

# TRANSPORTE AÉREO DE PASSAGEIROS E EFEITOS DE REDE SOCIAL<sup>1</sup>

Claudio Luiz de Carvalho<sup>2</sup>  
Eduardo Almeida<sup>3</sup>

A literatura de transporte raramente considera a influência da interação social e espacial sobre os fluxos de passageiros. Este artigo objetiva analisar os determinantes dos fluxos de passageiros do transporte aéreo, utilizando o modelo gravitacional ampliado, incorporando efeitos de rede social, dependência espacial e controlando-se para efeitos fixos. O controle para efeitos fixos na presença de variável explicativa invariante no tempo foi feito por intermédio do método da decomposição vetorial de efeitos fixos. Os resultados obtidos mostram que o efeito indireto de rede social se mostrou relevante para explicar o fluxo aéreo de passageiros. Contudo, não houve evidência sobre a relevância estatística dos efeitos de rede diretos na explicação dos fluxos aéreos.

**Palavras-chave:** modelo gravitacional; transporte aéreo de passageiros; efeitos de rede; decomposição vetorial de efeitos fixos.

## AIRLINE PASSENGER TRANSPORT AND SOCIAL NETWORK EFFECTS

The transport literature has rarely considered the influence of spatial and social interaction on passenger flows. This work aims to estimate air travel demand using an extended gravity model, incorporating social network effects and controlling for fixed effects. The control for fixed effects in a presence of time-invariant explanatory variable was done using fixed effects vector decomposition. The findings reveal that the indirect network effect is important to explain airline passenger flows. However there is no evidence on the statistical relevance of direct network effect in the explanation of air travel flows.

**Keywords:** gravity model; air travel; network effects; fixed effects vector decomposition.

## TRANSPORTE AEREO DE PASAJEROS Y EFECTOS DE REDE SOCIAL

La literatura del transporte raramente considera la influencia de la interacción social y espacial de los flujos de pasajeros. El presente artículo tiene como objetivo analizar los determinantes de los flujos de pasajeros aéreos que utilizan el modelo de gravitacional ampliado, incorporando los efectos de la red social, la dependencia espacial y de controlar por efectos fijos. El control de los efectos fijos en la presencia de variable explicativa invariante en el tiempo se hizo por la descomposición del

---

1. Eduardo Almeida agradece o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Cláudio Luiz de Carvalho agradece o apoio financeiro da UFJF e da Universidade de São Paulo (USP).

2. Mestre em economia aplicada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Servidor técnico-administrativo na Universidade de São Paulo (USP). *E-mail:* <claudioluizdecarvalho@usp.br>.

3. Professor-associado de economia na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). *E-mail:* <eduardo.almeida@ufjf.edu.br>.

método efectos vector fijo. Los resultados muestran que el efecto indirecto de red social resultó ser relevante para explicar el flujo aéreo de pasajeros. Sin embargo, no había evidencia de pertinencia estadística de los efectos de red directa en la explicación de los flujos aéreos.

**Palabras clave:** modelo gravitacional; transporte aéreo de pasajeros; efectos de red; descomposición vectorial de efectos fijos.

## LE TRANSPORT AÉRIEN DE PASSAGERS ET LES EFFETS DE RÉSEAU SOCIAL

La littérature de transport considère rarement l'influence de l'interaction sociale et spatiale des flux de passagers. Le présent article a pour objectif d'analyser les déterminants des flux de passagers aériens utilisant le modèle de gravité étendue, intégrant les effets de réseau social, la dépendance spatiale et le contrôle des effets fixes. Le contrôle des effets fixes en présence de la variable explicative invariante dans le temps a été faite par le méthode de vecteur décomposition de effets fixes. Les résultats montrent que l'effet indirect du réseau social s'est révélée pertinente pour expliquer le passager d'air. Cependant, il n'y avait aucune preuve de la pertinence statistique des effets de réseau direct pour expliquer les flux d'air.

**Mots-clés:** modèle gravitationnel; le transport aérien de passagers; les effets de réseau; vecteur decomposition des effets fixes.

**JEL:** R41; R42; C21.

## 1 INTRODUÇÃO

O transporte aéreo de passageiros tem apresentado um acentuado crescimento no Brasil nos últimos tempos. A média do crescimento no número de passageiros no período 2005-2010 foi de aproximadamente 10% ao ano (a.a.). As principais razões para este crescimento repousam no aumento da renda disponível, no barateamento das tarifas, provocado pela liberalização tarifária promovida pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac),<sup>4</sup> na maior concorrência entre as companhias aéreas e na expansão do crédito, principalmente para consumidores das classes sociais C e D (Ipea, 2010).

Apesar desse acelerado crescimento no fluxo de transporte aéreo, a provisão de infraestrutura aeroportuária não acompanhou tal ritmo. Os principais aeroportos do país apresentam-se saturados quanto ao recebimento de voos adicionais para determinados horários. Há, portanto, a necessidade de se expandir a capacidade aeroportuária, com o propósito de acompanhar o ritmo crescente atual e futuro do fluxo de transporte aéreo.

Conseqüentemente, existe um problema de planejamento que envolve atender ao fluxo atual e futuro de passageiros aéreos, a fim de dimensionar os

---

4. A liberalização tarifária, combinada com os esforços da Anac, nos últimos anos contribuiu para maior dinamismo e competição na oferta de serviços. O preço médio por quilômetro voado no período 2003-2008 mostrou queda expressiva de 48%.

investimentos necessários em infraestrutura aeroviária. Diante da necessidade de prever os fluxos de passageiros do transporte aéreo, é corriqueiro na literatura internacional recorrer ao modelo gravitacional. A ideia intuitiva desse modelo remonta à lei da gravitação universal, formulada por Isaac Newton, a qual estabelece que dois objetos quaisquer se atraem gravitacionalmente por meio de uma força que depende diretamente das massas desses objetos e inversamente da distância que existe entre eles. Essa ideia foi transportada para investigar fenômenos socioeconômicos, substituindo a massa física pela massa econômica como força de atração, mas permanecendo a distância como força de atrito.

Usar o modelo gravitacional para o estudo de certos fenômenos econômicos pode ser conveniente porque é a contraparte empírica de um modelo de competição imperfeita. Tal modelo acomoda, por um lado, os custos de transação, definidos como custos de transporte e custos de informação e, por outro, economias de aglomeração e de escala, representadas pelos tamanhos das massas econômicas (Combes, Lafourcade e Mayer, 2005).

Dessa forma, na literatura internacional a modelagem gravitacional é recorrente em vários trabalhos de estimações de fluxo de comércio, de transporte e de migrantes, entre outros (McCallum, 1995; Obstfeld e Rogoff, 2000; Rauch, 2001; Wagner, Head e Ries, 2002; Anderson e Van Wincoop, 2003; De la Mata, Lesage e Llano, 2009).

