

Como as companhias aéreas decidem o tamanho das aeronaves no mercado brasileiro? Estudo dos determinantes e projeções para a próxima década

[How airlines decide the average size of airplanes in Brazilian market?
Study of the determinants and projections for the next decade]

Thyago Silva Hermeto*

Petrobrás, Brazil

Submitted 19 Jun 2011; received in revised form 12 Dec 2011; accepted 26 Jan 2012

Resumo

As companhias aéreas que operam no mercado brasileiro detêm o seguinte questionamento de planejamento estratégico de malhas: (1) considerando apenas o crescimento orgânico a uma taxa de 11,8% ao ano no período 2003-2008 de movimentação de passageiros, (2) considerando a limitação física dos principais aeroportos (3) considerando que a velocidade de realização de obras em infraestrutura aeroportuária vem se demonstrado aquém de acompanhar a velocidade do crescimento da demanda – qual deve ser o perfil ideal para a frota de aeronaves das companhias: equipamentos menores com perfil similar ao jatos da Embraer (disponibilidade de assentos em torno de 100 passageiros) ou aeronaves do perfil Airbus ou Boeing (disponibilidade superior a 140 assentos)? Realizou-se um estudo econométrico, através de uma regressão do tamanho médio de aeronaves utilizadas no Brasil. A etapa média praticada pelas companhias aéreas é a variável que ocasiona a escolha por aeronaves maiores, com a maior elasticidade estimada (37,9%); em contrapartida o aumento do PIB ocasiona uma escolha por aeronaves menores, 17,6% de elasticidade. Conclui-se que o cenário neutro mostrou ser mais coerente com a realidade de mercado, e em relação ao perfil da aeronave, considerando o período analisado (janeiro de 2011 até julho de 2014) havendo uma diminuição inicial em 6,5% em relação ao tamanho médio da aeronave em julho de 2010, e em julho de 2020 apresentará um aumento em 9,8%.

Palavras-Chave: tamanho médio de aeronaves; elasticidade; logística; transporte aéreo.

Abstract

In Brazilian market, all airlines companies have a complex problem to solve, regarding the ideal profile for the aircraft fleet: Embraer's aircraft profile (availability of seats 100 passengers) aircraft or Boeing or Airbus profile (available above 140 seats)? To answer this question is necessary to think about the following boundary conditions: (1) the organic growth of passengers at a rate of 11,8%/year (2003-2008), (2) physical limitations of the major airports - the ability of the passenger terminal, number of lanes, number of slots in the apron area, (3) the rate of completion of infrastructure works in this short of monitoring the speed of demand growth displayed until the present moment. To address this issue, this econometric study presents the evolution of the average size of aircraft used in Brazil. The middle step practiced by airlines is the variable that causes the choice for larger aircraft, with elasticity of 37,9%, in contrast, GDP growth leads to a choice of smaller aircraft, elasticity of -17,6%. The conclusion is that neutral scenario proved to be more consistent with market reality, there is an initial decrease of 6.5% over the average size of the aircraft in July 2010 and July 2020 shows an increase of 9.8%.

Key words: average aircraft size; elasticity; logistics; aircraft transport.

* Email: thyagohermeto@globocom.com.

Recommended Citation

Hermeto, T. S. (2013) Como as companhias aéreas decidem o tamanho das aeronaves no mercado brasileiro? Estudo dos determinantes e projeções para a próxima década. Journal of Transport Literature, vol. 6, n. 1, pp. 122-138.

■ JTL|RELIT is a fully electronic, peer-reviewed, open access, international journal focused on emerging transport markets and published by BPTS - Brazilian Transport Planning Society. Website www.transport-literature.org. ISSN 2238-1031.

This paper is downloadable at www.transport-literature.org/open-access.

1. Introdução

Após a desregulamentação do transporte aéreo brasileiro em 2001, o setor apresentou alterações logísticas significativas com relação ao número de companhias aéreas ocasionando o aumento da competição de mercado e conseqüentemente a diminuição do yield; alteração do perfil da frota de aeronaves, entre outras.

A última década (2001 a 2010) pode ser considerada como o renascimento do setor de transportes aéreo em que grandes companhias aéreas – VASP, VARIG e TRANSBRASIL foram extintas; e paralelamente a consolidação da empresa TAM Linhas Aéreas; a criação da empresa GOL Linhas Aéreas, estas duas empresas atualmente representam 82%¹ da movimentação de passageiros nacional (doméstica); e mais recentemente o surgimento da empresa *low-fare* AZUL linhas aéreas, que em aproximadamente dois anos de existência apresenta aproximadamente 6% da fatia do mercado nacional.

Em 2010 a economia brasileira apresentou o maior índice de crescimento no PIB de 7,5% desde 1986, segundo Ministério da Fazenda, e o mercado de transporte aéreo apresentou um crescimento de 23,5% no ano de 2010 em relação à demanda de passageiros transportada no ano de 2009 (fonte: Infraero), e previsão de taxa de crescimento de demanda de passageiros ao ano para os próximos anos de aproximadamente 5%². Para atender tais expectativas, o Estado, companhias aéreas, operadoras aeroportuárias, e recentemente a Secretaria de Aviação Civil avaliam qual a real capacidade de atendimento aeroportuária em função da infraestrutura aeroportuária nacional.

