

# ARTIGOS

# COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL, TAXA DE CÂMBIO E COMÉRCIO PAULISTA DE VEÍCULOS AÉREOS: 1997-2016

**Patrick Leite Santos**

Doutorando e mestre em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE-UFU). Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Regional do Cariri (Urca).

*E-mail:* patrickeconomia@hotmail.com

**Luís Abel da Silva Filho**

Bacharel, Mestre e Doutor em Economia pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas - IE-UNICAMP; Mestre em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN; Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA; é Professor do Departamento de Economia da Universidade Regional do Cariri - URCA.

*E-mail:* abeleconomia@hotmail.com

## Resumo

Este artigo tem como objetivo investigar a competitividade do setor de veículos aéreos do estado de São Paulo no período de 1997 a 2016 e verificar como a taxa de câmbio impactou as relações comerciais. Para tanto, são construídos três índices e realizados dois testes econométricos aplicados às séries temporais: Índice de Vantagens Relativas nas Exportações (IVRE), Índice de Competitividade Revelada (ICRV), Índice de Orientação Regional (IOR) e os testes de cointegração de Johansen e de causalidade de Granger. Os resultados mostram indícios de que o setor conseguiu se estabelecer no mercado mundial com vantagens nos IVRE e ICRV, tendo como principal parceiro, verificado a partir do IOR, a União Europeia (UE). No que se refere à taxa de câmbio, os testes mostraram que não existe relação de longo prazo entre as exportações de veículos aéreos e a taxa de câmbio real efetiva.

**Palavras-chave:** Veículos aéreos; Competitividade; São Paulo.

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de aeronaves é caracterizado por ser um setor de alto valor agregado (responsável por 8,7% das exportações totais do estado de São Paulo em 2016), extremamente dinâmico e de alta tecnologia e competitividade. É dividido em dois segmentos: civil e militar. Caracteriza-se pela alta competição entre as empresas participantes, por causa da heterogeneidade dos produtos, da pequena demanda e das altas barreiras à entrada. Atrelada a isso, está a característica de produtos que envolvem alta tecnologia, que é o fator tempo, tanto para desenvolvimento quanto para resposta do mercado, além da rápida desatualização do produto (BASTOS, 2006).

As empresas desse mercado estão localizadas em regiões com alto grau de desenvolvimento, o que é necessário para a construção de encadeamento tanto da produção quanto de fornecedores de peças e equipamentos sofisticados. Essas empresas situam-se perto de centros de formação intelectual, como universidades e centros de pesquisas. Todos esses fatores são cruciais para o sucesso na produção e competitividade de setores com elevada intensidade tecnológica. Esse mercado caracteriza-se pela pequena quantidade de empresas participantes, tanto como compradoras quanto fornecedoras (oligopsônio e oligopólio). Tudo isso é consequência do alto custo para produção (elevadas barreiras à entrada), devido às estruturas específicas que não podem ser mi-

gradas para outros setores, e do alto custo das aeronaves, que implica uma demanda muito restrita, basicamente empresas de serviços aéreos e governos (BERNARDES; PINHO, 2002). No Brasil, a região com maior expressão nesse setor é a Sudeste, destacando-se o estado de São Paulo (responsável, em 2016, por 90,34% das exportações brasileiras do setor). A principal empresa aérea do Brasil está localizada nesse estado, a Empresa Brasileira de Aeronáutica S. A. – Embraer (FORJAZ, 2005).

O mercado consumidor desse setor é, em grande parte, internacional, o que pode implicar o fato de que variáveis macroeconômicas possam ser determinantes cruciais para o seu nível de competitividade. Entre essas variáveis, uma das principais é a taxa de câmbio, determinada no Brasil, desde 1999, pela livre flutuação do mercado (MOLLO; SILVA, 2016). A taxa de câmbio pode depreciar ou apreciar, conforme a preferência pela moeda nacional. Essa variação impacta direta e indiretamente no preço do produto exportado, tanto no valor final quanto no custo de produção, pois, além de ser exportado, boa parte de seus componentes é importada.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é saber qual o nível de competitividade da indústria de aeronaves brasileiras localizadas em São Paulo. Em seguida, busca-se investigar se a variável independente – taxa de câmbio – regida pelo governo e pelo mercado, sobre a qual os gestores das empresas do setor não têm influência, tem impacto nas exportações do setor no período em apreço.

Dessa forma, o trabalho foi desenvolvido em cinco partes. Além deste texto introdutório, a próxima seção contempla uma breve revisão da literatura; em seguida, serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados; mais adiante, indicam-se os resultados e as discussões; e, por último, tecem-se as considerações finais.

## 2

# COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL E O SETOR DE VEÍCULOS AÉREOS

## ■ 2.1 Competitividade internacional

Quando se trata de competitividade internacional, centrada em exportações e importações, muitas podem ser as abordagens. Aqui a competitividade

é tratada no âmbito da capacidade de elevar o *quantum* exportado pelo país. Assim, a análise concentra-se em duas óticas: vantagens comparativas e impacto da taxa de câmbio sobre as exportações/importações do país no setor em apreço.

A primeira abordagem a ser tratada (o estudo das vantagens comparativas) foi inserida na literatura econômica por David Ricardo em 1817, quando formulou uma teoria que trata do comércio internacional. Ricardo defende que uma região deveria se especializar na fabricação de produtos para os quais apresentasse vantagens comparativas em relação a outras regiões. Essas vantagens poderiam advir de diversos fatores, como terras abundantes, clima favorável, entre outros, que reduziriam o custo de produção mantendo o nível de qualidade e, conseqüentemente, aumentariam o nível de competitividade na produção daquele item e garantiriam vantagens nas relações de trocas com outras nações.