Um desses desenvolvimentos teóricos é representado pela consideração no modelo dos efeitos de rede social. A respeito disso, Bolduc (1992) já havia sugerido incluir variáveis socioeconômicas e de rede social no modelo gravitacional, porém havia o receio de que isso pudesse tornar o modelo intratável. Uma forma tratável de se incorporar os efeitos de rede social foi conseguida por De la Mata, Lesage e Llano (2009). Se o efeito das redes sociais não for incorporado ao modelo gravitacional, isso tem clara implicação sobre a inferência estatística, podendo viesar o estimador.

A ideia subjacente aos efeitos de rede social é de que os fluxos de turismo seriam mais intensos entre regiões com maior fluxo observado de migrantes, dado que estes poderiam proporcionar oportunidades de negócios e de investimentos, uma vez que os custos de transação são reduzidos à medida que o conjunto de informações que os migrantes detêm é ampliado. Para um país como o Brasil, em que se verificaram historicamente várias ondas migratórias, é razoável supor que possa haver tais efeitos de rede.

Este trabalho tem por objetivo analisar os determinantes do transporte aéreo de passageiros, usando um modelo gravitacional ampliado com controle dos efeitos

de rede social e da dependência espacial. Além disso, este modelo ampliado faz também o controle das características não observadas, específicas a cada rota aérea.

Somente o estudo realizado por De la Mata, Lesage e Llano (2009) incorpora os efeitos de rede e, por conseguinte, investiga a sua influência sobre os fluxos de passageiros. Porém, os autores não fizeram o controle para efeitos fixos de rotas.

Dentro da literatura nacional, a respeito da estimação dos determinantes dos fluxos de transporte aéreo de passageiros, destacam-se os trabalhos de Montoro Filho (1971), Costa, Santos e Yamashita (2008), Alves, Alvarenga e Rocha (2011), Condé (2011), Rocha (2011), Santos (2004) e Hermeto (2013). Com base nas informações do quadro 1, percebe-se que, na literatura nacional sobre o transporte aéreo, não se encontra trabalho que tenha feito os controles dos efeitos de rede social e das características não observadas das rotas aéreas, pois não foi usado painel de dados de fluxo em nenhum estudo até o momento.

Além desta seção introdutória, este artigo contém outras cinco seções. A seção 2 especifica o modelo gravitacional ampliado a ser adotado na análise dos fluxos do transporte aéreo de passageiros. Na seção 3 é apresentado o método de estimação, a fim de se levar em conta a endogeneidade de rede e os efeitos fixos na presença de variáveis explicativas invariantes no tempo. Na seção 4, o banco de dados da pesquisa é exposto. A seção 5 reúne os resultados e a sua discussão. Por fim, a seção 6 tece as considerações finais, destacando as conclusões de relevo deste trabalho.

QUADRO 1  
Revisão dos estudos sobre o transporte aéreo no Brasil

Autores	Região	Dados	Método investigativo	Controle de efeitos rede	Controle de efeitos fixos de rota	Principais variáveis	Conclusões
Montoro Filho (1971)	Regiões brasileiras	Séries de tempo	Regressão linear	Não	Não	Passageiros, renda e tarifa.	Elevada elasticidade-renda, baixa elasticidade-preço e crescimento da economia regional aérea.
Santos (2004)	União Europeia, Estados Unidos, Ásia, África Subsaariana e América do Sul	Séries de tempo	Defasagem distribuída autorregressiva (DDA)	Não	Não	Tarifa média, PIB, população, distância de rotas, produtos substitutos, taxa de câmbio e variáveis de sazonalidade.	As estimativas por defasagem distribuída autorregressiva (DDA) possuem maior precisão do que as estimadas por mínimos quadrados ordinários (MQO).
Rocha (2011)	Regiões Brasileiras	<i>Cross section</i>	Regressão Linear	Não	Não	Demanda de transporte aéreo, receitas, PIB e custo por assento quilômetro.	A demanda de passageiros para o mercado de aviação regional brasileiro sofre influência negativa dos aumentos dos preços das tarifas e influência positiva do aumento do PIB.
Condé (2011)	Rio de Janeiro	Séries de tempo	Modelos de regressão múltipla	Não	Não	Passageiros domésticos, <i>yield</i> , <i>dummies</i> , PIB, câmbio etc.	Há uma aproximação à tendência de triplicação do movimento doméstico de passageiros em vinte anos. Existe também necessidade de investimentos para ampliação da capacidade.
Alves, Alvarenga e Rocha (2011)	Brasil	Séries de tempo	Estacionariedade e cointegração	Não	Não	Demanda, preço, renda e combustível.	A demanda de passageiros é o fator determinante na pressão sobre a capacidade de infraestrutura aeroportuária. A elasticidade-preço da demanda é baixa, refletindo a predominância do viajante a negócios.
Hermeto (2013)	Brasil	<i>Cross section</i>	Regressão linear	Não	Não	Número de companhias aéreas, PIB deflacionado, tamanho médio das aeronaves, câmbio, <i>yield</i> etc.	O cenário neutro mostrou-se mais coerente com a realidade do mercado e em relação ao perfil da aeronave, considerando o período analisado, havendo diminuição em 6,5% em relação ao tamanho médio da aeronave.

Elaboração dos autores.

## 2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO GRAVITACIONAL AMPLIADO

A representação básica do modelo gravitacional para o setor aéreo em estudo pode ser expressa pela equação na forma reduzida (1), com dados de fluxo observados em único período de tempo:

$$T_{ij} = \alpha + X_O\beta_O + X_D\beta_D + \delta d_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad (1)$$

em que  $T_{ij}$  é o fluxo de passageiros aéreos,<sup>5</sup>  $\alpha$  é a constante,  $X_O$  é uma matriz de dados representando variáveis correspondentes às características observadas das regiões de origem, ao passo que  $X_D$  denota o mesmo conjunto de variáveis, só que para as regiões de destino.<sup>6</sup> O termo  $d_{ij}$  é a distância entre os dois pontos  $i$  e  $j$ , respectivamente origem e destino. Quando o objetivo for a realização de uma estimação para os parâmetros a partir de uma amostra de dados, soma-se um termo de erro simbolizado por  $\varepsilon_{ij}$ . Os vetores de coeficientes a serem estimados na equação são  $\beta_O$  e  $\beta_D$ , ao passo que  $\delta$  é um coeficiente do tipo escalar.

Para se ampliar o modelo gravitacional, é necessário inserir uma série de novas variáveis para se levar em conta os efeitos de rede social, bem como tentar controlar para as características não observadas das rotas (efeitos fixos).

Com a finalidade de controlar a influência dos efeitos de rede social, desenvolvimentos recentes dos modelos de interação espacial procuram, em geral, avaliar a relação positiva entre as redes sociais e de negócios e o fluxo de serviços e, especificamente, o fluxo de turismo, representado por passageiros (Lesage e Pace, 2008; De la Mata, Lesage e Llano, 2009). Fluxos de turismo seriam mais intensos entre regiões nas quais há um maior estoque de migrantes pela criação de vários mecanismos que poderiam proporcionar oportunidade de negócios e de investimentos, uma vez que os custos de transação são reduzidos pelas informações possuídas pelos migrantes.