As companhias aéreas que operam no mercado brasileiro detêm o seguinte questionamento; em função das seguintes condições de contorno: (1) considerando apenas o crescimento orgânico apresentado até o presente momento, em que a movimentação de passageiros cresceu cerca de 59% (fonte: Infraero - 2003-2008), (2) desconsiderando os futuros eventos em que o comportamento da demanda de passageiros comportar-se-á em picos, evento Copa do Mundo em 2014 e Olimpíadas em 2016, (3) considerando a limitação física dos principais

¹ Fonte – ANAC - anuário do Transporte Aéreo, Dados Estatísticos e Econômicos (2009).

² Fonte - McKinsey&Company (2010) *Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil*. 1ª Edição.

aeroportos – capacidade de terminal de passageiros, quantidade de pistas, quantidade de *slots* no pátio de aeronaves, (4) considerando que a velocidade de realização de obras em infraestrutura esta aquém de acompanhar a velocidade do crescimento da demanda apresentado ate o presente momento qual deve ser o perfil ideal para a frota de aeronaves das companhias: aeronaves menores com perfil à empresa Embraer (disponibilidade de assentos de 100 passageiros) ou aeronaves do perfil Airbus ou Boeing (disponibilidade superior a 140 assentos)? Analisando 88% do mercado do setor aéreo há dois modelos operacionais em vigência, o primeiro apresentado pelas empresas GOL e TAM utilizando as aeronaves maiores, Boeing B-737-800 (capacidade de 184 passageiros) e Airbus A320 (capacidade 174 passageiros), respectivamente, e segundo adotado pela empresa AZUL utilizando as aeronaves EMBRAER E190, com capacidade de 106 passageiros, porém realizando uma quantidade maior de voos. (fonte: OAG Aviations Solutions)

Em relação aos outros 12% do mercado, o mesmo é composto pela aviação regional e empresas como Webjet, Avianca (antiga Oceanair). As aeronaves destas empresas apresentam um tamanho médio de aeronaves inferior, com a frota composta por Boeing 737 (130 passageiros – Webjet), Fokker 100 (100 passageiros – AVIANCA), ATR 42 e 72 (46 e 68 passageiros respectivamente – TRIP). Recentemente a empresa TRIP está adquirindo aeronaves Embraer, ampliando o tamanho médio das aeronaves (aproximadamente 100 passageiros). Adotando a hipótese de crescimento deste segmento de mercado, ou seja, crescimento das empresas Webjet, Avianca e TRIP; ou o crescimento estruturado e robusto na aviação regional, irá ocasionar a queda no tamanho médio das aeronaves. Com relação a empresa Webjet, esta recebeu recentemente uma proposta comercial de aquisição apresentada pela companhia GOL, com o intuito de ampliação da fatia no mercado.¹

O presente trabalho consiste na realização de um estudo econométrico analisando a evolução do tamanho médio de aeronaves utilizadas no Brasil, com dados coletados desde janeiro de 1999 até dezembro de 2010. Os resultados apontam a variável *freq* (frequência de voos) não apresenta significância estatística com relação ao tamanho escolhido da aeronave. Analisando as variáveis de forma *ceteris paribus*, a etapa média praticada pelas companhias aéreas é a variável que ocasiona a escolha por aeronaves maiores, com 37,9% de elasticidade; em contrapartida o aumento do PIB ocasiona uma escolha por aeronaves menores, 17,6% de

¹ Fonte: www.voegol.com.br/ri, acessado em 09/07/2011

elasticidade. Conclui-se que o cenário neutro (premissas: PIB crescendo a uma taxa de 4,5% aa e o tamanho da etapa media em 6,5% aa) apresenta uma diminuição inicial em 6,5% em relação ao tamanho médio da aeronave em julho de 2010, e em julho de 2020 apresentará um aumento em 9,8%, caracterizando a forte influência que o aumento do poder aquisitivo (PIB) acarreta na escolha do cliente por serviços mais rápidos e dinâmicos.

O presente trabalho está assim dividido: na Seção 1 contempla a Introdução. Na Seção 2, faz-se a revisão bibliográfica com relação a estudos econométricos apontando as tendências para escolha do perfil da aeronave no cenário mundial e as divergências com o cenário brasileiro. Na Seção 3, apresenta-se o estudo econométrico com relação ao tamanho médio das aeronaves no cenário brasileiro. Na seção 4 é apresentada uma previsão para o perfil da frota de aeronaves, para julho/2014 e julho/2020, levando-se em consideração como variáveis impactantes o PIB brasileiro e a etapa media de vôo das aeronaves. E por fim, na Seção 5 as conclusões.

2. Revisão Bibliográfica

De acordo com estudos de previsão elaborados pela Airbus, no período entre 2010 e 2029, o transporte aéreo na América Latina irá apresentar a taxa de crescimento mais rápida, em função do crescimento da economia e o processo de desregulamentação do setor. A previsão é que o PIB da América do Sul cresça a uma taxa de 4,0% ao ano, ocasionando o crescimento de 7,4% ao ano no tráfego aéreo (ao longo de 20 anos). Os dados contidos na Tabela 1, demonstram que a China irá apresentar o maior crescimento em sua frota.

Tabela 1 – Previsão do Crescimento da Frota.

