

# Investimento estrangeiro direto: *Greenfield*, por fusões e aquisições, volatilidade e seus efeitos no crescimento econômico brasileiro<sup>\*</sup>

MARCOS J RIBEIRO<sup>†</sup>  
LUCIANO NAKABASHI<sup>‡</sup>

## Sumário

1. Introdução .....	197
2. IDE e crescimento econômico: Evidências empíricas.....	200
3. Modelo Teórico .....	201
4. Estratégia Empírica .....	206
5. Resultados.....	211
6. Conclusões.....	214
Apêndice A. Estatísticas descritivas das variáveis.....	217
Apêndice B. Testes de especificação dos modelos .....	219
Apêndice C. Estimação do IDE <i>greenfield</i> .....	221
Apêndice D. Estimação da volatilidade do IDE.....	221

## Palavras-chave

investimento estrangeiro direto, crescimento, volatilidade

## JEL Codes

C32, E21

## Resumo • Abstract

Neste artigo avaliamos os efeitos do investimento estrangeiro direto (*IDE*) no crescimento econômico brasileiro entre 1996 e 2018, considerando três aspectos: as condições locais do Brasil; as duas modalidades de *IDE*, que são via *greenfield* e por fusões e aquisições (F&As); e sua volatilidade. Para cumprir esse objetivo, utilizamos o modelo econometrício SVAR. Os resultados mostram que o *IDE* sozinho não influencia o crescimento brasileiro. No entanto, as condições locais potencializam seus efeitos positivos. Adicionalmente, verificamos que o *IDE* via *greenfield* exerce impacto positivo no crescimento brasileiro. Por outro lado, os efeitos do *IDE* por F&As e da volatilidade do *IDE* são nulos.

## 1. Introdução

O Brasil vem ocupando posição de destaque quando se trata de fluxos de investimento estrangeiro direto (*IDE*). Em 2018, o país foi o sexto maior receptor de *IDE* do Mundo, com 61 bilhões de dólares, ficando atrás somente de Estado Unidos,

\*O presente artigo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos a Elaine Aparecida Fernandes, Fernanda Aparecida Silva e ao parecerista pelos comentários e sugestões.

<sup>†</sup>Doutorando em Economia Aplicada, FEA-RP/USP. Av. Bandeirantes, 3900, Vila Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP, CEP 14040-905, Brasil. [ID 0000-0002-3456-3982](#)

<sup>‡</sup>Professor Associado, FEA-RP/USP. Av. Bandeirantes, 3900, Vila Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP, CEP 14040-900, Brasil. [ID 0000-0002-4937-5669](#)

[✉ mjribeiro@usp.br](mailto:mjribeiro@usp.br) [✉ luciano.nakabashi@gmail.com](mailto:luciano.nakabashi@gmail.com)

China, Hong Kong, Singapura, Holanda e Reino Unido ([UNCTAD, 2019](#)). Tal modalidade de investimento se estabelece no país hospedeiro na forma de fusões e aquisições de empresas (F&As), ou por meio de investimento *greenfield*<sup>1</sup> ( $IDE_{F\&As}$  e  $IDE_{GRF}$ , respectivamente), tornando-se importante fonte de financiamento para países em desenvolvimento. Quando comparado a entradas de capital de curto prazo, como investimentos em carteira e crédito, o *IDE* é a mais importante modalidade de financiamento externo por ser mais estável mesmo quando ocorrem mudanças negativas no ambiente econômico do país anfitrião ([Ozturk, 2012](#)).

O *IDE* vem sendo bastante disputado pelos países, uma vez que pode gerar benefícios para a economia hospedeira. Entre os benefícios estão: superávit comercial; aumento do nível de emprego; aumento da capacidade tecnológica; modernização da economia; e crescimento econômico ([Bittencourt, 2016](#); [Castro & Campos, 2018](#); [Crespo & Fontoura, 2007](#)). A teoria sobre os efeitos do *IDE* no crescimento enfatiza que as empresas multinacionais (EMNs), ao se estabelecerem no país hospedeiro, geram *spillovers* de tecnologia e conhecimento para as empresas domésticas, estimulando o crescimento econômico. Os canais pelos quais tais *spillovers* ocorrem são: imitação/demonstração; mobilidade da mão de obra; exportação; competição; e relacionamentos entre clientes e fornecedores ([Crespo & Fontoura, 2007](#)).

No entanto, grande parte dos estudos empíricos, que também incluem o Brasil, constataram que o *IDE* aumenta a produtividade somente dos países que possuem um conjunto específico de características.<sup>2</sup> Entre as principais características indicadas pela literatura estão: disponibilidade de capital humano; mercado financeiro desenvolvido; qualidade institucional; estabilidade macroeconômica; abertura comercial; entre outros ([Alfaro, Chanda, Kalemli-Ozcan, & Sayek, 2004](#); [Bittencourt, 2016](#); [Borensztein, De Gregorio, & Lee, 1998](#); [Elboiashi, 2015](#); [Hayat, 2019](#)).

Outro fato relevante é que o  $IDE_{GRF}$  tem maior capacidade de expandir o capital dos países hospedeiros, aprofundar sua estrutura tecnológica e gerar crescimento. [Bittencourt \(2016\)](#) chama atenção para o fato de que, no Brasil, o  $IDE_{GRF}$  contribuiu para a maior produção e menor importação de produtos manufaturados, melhores salários e maior nível de emprego, bem como crescimento econômico via *spillovers* de tecnologia e conhecimento. Já o  $IDE_{F\&As}$  gera renda para o proprietário da empresa adquirida e tal renda pode não ser reinvestida ([Harms & Méon, 2018](#)).

<sup>1</sup> Investimento *greenfield* é quando uma empresa constrói novas instalações, por meio de projetos, fora do seu país de origem ([Burger, Karreman, & van Eenennaam, 2015](#)).

<sup>2</sup> O estudo de [Bittencourt \(2016\)](#), que analisou somente o caso brasileiro, aponta que quando essas características não são levadas em consideração, o *IDE* pode prejudicar o crescimento econômico brasileiro.

Vale destacar que crises financeiras podem ter impactos negativos nos determinantes do *IDE*<sup>3</sup> e no seu fluxo (Castro & Campos, 2018). Silva Filho (2015) destaca que devido à crise econômica de 2008 houve queda expressiva nos fluxos de *IDE* para o Brasil. A volatilidade do *IDE* ( $IDE_{vol}$ ) pode ser entendida como uma *proxy* para a instabilidade macroeconômica do país hospedeiro, podendo ter consequências adversas para o crescimento econômico.

Porém, muitos estudos que mensuraram os efeitos do *IDE* no crescimento brasileiro ignoraram esses fatos essenciais. Diante desse cenário, esse artigo tem como intuito verificar como o *IDE*, suas duas modalidades,  $IDE_{GRF}$  e  $IDE_{F&As}$ , e sua volatilidade, bem como as características macroeconômicas e institucionais brasileiras se relacionaram com crescimento econômico entre 1996 e 2018.