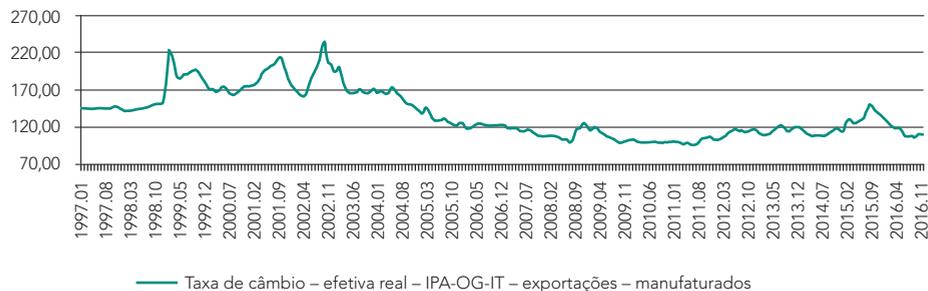
A taxa de câmbio é discutida como um fator de competitividade ao se entender que sua oscilação altera o preço do produto, sem que haja necessariamente mudança nos preços dos fatores. Quando o câmbio deprecia, o preço do produto nacional cai, pois é possível comprar mais unidades de real com uma unidade de dólar, e, quando o câmbio aprecia, o preço do produto nacional aumenta, pois ocorre o inverso: uma unidade de dólar é capaz de comprar menos unidades de real. O seu valor pode ser definido de diversas formas, de acordo com o regime cambial adotado pelo país. Seus vários formatos originam-se de três tipos básicos: flexível, quando é determinado pela dinâmica entre a oferta e a demanda por moeda estrangeira; administrado, quando o governo define bandas cambiais dentro das quais o preço da moeda poderá variar; e fixo, no qual o valor é determinado pelo governo e não apresenta, portanto, oscilações (CUSHMAN; DE VITA, 2017).

No Brasil, o regime cambial foi alterado em 1999 de fixo para flutuante (MOLLO; SILVA, 2016). O Gráfico 1 mostra a evolução da taxa de câmbio efetiva real utilizada para as exportações de manufaturados no período de 1997 a 2016, tendo 2010 = 100. Observa-se que a taxa oscila entre 232,00 e 90,00, estando na maior parte da série depreciada.

O período de maior volatilidade e depreciação ocorreu logo após a flexibilização do câmbio, em 1999. A alta volatilidade dura até meados de 2003, quando se estabilizou e entrou em uma tendência de queda de longo prazo ou apreciação cambial.

## Gráfico 1

### Evolução da taxa de câmbio: 1997-2016



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Ipeadata, 2017.

## ■ 2.2 Considerações sobre a indústria de veículos aéreos brasileiros e paulistas

Atualmente, a Embraer está entre as quatro principais empresas produtoras de aeronaves do mundo, junto da Boeing, Airbus e Bombardier. Esta última é canadense e concorrente direta da Embraer na produção de jatos de médio e pequeno portes, e as outras duas disputam o mercado das aeronaves de grande porte (FORJAZ, 2005).

A relação comercial de exportação e importação de veículos aéreos brasileiros é caracterizada pela importação de insumos, que vão desde tecnologia em *softwares* até partes físicas, como metais especiais. Por se tratar de uma dinâmica em que as empresas brasileiras adicionam valor ao produto e vendem esse no mercado internacional, sobretudo, espera-se que a relação seja superavitária, e isso realmente ocorre (FORJAZ, 2005).

A Tabela 1 apresenta as relações comerciais de veículos aéreos do Brasil, exportações, importações e saldo da balança comercial, no período de 1997 a 2016. Observa-se que as exportações brasileiras de aeronaves seguem tendência de crescimento, aumentando de forma significativa durante o período em análise.

Já as importações apresentam tendência de queda até o ano de 2003, de 2004 em diante passam a apresentar resultados crescentes e retornam à tendência de queda a partir de 2014. Tem-se que as variações das exportações e importações não são constantes, o que indica a não existência de um padrão predeterminado. Essa característica é peculiar a nichos que comercializam seu

produto por meio de contratos, de modo a obter demandas e rendas sem periodicidade (BASTOS, 2006).

**Tabela 1**

**Relações comerciais brasileiras de aeronaves: exportações, importações e saldo da balança comercial, 1997-2016**

Ano	Exportação – US\$	Var. %	Importação – US\$	Var. %	Saldo	Var. %
1997	681.026.786	0,00	636.411.030	0,00	44.615.756	0,00
1998	1.169.983.998	71,80	572.361.229	-10,06	597.622.769	1.239,49
1999	1.784.801.867	52,55	399.743.921	-30,16	1.385.057.946	131,76
2000	3.446.951.845	93,13	427.777.145	7,01	3.019.174.700	117,98
2001	3.372.471.699	-2,16	86.212.678	-79,85	3.286.259.021	8,85
2002	2.714.584.853	-19,51	130.631.302	51,52	2.583.953.551	-21,37
2003	1.974.789.096	-27,25	80.817.488	-38,13	1.893.971.608	-26,70
2004	3.285.766.524	66,39	94.417.904	16,83	3.191.348.620	68,50
2005	3.185.533.539	-3,05	131.447.284	39,22	3.054.086.255	-4,30
2006	3.263.119.339	2,44	219.018.926	66,62	3.044.100.413	-0,33
2007	4.772.851.114	46,27	598.763.340	173,38	4.174.087.774	37,12
2008	5.498.453.587	15,20	1.264.603.859	111,20	4.233.849.728	1,43
2009	3.870.790.885	-29,60	989.991.680	-21,72	2.880.799.205	-31,96
2010	3.999.051.023	3,31	1.082.149.009	9,31	2.916.902.014	1,25
2011	3.939.536.552	-1,49	1.130.146.545	4,44	2.809.390.007	-3,69
2012	4.759.182.662	20,81	1.435.491.453	27,02	3.323.691.209	18,31
2013	3.841.711.881	-19,28	1.525.367.198	6,26	2.316.344.683	-30,31
2014	3.440.335.845	-10,45	1.267.159.791	-16,93	2.224.283.118	-3,97
2015	4.088.191.801	18,83	1.088.152.319	-14,13	3.000.039.482	34,88
2016	4.430.585.661	8,38	350.554.580	-67,78	4.080.031.081	36,00

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Secex/MDIC, 2017.

A tendência de crescimento das exportações é descontinuada em períodos que ocorreram grandes catástrofes em nível mundial, como em 2001 e nos anos seguintes, até 2003, por causa do atentado terrorista ao World Trade Center nos Estados Unidos, em 11 de setembro de 2001, que afetou de forma especial o mercado de transportes aéreos, prejudicando conseqüentemente toda a cadeia de produção de aeronaves e suprimentos para esse setor; e, em 2009, após a crise financeira que se iniciou nos Estados Unidos, no ano de 2008, e se espalhou pelo mercado mundial (*subprime*). Após atingir, em 2000, a maior variação positiva do período, 93,1%, o agregado de exportações fecha 2001 com uma variação negativa de 2,2%, que é prolongada até 2003 quando atinge a segunda maior variação negativa do período analisado, 27,3%.