	America do Sul		CHINA		Mundo	
PIB/ano	4.0%		7.3%		3.2%	
Disponibilidade de Assentos (RPK)	6.9%		7.6%		5.3%	
Tipo de Aeronaves	2009	2029	2009	2029	2009	2029
Grande Porte	0	10	80	130	800	960
Corredor duplo	130	360	240	1.000	3.500	8.260
Corredor simples	910	2.300	1170	3.770	11.580	25.000
Jatos av. regional	90	100	80	280	3.010	2.090
Total	1.130	2.770	1.570	5.180	18.890	36.300

Fonte: Adaptado Boeing, 2010. Current Market Outlook. Long-term market.

Em relação a este contexto o Brasil está apresentando um crescimento econômico diferenciado, em 2010 cresceu 7,5% (fonte: www.ipeadata.gov.br – atividades econômicas), uma das maiores taxas desde 1986. Para a realização do espaço aéreo, um dos fatores limitadores está sendo a capacidade de infra-estrutura, pois os grandes aeroportos estão com a sua capacidade de pátio saturada, impossibilitando um aumento maior do que o apresentado atualmente. Devido à complexidade na questão da tomada de decisão com relação ao tamanho médio de aeronaves, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para analisar o setor de transporte aéreo.

2.1. Influências do aeroporto na escolha da aeronave

De acordo com estudos realizados pela empresa Mckinsey & Company (2010), os aeroportos brasileiros apresentam sua capacidade de saturada. Este estudo utilizou como metodologia a avaliação dos itens críticos do aeroporto: capacidade de movimentação das pistas, o comportamento da movimentação de passageiros/carga; pátio de estacionamento de aeronaves e o controle de tráfego aéreo. A carência por melhorias na infraestrutura dos aeroportos pode ser considerada como gargalo logístico do sistema de transporte aéreo, influenciando no processo de decisão das companhias aéreas pelo tamanho das aeronaves a ser escolhida.

De acordo com Gramulha (2011) a escolha do tamanho das aeronaves no mercado brasileiro está intrinsecamente relacionada na análise de rotas e em função dos aeroportos e sua infraestrutura. A metodologia aplicada consiste em relacionar: (a) quantidade de passageiros movimentada por aeródromo, (b) quantidade de movimentos, e (c) a quantidade de pistas destes aeródromos; obtendo como conclusão que o mercado está fundamentado na utilização de aeronaves *Narrow Body* (aeronaves em que os assentos estão separados por apenas uma passagem), ou seja, aeronaves cuja capacidade oscila entre 107 a 243 assentos. A Tabela 2 consiste na atualização dos valores apresentados no ano de 2003, referência utilizada por Gramulha (2011), atualizada através da base de dados do ano de 2009. Foram incluídos os dados dos quatro maiores aeroportos brasileiros.

Tabela 2 – Utilização da pista por capacidade de passageiros (2009).

	Aeroporto (IATA)	Pax (milhões)	Mov. (mil)	Pistas	Pax/mov.	Mov./Pista	Pax/Pista
1	Atlanta GA, US (ATL)	88,03	970	5	91	194	17,61
2	London, GB (LHR)	66,04	466	7	142	67	9,43
3	Beijing, CN (PEK)	65,37	489	3	134	163	21,79
4	Chicago IL, US (ORD)	64,16	828	7	77	118	9,17
B1	São Paulo (GRU)	21,73	210	2	104	105	10,86
B2	São Paulo (CGH)	13,70	193	1	71	193	13,70
B3	Brasília (BSB)	12,21	162	2	75	81	6,11
B4	Rio de Janeiro (GIG)	11,83	119	2	99	60	5,91

Fonte: Adaptado Tabela publicada na ATRS – Air Transport Research Society (2005).

Analisando os números de passageiros é possível verificar que a capacidade de movimentação do maior aeroporto brasileiro (GRU) é 405% menor que o maior aeroporto mundial (ATL) e com relação à quantidade de movimentos esta taxa é ainda maior, 462%. Outra importante conclusão está associada a quantidade de pistas do aeroporto, pois não necessariamente um aeroporto com uma quantidade de pistas maior realiza uma quantidade maior de movimentos, este contexto justifica-se através da análise de mercado na área de influência do aeroporto, ou seja, a região de Atlanta (US) apresenta um atrativo econômico e estratégico para as companhias aéreas em relação ao aeroporto de Londres (LHR). De acordo com o crescimento econômico apresentado pela China, o aeroporto de Pequim (PEK) encontra-se na terceira posição.

A metodologia empregada não leva em consideração o nível de congestionamento do aeroporto, em que a quantidade de pistas deve ser considerada, porém o fator “controle de *slots*” apontado por Dresner, Windle e Yao (2002) é determinante para a logística no sistema de transportes aéreo. A variável *yield* está relacionada aos horários de pouso e decolagem do aeroporto, dos portões de parada e utilização do portão de parada em horários de pico.

Segundo Givoni (2009), quando há a capacidade encontra-se limitada apenas mediante a utilização de aeronaves maiores é possível atender ao crescimento da demanda; e que variável *market size* obtém a maior elasticidade (0.35) em relação a escolha do tamanho da aeronave. Outro ponto a ser destacado é que em função do aumento da distancia a ser percorrida, o tamanho da aeronave aumenta devido trade-off entre o custo de pouso/decolagem e o custo do voo.