As perguntas centrais que emergem a respeito do impacto do *IDE* no crescimento brasileiro são: (i) são positivos, negativos ou nulos? (ii) qual modalidade exerce maior impacto,  $IDE_{GRF}$  ou  $IDE_{F&As}$ ? (iii) níveis elevados de capital humano, tamanho do mercado financeiro, abertura comercial e qualidade institucional potencializam possíveis efeitos positivos? (iv) sua volatilidade causa efeito adverso? Responder essas perguntas pode contribuir para esclarecer o papel do ingresso de *IDE* no crescimento econômico brasileiro e fornecer informações importantes aos formuladores de políticas econômicas e demais interessados.

O presente artigo se diferencia de outras pesquisas já realizadas pelos seguintes fatores: a) utiliza uma base de dados que abrange um período pouco explorado na literatura, 1996–2018, no qual houve aumento expressivo dos fluxos de *IDE* para o Brasil; b) é considerado dois tipos de *IDE* ( $IDE_{GRF}$  e  $IDE_{F&As}$ ), já que ambos podem ter efeitos distintos no crescimento; c) a volatilidade do *IDE* também é levada em consideração, pois está relacionada à incerteza do cenário econômico brasileiro e da economia mundial, além de potencialmente causar efeitos adversos no crescimento.

Para atingir os objetivos propostos, além desta introdução, a seção 2 traz uma revisão de literatura com várias pesquisas que investigam a relação entre *IDE* e crescimento no Brasil e em outros países. Na seção 3 é desenvolvido um modelo teórico baseado em Borensztein et al. (1998) que também analisa essa relação. A estratégia empírica utilizada na pesquisa, que no caso é o VAR estrutural, é abordada na seção 4. Já os resultados são apresentados na seção 5 e apontam que o *IDE* considerado de forma isolada não exerce impacto no crescimento, o  $IDE_{GRF}$  exerce maior impacto do que o  $IDE_{F&As}$  e a volatilidade tem efeito nulo. Por fim, na seção 6, as principais conclusões são apresentadas.

---

<sup>3</sup>Alguns determinantes do *IDE* encontrados na literatura são: risco país; de mercado e político; volatilidade do câmbio; taxa de retorno do investimento; entre outros (Moosa, 2015).

## 2. IDE e crescimento econômico: Evidências empíricas

Vários pesquisadores verificaram a relação entre investimento estrangeiro direto (*IDE*), alguns dos fatores locacionais do país que o recebe, e o crescimento econômico. Já os estudos que relacionam *IDE* via *greenfield*, por fusões e aquisições e a volatilidade do *IDE* ( $IDE_{GRF}$ ,  $IDE_{F\&A}$  e  $IDE_{vol}$ , respectivamente) ao crescimento econômico são escassos. Alguns desses estudos apontam o *IDE* como um dos propulsores do crescimento econômico, quando são levadas em consideração características institucionais e macroeconômicas do país hospedeiro. Porém, os resultados divergem devido, ao menos em parte, à ampla variedade de técnicas econométricas, conjunto de países ou economias específicas, e diferentes períodos utilizados (Iamsiraroj & Ulubaşoğlu, 2015).

Em seu estudo seminal, Borensztein et al. (1998) analisaram os efeitos do *IDE* no crescimento de um conjunto de países. A principal conclusão dos autores foi de que tais efeitos são impulsionados pelo nível de capital humano do país hospedeiro. Já Alfaro et al. (2004) analisaram a relação entre *IDE*, desenvolvimento financeiro e crescimento econômico. Os autores destacaram que o desenvolvimento financeiro do país hospedeiro potencializa os efeitos positivos do *IDE* no crescimento, uma vez que tal desenvolvimento reduz riscos e permite que os recursos provenientes do *IDE* sejam alocados de maneira eficiente.

Hayat (2019) apresenta indícios de que a qualidade institucional potencializa efeitos positivos do *IDE* no crescimento, pois maior qualidade institucional aumenta a concorrência entre empresas estrangeiras e domésticas, contribuindo para que haja maior eficiência e inovação nos setores da economia. Adicionalmente, maior qualidade institucional contribui para que haja *spillovers* de tecnologia e conhecimento, e acumulação de capital. O autor sugere que os países que tem o intuito de potencializar seu crescimento utilizando-se do *IDE* devem controlar a corrupção e fortalecer o estado de direito.<sup>4</sup>

Vale destacar que as pesquisas de Carkovic e Levine (2005) e Damasceno (2013) não encontraram relação entre *IDE* e crescimento. O primeiro justifica que os resultados que colocam o *IDE* como causa do crescimento pode ser produto da má especificação do modelo econométrico utilizado. Já o segundo destaca que os fluxos de *IDE* podem levar os países a crises financeiras, instabilidade macroeconômica e apreciação cambial, prejudicando o crescimento.

Outros pesquisadores analisaram os efeitos do *IDE* somente no crescimento econômico brasileiro. Fernandes (2006), por exemplo, ressalta que o *IDE* não influenciou o crescimento econômico brasileiro entre 1970 e 2003. A justificativa

<sup>4</sup>O estado de direito captura percepções de até que ponto os agentes confiam e cumprem as regras da sociedade e, em particular, direitos de propriedade, a qualidade da execução de contratos, tribunais e polícia, bem como a probabilidade de ocorrência de crimes e violência (Kaufmann, Kraay, & Mastruzzi, 2011).

para isso gira em torno do *IDE* no Brasil ter ocorrido por meio de F&As (Fusões e Aquisições) ou ter sido direcionado predominantemente para o setor de serviços. Mortatti (2011) também não encontra relação significativa entre *IDE* e o crescimento brasileiro. Por outro lado, Carminati e Fernandes (2013) constataram que o *IDE* influencia o crescimento brasileiro de forma positiva. Porém, de forma pouco expressiva. A justificativa para isso é semelhante à de Fernandes (2006). Já Fraga, Parré, e Silva (2013) constataram que o *IDE* influenciou o crescimento econômico dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal nos anos de 1995, 2000 e 2005.

No entanto, nenhuma dessas pesquisas que analisaram somente o caso brasileiro levou em consideração fatores macroeconômicos e institucionais que poderiam auxiliar na absorção e conversão do *IDE* em crescimento. A importância de tais fatores fica evidente no trabalho de Bittencourt (2016), que encontrou que o *IDE* quando considerado de forma isolada influenciou o crescimento econômico brasileiro de forma negativa. Mas quando consideradas as variáveis de interação *IDE*\**X*, onde *X* pode ser o capital humano, infraestrutura ou qualidade institucional, os efeitos no crescimento foram positivos.

Já os estudos que verificaram os efeitos do *IDE*<sub>GRF</sub> e *IDE*<sub>F&As</sub> no crescimento são escassos. Um deles é o de Wang e Wong (2009) que utilizou uma amostra de 84 países, entre 1987 e 2001. Os resultados indicam que o *IDE*<sub>GRF</sub> aumenta o crescimento econômico. Em contrapartida, o *IDE*<sub>F&As</sub> só promove crescimento nos países onde há elevado capital humano. Já Harms e Méon (2018) analisaram um conjunto de 127 países desenvolvidos e em desenvolvimento, entre 1990 e 2010. Seus resultados indicam que o *IDE*<sub>GRF</sub> possui efeito positivo no crescimento maior que o *IDE*<sub>F&As</sub>.

