

METODOLOGIA PROJEÇÃO DE DEMANDA POR TRANSPORTE AÉREO NO BRASIL



1. Introdução

O presente documento visa apresentar detalhes da metodologia utilizada nos desenvolvimentos de previsão de demanda aeroportuária no Brasil no âmbito do Estudo do Setor Aéreo.

Estudos de demanda de cunho econométrico vêm sendo historicamente realizados pelo sistema desde a época do Departamento de Aviação Civil, com os estudos de Demanda Detalhada e Demanda Global do transporte aéreo, realizadas pelo Instituto de Aviação Civil, IAC. O presente estudo buscou seguir a tradição da abordagem *top-down* da demanda, adotada pelo IAC. Utilizou-se, de forma complementar, uma abordagem *bottom-up*, com previsões de demanda das ligações aéreas, como forma de promover um maior embasamento das projeções realizadas na abordagem tradicional. Esta metodologia, *bottom-up* tem como principal função dar visibilidade sobre o crescimento da demanda em rotas específicas.

No âmbito do presente projeto, foram realizadas projeções de demanda futura até 2030, com ênfase nos anos de 2014, 2020 e 2030. Ambas as modelagens, *top-down* e *bottom-up*, apresentam premissas quanto à evolução de PIBs e preços e, no caso da primeira, também incorpora estimativa do efeito conjunto do tamanho médio das aeronaves e do *load factor* médio praticado pelo mercado.

2. Metodologia

Abaixo são descritos os procedimentos metodológicos utilizados no âmbito da previsão de demanda do presente estudo.

2.1 Abordagens Desenvolvidas

Foram utilizadas duas abordagens no estudo de demanda: *top-down* (TD) e *bottom-up* (BU):

- Top-down: Nesta abordagem, assume-se que existe uma demanda global, de onde será extraído um comportamento médio do consumidor: uma elasticidade-preço média e uma elasticidade-PIB média, ambas obtidas por estimação de modelo econométrico de demanda global.
- Bottom-up: Nesta abordagem, as elasticidades são configuradas por meio de parametrização por casos semelhantes. Existem inúmeras possibilidades de elasticidades-preço e PIB, de acordo com a segmentação de passageiros do aeroporto. Foi utilizado o estudo de Gillen et al (2006) para a configuração das elasticidades da demanda.

2.2 Abordagem Top-Down

O estudo de demanda em sua abordagem *top-down* utilizou dados reais do transporte aéreo brasileiro na estimação de um modelo econométrico. Foram estimadas duas equações de demanda global, uma para o mercado doméstico e outra para o mercado internacional.

i. Mercado Doméstico

Para o mercado doméstico, a equação utilizada foi a seguinte:

$$\ln(PAX_DOMÉSTICO_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(YIELD_DOMÉSTICO_t) + \beta_2 \ln(PIB_BRASIL_t) + \beta_3(DUMMY_LIBERALIZAÇÃO) + e_t$$

Onde $\ln(\cdot)$ é a transformação logarítmica da variável, $PAX_DOMÉSTICO_t$ é o movimento global de passageiros nos 20 aeroportos da amostra, no ano t , $YIELD_DOMÉSTICO_t$ é o *yield* receita médio doméstico brasileiro deflacionado pelo IPCA no ano t , PIB_BRASIL_t é o produto interno bruto brasileiro, a preços de 2008, no ano t , $DUMMY_LIBERALIZAÇÃO$ é uma variável binária representativa dos anos a partir de 1998, e e_t são os resíduos da regressão.

Os dados utilizados foram provenientes dos estudos de Demanda Detalhada e Global do Instituto de Aviação Civil, e dos Anuários Estatísticos da Agência Nacional de Aviação Civil. Os dados macroeconômicos foram extraídos da base de dados IPEADATA.