2.2. Perfil de Aeronaves adotado no Brasil

De acordo com os dados obtidos através da empresa OAG Aviaton Solutions, o perfil da frota de aeronaves brasileira sofreu alterações significativas na última década, pois no ano 2000, 69% da frota era constituída por aeronaves cuja capacidade de assentos disponível (ASK) era inferior a 118 passageiros, e 19% para aeronaves cujo ASK oscilasse entre 120-180 passageiros; e em 2010 este perfil encontra-se invertido, ou seja, 33% para aeronaves cujo ASK inferior a 118 passageiros e 59% para aeronaves cujo ASK oscila entre 120-180 passageiros, conforme apresentado no Tabela 3.

Tabela 3 – Perfil da frota de aeronaves no cenário brasileiro.

Aeronaves	Ano									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<50 pax	138	118	107	106	87	83	77	90	84	83
70 - 118	109	107	102	84	61	46	40	36	30	50
120 - 185	70	93	105	108	118	139	154	190	214	236
205 - 240	25	22	23	15	13	13	12	29	26	27
>280 (DC10 e B777)	17	19	17	17	17	15	8	8	6	4

Fonte: Adaptado de OAG Aviation Solutions, disponível em www.oagaviation.com

Em relação à movimentação de passageiros aumentou a uma taxa de 11,8%/ano (2003-2008), porém tal crescimento deu-se principalmente nos grandes centros brasileiros, nos estados de Rio de Janeiro, São Paulo, Distrito Federal; implicando no crescimento em 60,6% do tamanho médio das aeronaves. O crescimento ocorrido no mercado brasileiro está em consonância com os argumentos elaborados por Givoni (2009).

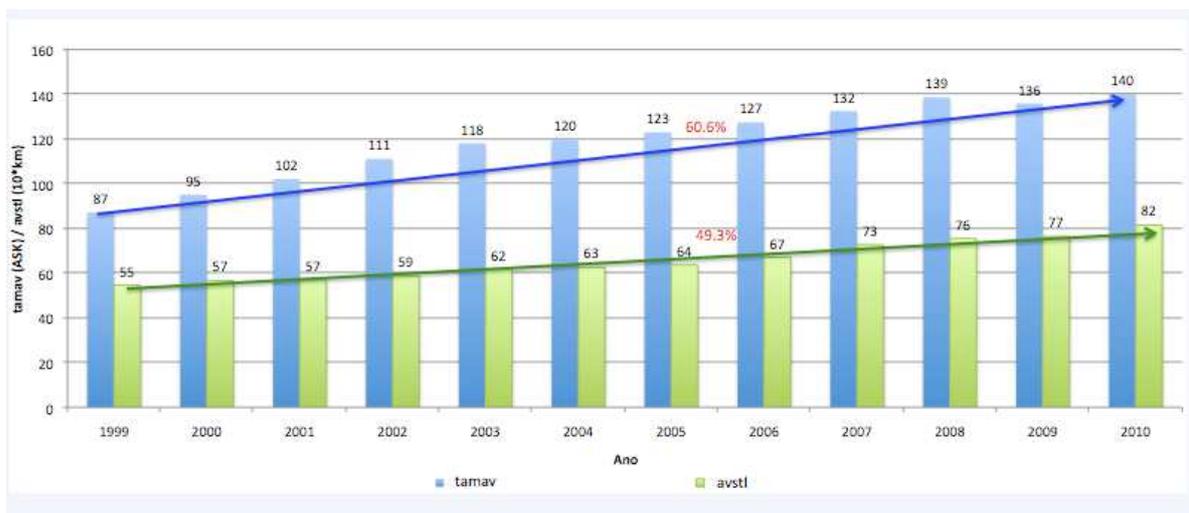


Figura 1 – Evolução do tamanho médio das aeronaves (tamav) e etapa media (avstl).

3. Estudo do Tamanho Médio de Aeronaves

3.1 Apresentação da Base de Dados

O presente estudo de comportamento do tamanho médio de aeronaves no mercado brasileiro baseou-se nos dados obtidos na ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), coletados no site www.anac.gov.br/hotran. Este banco de dados é uma compilação de séries de dados públicos disponibilizada pela ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.

A variável *gdp* (PIB - Produto Interno Bruto) brasileiro está representada como o PIB nacional, no período entre Jan/1999 até Dez/2010 já deflacionados pelo IPCA, que é um índice de inflação adotado pelo Governo Federal. Considerou-se a variável *yield* médio nacional, fornecido pela ANAC nesse mesmo período e também registrado em cada mês, além de estar deflacionado da mesma forma que o PIB, para as análises que se seguirão.

3.2 Estudo Econométrico e Análise de resultados

Para a realização do estudo econométrico utilizou-se o software Stata/SE 10 for Mac. A fim de garantir melhor qualidade dos resultados encontrados foram controlados os efeitos de autocorrelação entre as variáveis, bem como heteroscedasticidade.

Para evitar a construção do modelo econométrico viesado o fenômeno de autocorrelação, definido quando uma variável relevante e possui efeito marginal na demanda (*y*) não foi implementada no modelo ocasionando subespecificação; e o efeito da heteroscedasticidade, apresentado quando a hipótese da variância do termo não observável ser uma constante para todos os pontos de observação pode ser aceita, ou seja $E(u/x)=0$, ferindo a hipótese de média condicional; foram monitorados.