Os migrantes, por sua vez, usam suas férias para visitar suas regiões de origem. A esse efeito direto dá-se o nome de *atração da terra natal* (ATN)<sup>7</sup> (De la Mata, Lesage e Llano, 2009). É motivado principalmente pelo efeito gosto, isto é, os migrantes voltam para suas regiões de origem em férias para desfrutar as características dessas regiões que eles experimentaram durante grande parte de suas vidas antes de ocorrer a decisão de migração.

5. Cabe notar que o subscrito  $ij$  indica que se trata de dados na forma de fluxo.

6. Na prática, as matrizes  $X_O$  e  $X_D$  costumam ser compostas por variáveis como produto interno bruto (PIB), população (POP) ou PIB *per capita*.

7. Em inglês, *the direct-home-land-attraction*.

O outro efeito direto é representado pelas viagens dos parentes e dos amigos da região de origem para visitar os migrantes na região de destino em que eles moram. A esse efeito direto chama-se *atração da terra acolhedora* (ATA).<sup>8</sup>

No modelo gravitacional, esses dois efeitos diretos de redes sociais podem ser capturados pela inserção no lado direito da regressão das variáveis de migração. O efeito ATN pode ser representado pela variável estoque de migrantes da região de origem  $i$  na região de destino  $j$  ( $m_{ij}$ ). Por sua vez, o efeito direto da ATA é aproximado pelo estoque de migrantes da região  $j$  na região de origem  $i$  ( $m_{ji}$ ):

$$T_{ijt} = \alpha + \mu_1 m_{ijt} + \mu_2 m_{jit} + X_{Ot} \beta_O + X_{Dt} \beta_D + \delta d_{ij} + \varepsilon_{ijt}, \quad (2)$$

em que os coeficientes  $\mu_1$  e  $\mu_2$  são escalares a serem estimados.

Ao lado desses efeitos diretos, há outros canais indiretos de influência das redes sociais sobre o fluxo de passageiros. Vinculado ao efeito de atração da terra natal (ATN), migrantes vivendo, por exemplo, em uma região podem, em suas férias, procurar destinos próximos geograficamente a suas regiões de destino. A esse efeito indireto dá-se o nome de efeito de *atração da vizinhança da terra natal* (AVTN).<sup>9</sup> Isso também é motivado pelo efeito gosto, isto é, os migrantes procuram regiões vizinhas geograficamente às suas regiões de origem para achar características – de que *gostam* – próximas daquelas encontradas em suas regiões de origem. Além disso, existe outra motivação para um deslocamento de passageiros neste sentido: a probabilidade de achar conterrâneos na vizinhança da região de origem.

Outro efeito indireto é representado pelo fato de os parentes do migrante, que ainda estão na região de origem, poderem buscar lugares para passarem férias próximas da região em que mora o migrante. Esse efeito indireto é chamado de efeito de *atração da vizinhança da terra acolhedora* (AVTA).<sup>10</sup>

A defasagem espacial das regiões de origem, simbolizada pela variável  $W_O^{ESP} T_{ij}$ , representa a dependência espacial baseada na origem e é interpretada como sendo a média dos fluxos das regiões vizinhas da região de origem para a região de destino.<sup>11</sup> Por exemplo, ao examinar os fluxos de passageiros do Rio de Janeiro para o Ceará, a defasagem espacial  $W_O^{ESP} T_{ij}$  é a média dos fluxos de passageiros do Espírito Santo, de Minas Gerais e de São Paulo (vizinhos do Rio de Janeiro) para o Ceará.

8. Em inglês, *the direct-host-country-attraction*.

9. Em inglês, *the home-land-neighbors-attraction*.

10. Em inglês, *the host-country-neighbors-attraction*.

11. O símbolo  $W$  na literatura de econometria espacial é usado para representar a matriz de pesos espaciais (*spatial weights*). Esses pesos (*weights*) fornecem o arranjo da dependência espacial ou de rede. Essa matriz  $W$  pode ser usada como um operador de defasagens quando multiplicada por uma outra variável.

Para incorporar o efeito AVTA, é preciso definir a dependência espacial baseada no destino, denotada pela variável defasada espacialmente  $W_D^{ESP}T_{ij}$ , cuja interpretação é a média dos fluxos de passageiros do Rio de Janeiro para Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (vizinhos do Ceará).

Para levar em consideração os efeitos AVTN e AVTA no modelo gravitacional, colocam-se os termos de defasagem espacial da variável dependente no modelo de regressão:

$$T_{ijt} = \alpha + \mu_1 m_{ijt} + \mu_2 m_{jit} + \rho_1 W_O^{ESP} T_{ijt} + \rho_2 W_D^{ESP} T_{ijt} + X_{Ot} \beta_O + X_{Dt} \beta_D + \delta d_{ij} + \varepsilon_{ijt}. \quad (3)$$

Há ainda um outro tipo de efeito indireto de rede representado pela situação em que os migrantes se concentraram em diferentes regiões de destino que os acolheram, conservando uma proporção relativamente parecida de conterrâneos entre essas regiões acolhedoras. Por exemplo, muitos naturais de Fortaleza migraram para Brasília e Rio de Janeiro. Vamos supor que a proporção de pessoas naturais de Fortaleza nessas duas cidades seja equivalente, formando grandes comunidades desses migrantes que interagem entre si dentro de cada uma dessas cidades, mas que podem começar a estabelecer redes sociais entre essas duas cidades. Neste caso, é possível que surjam efeitos de rede social entre as regiões acolhedoras de destino, a saber, Brasília e Rio de Janeiro. Assim, essas duas cidades seriam “vizinhos sociais”, apesar de estarem distantes geograficamente. De acordo com De la Mata, Lesage e Llano (2009), essa relação cruzada poderia introduzir competição para a relação positiva direta entre os fluxos de passageiros da região  $i$  para  $j$ . Por exemplo, o fluxo de turismo entre Fortaleza e Rio de Janeiro poderia rivalizar com o fluxo de turismo entre Rio de Janeiro e Brasília. A esse efeito dá-se o nome de *atração de vizinhança social da terra natal* (AVSTN).<sup>12</sup>

Entretanto, parentes e amigos dos migrantes, vivendo em suas regiões de origem, decidem visitar as regiões caracterizadas como “vizinhos sociais”. Neste caso, os parentes dos migrantes cearenses que foram para o Rio de Janeiro, mas que vivem em Fortaleza, decidem visitar não o Rio de Janeiro, mas o vizinho social Brasília. Esse efeito indireto é chamado de efeito de *atração de vizinhança social da terra acolhedora* (AVSTA).<sup>13</sup>