As importações são menos sensíveis às crises por serem realizadas de acordo com a demanda dos contratos firmados, característica do mercado que trabalha sob encomenda e não mantém estoque de insumos. Esse formato de produção foi desenvolvido pela fabricante japonesa Toyota e ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP)<sup>1</sup>. Hoje, esse formato de produção é predominante em diversos setores, principalmente naqueles que trabalham via encomendas e contratos (GHINATO, 1996). Ainda assim, as importações se mostram sensíveis a fatores de caráter macroeconômico, reflexo da retração da demanda que pode ser observada nitidamente em 2001 e 2009, quando ocorreram perturbações macroeconômicas em níveis mundiais que impactaram fortemente o setor.

## Tabela 2

### Relações comerciais paulistas de aeronaves: exportações, importações e saldo da balança comercial, 1997-2016

Ano	Exportação - US\$	Var. %	Importação - US\$	Var. %	Saldo	Var. %
1997	586.859.612	0,00	249.716.032	0,00	337.143.580	0,00
1998	1.090.626.849	85,84	457.470.063	83,20	633.156.786	87,80

(continua)

1 O Sistema Toyota de Produção (STP) vai muito além do formato de produção *just in time* (JIT) e *Kanban*, como normalmente ficou conhecido. Esse sistema tem como preocupação maior o controle de perdas, tomando como pilares o JIT e a automação dos processos. Além desses, é interessante destacar o Controle de Qualidade Zero Defeitos (CQZD), que agregado aos demais, faz com que todo sistema funcione (GHINATO, 1996).

**Tabela 2**

**Relações comerciais paulistas de aeronaves: exportações, importações e saldo da balança comercial, 1997-2016 (conclusão)**

Ano	Exportação - US\$	Var. %	Importação - US\$	Var. %	Saldo	Var. %
1999	1.579.820.136	44,85	319.756.661	-30,10	1.260.063.475	99,01
2000	2.591.757.890	64,05	279.543.178	-12,58	2.312.214.712	83,50
2001	2.762.842.232	6,60	23.416.078	-91,62	2.739.426.154	18,48
2002	2.321.936.921	-15,96	13.640.301	-41,75	2.308.296.620	-15,74
2003	1.923.187.182	-17,17	12.654.643	-7,23	1.910.532.539	-17,23
2004	3.229.017.097	67,90	48.261.074	281,37	3.180.756.023	66,49
2005	3.152.487.968	-2,37	16.817.881	-65,15	3.135.670.087	-1,42
2006	3.158.616.189	0,19	27.492.355	63,47	3.131.123.834	-0,14
2007	4.517.897.722	43,03	93.158.955	238,85	4.424.738.767	41,31
2008	5.466.616.445	21,00	539.443.079	479,06	4.927.173.366	11,36
2009	3.860.758.516	-29,38	248.735.358	-53,89	3.612.023.158	-26,69
2010	3.950.926.544	2,34	193.984.784	-22,01	3.756.941.760	4,01
2011	3.922.890.443	-0,71	208.445.595	7,45	3.714.444.848	-1,13
2012	4.562.175.554	16,30	252.913.767	21,33	4.309.261.787	16,01
2013	3.775.327.380	-17,25	152.893.958	-39,55	3.622.433.422	-15,94
2014	3.406.050.836	-9,78	189.837.994	24,16	3.216.212.842	-11,21
2015	3.681.139.880	8,08	133.420.343	-29,72	3.547.719.537	10,31
2016	4.002.545.485	8,73	146.469.453	9,78	3.856.076.032	8,69

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Secex/MDIC, 2017.

A Tabela 2 mostra as relações comerciais de São Paulo no mesmo período. Este, assim como o Brasil, é afetado diretamente no volume comercializado e na ocorrência de eventos de caráter macroeconômico. Ademais, por ser o maior centro financeiro e econômico do país, os efeitos de eventos macroeconômicos em níveis mundiais afetam as principais economias do mundo, e os estados economicamente mais desenvolvidos, a exemplo de São Paulo, também são os principais afetados, inicialmente. Posteriormente, os efeitos se espalham por todos os estados do país.

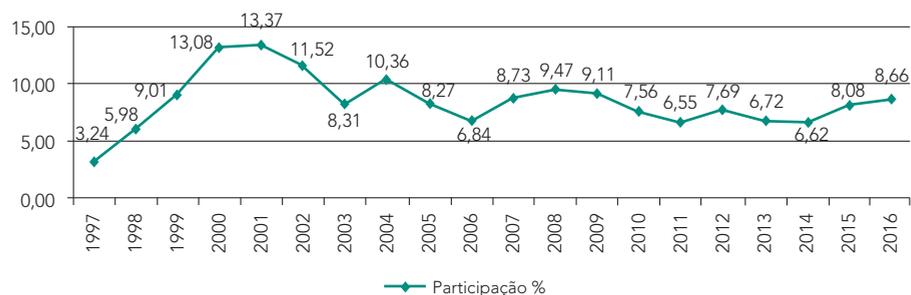
Quando se compara a Tabela 2 com a Tabela 1, tem-se que o estado de São Paulo é responsável por parte significativa das relações comerciais brasileiras de aeronaves. As exportações paulistas são responsáveis por aproximadamente 94,1% no período de 1997 a 2016. As importações são menos expressivas, representando 26,7% da totalidade importada pelo Brasil no mesmo período. O baixo valor das importações do estado de São Paulo, em relação ao importado pelos demais estados, levanta duas hipóteses, já que a maior parte da produção de aeronaves brasileiras está concentrada em São Paulo:

- As importações das matérias-primas utilizadas no setor estão chegando por outros portos e aeroportos do país, para evitar maiores custos se chegassem pelo estado de São Paulo.
- O volume importado pelos demais estados está sendo utilizado na manutenção da frota atual de aeronaves do país. Devido a essa disparidade, o saldo comercial de São Paulo no setor é mais elevado do que o do país.

O Gráfico 2 mostra a participação relativa das exportações de veículos aéreos de São Paulo sobre as exportações totais de 1997 a 2016. Observa-se que ocorre significativo crescimento da participação relativa dos veículos aéreos na exportação total de São Paulo até o ano de 2001, quando, a partir de então, se verificam queda e estabilização da participação em torno de 7%.