As variáveis utilizadas para a modelagem são:

- a. *avstl* - etapa média de companhias aéreas na aviação regular doméstica (HOTRAN/ANAC);
- b. *cias* – número de companhias aéreas;
- c. *freq* – total de frequência das aeronaves na aviação regular doméstica (HOTRAN/ANAC);

- d. *hhifr* – índice de concentração de frequências das aeronaves na aviação regular (HOTRAN/ANAC);
- e. *gpd* – PIB deflacionado pelo IPCA (IBGE);
- f. *qav* - custo médio do qav (ANAC e DAC);
- g. *tamav* - tamanho médio das aeronaves na aviação regular doméstica (HOTRAN/ANAC);
- h. *USD* – taxa de cambio entre dólar e real (IBGE);
- i. *yield* - indica o yield médio fornecido pela ANAC também já deflacionado para Jan/2010 (ANAC)
- j. *t* – contador de tempo (indicador p/ controle de tendência no stata);
- k. *dazul* – variável dummy de entrada da empresa AZUL, assume valor 1 a partir de janeiro de 2008 a dezembro de 2010, e 0 para outros valores;
- l. *m_1* a *m_12* – variáveis dummies criadas para o controle de sazonalidade na modelagem, meses de janeiro a dezembro.

A fim de compreender o comportamento da variável *yield*, realizou-se um estudo econométrico (Anexo) incluindo a variável *yield*. Os resultados apresentados em relação ao modelo elaborado sem a inclusão da variável *yield* pode ser extraídas a seguinte conclusão: a variável *yield* é uma variável endógena (dependente), ou seja, quando há um período de concorrência acirrada entre firmas, estas reduzem o valor das tarifas aéreas com o intuito de manter a demanda de passageiros. No período analisado houve um aumento na frota de aeronaves, e conseqüentemente o aumento de assentos disponíveis, ocasionando um tendência na redução das tarifas praticadas. Em função do viés encontrado na variável *yield* em relação a aspectos não observáveis, a mesma não foi considerado no modelo econométrico.

O presente estudo econométrico, através da realização do modelo de regressão linear foi explicitado mediante a seguinte função:

$$\begin{aligned} \text{tamav} = & 0,068704*\text{avstl} + 31,96779*\text{hhifr} + 1,001977*\text{qav} - 0,000086*\text{gdp} \\ & + 3,271549*\text{USD} - 7,545392*\text{dazul} + 47,72097 \end{aligned} \quad (1)$$

Tabela 4 – Resultados do modelo de regressão linear.

tamav	Coef.	Elasticity	Robust Std.Err	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hhifr	31.96779	0.055607	10.74552	2.97	0.004	10.70107	53.2345
qav	1.001977	0.012810	0.573079	1.75	0.083	-0.132216	2.136172
avstl	0.068704	0.378787	0.012912	5.32	0.001	0.043148	.0942589
gdp	-0.000086	-0.176353	0.000016	-5.21	0.001	-0.000118	-0.000053
USD	3.271549	0.093396	0.291546	11.22	0.001	2.694543	3.848554
dazul	-7.545392	-0.010549	1.106384	-6.82	0.001	-9.735064	-5.355721
m_1	-0.092983	-0.000065	0.523080	-0.18	0.859	-1.128224	0.942257
m_2	-0.446253	-0.000312	0.942614	-0.47	0.637	-2.311804	1.419297
m_3	-0.664866	-0.000465	0.807610	-0.82	0.412	-2.263226	0.93349
m_4	-1.155711	-0.000808	0.6828010	-1.69	0.093	-2.507076	0.195655
m_5	-0.160996	-0.000808	0.4165003	-0.39	0.700	-0.985301	0.663310
m_6	1.263989	-0.000113	0.5780915	2.19	0.031	0.119873	2.408104
m_7	0.139509	0.000883	0.5252153	0.27	0.791	-0.899957	1.178976
m_8	0.083157	0.000098	0.5438701	0.15	0.879	-0.9932295	1.159543
m_9	-0.356293	0.000058	0.7027628	-0.51	0.613	-1.747147	1.034562
m_10	-0.361355	-0.000249	0.6409817	-0.56	0.574	-1.629937	0.9072272
m_11	-1.025691	-0.000252	0.7232274	-1.42	0.159	-2.457048	0.4056654
_cons	47.72097	-0.000717	5.851448	8.16	0.001	36.14023	59.30172
$R^2 = 0.9901$							

A tabela 4 contempla os resultados obtidos, sendo que em relação ao hhifr, o sinal positivo de β e de elasticidade 5,6% demonstram que a concentração voos em determinados horários ocasiona um aumento no tamanho da aeronave; esta relação está diretamente relacionada com as limitações da infra-estrutura aeroportuária brasileira (pátio de estacionamento de aeronaves e capacidade de pista).

Em relação à variável qav, apresentando β positivo e elasticidade de 1,3%, o valor da tarifa ocasiona efeito de aumento pelo tamanho da aeronave porém não pode ser considerado impactante.

A variável USD aponta para escolha de aeronaves maior porte (β positivo), e elasticidade de 9,3%. Com o aumento da taxa de cambio, as empresas consideradas pequenas ou as empresas regionais são mais afetadas do que as empresas maiores, em função do aporte de capital (balança comercial) das companhias; ocasionando uma tendência de ampliação do mercado para as empresas maiores (TAM e GOL), e consequentemente o tamanho médio da aeronave aumente.

O mercado brasileiro pode ser considerado duopolista (GOL e TAM), porém nos últimos dois anos a empresa AZUL iniciou suas atividades e está crescendo sua participação no mercado; porém utilizando um perfil de frota diferenciado. A dummy *dazul* demonstra uma busca por aeronaves menores (β negativo), porém os resultados demonstram que não há efeito de elasticidade no mercado (1,0%) e sim um efeito marginal. Como proposta para próximos estudos, avaliando melhor o “efeito azul” faz-se necessário um estudo mais específico, envolvendo a disputa por nichos de mercado.