Outro fator relevante que parece estar associado aos possíveis efeitos do *IDE* no crescimento é sua volatilidade. Lensink e Morrissey (2006) chamam atenção para o fato de que a volatilidade dos fluxos de *IDE* pode gerar incertezas nos custos de investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), desestimulando as empresas multinacionais (EMNs) a inovarem. Além do mais, a volatilidade dos fluxos de *IDE*, segundo os autores, pode servir como uma *proxy* para incertezas políticas e econômicas do país hospedeiro. Castro e Campos (2018) encontram resultados que sugerem que crises financeiras internacionais exercem impacto negativo nos estoques de *IDE*.

### 3. Modelo Teórico

Segundo Crespo e Fontoura (2007), o investimento estrangeiro direto (*IDE*) pode gerar externalidades positivas, ou seja, *spillovers* de tecnologia e capital humano, para o país hospedeiro, e isso se traduz em aumento de produtividade. No entanto, a capacidade do país converter tais *spillovers* em aumento de produtividade pode estar condicionada a fatores locais do país. Então, Borensztein et al. (1998), baseando-se

em Barro e Sala-i Martin (1995), elaboraram um modelo teórico para explicar como *IDE*, capital humano, fatores institucionais e macroeconômicos e crescimento econômico se relacionam.

Porém, o modelo ignora o fato de que o *IDE greenfield* e o *IDE* por fusões e aquisições ( $IDE_{GRF}$  e  $IDE_{F\&A}$ , respectivamente) possuem efeitos distintos no crescimento, além da possibilidade de que a volatilidade nos fluxos de *IDE* ( $IDE_{vol}$ ) aumentem a incerteza e os custos de produção das empresas multinacionais (EMNs) e, consequentemente, diminuam o crescimento. Sendo assim, baseando-se no modelo de Borensztein et al. (1998), elaboramos um modelo que considera os efeitos que a volatilidade e os dois diferentes tipos de *IDE* podem ter no crescimento.

Portanto, o modelo destaca o papel de ambas as modalidades de *IDE* e sua volatilidade como determinantes do crescimento econômico e mostra sua complementariedade com o capital humano e outros fatores locais do país receptor de *IDE*. Além disso, o modelo serve de base para a investigação empírica apresentada na [seção 4](#).

Considere que a economia de um determinado país produz um único bem. Então, temos a seguinte função de produção:

$$Y_t = A_t K_t^{(1-\alpha)} H_t^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1)$$

onde  $A$  representa fatores locais e institucionais que influenciam a produtividade;<sup>5</sup>  $H_t$  é o capital humano<sup>6</sup>; e  $K_t$  representa a agregação de diferentes bens de capital. O aumento de produtividade ocorre pelo aumento do número de variedades desses bens de capital. O estoque de capital em cada instante é dado por

$$K_t = \left[ \int_0^N d(q)^{1-\alpha} dq \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad (2)$$

onde  $d(q)$  é a demanda de cada variedade de bem de capital  $q$ , e  $N$  é o número total de variedades desses bens.<sup>7</sup> Nessa economia há duas firmas produtoras de bens de capital, as domésticas e as estrangeiras. A produção estrangeira é realizada pelas empresas multinacionais (EMNs) através do  $IDE_M$ , onde  $M \in [F\&A, GRF]$ . As firmas domésticas produzem  $n$  e as estrangeiras  $n^*$ . Portanto, o total de bens de capital produzido é  $N = n + n^*$ . As firmas que produzem bens de capital são

<sup>5</sup>Conforme Borensztein et al. (1998),  $A$  representa o estado exógeno do “ambiente”. Neste artigo,  $A$  inclui abertura comercial, tamanho do mercado financeiro, qualidade institucional, entre outras medidas que podem potencializar os efeitos do *IDE* no crescimento brasileiro.

<sup>6</sup>Assume-se que  $H$  é uma dotação dada.

<sup>7</sup>Segundo Barro e Sala-i Martin (1995) é mais conveniente pensar em  $N$  como sendo contínuo e não discreto uma vez que, quando  $N$  é suficientemente grande, o erro se torna pequeno. Barro e Sala-i Martin (1995) também chamam atenção para o fato de que  $N$  pode ser usado como uma proxy para o desenvolvimento tecnológico. Tal suposição não é utilizada neste modelo.

remuneradas pelo aluguel destes pelas firmas produtoras de bens finais a uma taxa  $m(q)$ . A demanda por tais bens de capital acontece no ponto onde  $m(q)$  é igual ao produto marginal do  $q$ -ésimo bem de capital. Então,

$$m(q) = A(1 - \alpha)H^\alpha d(q)^{-\alpha}. \quad (3)$$

Nessa economia, as EMNs são responsáveis por *spillovers* de tecnologia e conhecimento para as empresas domésticas e, consequentemente, pela difusão do progresso tecnológico que ocorre via facilitação da produção de novos bens de capital. Os canais pelos quais tais *spillovers* ocorrem são a imitação, que é quando as empresas domésticas, através do contato com as empresas estrangeiras (por meio de um ex-funcionário ou pela observação), copiam a tecnologias de tais empresas, e a competição, já que a entrada de firmas estrangeiras em um determinado país pressiona as firmas domésticas a aprofundarem sua estrutura tecnológica e melhorarem a qualidade dos seus produtos e serviços.<sup>8</sup>

No entanto, a elevação da produção de bens de capital depende da adaptação da tecnologia proveniente dos países desenvolvidos. Assume-se que essa adaptação tecnológica tenha custo  $F$  e que ele tenha relação inversa com  $n^*/N$ .<sup>9</sup> Outro fato importante é que se os fluxos de *IDE* forem incertos (muito voláteis), os custos de adaptação da tecnologia também serão incertos, podendo afetar os incentivos para inovar e, consequentemente, o crescimento econômico (Lensink & Morrissey, 2006). Logo, maior  $IDE_{vol}$  aumenta o custo de adaptação tecnológica.<sup>10</sup>

Assumimos que existe um *catch-up* tecnológico, já que é mais barato imitar os produtos já existentes no mercado do que inovar. Considerando que o custo fixo  $F$  depende do número de variedade de bens de capital produzidos na economia doméstica,  $N$ , dividido pelo número de bens de capital produzidos na economia estrangeira,  $N^*$ , nos países cuja proporção  $N/N^*$  é menor, há maior possibilidade de imitação e menores custos de se adotar novas tecnologias. Sendo assim, a função de custos pode ser representada por:

$$F = F(n^*/N, IDE_{vol}, N/N^*), \quad (4)$$

<sup>8</sup>Devido à existência de externalidades positivas decorrentes do *IDE* que as EMNs não levam em consideração, os investimentos estrangeiros ficam abaixo do que seria socialmente ótimo. Um planejador central levaria em conta esses efeitos de forma a estimular tais investimentos. No presente artigo, não exploramos tal aspecto, pois o objetivo está nas relações empíricas entre *IDE*, desempenho econômico e as condições locais da economia doméstica.