Os resultados da estimação da demanda global doméstica foram os seguintes:

Variável	ln (PAX Doméstico)
ln (PIB Brasil)	1.240 →→→
ln (Yield Doméstico)	-0.454 →→→
<i>Dummy</i> de Liberalização (1998-)	0.475 →→→
Constante	4.150 →→→
R ² Ajustado	0.917

→→→ significativo ao nível de 1%. →→ significativo ao nível de 5%. → significativo ao nível de 10%.
Desvios padrões das estimativas são robustos a presença de heteroscedasticidade e autocorrelação.

ii. Mercado Internacional

Para o mercado internacional, a equação utilizada foi a seguinte:

$$\ln(PAX_INTERNACIONAL_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(YIELD_INTERNACIONAL_t) + \beta_2 \ln(PIB_BRASIL_t \times PIB_RESTO_DO_MUNDO_t) + e_t$$

Onde $\ln(\cdot)$ é a transformação logarítmica da variável, $PAX_DOMÉSTICO_t$ é o movimento global de passageiros nos 20 aeroportos da amostra, no ano t , $YIELD_DOMÉSTICO_t$ é o *yield* receita médio doméstico brasileiro deflacionado pelo IPCA no ano t , PIB_BRASIL_t é o produto interno bruto brasileiro, a preços de 2008, no ano t , $PIB_RESTO_DO_MUNDO_t$ é o produto interno bruto mundial, a preços de 2008, no ano t , e e_t são os resíduos da regressão.

Os dados utilizados foram provenientes dos estudos de Demanda Detalhada e Global do Instituto de Aviação Civil, e dos Anuários Estatísticos da Agência Nacional de Aviação Civil. Os dados macroeconômicos foram extraídos da base de dados IPEADATA e do FMI.

Os resultados da estimação da demanda global doméstica foram os seguintes:

Variável	ln (PAX Internacional)
ln (PIB Brasil x PIB Resto do Mundo)	0.777 →→→
ln (Yield Internacional)	-0.280 →→
Constante	-0.994 →→
R ² Ajustado	0.874

→→→ significativo ao nível de 1%. →→ significativo ao nível de 5%. → significativo ao nível de 10%.
Desvios padrões das estimativas são robustos a presença de heteroscedasticidade e autocorrelação.

As projeções de demanda, tanto no mercado doméstico quanto internacional, levaram em consideração *yields* e preços futuros, a partir de premissas de crescimento econômico e competitividade do transporte aéreo entradas no modelo.

iii. *Share* das Áreas de Captação (AC)

Antes de se explicar a metodologia aqui aplicada, faz-se necessária a introdução do conceito de área de captação. Área de captação (AC) se refere a um ou mais aeroportos capazes de atender a demanda por transporte aéreo de uma mesma região metropolitana. O último caso ocorre nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

Para efeitos da distribuição da demanda global ao longo dos 20 aeroportos considerados na amostra, utilizou-se uma equação de *market share* das respectivas áreas de captação. Um modelo econométrico de *market share* das áreas de captação foi desenvolvido. As projeções de *share* futuro foram desenvolvidas levando-se em conta o princípio de proporcionalidade dinâmica, ou seja, os *shares* variam ao longo do tempo, de acordo com os regressores.

- **Mercado Doméstico**

Os *shares* dos PIBs das UF em relação ao PIB do Brasil são as variáveis explicativas de *share* de passageiros das áreas de captação. Modelo econométrico:

$$\text{logit} (SHARE_AC) = f(SHARE_PIB_AC_UF, \text{um intercepto para cada AC})$$

Resultados:

Variável	logit <i>Share</i> PAX Doméstico
<i>Share</i> PIB UF	6.969 →→
Constante	-4.073 →→→
R ² Ajustado	0.994

→→→ significativo ao nível de 1%. →→ significativo ao nível de 5%. → significativo ao nível de 10%.
Desvios padrões das estimativas são robustos a presença de heteroscedasticidade e autocorrelação.

Efeitos Fixos de AC (deslocadores de interceptos) omitidos.