As duas variáveis mais impactantes são: a etapa média percorrida pelas aeronaves (*avstl*) e o PIB (*gdp*), com suas respectivas elasticidades 37,9% e -17,6%. Na última década a etapa média percorrida pela aeronave (*avstl*) aumentou cerca de 49%, ou seja, as companhias aéreas elaboraram uma malha de atendimento com rotas mais longas. Durante as fases de decolagem e pouso (inclusive taxiamento), a aeronave apresenta os maiores custos de combustível; sendo assim a fim de diluir o custo de combustível, as companhias adotam a estratégia de aumentar a etapa média.

O efeito do *gdp* (β negativo) está relacionado com o aumento na demanda do transporte aéreo, ou seja, mais passageiros estão consumindo este serviço; ocasionando a entrada de novas companhias aéreas no setor. Em geral são empresas regionais, ao longo do território nacional, ou empresas menores, e sendo assim não possuem condições financeiras para aquisição de aeronaves grandes e novas. Recentemente, a empresa Azul foi responsável pela mudança neste paradigma, dado que a expansão, no período de aproximadamente três anos, utilizando em seu perfil de frota aeronaves menores; aliado ao período de crescimento acelerado do PIB (2010). Toda esta conjuntura provoca uma queda no tamanho médio das aeronaves, dado que outras aeronaves, de menor porte, são adicionadas ao sistema; ou seja, a média diminui.

O raciocínio contrário torna-se válido: quando o PIB cai, as empresas menores sofrem, sendo que algumas podem declarar falência e fechamento. Logo este é um indicativo para o fator duopólio TAM-Gol (com aeronaves maiores) prepondera sobre a média de TAMAV. Essa variável sobe quando o PIB diminui.

A previsão do tamanho médio da aeronave será realizado levando em consideração as variações no PIB (*gdp*) e na etapa média (*avstl*).

4. Previsão do perfil da frota de aeronaves

O modelo econométrico, estabelecido na seção 3.2, aponta que as duas variáveis de maior impacto são o PIB (gdp) e a etapa média percorrida pelas aeronaves (avstl), apresentando uma elasticidade de -17,6 % e + 37,9% respectivamente. Uma das premissas para a realização do estudo de previsão da demanda futura é manter as demais variáveis de decisão com valores constantes ao longo do tempo, avaliando quais são os impactos gerados pelo PIB e avstl sobre o tamanho das aeronaves.

Avaliando de forma *ceteris paribus*, mantendo-se constante a variável avstl é possível afirmar que o efeito da variável PIB ocasionará uma diminuição no TAMAV, tendo em vista que os custos indiretos da empresa (tripulação, combustível de aviação, manutenção, etc) são menores em aeronaves menores. Da mesma forma se a variável PIB for mantida constante, a variável avstl ocasionará um aumento no TAMAV.

De posse dos modelos econométricos com os devidos parâmetros estimados, a previsão realizada considerou as variáveis mais impactantes: gdp (PIB) e avstl (etapa média). Para o cenário neutro (1) foram levadas em consideração a estimativa da taxa de crescimento de 4,5 % aa do PIB, de acordo com o estudo de Barros (2010), e em relação à etapa média (avstl) será adotada a taxa de crescimento: cenário neutro 6,5% (crescimento 2009-2010); conforme apresentada na tabela 5. Porém serão realizadas outras quatro simulações: o cenário vermelho (2) em que o Brasil apresenta crescimento econômico em 2011 a uma taxa de 7,5%, porém recessão econômica a partir ano de 2012 a uma taxa de -2,5%, em relação a etapa média a taxa adotada será de + 5% ao ano; no cenário pessimista (3) em que o Brasil apresenta estagnação econômica, com gdp de 0,0% aa, e o avstl com crescimento de 7,5% ao ano, realizando assim uma análise *ceteris paribus*; e um cenário otimista (4) com crescimento gdp a 7,5% aa, apresentada em 2010 (fonte: www.ipeadata.gov.br – atividades econômicas) e avstl estagnado (zero %), e o cenário “cia_azul” (5) medido entre janeiro de 2009 e dezembro de 2010 em que foram adotados como premissas o crescimento médio do avstl em 8,0%, e o crescimento do gdp em 10%. Estas análises serão realizadas para os anos de 2014 e 2020.

O tamanho médio adotado como referência está associado ao mês de julho de 2010 (137,2 assentos), bem como o restante das variáveis apresentam os valores observados: taxa de câmbio (USD = 1,87589), preço do qav (qav = 1,69205) e índice de concentração de

frequências das aeronaves na aviação regular ($hhifr = 0,23$). Os resultados estão apresentados na tabela 6.

Tabela 5 – Cenários analisados.

Cenário	Avstl (%/aa)	Gdp (%/aa)
Neutro (1)	+ 6,5	+ 4,5
Vermelho (2)	+5,0	+7,5 (2011) / - 2,5 (2012 a 2014)
Pessimista (3)	+ 6,5	0,0
Otimista (4)	0,0	+ 7,5
Cia_azul (5)	+ 8,0	+ 10,0

Tabela 6 – Previsão tamav ano 2014 e 2020.