<sup>9</sup>Essa suposição decorre do fato de que as firmas estrangeiras são a principal fonte de progresso tecnológico das firmas domésticas. Logo, maior presença estrangeira implica em mais *spillovers* de tecnologia e conhecimento para as firmas domésticas e, consequentemente,  $F$  diminui.

<sup>10</sup>Não desenvolvemos um modelo estrutural que relaciona o *IDE* e sua volatilidade com os custos de adaptação tecnológica. Apontamos apenas uma relação entre as variáveis a partir das derivadas parciais. Apesar de ser uma derivação importante em um modelo teórico, ficaria além do escopo do presente estudo.

onde

$$\frac{\partial F}{\partial IDE} < 0, \quad \frac{\partial F}{\partial IDE_{vol}} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial F}{\partial N/N^*} > 0.$$

Além do custo fixo de instalação  $F$ , a firma incorre em um custo marginal de produção  $d(q)$  igual a unidade, e o capital se deprecia totalmente a cada unidade de tempo. Também é pressuposto que, no estado estacionário, a taxa de juros  $r$  é constante. Logo, o lucro do produtor proveniente de uma nova variedade de capital  $q$  é dado por

$$L(q)_t = -F(n_t^*/N_t, IDE_{vol}, N_t/N_t^*) + \int_t^\infty [m(q)d(q) - 1d(q)] e^{-r(s-t)} ds, \quad (5)$$

onde  $s$  é uma data futura e  $e^{-r(s-t)}$  é o fator de desconto. Ao se maximizar a equação (5) sujeito à equação (3), encontramos o nível de equilíbrio para a produção de cada bem de capital  $d(q)$ :

$$d(q) = HA^{1/\alpha}(1-\alpha)^{2/\alpha}, \quad (6)$$

onde  $d(q)$  é constante em cada intervalo de tempo. Além disso, o nível de produção de diferentes variedades também é o mesmo devido à simetria na forma em que cada bem de capital entra na função de produção — equações (1) e (2). Substituindo a equação (6) na equação (3), obtemos a seguinte expressão para a taxa de aluguel:

$$m(q) = 1/(1-\alpha). \quad (7)$$

Esta equação mostra a taxa de aluguel de um tipo de bem de capital  $q$  como a margem de lucro sobre os custos de manutenção deste bem. Assumindo livre entrada no mercado de bens de capital, a taxa de retorno  $r$  será tal que os lucros serão iguais a zero. Portanto,

$$r = A^{1/\alpha} \phi F(n^*/N, IDE_{vol}, N/N^*)^{-1} H, \quad \text{onde} \quad \phi = \alpha(1-\alpha)^{(2-\alpha)/\alpha}. \quad (8)$$

Para concluir, é preciso descrever o processo de acumulação de capital proporcionado pela poupança. Assumimos que os indivíduos maximizam a seguinte função de utilidade intertemporal:

$$U_t = \int_t^\infty \frac{c_s^{1-\sigma}}{1-\sigma} e^{-\rho(s-t)} ds, \quad (9)$$

sendo que  $c$  denota as unidades consumidas do bem final  $Y$ ;  $e^{-\rho(s-t)}$  é o fator de desconto intertemporal do consumo;  $\rho > 0$  é a taxa de preferência intertemporal;  $s$  é uma data futura e  $\sigma > 0$ . Dada a taxa de retorno igual a  $r$ , a trajetória ótima do consumo após maximizar a equação (9) é dada por

$$\frac{\dot{C}_t}{C_t} = \frac{1}{\sigma}(r - \rho). \quad (10)$$

Se  $r - \rho > 0$ , o consumo das famílias aumenta ao longo do tempo. Caso  $r - \rho < 0$ , o consumo das famílias diminui. Se  $r - \rho = 0$ , o consumo se mantém constante.

Substituindo a equação (8) na equação (10), verificamos que a taxa de crescimento do consumo no estado estacionário é igual à taxa de crescimento do produto:

$$g = \frac{1}{\sigma} [A^{1/\alpha} \phi F(n^*/N, IDE_{vol}, N/N^*)^{-1} H - \rho]. \quad (11)$$

Conforme Borensztein et al. (1998), os fluxos de *IDE* são uma boa *proxy* para  $n^*/N$ . Considerando que  $IDE = IDE_{GRF} + IDE_{F&As}$ , podemos reescrever a equação (11) como

$$g = \frac{1}{\sigma} [A^{1/\alpha} \phi F(IDE_{GRF} + IDE_{F&As}, IDE_{vol}, N/N^*)^{-1} H - \rho]. \quad (12)$$

Logo, as seguintes conclusões podem ser obtidas a partir da equação (12):

1. Tanto o  $IDE_{GRF}$  quanto o  $IDE_{F&As}$  reduzem o custo de introdução de novas variedades de bens de capital, pois o *IDE* gera *spillovers* para a economia doméstica. Esperamos que os efeitos do  $IDE_{GRF}$  no crescimento sejam maiores que os efeitos do  $IDE_{F&As}$ , pois, conforme Harms e Méon (2018), o investimento via *greenfield* expande o capital do país hospedeiro e, consequentemente, aprofunda sua estrutura tecnológica. Já as F&As geram renda para o proprietário da empresa adquirida e tal renda pode não ser reinvestida. No entanto, isso não quer dizer que o  $IDE_{F&As}$  não possa gerar *spillovers* para a economia doméstica.
2. A volatilidade dos fluxos de *IDE* ( $IDE_{vol}$ ) aumenta os custos de introdução de novas tecnologias e pode ser entendida como uma *proxy* para a incerteza econômica dos países receptores de *IDE*. Embora os fluxos *IDE* sejam menos voláteis do que outros fluxos de capitais internacionais, o aumento na volatilidade de tais fluxos pode ter impacto negativo no crescimento.
3. Pode-se inferir que países com menor  $N/N^*$  são países em desenvolvimento. Esses países são mais propensos a imitar a tecnologia advinda das EMNs. Sendo assim, o custo de introdução de novos bens de capital é menor para tais países e, consequentemente, eles tendem a crescer mais.
4. Por fim, nota-se que o capital humano ( $H$ ), os fatores macroeconômicos e institucionais do país anfitrião ( $A$ ) podem potencializar os efeitos do *IDE* no crescimento econômico.

Para verificar empiricamente os efeitos do *IDE*, suas duas modalidades e volatilidade, no crescimento econômico brasileiro, levando em consideração os apontamentos acima, utilizamos as seguintes especificações:

$$\begin{aligned} CPPC &= \alpha_1 IDE + \alpha_2 IDE * A + \alpha_3 IDE * H + \alpha_4 A + \alpha_5 H, \\ CPPC &= \beta_1 IDE_{GRF} + \beta_2 IDE_{F&As} + \beta_3 A + \beta_4 H, \\ CPPC &= \gamma_1 IDE + \gamma_2 IDE_{vol} + \gamma_3 A + \gamma_4 H, \end{aligned} \quad (13)$$

onde  $CPPC$  é a taxa de crescimento do PIB brasileiro e corresponde ao g do modelo;  $IDE$  são os fluxos de investimento estrangeiro direto e servem como *proxy* para  $n^*/N$ ;  $H$  é o capital humano;  $A$  são fatores macroeconômicos que podem potencializar os efeitos do  $IDE$  no crescimento;<sup>11</sup>  $IDE$  greenfield, por F&As e a volatilidade, são representados por  $IDE_{GRF}$ ,  $IDE_{F\&As}$  e  $IDE_{vol}$ , respectivamente; e, por fim,  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são parâmetros a serem estimados.