12. Em inglês, *the home-land-social-neighbors-attraction*.

13. Em inglês, *the host-country-social-neighbors-attraction*.



Para incluir essas variáveis no modelo gravitacional ampliado, é preciso construir uma matriz de ponderação de rede social, que tente representar o arranjo dos efeitos dessa autocorrelação de rede. Os pesos dessa matriz de rede social podem ser os fluxos migratórios entre as regiões. Para representar o efeito indireto de rede social AVSTN, deve-se construir a variável defasada de rede  $W_O^{REDE} T_{ij}$ . Para o efeito indireto de rede social AVSTA, deve-se computar a defasagem de rede  $W_D^{REDE} T_{ij}$ . Então, para se modelar os efeitos AVSTN e AVSTA, é preciso reespecificar o modelo gravitacional da seguinte forma:

$$T_{ijt} = \alpha + \mu_1 m_{ijt} + \mu_2 m_{jit} + \rho_1 W_O^{ESP} T_{ijt} + \rho_2 W_D^{ESP} T_{ijt} + \rho_3 W_O^{REDE} T_{ijt} + \rho_4 W_D^{REDE} T_{ijt} + X_{Ot} \beta_O + X_{Dt} \beta_D + \delta d_{ij} + \varepsilon_{ijt}. \quad (4)$$

Por fim, cabe ainda discutir alguns aspectos técnicos de como construir empiricamente as matrizes  $W_O^{ESP}$ ,  $W_D^{ESP}$ ,  $W_O^{REDE}$  e  $W_D^{REDE}$ . A primeira tenta captar o efeito de vizinhança geográfica ( $W^{ESP}$ ). Cada elemento desta matriz representa o inverso da distância ao quadrado entre os municípios  $i$  e  $j$ . As distâncias foram obtidas por meio das coordenadas geográficas dos municípios disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A segunda matriz ( $W^{REDE}$ ) busca compreender a relação social entre as cidades pelos fluxos de migração entre elas. Os valores de  $W^{REDE}$  foram obtidos pelos dados de migração extraídos da Relação Anual de Informações Sociais e de Migração (Rais-Migra), e cada elemento desta matriz representa o número de indivíduos da região  $i$  que migraram para a região  $j$ .<sup>14</sup>

Para cada um desse tipo de autocorrelação, há ainda a diferenciação entre matrizes de ponderação espacial de origem e de destino. No contexto de dados na forma de fluxos, a matriz  $W_O$  é construída do seguinte modo (Lesage e Pace, 2008):

$$W_O = I_n \otimes W, \quad (5)$$

em que  $\otimes$  é o produto Kronecker,  $I_n$  é a matriz identidade e  $W$  é a matriz de ponderação espacial normalizada na linha. A defasagem espacial na origem é a média do fluxo das regiões vizinhas da região de origem para a região de destino.

14. Tanto a matriz  $W^{ESP}$  quanto a matriz  $W^{REDE}$  foram normalizadas na linha. Uma matriz normalizada na linha representa uma matriz cuja soma dos elementos linha é igual a 1, isto é, cada elemento da matriz foi dividido pela soma dos elementos das linhas a que ela pertence.

Para a incorporação do efeito AVTA, define-se a dependência espacial com base no destino,  $W_D T_{ij}$ . A construção de  $W_D$ , por sua vez, é feita da seguinte forma:

$$W_O = I_n \otimes W, \quad (6)$$

em que  $W_D$  é construída, produzindo uma matriz de pesos espaciais  $n^2 \text{ por } n^2$ , tal como  $W_O$ .

Em suma, os efeitos de rede social podem ser divididos em efeitos diretos e indiretos. Os efeitos diretos ATN e ATA (simbolizados como  $m_{ijt}$  e  $m_{jit}$ , respectivamente) representam a influência da rede social nas regiões  $i$  ou  $j$ . Por sua vez, os efeitos indiretos AVTN e AVTA (simbolizados como  $W_O^{ESP} T_{ijt}$  e  $W_D^{ESP} T_{ijt}$ , respectivamente) denotam a influência da rede social nas regiões próximas geograficamente a  $i$  ou  $j$ . Ainda existem outros dois efeitos indiretos AVSTN e AVSTA (simbolizados como  $W_O^{REDE} T_{ijt}$  e  $W_D^{REDE} T_{ijt}$ , respectivamente), que indicam a influência de rede nas regiões próximas socialmente a  $i$  ou  $j$ .

Em um painel em que os dados são pares origem-destino (OD), ou rotas, diz-se haver efeitos fixos quando três aspectos se apresentam, quais: *i*) há efeitos não observados por parte do analista/econometrista; *ii*) os efeitos são específicos aos pares OD; e *iii*) os efeitos não variam com o decorrer do tempo de análise. Por fim, esses efeitos fixos estão correlacionados com as variáveis explicativas do modelo ( $X_t$ ). Em consequência, não os considerar no modelo gravitacional acarreta em viés de variável relevante omitida. A incorporação desses efeitos no modelo gravitacional pode ser feita do seguinte modo:

$$\begin{aligned} T_{ijt} = & \alpha + c_{ij} + \mu_1 m_{ijt} + \mu_2 m_{jit} + \rho_1 W_O^{ESP} T_{ijt} + \rho_2 W_D^{ESP} T_{ijt} \\ & + \rho_3 W_O^{REDE} T_{ijt} + \rho_4 W_D^{REDE} T_{ijt} + X_{Ot} \beta_O + X_{Dt} \beta_D + \delta d_{ij} \\ & + \varepsilon_{ijt}, \end{aligned} \quad (7)$$

em que  $c_{ij}$  representam os efeitos fixos de rota, enquanto o subscrito  $t$  indica que a variável também é observada no tempo, formando um painel de fluxos de passageiros em rotas aéreas. O significado do restante da notação permanece o mesmo. Convém observar que, até onde se sabe, este trabalho é o primeiro que leva em conta os efeitos de autocorrelação espacial, efeitos de rede social diretos e indiretos e efeitos fixos de rota.

### 3 ESTIMAÇÃO DO MODELO GRAVITACIONAL AMPLIADO

A estimação do modelo gravitacional ampliado (8) envolve dois desafios. O primeiro reside em controlar para efeitos fixos de rota com um painel de dados de fluxo em que já existe uma variável explicativa invariante no tempo, tal como a distância.

O segundo desafio de estimação envolve tratar a endogeneidade de rede, representada pelas defasagens  $W_O^{ESP}T_{ijt}$ ,  $W_D^{ESP}T_{ijt}$ ,  $W_O^{REDE}T_{ijt}$  e  $W_D^{REDE}T_{ijt}$ . A endogeneidade é engendrada pela natureza multidirecional destas variáveis defasadas espacialmente e de rede. Por exemplo, a variável defasada espacialmente  $W_O^{ESP}T_{ijt}$  influencia o fluxo de passageiros na região  $i$ , mas, por sua vez, é influenciada por este último também. A mesma direção da interação ocorre com as outras defasagens espaciais ou de rede.

A estimação do modelo gravitacional ampliado será feita pelo método de decomposição vetorial de efeitos fixos (DVEF), proposto por Plümper e Troeger (2007; 2011), que permite enfrentar ambos os desafios da estimação.