Cenário	Julho/2014			Julho/2020		
	avstl (km)	gdp	tamav	avstl (km)	gdp	tamav
Neutro	1.029,7	390.761,9	128,26	1.502,5	508.873,6	150,63
Vermelho	972,9	326.489,6	129,86	1303,7	280.476,9	156,54
Pessimista	1.029,7	327.677,8	133,66	1.502,5	327.677,8	166,14
Otimista	800,4	437.603,6	108,49	800,4	675.354,3	88,14
Cia_azul	1.088,9	479.753,1	124,71	1.728,0	849.911,9	136,93

Em relação ao cenários pessimista este teve o intuito de avaliar, *ceteris paribus*, qual o real efeito da etapa media de voo (avstl) junto ao tamanho da aeronave, porém durante a última década, devido à melhoria da economia brasileira, principalmente recuperação do poder da moeda nacional, e levando em consideração a queda na taxa de câmbio em aproximadamente 54,3% (período de dezembro de 1999 a dezembro de 2010), não é factível optar por este cenário, tendo em vista crescimento de PIB nulo. Em 2014 o tamanho médio da aeronave seria 2,6% menor (tamanho médio da aeronave em julho/2010 = 137,2 assentos), e em 2020 seria 21,1% maior.

O cenário otimista considera o crescimento de PIB, melhoria na economia brasileira, avaliando de forma *ceteris paribus*, sem o crescimento da etapa media no voo. Em 2014 o tamanho médio da aeronave seria 20,2% menor, e em 2020 seria 37,8% menor.

Os resultados apresentados no cenário neutro apontam na redução inicial em 6,5% no tamanho médio da aeronave em relação a 2010, porém ao longo dos próximos dez anos no aumento em 9,8%.

O cenário vermelho apresenta um comportamento similar ao cenário neutro em relação ao ano de 2014, apresentando uma queda no tamanho médio da aeronave em 5,34%, porém em relação ao período de longo prazo ocorre o crescimento em 14,1%, ou seja, mesmo se o país apresentar um período de recessão, aliado ao fato do crescimento das distancias médias de viagens, o tamanho das aeronaves irá aumentar. Tal conclusão torna-se aplicável considerando que em períodos de recessão, as empresas que apresentam menor capital financeiro tende a sofrer maiores impactos, e problema analisado são estas empresas que detém aeronaves menores.

O cenário cia_azul considera o efeito causado pela empresa Azul no setor de transporte aéreo, e com aumento significativo na etapa média de voo, provaca uma queda inicial em 9,10% analisando o ano de 2014, porém a análise de longo prazo (2020) o tamanho médio da aeronave aproximadamente retorna ao praticado em 2010.

Conclui-se que o cenário neutro mostrou ser mais coerente com a realidade de mercado, com uma redução inicial em 6,5% no tamanho médio da aeronave em relação a 2010, porém ao longo dos próximos dez anos no aumento em 9,8%.

Conclusão

O presente trabalho apresentou um estudo econométrico dos determinantes do tamanho médio de aeronaves utilizadas na aviação comercial regular brasileira.

Foram encontradas as duas variáveis mais impactantes no modelo econométrico: a etapa média percorrida pelas aeronaves (avstl) e o PIB (gdp), com suas respectivas elasticidades 37% e -17% (aproximadamente). Na última década a etapa média percorrida pela aeronave (avstl) aumentou cerca de 49%, ou seja, as companhias aéreas elaboraram uma malha de atendimento com rotas mais longas. Durante as fases de decolagem e pouso (inclusive taxiamento), a aeronave apresenta os maiores custos de combustível; sendo assim a fim de diluir o custo de combustível, as companhias adotam a estratégia de aumentar a etapa média.

Foram elaborados cinco cenários para previsão nos períodos de julho/2014 e julho/2020. O cenário cia_azul considera a entrada da empresa Azul no setor de transporte, apresentando

uma queda inicial em 9,10% analisando o ano de 2014, porém a análise de longo prazo (2020) o tamanho médio da aeronave aproximadamente retorna ao praticado em 2010.

O cenário vermelho apresenta um comportamento similar ao cenário neutro em relação ao ano de 2014, apresentando uma queda no tamanho médio da aeronave em 5,34%, porém em relação ao período de longo prazo ocorre o crescimento em 14,1%, ou seja, mesmo se o país apresentar um período de recessão, aliado ao fato do crescimento das distancias medias de viagens, o tamanho das aeronaves irá aumentar. Tal conclusão torna-se aplicável considerando que em períodos de recessão, as empresas que apresentam menor capital financeiro tende a sofrer maiores impactos, e problema analisado são estas empresas que detém aeronaves menores.

Em relação ao cenários pessimista este teve o intuito de avaliar, *ceteris paribus*, qual o real efeito da etapa media de voo (avstl) junto ao tamanho da aeronave, porém durante a última década, devido à melhoria da economia brasileira, principalmente recuperação do poder da moeda nacional, e levando em consideração a queda na taxa de câmbio em aproximadamente 54,3% (período de dezembro de 1999 a dezembro de 2010), não é factível optar por este cenário, tendo em vista crescimento de PIB nulo. Em 2014 o tamanho médio da aeronave seria 2,6% menor (tamanho médio da aeronave em julho/2010 = 137,2 assentos), e em 2020 seria 21,1% maior.