## Gráfico 2

### São Paulo 1997-2016: participação relativa das exportações de veículos aéreos sobre as exportações totais



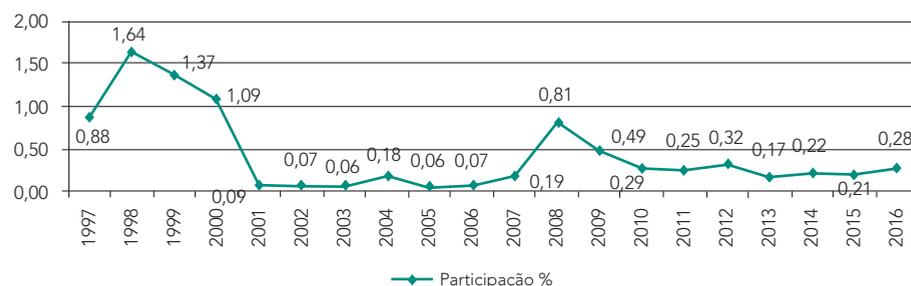
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Secex/MDIC, 2017.

Quando se analisa a série por inteira, identifica-se que ocorreu elevação da participação do setor no período, que saiu de 3,2%, em 1997, primeiro ano da série, para 8,7%, em 2016, último ano da série. É pertinente apontar que após 2001 e 2008, anos em que ocorreram eventos macroeconômicos negativos em nível mundial, houve queda da participação do setor, o que indica sua inter-relação entre as cadeias produtivas e os mercados consumidores em nível mundial.

O Gráfico 3 apresenta a participação relativa das importações de veículos aéreos de São Paulo sobre as importações totais de 1997 a 2016. Há anos de elevados registros de coeficientes de importação, mas com um comportamento da série relativamente estável em longos períodos, a exemplo de 2001-2007, 2010-2016.

### Gráfico 3

#### São Paulo 1997-2016: participação relativa das importações de veículos aéreos sobre as importações totais



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Secex/MDIC, 2017.

Ao contrário do que ocorreu no Gráfico 2, partiu-se aqui de uma elevada participação nas importações totais, e, posteriormente, a partir de 2001, tem-se queda da participação, com estabilização em torno de 0,20%. Destaque-se, que, assim como ocorreu na participação das exportações, a dinâmica das importações também foi impactada quando da ocorrência de crises em nível macroeconômico mundial, como pode ser observado pelas bruscas oscilações em 2001 e 2008.

## 3

# METODOLOGIA

Para cumprir os objetivos propostos, a metodologia foi dividida em duas partes. A primeira mostra o método de construção dos índices, utilizado para medir o nível de competitividade da indústria de aeronaves brasileira localizada em São Paulo, que foram construídos para as informações totais anuais. A segunda apresenta o método de testes, utilizado para verificar se a taxa de câmbio real efetiva tem impacto nas exportações do setor no período, construídos a partir de uma amostra mensal.

### ■ 3.1 Índices

O índice de vantagens relativas nas exportações (IVRE), elaborado por Balassa (1965) e aprimorado por Vollrath (1989), mede a vantagem relativa nas exportações  $X$  de uma determinada região  $r$ , em relação ao total do país  $t$ , de um produto  $p$ . Para tal, usa-se a seguinte expressão:

$$IVRE_{pr} = LN \left[ \frac{X_{pr}}{X_{pt}} / \frac{X_{jr}}{X_{jt}} \right] \quad (1)$$

em que  $X$  = exportações;  $p$  = produto (veículos aéreos);  $r$  = estado (São Paulo);  $j$  = agregado de todos os produtos, excluindo-se  $p$ ;  $t$  = todos os estados (Brasil), excluindo-se  $r$  (São Paulo).

Na análise dos resultados, devem-se considerar os seguintes fatores:

- Quando o  $IVRE_{pr} = 0$ , o estado (São Paulo) não tem vantagem nem desvantagem em relação ao conjunto dos estados (Brasil) na exportação do produto (veículos aéreos).
- Já quando o  $IVRE_{pr} > 0$ , o estado em análise tem vantagem na exportação do referido produto em relação ao restante dos estados.
- E quando o  $IVRE_{pr} < 0$  significa que o estado (São Paulo) não tem vantagem na exportação do produto em relação aos demais estados.

O índice de competitividade revelada (ICRV), também elaborado por Balassa (1965) e aprimorado por Vollrath (1989), segue o mesmo princípio do IVRE, adicionando, porém, as importações  $M$  ao cálculo. Essa alteração torna o índice mais completo, pois leva em consideração todas as transações do produto realizados pelo país, estado ou região no período analisado. Assim, tem-se a seguinte expressão:

$$ICRV_{pr} = LN \left[ \left( \frac{X_{pr}}{X_{pt}} / \frac{X_{jr}}{X_{jt}} \right) / \left( \frac{M_{pr}}{M_{pt}} / \frac{M_{jr}}{M_{jt}} \right) \right] \quad (2)$$

em que  $M$  = importações;  $X$  = exportações;  $p$  = produto (veículos aéreos);  $r$  = estado (São Paulo);  $j$  = agregado de todos os produtos, excluindo-se  $p$ ;  $t$  = todos os estados (Brasil), excluindo-se  $r$  (São Paulo).

Quanto à análise, tem-se que:

- Quando  $ICRV_{pr} = 0$ , o estado (São Paulo) tem competitividade igual ao restante das regiões do país na produção de veículos aéreos.
- Quando  $ICRV_{pr} > 0$ , significa que o estado de São Paulo tem competitividade maior que as demais regiões do país na produção de veículos aéreos.
- E quando  $ICRV_{pr} < 0$ , tem-se que São Paulo tem competitividade abaixo do restante do país na produção de veículos aéreos.

O índice de orientação regional (IOR), desenvolvido por Yeats (1997), permite quantificar a tendência de exportação de um país ou estado para determinados parceiros comerciais. Neste estudo, esse índice será utilizado para verificar o IOR das exportações paulistas para a União Europeia (UE). Para tanto, é utilizada como método de cálculo a Equação (3):

$$IOR = \left[ \frac{(X_{sa} / X_{st})}{(X_{fa} / X_{ft})} \right] \quad (3)$$

em que  $X_{sa}$  = exportações de aeronaves de São Paulo para a UE;  $X_{st}$  = exportações totais de São Paulo para a UE;  $X_{fa}$  = exportações de aeronaves de São Paulo menos a UE;  $X_{ft}$  = exportações totais de São Paulo menos a UE.