## 4. Estratégia Empírica

### 4.1 Abordagem Econométrica

Vários modelos podem ser utilizados no âmbito macroeconometrônico para a estimação de regressões de crescimento. No presente artigo, optamos pelo Vetor Autorregressivo (VAR). Tal abordagem é uma extensão do Modelo Autorregressivo univariado e descreve a estrutura dinâmica das variáveis considerando-se a interdependência entre elas. Os modelos VAR podem ser utilizados para previsão, inferência e análise de políticas (Zivot & Wang, 2007). Vale destacar que as variáveis incluídas no VAR são determinadas pela teoria econômica e, geralmente, são consideradas endógenas, mitigando o problema da simultaneidade.

No entanto, o modelo VAR pode possuir muitos parâmetros, dificultando a sua interpretação. Logo, as propriedades dinâmicas de um VAR ( $p$ ) são, frequentemente, resumidas usando vários tipos de análises estruturais (Zivot & Wang, 2007).

Considere a seguinte equação:

$$\mathbf{AY}_t = \mathbf{B}_0 + \sum_{i=1}^p \mathbf{B}_i \mathbf{Y}_{t-i} + \mathbf{B}\boldsymbol{\epsilon}_t, \quad (14)$$

onde  $\mathbf{A}$  é a matriz  $n \times n$  de relações contemporâneas entre as variáveis do vetor  $n \times 1$ ;  $\mathbf{B}_0$  é um vetor de constantes  $n \times 1$ ;  $\mathbf{B}_i$  é uma matriz  $n \times n$  de parâmetros;  $\mathbf{B}$  é uma matriz diagonal  $n \times n$ ; e  $\boldsymbol{\epsilon}_t$  é um vetor  $n \times 1$  de erros aleatórios. A equação (14) é chamada de VAR estrutural ou SVAR. Esse modelo pode ser escrito na forma reduzida, ou seja,

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{B}_0 + \sum_{i=1}^p \mathbf{A}^{-1} \mathbf{B}_i \mathbf{Y}_{t-i} + \mathbf{A}^{-1} \mathbf{B} \boldsymbol{\epsilon}_t = \boldsymbol{\Phi}_0 + \sum_{i=1}^p \boldsymbol{\Phi}_i \mathbf{Y}_{t-i} + \mathbf{u}_t. \quad (15)$$

Aqui  $\mathbf{A}^{-1} \mathbf{B}_i \equiv \boldsymbol{\Phi}_i$ , e

$$\mathbf{B} \boldsymbol{\epsilon}_t \equiv \mathbf{A} \mathbf{u}_t, \quad (16)$$

onde  $\mathbf{u}_t$  pode ser interpretado como choques ou inovações ortogonais entre si. Considerando a equação (16), três tipos de restrições que podem ser impostas ao SVAR segundo Lütkepohl (2005):

---

<sup>11</sup>Tais fatores podem ser: qualidade institucional; desenvolvimento financeiro; entre outros.

### 1. Modelo A

Nesse modelo  $\mathbf{B} = \mathbf{I}_k$ , onde  $k$  é o número de variáveis. Logo, os elementos da matriz  $\mathbf{A}$  podem ser estimados.

### 2. Modelo B

De modo similar ao Modelo A, mas com  $\mathbf{A} = \mathbf{I}_k$ . Estima-se, então, os elementos da matriz  $\mathbf{B}$ .

### 3. Modelo AB

Supondo que o modelo tenha 4 variáveis, as matrizes  $\mathbf{A}$  e  $\mathbf{B}$  podem ser escritas como:

$$\mathbf{A} = \begin{vmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{vmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} \end{vmatrix}$$

Se a diagonal da matriz  $\mathbf{A}$  for preenchida com 1's, o sistema representado pela equação (16) se torna exatamente identificado. Utilizamos o SVAR do tipo AB exatamente identificado.<sup>12</sup>

O vetor  $\mathbf{Y}_t$  é composto das seguintes variáveis:

- *CPPC*: Taxa de crescimento do PIB per capita brasileiro. Essa variável é amplamente utilizada em estudos de crescimento econômico como, por exemplo, em Carkovic e Levine (2005), Alfaro et al. (2004), Damasceno (2013), entre outros.
- *IDE*: Representa as entradas líquidas de investimento estrangeiro direto no Brasil, dividido pelo PIB. Essa medida foi utilizada em grande parte das pesquisas que analisaram os efeitos do *IDE* no crescimento, tais como Alfaro et al. (2004), Carkovic e Levine (2005), Hayat (2019), entre outros. Seus efeitos no crescimento não é unanimidade na literatura.
- *IDE<sub>M</sub>* onde  $M \in [\text{GRF}, \text{F&A}]$ : Representa o valor dos projetos *greenfield* anunciados<sup>13</sup> e o valor das F&As (Fusões e Aquisições) no Brasil, ambos divididos pelo PIB. Essas medidas foram utilizadas por Wang e Wong (2009) e Harms e Méon (2018). Utilizamos também a variável *IDE<sub>sint</sub>* que é dado pela soma do *IDE greenfield* e do *IDE* por F&As.

---

<sup>12</sup>Essa metodologia também foi utilizada por Kanayo e Emeka (2012), Carminati e Fernandes (2013), Fosu, Amoo Bondzie, e Asare Okyere (2014) e Bittencourt (2016), para avaliar os impactos do *IDE* no crescimento.

<sup>13</sup>Valor anunciado dos projetos *greenfield* trata-se dos gastos em novas plantas, sendo planejados pelo investidor na hora do anúncio. Vale ressaltar que tal projeto de investimento pode não ser implementado no ano em que foi anunciado ou pode ser até mesmo cancelado (UNCTAD, 2019).