Esse procedimento de estimação é composto por três estágios. Inicialmente, o modelo a ser estimado é especificado com variáveis explicativas variantes no tempo, variáveis explicativas invariantes no tempo e efeitos fixos:<sup>15</sup>

$$y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + \sum_{m=1}^M \gamma_m z_{mi} + c_{ij} + \varepsilon_{it}, \quad (8)$$

em que  $x_{kit}$  representa as variáveis explicativas variantes no tempo, ao passo que  $z_{mi}$  representa as variáveis explicativas invariantes no tempo;<sup>16</sup>  $\beta_k$  e  $\gamma_m$  são coeficientes a serem estimados;  $\alpha$  representa o termo de constante;  $c_i$  denota os  $n-1$  efeitos fixos; e  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro. Para o primeiro estágio do método DVEF são válidos os mesmos pressupostos do modelo de efeitos fixos, descritos em Wooldridge (2002).

No primeiro estágio do método DVEF é apurada a equação diminuída da média temporal do seguinte modo:

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta_k \sum_{k=1}^K (x_{kit} - \bar{x}_i) + \gamma_m \sum_{m=1}^M (z_{mi} - \bar{z}_i) + c_i + (e_{it} - \bar{e}_i), \quad (9)$$

em que  $\bar{y}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T y_{it}$ ,  $\bar{x}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{kit}$ ,  $\bar{z}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T z_{mi}$  e  $\bar{e}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T e_{it}$  são as médias temporais. Convém notar que  $e_{it}$  são os resíduos da regressão.

15. A notação desta seção é baseada em Plümper e Troeger (2007; 2011).

16. No modelo gravitacional ampliado, poder-se-ia dividir as variáveis explicativas variantes no tempo em variáveis explicativas de origem ou de destino sem problemas adicionais para a especificação do modelo.

É possível reescrever a equação (9) como:

$$\ddot{y}_{it} = \sum_{k=1}^K \beta_k \ddot{x}_{kit} + \ddot{e}_{it}. \quad (10)$$

Posteriormente, estima-se esse modelo transformado com a intenção de se obterem as estimativas dos efeitos fixos  $\hat{c}_i$ , conforme a equação 11. Tais efeitos fixos são diferentes dos efeitos fixos de um modelo convencional de painel de dados porque inclui todas as variáveis explicativas invariantes no tempo, o termo constante e os efeitos médios das variáveis  $x$  variantes no tempo (Plümper e Troeger, 2007):

$$\hat{c}_i = \bar{y}_i - \sum_{k=1}^K \beta_k^{FE} \bar{x}_{ki} - \bar{e}_i. \quad (11)$$

Cabe notar que  $\beta_k^{FE}$  são coeficientes estimados por efeitos fixos. O termo  $\hat{c}_i$  inclui tanto os efeitos não observados quanto os observados que são invariantes no tempo.

O segundo estágio consiste na decomposição do vetor de efeitos fixos estimados ( $\hat{c}_i$ ), em uma parte explicada por variáveis explicativas invariantes no tempo ( $Z_{mi}$ ) e um termo de erro. De forma simplificada, neste estágio,  $\hat{c}_i$ , obtido no primeiro estágio, é regredido contra as variáveis observadas invariantes no tempo,  $Z_{mi}$ :

$$\hat{c}_i = \sum_{m=1}^M \gamma_m Z_{mi} + h_i. \quad (12)$$

Assim, obtém-se  $\hat{h}_i$  pela seguinte equação:

$$\hat{h}_i = \hat{c}_i - \sum_{m=1}^M \gamma_m Z_{mi}. \quad (13)$$

O termo de erro estimado  $\hat{h}_i$  captura os efeitos fixos não observados, reduzindo o viés de omissão de variável relevante.

O terceiro estágio consiste na reestimação da variável dependente sobre todas as variáveis explicativas variantes no tempo ( $x_{kit}$ ), todas as variáveis explicativas invariantes no tempo ( $Z_{mi}$ ) e o termo de erro obtido no segundo estágio ( $\hat{h}_i$ ):

$$y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + \sum_{m=1}^M \gamma_m Z_{mi} + \eta \hat{h}_i + \varepsilon_{it}. \quad (14)$$

Como hipótese de identificação, assume-se que o termo  $\hat{h}_i$  não seja correlacionado com o vetor de variáveis invariantes no tempo  $Z_{mi}$ . Cabe destacar, ainda, que as variáveis explicativas invariantes no tempo não podem ser correlacionadas com os demais efeitos não observados que não foram incluídos no modelo, pois, caso contrário, incorrer-se-ia no viés de estimação por omissão de variável relevante.<sup>17</sup>

É possível que existam variáveis explicativas endógenas variantes no tempo. Neste caso, deve-se adotar uma extensão desse método, adaptado para ser estimado por variáveis instrumentais, chamado de DVEF-VI por Plümpfer e Troeger (2011). Em relação ao modelo gravitacional ampliado, como existe a endogeneidade de rede, representada pelas variáveis  $W_O^{ESP}T_{ijt}$ ,  $W_D^{ESP}T_{ijt}$ ,  $W_O^{REDE}T_{ijt}$  e  $W_D^{REDE}T_{ijt}$ , é adotado o método DVEF-VI. Conforme sugere a literatura de econometria espacial, são usadas, como instrumentos para estas variáveis endógenas, algumas defasagens de primeira ou de segunda ordem de variáveis explicativas exógenas variantes no tempo, extraídas do seguinte conjunto potencial de instrumentos:

$$\begin{aligned} &W_O^{ESP}PIB_{ijt}, \quad W_D^{ESP}PIB_{ijt}, \quad W_O^{REDE}PIB_{ijt}, \quad W_D^{REDE}PIB_{ijt}, \\ &W_O^{ESP}W_D^{ESP}PIB_{ijt}, \quad W_O^{ESP}W_O^{ESP}PIB_{ijt}, \quad W_D^{ESP}W_D^{ESP}PIB_{ijt}, \\ &W_D^{ESP}W_O^{ESP}PIB_{ijt}, \quad W_O^{REDE}W_D^{REDE}PIB_{ijt}, \quad W_O^{REDE}W_O^{REDE}PIB_{ijt}, \\ &W_D^{REDE}W_D^{REDE}PIB_{ijt}, \quad W_D^{REDE}W_O^{REDE}PIB_{ijt}, \text{ entre outros.}^{18} \end{aligned}$$

Na estimação com o método da decomposição vetorial de efeitos fixos, o uso de variáveis instrumentais fez-se necessária em todos os modelos em que foram consideradas as variáveis endógenas  $W_O^{ESP}T_{ij}$ ,  $W_D^{ESP}T_{ij}$ ,  $W_O^{REDE}T_{ij}$  e  $W_D^{REDE}T_{ij}$ .<sup>19</sup>

#### 4 DADOS

Em relação à estrutura dos dados, a maioria das informações é na forma de fluxos observados em vários períodos de tempo. Deste modo, as mesmas rotas, com informações de origem e de destino, são acompanhadas em vários períodos de tempo diferentes.