Quanto à análise, tem-se que o IOR varia de 0 ao infinito:  $0 \leq IOR \leq \infty$ . Quanto maior o seu coeficiente, maior a tendência de São Paulo exportar aeronaves para a UE (YEATS, 1997). Exemplos de aplicação dessa metodologia são encontrados nos trabalhos de Coronel et al. (2008) e Silva et al. (2015).

### ■ 3.2 Teste de raiz unitária

Neste artigo, a segunda parte proposta para análise confere a necessidade de se fazer uma análise aplicada com testes econométricos robustos e amplamente utilizados na literatura em questão. Assim, busca-se analisar os impactos da taxa de câmbio real efetiva sobre as exportações paulistas de veículos aéreos entre 1997 e 2016. As informações são mensais e contemplam um número de 240 observações tanto para as exportações quanto para a taxa de câmbio.

Para o prosseguimento da análise foi necessária a verificação do teste de estacionariedade das séries realizada por meio do argumento Dickey-Fuller aumentado (ADF) e por meio do teste Elliot, Rothenberg & Stock (ERS). Esses testes têm o fito de verificar se as séries têm ou não raiz unitária, diante de modelos nos quais as variáveis são geradas por processos autorregressivos de ordem  $p$ . Com os resultados dos testes, caso seja necessário, é possível realizar a inclusão da diferença na variável defasada para que se preserve a condição de ruído branco. Destarte, as séries devem ter média zero e variância infinita. Ou seja, as séries devem apresentar comportamentos estáveis ao longo do tempo.

O teste de raiz unitária foi feito a partir do uso do *software* R, com o pacote *urca*, e usaram-se as equações matemáticas a seguir:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

As diferenças entre as três equações são dadas considerando-se apenas a ausência da tendência linear na segunda equação  $\beta t$ ; e tendência linear  $\beta t$  e do termo constante  $\alpha$  na terceira equação. Assim, os testes foram desenvolvidos com os termos de tendência e constantes, somente com constantes e sem tendência e sem constantes, conforme mostra a Tabela 1 (seção 3), sendo a forma indicada para o alcance de resultados robustos.

Eis a hipótese nula do teste:

- HO:  $\gamma$  é a existência de pelo menos uma raiz unitária.

Com isso, rejeita-se a HO:  $\gamma$  significa afirmar que a série é estacionária e, em si, já tem distribuição que é um ruído branco gaussiano. Nesse sentido, as equações são estimadas por mínimos quadrados ordinários (MQO), e os valores dos parâmetros estimados são validados como testes de raiz unitária, a partir da comparação com os valores críticos propostos e apresentados por Dickey e Fuller (1979) e também confirmados pelo teste indicado por Elliot, Rothenberg e Stock (1996).

### ■ 3.3 Teste de cointegração de Johansen – Modelo multivariado

De posse dos resultados dos testes de raiz unitária, se as variáveis se mostrarem não estacionárias, recorre-se aos testes que permitam verificar se há relação de equilíbrio de longo prazo entre elas, a partir da aplicação da diferença. Com isso, analisar se há cointegração é o procedimento mais viável adotado para esses fins. Tendo como orientação os testes aplicados para modelagem VAR, recorre-se ao teste de cointegração de Johansen (1988). Nesse teste, Johansen (1988) propõe analisar se há presença de múltiplos vetores de cointegração ou não, quando se utiliza um modelo de vetores autorregressivos, testando como mecanismos de correção de erro (Vector Error Correction Model – VECM), representado da forma que se segue.

$$\Delta X_t = \Phi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Lambda_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Aqui, cada  $X_t$  representa um vetor de variáveis endógenas em primeira diferença; em que  $\phi$  representa uma matriz de dados expressa por  $N \times N$ , e seu posto é representado por  $r < N$ , nos casos em que há cointegração entre as séries;  $\Lambda_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p - 1$  são determinadas matrizes  $N \times N$  que contêm os coeficientes das variáveis endógenas defasadas em seus valores; e,  $\varepsilon_t$   $N \times 1$  representa um vetor de erros ou perturbações aleatórias não correlacionados entre si, contemporânea ou temporalmente, já que a média é zero e a matriz de covariância apresenta valores de variância e covariância não singulares.

### ■ 3.4 Teste de causalidade de Granger

O segundo teste proposto neste estudo é o teste de causalidade de Granger. Ele é amplamente utilizado na literatura recente em econometria com séries temporais, dada sua aceitação universal, uma vez que esse teste vai muito além da identificação de uma correlação simples entre as variáveis. No sentido de Granger, correlação pode não implicar causalidade. Ou seja, pode não apresentar necessariamente uma relação de causa e efeito entre variáveis que são correlacionadas. Destarte, para Granger (1969), só é possível estabelecer uma relação de causa e efeito se valores passados de  $X_{t-1}$  ajudarem a prever valores presentes de  $Y_t$ . Nesse sentido, é necessária uma relação de causalidade entre as séries que não podem ser denotadas apenas pela relação estatística de correlação.

Assim, considerando as séries de tempo  $X_t$  e  $Y_t^2$ , as pressuposições assumidas pelo teste de causalidade de Granger são as seguintes:

- As séries de tempo  $X_t$  e  $Y_t^2$  contêm todas as informações relevantes para as predições de causa e efeito entre elas.
- Como resultado, a série de tempo estacionária  $X_t$  Granger causará outra série estacionária  $Y_t^2$ , se as predições, com níveis aceitáveis de significância estatística, puderem ser obtidas, incluindo valores defasados de  $X_t$  aos valores defasados de  $Y_t^2$ .

