidade de assentos-quilômetros (ASK). Por exemplo, seguindo a teoria econômica, quando se observa uma elevação das taxas de juros, o custo para o arrendamento de aeronaves torna-se mais elevado levando as companhias a postergar a decisão de ampliar a quantidade ofertada e até mesmo reduzir a quantidade de assentos-quilômetros, logo na regressão essa variável apresenta um coeficiente redutor da variável dependente.

Tabela 11: Estimativa dos coeficientes da curva de oferta.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	4,19889084	1,005816038	4,174611143	0,001903952	1,957793048	6,439988632	1,957793048	6,439988632
LOG RENDA	1,040507714	0,193092578	5,388646845	0,00030631	0,610270638	1,47074479	0,610270638	1,47074479
LOG TARIFA	-0,144615576	0,203452691	-0,710806897	0,49344874	-0,597936423	0,30870527	-0,597936423	0,30870527
LOG IPCA	0,167082949	0,078989455	2,115256397	0,060504725	-0,008916524	0,343082422	-0,008916524	0,343082422
LOG SELIC	-0,258801093	0,143413955	-1,804573989	0,101294492	-0,578347299	0,060745112	-0,578347299	0,060745112
LOG BRENT	0,139761337	0,064193559	2,177186317	0,054504087	-0,003270825	0,282793499	-0,003270825	0,282793499

Fonte: Elaborado pelos autores.

O modelo de regressão resultante que explica o comportamento da curva de oferta de passagens aéreas domésticas é expresso pela equação (5), a seguir:

$$\log_{10}(ASK) = 4,19 + 1,04 \log_{10}(Renda) - 0,04 \log_{10}(Tarifa) + 0,16 \log_{10}(IPCA) - 0,26 \log_{10}(Selic) + 0,14 \log_{10}(Brent)$$

O nível de aproveitamento dos assentos, ou taxa de ocupação, (RPK/ASK) no mercado em 2015 foi próximo de 80% conforme Gráfico 5, e em algumas empresas passaram de passaram de 80%, verificando assim que a política de precificação praticada entre as empresas se caracteriza por uma forte competição em preços, pois, para manter um nível alto de ocupação, utiliza-se de promoções, perfil diferente do verificado em 2005, conforme o Gráfico 6 da ANAC (2014).

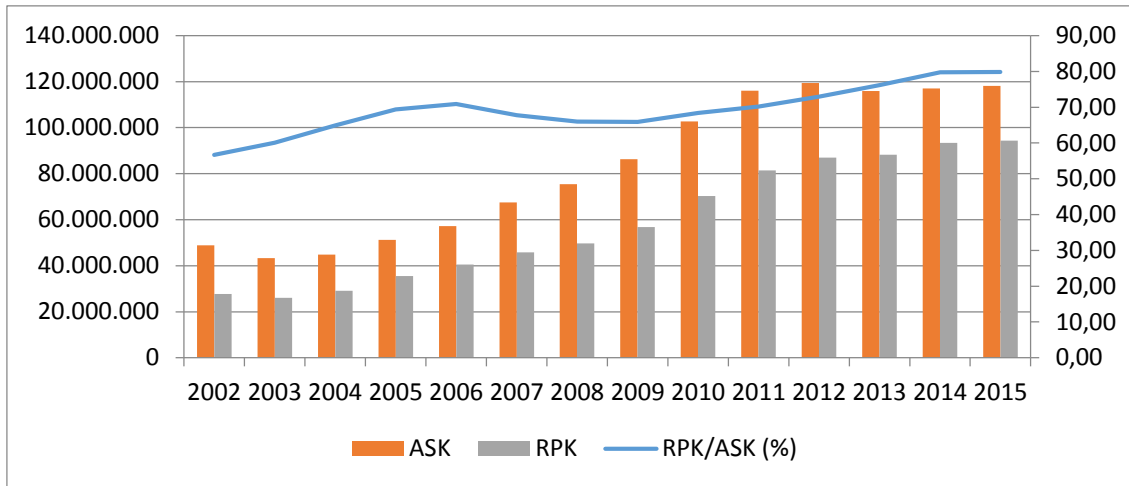


Gráfico 5 – Evolução da oferta (ASK) e da demanda (RPK) comparados com a taxa de ocupação