A variável dependente é representada pelos fluxos de passageiros aéreos por pares O-D ( $T_{ij}$ ), obtidos junto à Anac. Foram compilados os fluxos de passageiros entre 34 aeroportos, durante os anos 2000 e 2007, perfazendo um painel de dados de fluxo balanceado com 1.488 observações. A fim de se avaliar

17. No nosso caso, esses pressupostos são atendidos, uma vez que a variável explicativa invariante no tempo – a distância – é claramente exógena.

18. Além do PIB, seria possível construir essas defasagens para outras variáveis explicativas consideradas exógenas.

19. O pressuposto é que os instrumentos sugeridos (isto é, as defasagens espaciais e de rede de primeira ordem ou de ordens superiores) são exógenos, ou seja, não estão correlacionados com o termo de erro  $\epsilon$ , ao mesmo tempo, são correlacionados com as variáveis a serem instrumentalizadas.

a representatividade da amostra, o número anual de passageiros aéreos que passam por esses 34 aeroportos representa mais de 90% do número total de passageiros aéreos por ano no Brasil.

A variável  $m_{ij}$  é o estoque de saída de migrantes da região  $i$  para a região  $j$ , enquanto a variável  $m_{ji}$  denota o estoque de saída de migrantes da região  $j$  para a região  $i$ , obtidos da Rais-Migra para os anos de 2000 a 2007 e do Censo 2000. Os estoques acumulados entre os anos 2000 e 2007 foram acrescentados ao estoque inicial obtido por meio do Censo 2000 para que este total pudesse ser atualizado.<sup>20</sup>

Por último, é importante salientar a necessidade de avaliar o comportamento dos fluxos regionais para este estudo. Neste caso, considera-se nas regressões uma variável *dummy* de fluxo entre capitais, assim definida: para ligação entre duas cidades que são capitais, é atribuído o valor unitário; caso contrário, 0. A importância de se incluir essa *dummy* é em decorrência do fato de que as capitais brasileiras concentram grande parte dos fluxos aéreos.

As demais variáveis explicativas do modelo estão elencadas no quadro de variáveis (quadro 2) conforme descrição e fonte dos dados, unidade e sinal esperado.

Cabe aqui ainda uma palavra de alerta sobre o caráter ambíguo do sinal do coeficiente da variável distância no modelo gravitacional (quadro 2). Para Grosche *et al.* (2007), há dois efeitos conflitantes vinculados à influência da distância nos fluxos de passageiros. De um lado, um aumento da distância leva a interações sociais e comerciais menos intensas, além de representar maiores custos de transação. De outro, distâncias maiores aumentam a competitividade do transporte aéreo, principalmente em comparação com outros modos de transporte. Além disso, locais mais distantes podem atrair pessoas pelo exotismo do destino, sendo que aí haverá mais fluxos de passageiros para destinos mais remotos, fazendo com que o sinal seja positivo. O sinal que prevalecer na estimação será a resultante dessas duas forças. Cabe ressaltar que o sinal final do coeficiente da distância não é alvo de interesse, uma vez que se trata de apenas um controle para a regressão.

Como em geral os modelos gravitacionais são estimados por *log-log*, surge o problema do excesso de zeros em determinadas rotas. Em alguns trabalhos, as observações zero são simplesmente ignoradas.<sup>21</sup> Esse tipo de abordagem quase sempre pode gerar viés no estimador. Outra opção amplamente usada para corrigir este problema é substituir

---

20. A base de dados da Rais-Migra possui apenas os fluxos de trabalhadores ativos formais, representando apenas a migração de trabalhadores que foram empregados formalmente antes e depois da migração. Indivíduos desempregados ou que mantinham trabalho informal (em  $t-1$ ) e mudaram de cidade para um trabalho formal ou informal também não constam do banco de dados. Da mesma forma, indivíduos empregados no setor formal (em  $t-1$ ) que mudaram de cidade no período seguinte e não foram empregados no setor formal, também não estão incluídos nos dados da Rais-Migra.

21. As observações zero quanto ao número de passageiros transportados é uma decorrência da tendência de concentração do setor, fazendo com que haja a necessidade de se fazer escalas em cidades pequenas.

os valores nulos por valores muito pequenos antes de aplicar o logaritmo. Neste caso, não há a exclusão das variáveis, mas pode acontecer de o viés não ser corrigido ao se criar valores negativos de grande magnitude.

Uma alternativa melhor do que as duas anteriores, sugerida por Wooldrige (2005), é a de somar 1 a todos os valores das séries, antes da transformação logarítmica. Pois, ao somar 1 em todos os valores das séries, os valores 0 das séries passam a ser 1. Como o logaritmo de 1 é 0, os valores iguais a 0 antes da transformação permanecem 0 após a transformação. Assim, todas as observações permaneceram dentro da estimação, bem como todos os 0 permaneceram 0 após a transformação.

## QUADRO 2

### Descrição das variáveis do modelo gravitacional ampliado

Notação	Descrição	Unidade	Sinal esperado	Fonte dos dados
$T_{ij}$ (dependente)	Fluxo de passageiros nos pares OD	Número de pessoas		Anac
$PIB_i$	PIB real da região de origem $i$	Milhares de reais de 2000 por ano	Positivo	IBGE
$PIB_j$	PIB real da região de origem $j$	Milhares de reais de 2000 por ano	Positivo	IBGE
$d_{ij}$	Distância que separa a região de origem $i$ e a de destino $j$	Quilômetros	Ambíguo	IBGE
$m_{ij}$	Estoque de migrantes de saída da região $i$ para a região $j$	Número de pessoas	Positivo	Rais-Migra e Censo/IBGE
$m_{ji}$	Estoque de migrantes de entrada da região $i$ para a região $j$	Número de pessoas	Positivo	Rais-Migra e Censo/IBGE
$W_O^{ESP} T_{ij}$	Fluxo de passageiros nos vizinhos das regiões de origem	Número de pessoas	Positivo	Construído a partir da matriz de distâncias e Anac
$W_D^{ESP} T_{ij}$	Fluxo de passageiros nos vizinhos das regiões de destino	Número de pessoas	Positivo	Construído a partir da matriz de distâncias e Anac
$W_O^{REDE} T_{ij}$	Fluxo de passageiros nas regiões de origem consideradas vizinhos sociais	Número de pessoas	Positivo	Construído a partir das informações da Rais e da Anac
$W_D^{REDE} T_{ij}$	Fluxo de passageiros nas regiões de destino consideradas vizinhos sociais	Número de pessoas	Positivo	Construído a partir das informações da Rais e da Anac
$dumfluxo$	Dummy para fluxo	0 ou 1	Positivo	Construído a partir das informações da Anac

Elaboração dos autores.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo gravitacional ampliado foi estimado pelo método DVEF-VI, tendo como massa econômica o produto interno bruto (PIB). Em relação às

variáveis típicas de um modelo gravitacional, os coeficientes de PIB (tanto de origem  $i$  quanto de destino  $j$ ) são altamente significativos e apresentam o sinal positivo em consonância com a expectativa teórica. A elasticidade-PIB do transporte aéreo é quase unitária: um aumento de 1,00% do PIB da região de origem provoca uma elevação do fluxo por transporte aéreo de 0,92%, ao passo que um acréscimo de 1,00% do PIB da região de destino engendra uma elevação de 0,91%. Com base nestes coeficientes estimados, conclui-se que grandes cidades são também as principais rotas de entrada e de saída de passageiros, pois são os centros das conexões aéreas, além de conterem o maior fluxo de passageiros.