As equações matemáticas que podem expressar essa relação de causa-efeito podem ser escritas da seguinte forma:

$$X_t = \sum a_i Y_{t-i} + \sum b_i X_{t-i} + \mu_{1t} \quad (8)$$

$$Y_t = \sum c_i Y_{t-i} + \sum d_i X_{t-i} + \mu_{2t} \quad (9)$$

As duas equações representam relações de causalidade, no sentido de Granger, em que:  $\mu_{it}$  contém os ruídos não correlacionados, em tese; na Equação (8), assume-se que os valores correntes da variável  $X_t$  estão relacionados aos valores passados do próprio  $X_{t-1}$ , bem como aos valores defasados de  $Y_t$ ; e a Equação (9) representa comportamento semelhante para a variável  $Y_t$ , em que os valores correntes da variável  $Y_t$  estão relacionados aos valores passados do próprio  $Y_{t-1}$ , bem como aos valores defasados de  $X_t$ . Assim, a causalidade de Granger pode ser observada para as séries no Quadro 1.

### Quadro 1

#### Variáveis de interesse dos modelos

Variável	Descrição
EXPORT	Exportações de aeronaves do estado de São Paulo.
TXCAMBIO	Taxa de câmbio – efetiva real – IPA-OG-IT – Exportações – manufaturados.
DEXPORT	Primeira diferença da variável EXPORT.
DTXCAMBIO	Primeira diferença da variável TXCAMBIO.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Secex/MDIC e do Ipeadata, 2017.

De acordo com a literatura, duas são as hipóteses esperadas:

- Que a relação entre as exportações e a taxa de câmbio efetiva real seja negativa.
- Que as alterações da taxa de câmbio efetiva real causem alterações nas exportações.

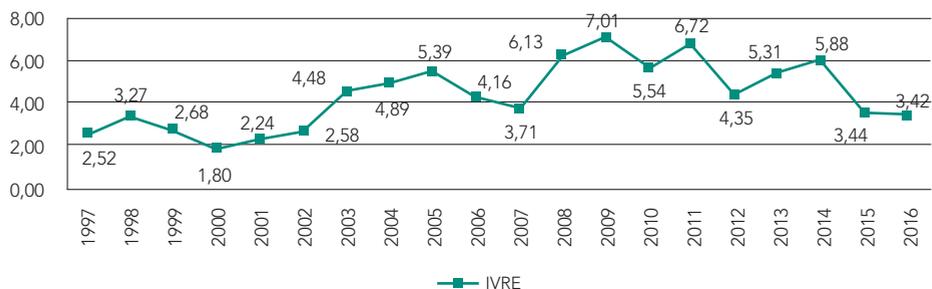
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ■ 4.1 Competitividade paulista no comércio de veículos aéreos no mercado internacional: evidências empíricas

Aplicada a primeira parte da metodologia proposta, chega-se aos resultados apresentados nos gráficos 4, 5 e 6. O Gráfico 4 mostra o IVRE de veículos aéreos do estado de São Paulo, no período de 1997 a 2016. Observa-se que o estado tem valores positivos para todos os anos da série em análise.

**Gráfico 4**

**IVRE nas exportações paulistas de veículos aéreos, 1997-2016**



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Secex/MDIC, 2017.

Os dados do IVRE apresentam tendência ao crescimento observado no longo prazo, porém com movimentos cíclicos, quando desmembrado em períodos mais curtos, o que é característico de setores e economias desenvolvidos (KALECKI, 1983). Por se tratar de um setor globalizado, em que os principais consumidores finais estão no mercado externo, assim como os principais fornecedores de peças e tecnologia em *softwares*, os resultados são vulneráveis a ocorrências externas, como variações cambiais, catástrofes ou dificuldades financeiras de países externos. Nesse caso, alterações na dinâmica de uma região influenciam o desempenho de outra (SCHUMPETER, 1982).

Os valores mais baixos são registrados nos primeiros anos da série, entre 1997 e 2002. Esse período é caracterizado por inúmeras turbulências no mercado mundial. Em 1997, a crise financeira assolou o mercado asiático, responsável por parte da demanda brasileira de aeronaves. Em 1998, estourou a crise financeira da Rússia, que também dificultou as transações internacionais. Em 1999, o Brasil sofreu com a crise de desvalorização do real, que tornou o cenário bom para as exportações, porém ruim para importações, além de prejudicar o setor creditício, tão importante para o setor aéreo brasileiro. E, em 2001, ocorreu o atentado às Torres Gêmeas nos Estados Unidos. Mas, a partir de 2003, apresentou-se reversão significativa da tendência de queda para ascensão. Nesse período, o país passou por mudanças no cenário político.

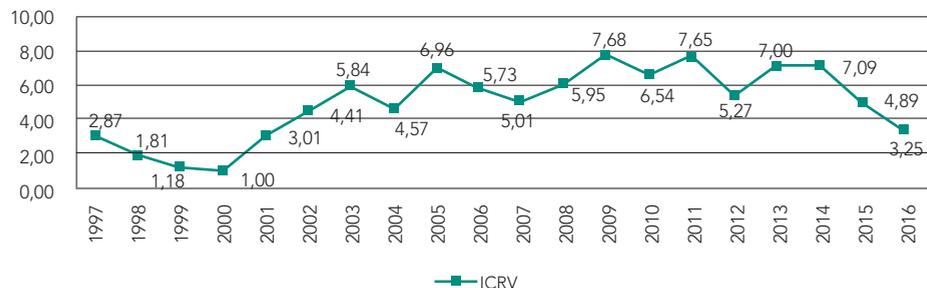
Mas apesar dos distúrbios e das turbulências ocorridos, e da queda observada nos últimos anos da série, isso não impediu a boa evolução do setor, que encerrou a série em análise com aumento de 0,9 ponto percentual no IVRE, valor significativo para um setor de alta competitividade, oligopolizado e de empresas já estabelecidas no mercado de concorrência mundial.

O Gráfico 5 apresenta os índices referentes à competitividade revelada (ICRV) do estado de São Paulo na comercialização de veículos aéreos. É possível verificar, com base nesses índices, se os dados corroboram os encontrados no IVRE apresentado no Gráfico 4.

O ICRV é nitidamente crescente no período analisado, porém com queda nos dois últimos anos da série, assim como no IVRE. Observa-se um ponto de inflexão na virada da década, anos 2000. A partir de então, registram-se resultados crescentes, mesmo em períodos de crises em nível mundial, como 2008 e 2009. Entende-se que a vantagem nas exportações decorre da elevação da competitividade do setor. Quando se comparam o primeiro e o último ano da série, tem-se um aumento de 0,38 ponto percentual, que é inferior ao observado no IVRE, porém assegura competitividade ao setor de veículos aéreos paulista.