- *HC*: Índice elaborado pela *Pen World Table* (PWT) que mede o nível de capital humano brasileiro baseado na média dos anos de escolaridade.<sup>14</sup> Esperamos que tenha impacto positivo no crescimento econômico. Medida semelhante foi empregada por [Borensztein et al. \(1998\)](#), [Alfaro et al. \(2004\)](#) e [Elboiashi \(2015\)](#).
- *DF*: Trata-se de um índice elaborado pelo Fundo Monetário Internacional (IMF) que mede o nível de desenvolvimento financeiro brasileiro. [Svyrydzenka \(2016\)](#) aponta que esse índice capta melhor a complexidade do mercado financeiro do que outros indicadores como, por exemplo, o crédito interno fornecido pelo setor financeiro ao setor privado como porcentagem do PIB. Como trata-se de um índice elaborado a pouco tempo, seu uso ainda não é tão difundido. Esperamos que seu impacto no crescimento seja positivo.
- *QINS*: Índice que mede o nível de qualidade institucional do Brasil. Essa variável foi construída utilizando-se a Análise dos Componentes Principais (PCA) de seis<sup>15</sup> indicadores institucionais propostos por [Kaufmann et al. \(2011\)](#). Esses indicadores medem a efetividade do governo, democracia, estabilidade política, cumprimento da lei, qualidade regulatória e controle da corrupção dos países e variam de -2,5 a 2,5. Maiores valores desse índice estão associados à melhor qualidade institucional. A hipótese é de que países com maiores níveis de qualidade institucional atraem maiores quantidades de *IDE*, o que, por sua vez, tende a ser convertido em crescimento. Procedimento semelhante foi adotado por [Adeleke \(2014\)](#) e [Bittencourt \(2016\)](#).
- *FBCF*: Formação bruta de capital fixo. Essa variável é uma *proxy* para o investimento doméstico e inclui a compra de máquinas e equipamentos, a construção de estradas, escolas, hospitais, ferrovias, prédios, entre outros. Espera-se que quanto maior o investimento doméstico, maior o crescimento econômico. Essa *proxy* também foi utilizada por [Alfaro et al. \(2004\)](#).
- *PEA*: População brasileira com 15 anos ou mais que faz parte da população economicamente ativa. Espera-se que quanto maior a *PEA*, maior o crescimento. Essa variável pode ser vista em [Vu \(2008\)](#) e [Bittencourt \(2016\)](#).
- *IDE \* X*: *IDE* multiplicado por uma variável de interação. O *X* pode ser capital humano, qualidade institucional ou desenvolvimento financeiro. A hipótese é que *X* potencialize os efeitos positivos do *IDE* no crescimento. [Borensztein et al. \(1998\)](#), [Elboiashi \(2015\)](#) e [Hayat \(2019\)](#) empregam método semelhante.

<sup>14</sup>Esse índice é calculado pela PWT utilizando-se os dados de [Barro e Lee \(2013\)](#).

<sup>15</sup>A variável *QINS* explica 51,15% da variância desses seis indicadores.

- $IDE_{vol,i}$  com  $i \in (5, 10)$ : Trata-se do desvio padrão móvel, de cinco e dez períodos, do  $IDE$  brasileiro. A metodologia de cálculo dessa variável pode ser vista no [Apêndice D](#) e foi empregada por [Broto, Díaz-Cassou, e Erce \(2011\)](#).

Para cumprir os objetivos propostos nessa pesquisa, utilizamos oito diferentes especificações do SVAR. Nas três primeiras, verificamos os efeitos do  $IDE$  e das variáveis de interação, ( $IDE * X$ ), no crescimento brasileiro. Cada uma dessas três especificações contém uma das variáveis de interação. Já nas especificações 4, 5 e 6, verificamos os efeitos do  $IDE$ ,  $IDE_{GRF}$  e  $IDE_{F&As}$ . Por fim, nas especificações 7 e 8, analisamos os efeitos da volatilidade do  $IDE$ ,  $IDE_{vol,i}$ . Logo, as especificações são as seguintes:

- Especificação 1:  $IDE * HC$   $IDE$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 2:  $IDE * QINS$   $IDE$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 3:  $IDE * DF$   $IDE$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 4:  $IDE_{GRF}$   $IDE_{F&As}$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 5:  $IDE_{sint}$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 6:  $IDE$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 7:  $IDE_{vol5}$   $IDE$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$
- Especificação 8:  $IDE_{vol10}$   $IDE$   $PEA$   $HC$   $FBCF$   $CPPC$

Considerando a especificação 1, a matriz **A** de relações contemporâneas pode ser representada pela [Tabela 1](#).

**Tabela 1.** Matriz de relações contemporâneas da Especificação 1

Efeito de → sobre ↓	$IDE * X$	$IDE$	$PEA$	$FBCF$	$HC$	$CPPC$
$IDE * X$	1	0	0	0	0	0
$IDE$	$a_{21}$	1	0	0	0	0
$PEA$	$a_{31}$	$a_{32}$	1	0	0	0
$FBCF$	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43}$	1	0	0
$HC$	$a_{51}$	$a_{52}$	$a_{53}$	$a_{54}$	1	0
$CPPC$	$a_{61}$	$a_{62}$	$a_{63}$	$a_{64}$	$a_{65}$	1

Notas:  $IDE * X = IDE$  multiplicado por uma variável de interação;  $IDE$  = investimento estrangeiro direto;  $PEA$  = população economicamente ativa;  $FBCF$  = formação bruta de capital fixo;  $HC$  = capital humano;  $CPPC$  = taxa de crescimento do PIB per capita.

Para garantir a especificação correta dos modelos, utilizamos procedimentos padrão para avaliar as séries temporais e os modelos SVAR estimados. Inicialmente, fizemos testes de raiz unitária (Teste de Dickey–Fuller aumentado conhecido como Teste ADF) nas séries utilizadas. Em seguida, utilizamos os critérios de seleção de defasagens<sup>16</sup> para verificar qual a ordem adequada para cada especificação. Verificamos também a estabilidade das especificações nas respectivas defasagens.<sup>17</sup> Por fim, realizamos os testes de autocorrelação dos resíduos.

## 4.2 Fonte dos dados e período de análise

A partir da década de 1990, principalmente 1996, houve aumento expressivo nos fluxos de *IDE* para o Brasil. Castro e Fernandes (2012) destacam que a abertura comercial e o tamanho do mercado doméstico contribuíram para esse aumento. Adicionalmente, Bittencourt (2016) destaca a criação de blocos econômicos, além da evolução dos meios de comunicação. Diante disso, o período de 1996 a 2018 se tornou atrativo para o estudo dos efeitos do *IDE* no crescimento econômico brasileiro.

Para cumprir esse objetivo, as variáveis utilizadas na pesquisa foram obtidas de diversas fontes. As variáveis *CPPC*, *QINS*, *FBCF* e *PEA* foram retiradas da base de dados do Banco Mundial.<sup>18</sup> Já os dados sobre *IDE*, *IDE<sub>GRF</sub>* e *IDE<sub>F&As</sub>* foram extraídos da base de dados da *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD).<sup>19</sup> A proxy para o capital humano, *HC*, foi extraída da *Pen World Table* 9.1 (PWT). A proxy para o desenvolvimento financeiro, *DF*, foi obtida no site do Fundo Monetário Internacional (FMI). Por fim, a volatilidade do *IDE*, *IDE<sub>vol,i</sub>*, foi calculada utilizando a metodologia descrita no Apêndice D. As estatísticas descritivas de todas essas variáveis, bem como os gráficos de suas evoluções de 1996 a 2018 estão no Apêndice A.

---

<sup>16</sup>Critérios de Informação de Akaike (AIC), Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ).

<sup>17</sup>Para testar a estabilidade do modelo VAR, estima-se os elementos da matriz  $\mathbf{B}_1$  presente na equação (14) e seus autovalores. Se os autovalores de  $\mathbf{B}_1$ , em módulo, forem menores que a unidade, o VAR é estável.

<sup>18</sup>Vale destacar que os seis indicadores utilizados para o cálculo da proxy para a qualidade institucional, *QINS*, foram retirados da base de dados do *Worldwide Governance Indicators* (WGI), que é um projeto desenvolvido por Kaufmann et al. (2011) e financiado pelo Banco Mundial. Já a variável *PEA* foi extraída do *World Development Indicators* (WDI), disponível no site do Banco Mundial.