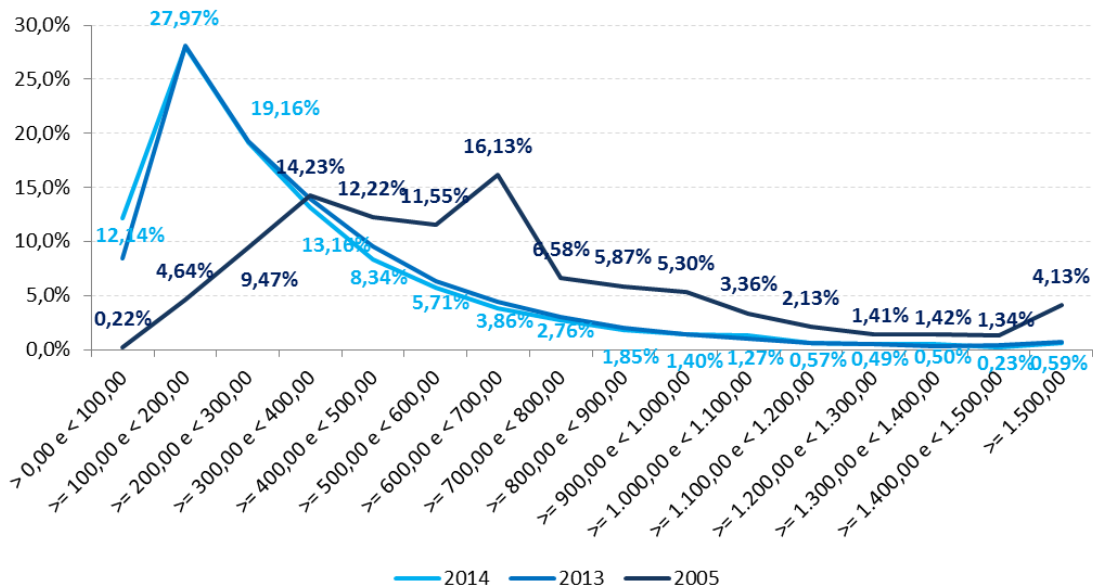


Gráfico 6: Distribuição das tarifas praticadas.

Fonte: ANAC (2014).

Esse comportamento de forte concorrência em uma “guerra por preços” nas empresas levou o setor a apresentar prejuízo nos últimos anos, como visto anteriormente.

5. Conclusões

O congestionamento na malha aérea acaba impactando negativamente nos custos das empresas, conforme a ABEAR (2013), visto que a frota brasileira com 6,4 anos em média é uma das mais novas com isso tende a ser mais eficiente.

O movimento das empresas em diminuir a oferta para se ajustar a nova realidade brasileira é crucial para manter a sobrevivência do setor que vem sofrendo com constantes prejuízos nos últimos anos.

A avaliação das variáveis macroeconômicas se mostra crucial para definir as estratégias do setor, principalmente nas que envolve a oferta, dado que um aumento substancial na neste fator também depende de aquisição de mais aeronaves que são feitos em contratos de leasing de longo prazo. Além disto, as ofertas de mais voos demandam mais gastos de combustíveis que apresentam forte influência da cotação do barril de petróleo e da variação cambial.

Políticas públicas para desenvolvimento do setor são necessárias para os desafios das empresas, que envolvem uma melhor gestão das operações aeroportuárias para que aumente a utilização das aeronaves. O setor precisa de uma reforma na tributação visto que para voos domésticos o combustível é tributado pelo Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias (ICMS) em média de 21%, segundo a ABEAR (2013), ao contrário dos voos internacionais que são isentos.

Os impactos da limitação do capital estrangeiro precisam ser avaliados em estudos futuros para verificar se uma mudança neste quesito ocasionará melhoria no setor, além da avaliação da legislação trabalhista comparando com outros países.