O coeficiente estimado da variável distância é significativo em 5,00% com sinal negativo, mostrando que uma maior distância implica em uma maior força de atrito, acarretando em menor fluxo de passageiros. Consequentemente, o fluxo de passageiros diminui à medida que aumenta a distância entre os municípios. A elasticidade-distância é menor do que a unidade: um aumento de 1,00% na distância acarreta uma redução de 0,39% nos fluxos.

No modelo gravitacional ampliado estimado, não houve evidências de ocorrência de efeitos diretos de rede social. Os coeficientes das variáveis  $m_{ij}$  e  $m_{ji}$  que abrangem, respectivamente, o efeito direto de ATN e o efeito direto de ATA não se mostraram significativos nos modelos, mas, mesmo assim, os sinais de seus coeficientes não foram adversos ao esperado teoricamente.

Um ponto importante a ser ressaltado em relação a esses resultados é a questão de atratividade não ser compreendida pelas variáveis ATN e ATA, como proposto pelo modelo, já que a Rais-Migra denota apenas o fluxo de trabalhadores ativos formais, isto é, representa apenas a migração de trabalhadores que foram empregados formalmente antes e depois da migração. Indivíduos desempregados ou que mantinham trabalho informal (em  $t-1$ ) e mudaram de cidade para um trabalho formal ou informal também não constam no banco de dados, da mesma forma que indivíduos empregados no setor formal (em  $t-1$ ) que mudaram de cidade no período seguinte e não foram empregados no setor formal, também não estão incluídos nos dados. Para incluir estes indivíduos seria necessária uma reespecificação da variável, usando outro conjunto de dados que abrangesse o setor informal de trabalho. Infelizmente não existe, para o Brasil, um banco de dados com tamanha abrangência.

O mesmo ocorreu com o efeito indireto AVTN capturado pelo coeficiente da variável ( $W_O^{ESP}T_{ij}$ ), não se mostrando significativo em termos estatísticos. Já o efeito indireto AVTA, captado pelo coeficiente da variável ( $W_D^{ESP}T_{ij}$ ), é significativo e possui sinal negativo. Tal situação indica que os municípios de destino vizinhos geograficamente são concorrentes no setor aéreo, isto é, quando um município de destino tem grande parte do transporte aéreo de uma dada região, ele tende a concentrar este fluxo para si, retirando passageiros dos terminais vizinhos.



Esta situação pode ser associada também a ganhos de escala e à redução de custos. Assim, se um município concentra grande parte do transporte em uma dada região, é provável que existam ganhos de escala e as empresas aéreas tenham preferências por concentrar o transporte neste local para reduzir seus custos.<sup>22</sup>

Por sua vez, os efeitos indiretos de rede AVSTN e AVSTA também não mostram influência sobre os fluxos do transporte aéreo, indicando que a vizinhança social não possui impacto nos fluxos de passageiros. Por exemplo, o coeficiente da variável  $W_O^{RED}T_{ij}$  (isto é, fluxo de passageiros nas regiões de origem consideradas vizinhos sociais) mostrou sinal negativo e não foi significativo. A não significância do coeficiente da variável ( $W_O^{RED}T_{ij}$ ) pode permitir identificar uma característica de concentração do setor aéreo ainda mais relevante do que as variáveis  $W_O^{ESP}T_{ij}$  e  $W_D^{ESP}T_{ij}$ . A suposição é de que se os passageiros e as empresas aproveitam o fluxo aéreo que já existe entre essas cidades para criar conexões com outras cidades, apenas uma das cidades será a rota principal de saída e de entrada, pois, havendo divisão do fluxo de passageiros, separam-se também os ganhos de escala associados a um grande número de passageiros.

Para testar se realmente existe uma tendência de centralização do fluxo de passageiros no país pelo setor aéreo, foi incluída, nos modelos, uma *dummy* para identificar separadamente o efeito centralizador dos voos no país em cidades mais relevantes. Os resultados com a inclusão da variável *dummy* de centralização do fluxo aéreo são apresentados na tabela 1. O coeficiente da variável *dummy* não foi significativo estatisticamente.

TABELA 1  
Estimações dos modelos gravitacionais ampliados

Variáveis	Coefficientes
$I\_PIB_i$	0,921***
$I\_PIB_j$	0,908***
$I\_m_{ij}$	0,0834
$I\_m_{ji}$	0,111
<i>dumfluxo</i>	0,108
$I\_d_{ij}$	-0,394**
$I\_W_O^{ESP}T_{ij}$	-0,0922

(Continua)

22. Associando os resultados obtidos por meio dos coeficientes das variáveis  $W_O^{ESP}T_{ij}$  e  $W_D^{ESP}T_{ij}$  com a realidade enfrentada pelos municípios próximos à capital, é possível chegar à seguinte conclusão: se os moradores de São José dos Campos (São Paulo), por exemplo, decidem ir ao Rio de Janeiro, eles provavelmente optam pelo principal aeroporto da região, que fica na capital São Paulo. Da mesma forma, se os moradores do Rio de Janeiro decidem ir a São José dos Campos, eles provavelmente optam por pousar na capital e, de lá, pegarem um ônibus para concluir a rota. Os principais motivos que levam a esse resultado são os ganhos de escala relacionados aos voos, isto é, existem poucos passageiros de São José dos Campos interessados em ir ao Rio de Janeiro, mas existem muitos de São Paulo que têm o mesmo interesse. Desta forma, é possível alocar maiores aviões que permitam ganhos de escala.

(Continuação)

Variáveis	Coefficientes
$I\_W_D^{Esp}T_{ij}$	-0,358*
$I\_W_D^{Red}T_{ij}$	-0,0980
$I\_W_D^{Red}T_{ij}$	0,1260
Constante	-15,18***
$R^2$	0,835
AIC	-1,381
BIC	-1,340

Elaboração dos autores.

Notas: \*  $p < 0,1$ .\*\*  $p < 0,05$ .\*\*\*  $p < 0,01$ .

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribui com a literatura ao construir um modelo gravitacional ampliado para analisar os principais fluxos de passageiros do transporte aéreo no Brasil, incorporando, de forma pioneira, efeitos de rede social em um painel de fluxos de dados, permitindo, assim, o controle para efeitos não observados de rotas aéreas, além de se controlar para a dependência espacial. Além disso, faz uso do recente método DVEF, que permite estimar efeitos fixos na presença de regressores invariantes no tempo.