- **Mercado Internacional**

No caso do internacional, foi adicionado o *share* de PAX da AC no doméstico como regressor adicional:

logit (*SHARE*_AC)= f(*SHARE*_PIB_AC_UF, *SHARE*_PAX_DOMÉSTICO, um intercepto para cada AC)

Resultados:

Variável	logit <i>Share</i> PAX Internacional
<i>Share</i> PIB UF	10.549
<i>Share</i> PAX Doméstico	13.431 →→
Constante	-5.118 →→→
R ² Ajustado	0.997

→ → → *significante ao nível de 1%*. → → *significante ao nível de 5%*. → *significante ao nível de 10%*.

Desvios padrões das estimativas são robustos a presença de heteroscedasticidade e autocorrelação.

Efeitos Fixos de AC (deslocadores de interceptos) omitidos.

Foi gerada a projeção do *share* usando a projeção de *share* de PIB por UF. No internacional, foi usada também a projeção de *share* de pax no doméstico.

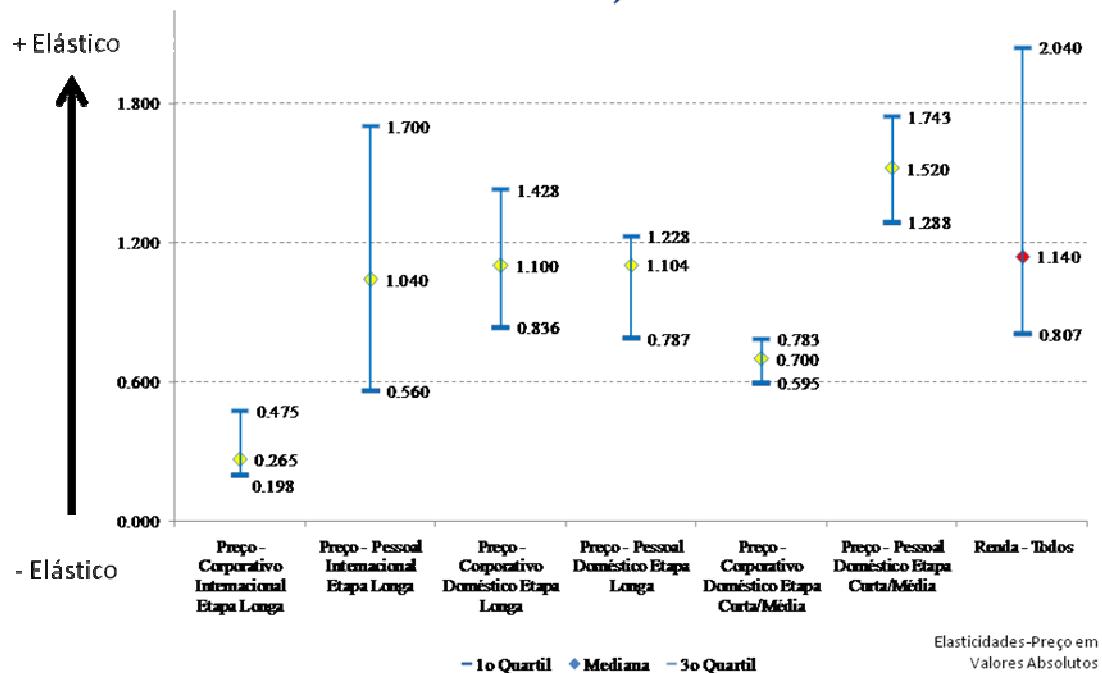
iv. Share de Aeroportos dentro de ACs com Múltiplos Aeroportos

Para a distribuição de tráfego entre aeroportos dentro de ACs com múltiplos aeroportos, foram usados *shares* obtidos a partir da abordagem *bottom-up* de cada AC. Com esse procedimento, foi possível, por exemplo, efetuar a distribuição do movimento total projetado da área de captação do Rio de Janeiro entre os aeroportos do Galeão e do Santos Dumont. A demanda projetada foi, então, contrastada com a capacidade projetada dos aeroportos, de forma a permitir um levantamento das necessidades de expansão do sistema aeroportuário.