<sup>19</sup>Os dados sobre o *IDE<sub>GRF</sub>* anunciado estão disponíveis somente a partir de 2003. Então, para obter dados dessa variável para o período anterior a 2003, empregamos a metodologia descrita no Apêndice C.

## 5. Resultados

Inicialmente, verificamos a estacionariedade das séries descritas na [seção 4.1](#). Para isso, utilizamos o Teste de Dickey–Fuller aumentado (Teste ADF) que pode ser visto na [Tabela 6](#), no [Apêndice B](#). Nota-se que, a 10%, somente o crescimento do PIB per capita (CPPC), o *IDE* multiplicado pela qualidade institucional (*IDE* \* QINS), e o desvio padrão móvel do *IDE* de dez períodos (*IDE*<sub>vol10</sub>) são estacionários. As demais variáveis, se tornam estacionárias após serem diferenciadas uma vez.

Em seguida, utilizamos os Critérios de Informação de Akaike (AIC), de Schwarz (SC) e Hannan–Quinn (HQ) para definir o número de defasagens do VAR. Esse procedimento pode ser visto na [Tabela 7](#) do [Apêndice B](#). Nas especificações de 1 a 6, foram escolhidas duas defasagens. Nas especificações 7 e 8, uma defasagem.

Também verificamos a estabilidade das especificações estimadas. Para isso, utilizamos a análise das raízes do polinômio característico que pode ser visto na [Figura 2](#). Não há raízes fora do círculo unitário, indicando que as estimativas satisfazem a condição de estabilidade. Por fim, por meio do teste do Multiplicador de Lagrange (LM), realizamos testes de autocorrelação serial nos resíduos. Os resultados, não reportados, indicam ausência de autocorrelação serial.

Feito isso, podemos analisar os resultados das estimativas.<sup>20</sup> Primeiro, verificamos o efeito do *IDE* e das variáveis de interação<sup>21</sup> no crescimento econômico. Os resultados podem ser vistos na [Tabela 2](#). Os coeficientes estimados para as

**Tabela 2.** Efeitos do *IDE* no crescimento econômico brasileiro em três especificações do Modelo SVAR do tipo AB

Relações Contemporâneas		Especificação 1		Especificação 2		Especificação 3	
Efeito de	Sobre	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p
<i>IDE</i>	CPPC	-8,6791	0,0009	-2,1814	0,0000	-1,0567	0,3651
<i>PEA</i>	CPPC	3,1699	0,0000	8,2604	0,0000	2,0187	0,0040
<i>HC</i>	CPPC	1,7345	0,0000	2,4161	0,0000	1,7377	0,0000
<i>FBCF</i>	CPPC	1,6708	0,0000	1,8544	0,0000	1,9705	0,0000
<i>IDE</i> * <i>HC</i>	CPPC	3,9460	0,0000	—	—	—	—
<i>IDE</i> * <i>QINS</i>	CPPC	—	—	17,7557	0,0000	—	—
<i>IDE</i> * <i>DF</i>	CPPC	—	—	—	—	0,8432	0,0773

Notas: CPPC = taxa de crescimento do PIB per capita; *IDE* = investimento estrangeiro direto; *PEA* = população economicamente ativa; *HC* = capital humano; *FBCF* = formação bruta de capital fixo; *IDE*\**HC* = *IDE* multiplicado pelo capital humano; *IDE*\**QINS* = *IDE* multiplicado pela qualidade institucional; *IDE* \* *DF* = *IDE* multiplicado pelo desenvolvimento financeiro.

<sup>20</sup>Vale destacar que no modelo SVAR, os coeficientes da matriz de relações contemporâneas são analisados com o sinal contrário do que é obtido na estimação.

<sup>21</sup>*IDE* multiplicado por capital humano, qualidade institucional e desenvolvimento financeiro, respectivamente (*IDE* \* *HC*, *IDE* \* *QINS* e *IDE* \* *DF*).

especificações 1, 2 e 3 são todos<sup>22</sup> significativos a 1% e de acordo com o esperado.

Na *Tabela 2*, notamos que o *IDE* considerado de forma isolada exerce impacto negativo no crescimento econômico brasileiro, nas especificações 1 e 2. Na especificação 3, o coeficiente estimado para o *IDE* não é significativo. Por outro lado, os efeitos das variáveis de interação, *IDE* \* *HC*, *IDE* \* *QINS* e *IDE* \* *DF*, no crescimento brasileiro são positivos e significativos. Isso indica que capital humano, qualidade institucional e desenvolvimento financeiro potencializam os efeitos do *IDE* no crescimento. Esses resultados estão de acordo com aqueles apresentados por [Fernandes \(2006\)](#), [Mortatti \(2011\)](#), [Carminati e Fernandes \(2013\)](#), e [Bittencourt \(2016\)](#) que analisaram apenas o caso brasileiro.

Vale destacar que, conforme [Damasceno \(2013\)](#) e [Bittencourt \(2016\)](#), o *IDE* considerado de forma isolada pode exercer efeitos adversos sobre a economia brasileira: quando levam a crises financeiras, apreciação cambial, déficit na balança comercial, instabilidade macroeconômica e concentração da mão de obra qualificada por parte das empresas estrangeiras.

Já na especificação 4, com os resultados apresentados na *Tabela 3*, verificamos os efeitos do *IDE greenfield* e por fusões e aquisições no crescimento brasileiro. O coeficiente estimado para o *IDE<sub>GRF</sub>* é positivo e significativo a 1%. Portanto, essa modalidade de investimento exerce impacto positivo no crescimento econômico brasileiro. Já o *IDE<sub>F&As</sub>* não exerce nenhum impacto. Esses resultados estão em consonância com aqueles apresentados por [Wang e Wong \(2009\)](#) e [Harms e Méon \(2018\)](#) que analisaram conjuntos de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

[Harms e Méon \(2018\)](#) destacaram que o *IDE<sub>GRF</sub>* expande o capital do país hospedeiro e aprofunda sua estrutura tecnológica. Em contrapartida, o *IDE<sub>F&As</sub>* é

**Tabela 3.** Efeitos do *IDE*, *IDE<sub>GRF</sub>* e *IDE<sub>F&As</sub>* no crescimento econômico brasileiro em três especificações do Modelo SVAR do tipo AB

Relações Contemporâneas		Especificação 4		Especificação 5		Especificação 6	
Efeito de	Sobre	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p
<i>IDE<sub>GRF</sub></i>	<i>CPPC</i>	0,6062	0,0000	–	–	–	–
<i>IDE<sub>F&amp;As</sub></i>	<i>CPPC</i>	0,5475	0,9120	–	–	–	–
<i>PEA</i>	<i>CPPC</i>	2,1691	0,0000	2,5622	0,0000	1,8082	0,0005
<i>HC</i>	<i>CPPC</i>	1,2220	0,0020	1,6391	0,0000	1,4000	0,0000
<i>FBCF</i>	<i>CPPC</i>	1,8388	0,0000	1,9380	0,0000	2,0143	0,0000
<i>IDE<sub>sint</sub></i>	<i>CPPC</i>	–	–	-0,1247	0,5073	–	–
<i>IDE</i>	<i>CPPC</i>	–	–	–	–	-0,7062	0,0025

Notas: *CPPC* = taxa de crescimento do PIB per capita; *IDE* = investimento estrangeiro direto; *IDE<sub>GRF</sub>* = investimento estrangeiro direto via *greenfield*; *IDE<sub>F&As</sub>* = investimento estrangeiro direto via fusões e aquisições; *PEA* = população economicamente ativa; *HC* = capital humano; *FBCF* = formação bruta de capital fixo; *IDE<sub>sint</sub>* = *IDE* sintético.