6. Referências

- ADLER, N.; BERECHMAN, J. 2001 Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: An application of data envelopment analysis. *Transport Policy*, 8, pp. 171–181
- ABEAR. 2013. Associação Brasileira das Empresas Aéreas - Panorama 2013. Disponível em: <<http://www.abear.com.br/dados-e-fatos>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- ANAC. 2014. Dados e Estatísticas. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/Area.aspx?ttCD_CHAVE=26>. Acesso em: 25 jun. 2016.
- BEL, G., FAGEDA, X. 2008, Getting there fast: globalization, intercontinental flights and location of headquarters. *Journal of Economic Geography*, v. 8, 471-495
- BETTINI, H. F. A. J., DE OLIVEIRA, A. V. M., 2009 Condicionantes Macroeconômicos e Regulatórios da Determinação da Capacidade Produtiva: Estudo de Caso do Setor Aéreo Est. *Econ.*, São Paulo, v. 39, n. 1, P. 161-183.
- BIELSCHOWSKY, P. & CUSTÓDIO, M. C. 2011. A evolução do setor de transporte aéreo brasileiro. *Revista Eletrônica Novo Enfoque*, 13, 13, 72-93.
- BRUECHNER, J. K. 2013. Airline traffic and urban economic development. *Urban Studies*, v. 40, 1455-1470
- CURADO, T., CURADO, M., 2014 Identificando as preferências do banco central do Brasil 2002-2013. *Estudos Econômicos*. vol.44 no.3 São Paulo
- DOGANIS, R. 1992. *The airport business*. Routledge, London
- FAGEDA, X. 2014. What hurts a dominant airliners at hub airports? *Transportation Research Part E*, v. 70, 172-189
- FAGEDA, X., SUAUI-SANCHEZ, P., MASON, K. J. 2015. The evolving low-cost business model: Network implications of fare bundling and connecting flights in Europe. *Journal of Air Transport Management*, v. 42, 289-296

- GREEN, R. 2007. Airports and economic development. *Real estate economics*, v. 35, 91-112
- GUJARATI, D. N. & Porter, D. C. *Basic Econometrics*. McGraw Hill, Nova Iorque, 5 ed., 2009.
- ITANI, N., O'CONNELL, J. F., MASON, K. 2014 A macro-environment approach to civil aviation strategic planning. *Transport Policy*, volume 33, páginas 125-135
- Lantseva, A., Mukhina, K., Nikishova, A., IVANOV, S., KNYAZKOV, K. 2015 Data-driven Modeling of Airlines Pricing. *Procedia Computer Science*, Volume 66, Pages 267–276
- LEITÃO, M. 2011 *Saga brasileira*, Rio de Janeiro: Record, 2011
- MCKINSEY&COMPANY. 2010. Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 29 nov. 2014.
- NARANGAJAVANA, Y., GARRIGOS-SIMON, F. J., GARCÍA, J. S., FORGAS-COLL, S. 2014 Prices, prices and prices: A study in the airline sector. *Tourism Management*, Volume 41, Pages 28–42
- ROLIM, P. S.W., BETTINI, F. A. J. H., OLIVEIRA, A. V. M. 2016 Estimating the impact of airport privatization on airline demand: a regression-based event study. *Journal of Air Transport Management*, Volume 54, Pages 31–41
- TREANOR, S. D., ROGERS, D. A., CARTER, D. A., SIMKINS, B. J. 2014 Exposure, hedging, and value: New evidence from the U.S. airline industry. *International Review of Financial Analysis* 34 · June 2014
- TUROLLA, F. A.; LOVADINE, D. & OLIVEIRA, A. V. M. 2006. Competição, colusão e antitruste: estimação da condita competitiva de companhias aéreas. *Revista Brasileira de Economia*, 60, 4, 425-459.
- VALENT, V. D.; SALES DORNELLES, G. DE; VALENT, J. Z. 2014 A inserção da Azul Linhas Aéreas no mercado brasileiro: um estudo descritivo de uma estratégia inovadora. *RAI* 11.3, PAGES 125-149.
- VASCONCELLOS, M. A. S. & GARCIA, M. E. 2004. *Fundamentos de Economia*. Saraiva, São Paulo, 2004.
- WOOLDRIDGE, J. M. 2006. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. Rio de Janeiro:Thomson, 2006.