O cenário otimista considera o crescimento de PIB, melhoria na economia brasileira, avaliando de forma *ceteris paribus*, sem o crescimento da etapa media no voo. Em 2014 o tamanho médio da aeronave seria 20,2% menor, e em 2020 seria 37,8% menor. Os resultados apresentados no cenário neutro apontam na redução inicial em 6,5% no tamanho médio da aeronave em relação a 2010, porém ao longo dos próximos dez anos no aumento em 9,8%.

Conclui-se que o cenário neutro mostrou ser mais coerente com a realidade de mercado, com uma redução inicial em 6,5% no tamanho médio da aeronave em relação a 2010, porém ao longo dos próximos dez anos no aumento em 9,8%. É possível afirmar que há outras variáveis que alteram o comportamento do modelo, porém não foi possível catalogá-las, sendo estas consideradas como não observáveis.

Referências

- Barros, O. (2010) Compilação Sistemática do Bradesco Referente às Projeções do Mercado de Curto, Médio e Longo Prazos. *Boletim Focus Banco Central do Brasil*. Bradesco, São Paulo, SP.
- Boeing (2010) *Current Market Outlook*, disponível em www.boeing.com
- Borenstein, S. e Netz, J (1999) Why do all the flights leave at 8 am? Competition and departure-time differentiation in airline markets. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 17, pp. 661-640.
- Dresner, M.R, Windle e Y.Yao (2002) Airport Barriers to entry in the US, *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 36, pp. 389-405
- Givoni, M. e Rietveld, P (2009) Airline's choice of aircraft size – explanations and implications. *Transportation Research Parte A*, vol. 43, pp. 500-510.
- Gol Linhas Aéreas (2011). *GOL Anuncia que está em Tratativas com a Webjet*, disponível em www.voegol.com.br/ri.
- Gramulha, R. (2011) Escolha do tamanho da aeronave pelas empresas aéreas. *Journal of Transport Literature*, vol.5, n 4, pp. 232-239.
- Lopes, J. S. C. e Cunha, C. B. (2012) Um modelo integrado de simulação-otimização para a avaliação de um novo negócio de aeronaves de propriedade compartilhada. *Journal of Transport Literature*, vol. 6, n.4.
- McKinsey&Company (2010) *Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil*. 1ª Edição, disponível em www.bndes.gov.br
- Melo Filho, C. R. (2011) O custo do seguro aeronáutico e seus determinantes. *Journal of Transport Literature*, vol. 5, n. 1, pp. 83-96.
- OAG aviations solutions fleet database. *Banco de dados das aeronaves brasileiras (2000 a 2009)*, disponível em www.oagaviation.com em 04/07/2011.
- Pitfield, D.E, Caves, R.E e Quddus, M.A (2009) Airline strategies for aircraft size and airline frequency with changing demand and competition: A simultaneous-equation approach for traffic on the north Atlantic. *Journal of Air Transport Management*, vol. 16, pp. 151-158.
- Santos, F. A. B. (2011) O arrendamento de aeronaves no mercado brasileiro de transporte aéreo regular. *Journal of Transport Literature*, vol. 5, n. 3, pp. 210-228.
- Wei, W. e Hansen, M. (2007) Airline's competition size and service frequency in duopoly markets. *Transportation Research Part E*, vol. 43, pp. 409 – 424.

Anexo

Com o intuito de analisar a demanda *yield*, realizou-se a regressão linear contida na tabela A.1, extraíndo a elasticidade das variáveis em relação ao tamanho da aeronave (*tamav*).

Tabela A1 – Resultados do modelo de regressão linear contemplando a variável *yield*.

<i>tamav</i>	Coef.	Elasticity	Robust Std.Err	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hhifr	44,14053	0,0768	8,90	4,96	0,0000	26,5273	61,7538
qav	0,94406	0,0121	0,45	2,10	0,0370	0,0564	1,8317
avstl	0,07061	0,3893	0,01	7,18	0,0000	0,0511	0,0901
gdp	-0,00007	-0,1381	0,00	-4,55	0,0000	-0,0001	0,0000
yield	8,56661	0,0446	1,59	5,38	0,0000	5,4135	11,7197
USD	2,01575	0,0575	0,33	6,08	0,0000	1,3593	2,6722
dazul	-4,62453	-0,0065	1,17	-3,94	0,0000	-6,9473	-2,3017
m_1	-0,28078	-0,0002	0,49	-0,57	0,5700	-1,2570	0,6954
m_2	0,43079	0,0003	0,74	0,58	0,5620	-1,0363	1,8978
m_3	-0,11023	-0,0001	0,66	-0,17	0,8670	-1,4102	1,1898
m_4	-1,08162	-0,0008	0,63	-1,72	0,0880	-2,3274	0,1642
m_5	-0,39644	-0,0003	0,50	-0,79	0,4340	-1,3951	0,6022
m_6	0,74657	0,0005	0,51	1,46	0,1460	-0,2629	1,7560
m_7	-0,04947	0,0000	0,55	-0,09	0,9290	-1,1455	1,0466
m_8	-0,08501	-0,0001	0,50	-0,17	0,8670	-1,0844	0,9144
m_9	-0,76500	-0,0005	0,62	-1,22	0,2230	-2,0010	0,4710
m_10	-0,80864	-0,0006	0,66	-1,22	0,2260	-2,1241	0,5068
m_11	-0,80555	-0,0006	0,59	-1,36	0,1780	-1,9821	0,3710
_cons	44,07735	-	4,19	10,53	0,0000	35,7933	52,3614