2.3 Abordagem *Bottom-Up*

Na abordagem *bottom-up* a demanda das ligações aéreas brasileiras foi projetada tendo como base elasticidades-preço e elasticidade-PIB estimadas pela literatura internacional do transporte aéreo. Foram usados os valores das elasticidades encontradas da *survey* realizada por Gillen, Morrison e Stewart (GMS, 2006).

Elasticidades GMS, 2006



No cômputo das elasticidades ligação-por-ligação, foi utilizada a seguinte segmentação de passageiros:

- Corporativo: “Viajante a Negócio”, frequente, pouco sensível a preço e muito sensível ao tempo de viagem e à atividade econômica.
- Pessoal: “Viajante a Lazer”, “Turista”, etc. Viajante por motivos pessoais, mais sensível a preço e menos sensível ao tempo de viagem e à atividade econômica.
- Novato: passageiro “Eventual”, ou “de 1ª Viagem”. Demanda nova advinda do modal rodoviário (competição intermodal) ou de um início de hábito de consumo.

Cada segmento apresenta elasticidade-preço e elasticidade-PIB próprios, extraídos do estudo GMS, 2006. O mix percentual de participação de cada segmento no fluxo da ligação foi extraído da Pesquisa Origem-Destino FIPE, 2009.

Com base nas informações de elasticidade-preço e elasticidade-PIB, e a partir das premissas de crescimento econômico e competitividade do transporte aéreo inseridas no modelo, foi possível efetuar a previsão de demanda futura das ligações brasileiras, nos segmentos doméstico e internacional.

2.4 Conciliação entre Abordagens

Houve um desenvolvimento de conciliação das projeções entre as abordagens BU e TD, calibrando-se alguns parâmetros obtidos no estudo GMS, 2006, de forma que a diferença entre elas não ultrapassasse 10%.

3. Considerações Finais

O presente documento visou a detalhar os passos desenvolvidos na metodologia do presente estudo de demanda do Estudo do Setor Aéreo. Optou-se por um desenvolvimento de abordagem *top-down* conjuntamente a um exercício *bottom-up* de projeção de demanda. A abordagem *top-down* baseou-se em modelagem econométrica com utilização de dados agregados do setor. Esses dados foram inicialmente compilados pelo antigo Instituto de Aviação Civil e foram atualizados até 2008. Dois modelos de regressão de demanda foram estimados, um para o transporte aéreo doméstico de passageiros e outro para o transporte aéreo internacional de passageiros. Em ambos os casos, foram estimadas as elasticidades-preço e PIB da indústria. Estes parâmetros foram aplicados na projeção da demanda total futura dos 20 aeroportos à luz de projeções de PIB e de preços futuros. Para se chegar à demanda por cada aeroporto, utilizou-se uma segunda regressão, de *market share* aeroportuário. Essa regressão foi desenvolvida a partir de um painel de dados de aeroportos, sendo o *share* do PIB do estado do aeroporto a principal variável explicativa. O nível de agregação das estimativas foi o da região metropolitana, sendo os dados desagregados ao nível do aeroporto a partir de estimativas de *share* dentro da área de captação com múltiplos aeroportos, obtidos na abordagem *bottom-up*.

A abordagem *bottom-up* partiu de dados desagregados ao nível das ligações aéreas brasileiras. Foram selecionadas as 658 principais ligações não-direcionais domésticas (pares de aeroportos) e as 100 principais ligações não-direcionais internacionais (aeroporto-país de destino). Utilizando-se estimativas de elasticidade-preço e elasticidade-PIB obtidas em estudos internacionais desagregados ao nível das rotas, foi realizada a projeção de demanda para cada uma das ligações consideradas, à luz de projeção de preços e PIB futuros. Os resultados finais

foram agregados ao nível dos aeroportos e das áreas de captação, sendo conciliados com as projeções *top-down*.