### Gráfico 5

#### ICR paulista na comercialização de veículos aéreos, 1997-2016

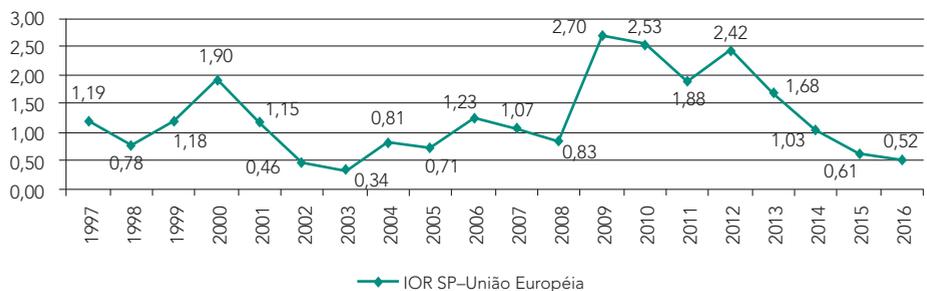


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Secex/MDIC, 2017.

O Gráfico 6 apresenta o IOR das exportações de aeronaves de São Paulo para o bloco econômico da UE (de 1997 a 2016). Observa-se que os índices plotados no gráfico oscilam bastante, sem seguir uma tendência de longo prazo.

### Gráfico 6

#### IOR das exportações de aeronaves paulistas para a União Europeia, 1997-2016



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Secex/MDIC, 2017.

Constata-se que o comércio entre São Paulo e a UE no setor de aeronaves é sempre positivo, porém com picos esporádicos. Esboçou-se de 2003 a 2012 uma tendência ao crescimento do IOR, mas este inverte a tendência a partir de 2013, quando apresenta constantes quedas, encerrando a série com IOR

menor do que o inicial em 0,67 ponto percentual. Nesse período recente, a Europa enfrentou inúmeras turbulências que podem ter impactado o seu mercado de aeronaves e conseqüentemente a demanda. Podem-se enumerar alguns: problemas econômicos, como os calotes da dívida da Grécia; problemas políticos, como a saída do Reino Unido da UE; problema com terrorismo, com constantes ataques a aeronaves. Todos podem ter influenciado em alguma medida na redução do IOR observado.

#### 4.2 Taxa de câmbio e comércio de veículos aéreos paulista: teste de cointegração de Johansen e teste de causalidade de Granger

Aplicada a segunda parte da metodologia, chega-se aos resultados apresentados nas tabelas 3, 4, 5 e 6. A Tabela 3 mostra o teste ADF de raiz unitária para as séries em nível, primeiro requisito para determinar o método a ser utilizado.

**Tabela 3**

Teste ADF para as séries em nível: 1997.1 – 2016.12

Modelo	Taxa de câmbio real efetiva (TXCAMBIO)	Exportações de veículos (EXPORT)	Valor crítico*
Completo	-2,590886	-1,904935	-3,42
Sem tendência	-1,532608	-2,354028	-2,87
Sem tendência e sem constante	-0,676415	0,580249	-1,94

(\*) Valor crítico de Dickey-Fuller a 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Ipeadata, 2017.

Os resultados mostram que ambas as variáveis testadas tiveram suas hipóteses nulas aceitas, ou seja, ao nível de 5%, para os três modelos distintos, as séries de TXCAMBIO e EXPORT são não estacionárias. A partir desse resultado testa-se a estacionariedade das séries em primeira diferença, utilizando também o teste ADF. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4**

Teste ADF para as séries em primeira diferença: 1997.1 – 2016.12

Modelo	Taxa de câmbio real efetiva (TXCAMBIO)	Exportações de veículos (EXPORT)	Valor crítico*
Completo	-10,97454	-13,08633	-3,42
Sem tendência	-10,98934	-12,9704	-2,87
Sem tendência e sem constante	-11,00484	-12,86489	-1,94

(\*) Valor crítico de Dickey-Fuller a 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Ipeadata, 2017.

Os resultados encontrados em primeira diferença, para ambas as séries, são de rejeição da hipótese nula. Logo, as séries são estacionárias em primeira diferença e, portanto, integradas de ordem 1. Observa-se que esse resultado também foi encontrado por Coelho e Recupero (2015), ao testarem a estacionariedade para a taxa de câmbio real efetiva e as exportações de automóveis do Brasil. Identificado que as séries em nível são não estacionárias, pode-se realizar o teste de cointegração de Johansen.

Porém, antes da realização do teste, é necessário identificar o número ideal de defasagens a serem utilizadas. Para tanto, recorreu-se ao critério de seleção de Schwartz, que indicou a utilização de três defasagens. A Tabela 5 apresenta os resultados do teste de cointegração de Johansen para o período de 1997 a 2016.

**Tabela 5**

Testes de cointegração de Johansen: 1997.1 – 2016.12

H0: rank=p	Teste do Traço	Valor crítico (5%)	Teste do Máximo Autovalor	Valor crítico (5%)
P = 0	32,63745	15,49471	30,3318	14,2646
P ≤ 1	2,305646	3,841466	2,305646	3,841466

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Ipeadata, 2017.

Os resultados dos testes do traço e do máximo autovalor mostram que não existe cointegração entre a taxa de câmbio real efetiva e as exportações de veículos aéreos no período de 1997 a 2016, o que implica dizer que não há relação entre as variáveis no longo prazo, assim como os resultados de Coelho e Recupero (2015) para o caso das exportações de automóveis de 1990 a 2005.

De forma a confirmar os resultados, utilizou-se o teste de causalidade de Granger (1969) para o mesmo período. Por causa da não estacionariedade das variáveis em nível, apresentadas na Tabela 3, esse teste foi realizado com as variáveis em primeira diferença, pois, como explicam Coelho e Recupero (2015, p. 47), “o teste de causalidade nas variáveis em nível não terá um resultado estatisticamente correto, pois a estatística do teste não converge para uma distribuição F”. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6**

**Teste de causalidade de Granger: 1997.1 – 2016.12**

H0 - Hipótese nula	Teste F	Probabilidade	Resultado
DTXCAMBIO não causa DEXPORT	0,05727	0,9820	Não rejeitado
DEXPORT não causa DTXCAMBIO	1,49445	0,2168	Não rejeitado

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Ipeadata, 2017.