Em relação ao modelo gravitacional ampliado, concluiu-se que tanto a dimensão econômica dos municípios em que se localizam os aeroportos quanto a distância das rotas aéreas são variáveis relevantes para explicar o fluxo de passageiros. Isto mostra que a massa econômica do município é o principal determinante para o incremento de passageiros em rotas aéreas, bem como a distância mostra-se uma restrição relevante para este incremento.

Os resultados mostraram pouca ocorrência de efeitos de rede social como determinante dos fluxos por transporte aéreo no Brasil. Não houve evidências de efeitos diretos de rede ATN e ATA vinculados aos fluxos migratórios nem efeitos indiretos de rede AVSTN e AVSTA ligados à vizinhança social. Por sua vez, existe o efeito indireto de rede AVTA vinculado à vizinhança espacial dos fluxos migratórios. Contudo, não houve evidências de efeito indireto AVTN.

Mesmo sendo esperado um crescimento do fluxo de transporte no Brasil nos próximos anos, como houve recentemente, é pouco provável que este crescimento seja amplamente observado em todos os aeroportos. Regiões metropolitanas permaneceram como grandes centros das rotas, sendo que provavelmente os aeroportos destas regiões foram os que mais aumentaram os fluxos de transporte, principalmente pelas rotas de transporte internacional limitarem-se quase que exclusivamente

a estes aeroportos. Assim, é provável que os maiores incrementos na oferta de transporte sejam mais distribuídos nos grandes centros urbanos, que terão uma taxa de crescimento no fluxo de passageiros maior que nos demais municípios do país, caso nada seja feito de diferente em termos de política pública. Desta forma, sugere-se a implementação de políticas públicas com o intuito de espraiamento de fluxos, refletindo a ideia de desenvolvimento regional para todas as regiões do país servidas pela malha de transportes aérea. Porém, este espraiamento de fluxos aéreos depende que haja, *a priori*, um processo de desenvolvimento econômico que desconcentre a renda e as atividades econômicas ao longo do território nacional, auxiliando na criação de centros médios no país e, com isso, gerando, no futuro, novos fluxos aéreos de passageiros.

Para trabalhos futuros sugere-se a estimação do fluxo de passageiros global, que inclua tanto os fluxos rodoviários quanto os aéreos, se possível cruzando com as principais rotas de fluxos comerciais, que também podem ser relevantes e/ou correlacionadas com o fluxo de passageiros. É válido, ainda, verificar a sensibilidade dos resultados à adoção de dados com maior frequência temporal (dados trimestrais de fluxos aéreos), que permitem a captura de possíveis efeitos sazonais no transporte de passageiros. Além disso, vale a pena checar a sensibilidade dos resultados à segmentação da amostra de migrantes ao subdividi-la em quartis de renda, podendo, com isso, discriminar os efeitos espaciais e de rede para migrantes ricos e pobres.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, P. F.; ALVARENGA, G. V.; ROCHA, C. H. Demanda por ticket aéreo na economia brasileira: uma análise de cointegração. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, p. 64-88, 2011.
- ANDERSON, J. E.; VAN WINCOOP, E. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 170-192, 2003.
- BOLDUC, D. Spatial autoregressive error components in travel flow models. **Regional Science and Urban Economics**, v. 22, n.3, p. 371-385, 1992.
- COMBES, P. P.; LAFOURCADE, M.; MAYER, T. The trade-creating effects of business and social networks: evidence from France. **Journal of International Economics**, v. 66, n. 1, p. 1-29, 2005.
- CONDÉ, M. Estudo e previsão da demanda aeroportuária para a cidade do Rio de Janeiro. **Journal of Transport Literature**, v. 5, n. 1, p. 161-183, 2011.
- COSTA, J. O.; SANTOS, L. S.; YAMASHITA, Y. Vocação turística das cidades brasileiras: análise de modelos de previsão de demanda do transporte aéreo.

*In*: SIMPÓSIO DE TRANSPORTE AÉREO, 7., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sitraer, 2008.

DE LA MATA, T.; LESAGE, J. P.; LLANO, C. Social networks and trade of services: modeling interregional tourism flows with spatial and network autocorrelation effects. *In*: WORLD CONFERENCE OF SPATIAL ECONOMETRICS, 3., 2009, Barcelona. **Annals...** Barcelona: AQR-Irea, 2009.

GROSCHE, T. *et al.* Gravity models for airline passenger volume estimation. **Journal of Air Transport Management**, v. 13, n. 4, p. 175-183, 2007.

HERMETO, T. Como as companhias aéreas decidem o tamanho das aeronaves no mercado brasileiro? Estudo das determinantes e projeções para a próxima década. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 1, p. 122-138, jan. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/vEAUZS>>.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Panorama e perspectivas para o transporte aéreo no Brasil**. Brasília: Ipea, 2010. (Comunicados do Ipea, n. 54). Disponível em <<http://goo.gl/SKggFO>>.

LESAGE, J. P.; PACE, R. K. Spatial econometric modeling of origin-destination flows. **Journal of Regional Science**, v. 48, n. 5, p. 941-967, 2008.

MCCALLUM, J. M. National borders matter: Canada-US – regional trade patterns. **American Economic Review**, v. 85, n. 3, p. 615-623, Jun. 1995.

MONTORO FILHO, A. Aviação no Brasil: Estudo econométrico da demanda de transporte aéreo para passageiros. **Revista Brasileira de Economia**, v. 25, n. 2, p. 39-74, 1971.

OBSTFELD, M.; ROGOFF, K. **The six major puzzles in international macroeconomics: is there a common cause?** Cambridge: NBER, 2000. (Working Paper Series, n. 7777). Disponível em: <<http://goo.gl/k1mN65>>.

PLÜMPER, T.; TROEGER, V. Efficient estimation of time-invariant and rarely changing variables in finite sample panel analyses with unit fixed effects. **Political Analysis**, v. 15, n. 2, p. 124-139, 2007.

\_\_\_\_\_. Fixed-effects vector decomposition: properties, reliability, and instruments. **Political Analysis**, v. 19, n. 2, p. 147-164, 2011.

RAUCH, J. Business and social networks in international trade. **Journal of Economic Literature**, v. 39, p. 1177-1203, 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/Dmp7Ad>>.

ROCHA, C. G. Ensaio sobre a demanda do transporte aéreo regional. **Journal of Transport Literature**, v. 4, n. 1, p. 114-133, 2011.

SANTOS, G. E. O. **Modelo gravitacional do turismo**: proposta teórica e estudo empírico dos fluxos turísticos no Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

WAGNER, D.; HEAD, K.; RIES, J. Immigration and the trade of provinces. **Scottish Journal of Political Economy**, v. 49, n. 5, p. 507-25, 2002.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge: MIT Press, 2002.

\_\_\_\_\_. **Introductory econometrics**: a modern approach. 3rd ed. Mason: South-Western Cengage Learning, 2005.