Os resultados indicam que não existe causalidade no sentido de Granger entre as variáveis taxa de câmbio real efetiva e exportações de veículos aéreos em primeira diferença. Isso indica, conforme a probabilidade, que a taxa de câmbio não precede as exportações de veículos leves, o que não confirma a hipótese levantada pela literatura para esse caso.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi investigar o desempenho do setor de veículos aéreos de São Paulo de 1997 a 2016. Os resultados do trabalho indicam que o setor conseguiu se estabelecer no mercado mundial com vantagens nas tro-

cas e com competitividade, estando uma de suas empresas, a Embraer, entre as quatro maiores fabricantes do mundo e sendo a atual líder do setor de aeronaves regionais.

Observa-se no período em análise, de 1997 a 2016, um crescimento tanto no IVRE quanto no ICRV, com importante ponto de inflexão em 2000, para ambos os indicadores. Esses resultados alcançados pelo setor só foram possíveis graças às políticas estruturais gradativas e que abrangeram desde estrutura física, passando por centro de pesquisa e desenvolvimento (P&D), até subsídios para estabelecer de forma competitiva políticas que perpassaram diversos governos.

Diferentemente dos índices IVRE e ICRV, o IOR não apresentou tendência de crescimento no longo prazo. Com grandes oscilações durante todo o período, tem-se que a relação comercial entre o estado de São Paulo e a UE está decrescendo nos últimos anos, especialmente a partir de 2013, provavelmente em decorrência de inúmeros fatores, mas que demandam uma preocupação no sentido de buscar novos mercados para suprir essa lacuna criada.

A partir dos testes de cointegração de Johansen e de causalidade de Granger, foi possível verificar se as exportações de veículos aéreos de São Paulo têm relação com a taxa de câmbio real efetiva no período de 1997 a 2016. Os resultados dos testes mostraram que não há. Esse resultado vai contra a literatura corrente que aponta o câmbio como um dos principais determinantes da quantidade exportada. Esse resultado pode ter sido consequência do formato de compra e venda do setor, que é, em grande parte, via contratos de médio prazo, que não sofreriam impactos da taxa de câmbio.

Para pesquisas futuras, é interessante acompanhar o desempenho do setor em anos posteriores, para que se possa observar como ele se comportará diante das adversidades provocadas pelas turbulências políticas e econômicas pelas quais passa o mundo atualmente. Além de verificar, com base em outras metodologias, se as vantagens nas exportações e na competitividade são mantidas, como se observou durante as turbulências de 2001 e 2008, ou se serão mais prejudicadas, chegando a apresentar queda. Um exercício pertinente é fazer a quebra dos períodos e realizar a análise da relação com a taxa de câmbio.

## INTERNATIONAL COMPETITIVENESS, EXCHANGE RATE AND AIRCRAFT TRADE OF AIR VEHICLES: 1997-2016

### Abstract

This article aims to investigate the competitiveness of the air vehicle sector of the State of São Paulo from 1997 to 2016; and how the exchange rate has impacted business relationships. In order to do so, three indices were constructed and two econometric tests were applied to the time series: the Index of Relative Advantages in Exports (IVRE), the revealed competitiveness index (ICRV), the regional guidance index (IOR); and, the Johansen cointegration tests and the Granger causation test. The results show evidence that the industry was able to establish itself in the world market with advantages in IVRE and ICRV, having as main partner, verified from the IOR, the European Union (EU). Regarding the exchange rate, the tests showed that there is no long-term relationship between the exports of air vehicles and the effective real exchange rate.

**Keywords:** Air vehicles; Competitiveness; São Paulo.

### Referências

- BALASSA, B. Trade liberalization and revealed comparative advantage. *The Manchester School of Economic and Social Studies*, n. 33, p. 99-123, May 1965.
- BASTOS, C. E. *Atributos de parcerias de sucesso em cadeias de suprimentos: um estudo de caso na relação fabricante-fornecedor na indústria aeronáutica*. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração)—Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BERNARDES, R.; PINHO, M. S. *Aglomeración e aprendizado na rede de fornecedores da Embraer*. São Paulo: RedeSist, 2002.
- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Aliceweb – Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://alicesweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 5 jan. 2015.
- COELHO, A. B.; RECUPERO, L. Taxa de câmbio real efetiva e exportações de automóveis no Brasil, 1990-2005. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 6, n. 1, p. 277-298, 2015.
- CORONEL, D. A. et al. Exportações do complexo brasileiro de soja: vantagens comparativas reveladas e orientação regional. *Revista de Política Agrícola*, v. 17, n. 4, p. 20-32, out./dez. 2008.

CUSHMAN, D. O.; DE VITA, G. Exchange rate regimes and FDI in developing countries: a propensity score matching approach. *Journal of International Money and Finance*, v. 77, p. 143-163, 2017.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of American Statistical Association*, v. 74, p. 427-431, 1979.

FORJAZ, M. C. S. As origens da Embraer. *Tempo Social*, v. 17, n. 1, p. 281-298, jun. 2005.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996. v. 1.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relationships by econometric models and cross spectral methods. *Econometrica*, v. 37, p. 424-438, 1969.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – Ipeadata. Dados macroeconômicos e regionais. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>> Acesso em: 27 jun. 2017.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 12, p. 231-254, 1988.

KALECKI, M. *Teoria da dinâmica econômica*. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Os economistas).

LLIOTT, G.; ROTHENBERG, T. J.; STOCK, J. H. Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, v. 64, n. 4, 1996.

MOLLO, M. de L. R.; SILVA, M. L. F. A liberalização do câmbio no Brasil: revisitando a discussão dos pressupostos teóricos embutidos nas prescrições cambiais alternativas. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 189-227, 2016.

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Os economistas).

SECEX/MIDIC. Ministério de Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

SILVA, F. A. et al. Competitividade das exportações brasileiras de mamão, 1995 a 2008. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 9, n. 3, p. 393-420, 2015.

VOLLRATH, T. L. Competitiveness and protection in world agriculture. *Agriculture Information Bulletin*, n. 567, July 1989.

YEATS, A. *Does Mercosur's trade performance raise concerns about the effects of regional trade arrangements?* Washington: World Bank, Feb. 1997. Policy, Planning and Research Working Paper n. 1729.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: princípios básicos*. São Paulo: Campus, 2006.

VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. *Theory of games and economic behavior*. New Jersey: Princeton University Press, 1994.