<sup>22</sup>Exceto o coeficiente estimado para o *IDE* na terceira especificação.

uma mera transferência de propriedade, que gera renda para o proprietário da empresa adquirida, e tal renda pode não ser reinvestida. Já Silva Filho (2015) chama a atenção para o fato de que, entre 2003 e 2014, o Brasil recebeu cerca de US\$ 356 bilhões de dólares em  $IDE_{GRF}$ , sendo que a maior parte foi destinada ao setor de mineração e siderurgia, gerando 778 mil empregos diretos, o que pode ter contribuído para o aumento do crescimento econômico brasileiro.

Na especificação 5, que também pode ser vista na Tabela 3, foi utilizada a variável  $IDE$  sintético,<sup>23</sup>  $IDE_{sint}$ , que é a soma do  $IDE_{F&As}$  e  $IDE_{GRF}$ . Notamos que seu efeito no crescimento brasileiro é nulo. Na especificação 6, a variável  $IDE_{sint}$  foi substituída pelo  $IDE$ . Seu efeito no crescimento brasileiro é negativo e significativo a 1%, assim como nas especificações 1 e 2. Já os coeficientes das demais variáveis,  $PEA$ ,  $HC$  e  $FBCF$ , corresponderam às expectativas, ou seja, influenciam o crescimento brasileiro de forma positiva e são significativos a 1% nas especificações 4, 5 e 6.

Por fim, na Tabela 4, temos os resultados das especificações 7 e 8, onde são verificados os efeitos da volatilidade do  $IDE$ ,  $IDE_{vol}$ , no crescimento brasileiro. Nota-se que nem a volatilidade de cinco nem a de dez períodos exercearam impacto significativo no crescimento brasileiro. Tal fato pode ser creditado à baixa volatilidade do  $IDE$  brasileiro no período analisado. De fato, o  $IDE$  é mais estável que outros fluxos de capitais internacionais (Castro & Campos, 2018). Os coeficientes estimados para o  $IDE$  também não são significativos. Ademais,  $PEA$ ,  $HC$  e  $FBCF$ , continuam significativas e positivas, mostrando sua relevância no crescimento econômico brasileiro.

**Tabela 4.** Efeitos do  $IDE_{vol}$  no crescimento econômico brasileiro em três especificações do Modelo SVAR do tipo AB

Relações Contemporâneas		Especificação 7		Especificação 8	
Efeito de	Sobre	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p
$IDE$	$CPPC$	0,3418	0,3526	0,6992	0,1213
$PEA$	$CPPC$	1,4124	0,0204	1,3220	0,0500
$HC$	$CPPC$	0,5785	0,0464	0,8164	0,0167
$FBCF$	$CPPC$	1,5308	0,0000	1,4646	0,0000
$IDE_{vol5}$	$CPPC$	-0,4298	0,5777	-	-
$IDE_{vol10}$	$CPPC$	-	-	-2,2429	0,2981

Notas:  $CPPC$  = taxa de crescimento do PIB per capita;  $IDE$  = investimento estrangeiro direto;  $PEA$  = população economicamente ativa;  $HC$  = capital humano;  $FBCF$  = formação bruta de capital fixo;  $IDE_{vol5}$  = volatilidade do  $IDE$  de 5 períodos;  $IDE_{vol10}$  = volatilidade do  $IDE$  de 10 períodos.

<sup>23</sup>Conforme Harms e Méon (2018), na teoria pode-se considerar que  $IDE = IDE_{GRF} + IDE_{F&As}$ . Porém, na prática isso não se verifica. Logo, optou-se por criar o  $IDE_{sint}$  e verificar seus efeitos no crescimento econômico brasileiro. Vale destacar que essa variável é estacionária após a primeira diferença.

## 6. Conclusões

No presente artigo, avaliamos os efeitos do investimento estrangeiro direto (*IDE*), sua volatilidade (*IDE<sub>vol</sub>*) e suas duas modalidades, *IDE greenfield* e por fusões e aquisições (*IDE<sub>GRF</sub>* e *IDE<sub>F&As</sub>*, respectivamente) no crescimento econômico brasileiro, entre os anos de 1996 e 2018. Além disso, avaliamos se o capital humano, a qualidade institucional e o desenvolvimento do mercado financeiro brasileiro contribuíram para potencializar possíveis efeitos positivos do *IDE* no crescimento. Para isso utilizamos o VAR estrutural ou SVAR.

Os resultados encontrados apontam que o *IDE* considerado de forma isolada não exerce impacto relevante no crescimento econômico brasileiro. A falta de condições adequadas no Brasil pode contribuir para que as empresas domésticas não absorvam os possíveis *spillovers* de tecnologia e conhecimento gerado pelas empresas estrangeiras. No entanto, capital humano, qualidade institucional e desenvolvimento do mercado financeiro possuem efeitos de interação positivos.

No que diz respeito as duas modalidades de *IDE*, o *IDE<sub>GRF</sub>* tem maior capacidade de estimular a economia brasileira do que o *IDE<sub>F&As</sub>*, pois o *IDE<sub>GRF</sub>* é destinado à criação ou expansão de capacidade produtiva de empresas estrangeiras no território brasileiro. Por outro lado, o *IDE<sub>F&As</sub>* é somente uma transferência de propriedades, e a renda de tal transferência pode não ser reinvestida. Ademais, a capacidade do *IDE<sub>GRF</sub>* em gerar *spillovers* de tecnologia e conhecimento para as empresas domésticas é maior do que do *IDE<sub>F&As</sub>*, pois as empresas que estão desenvolvendo uma nova planta podem trazer novas tecnologias e mão de obra qualificada para o território nacional.

Por fim, a volatilidade do *IDE* brasileiro parece não exercer impactos no crescimento. Isso pode ser explicado pela baixa volatilidade dessa modalidade de investimento no Brasil, pelo menos no período analisado.

## Referências bibliográficas

- Adeleke, A. I. (2014). FDI-growth nexus in Africa: Does governance matter? *Journal of Economic Development*, 39(1), 111.
- Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., & Sayek, S. (2004). FDI and economic growth: the role of local financial markets. *Journal of international economics*, 64(1), 89–112. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1996\(03\)00081-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00081-3)
- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2013). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of Development Economics*, 104, 184–198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.10.001>
- Barro, R. J., & Sala-i Martin, X. (1995). *Economic growth*. MIT Press.
- Bittencourt, G. M. (2016). *Três ensaios sobre investimento estrangeiro direto no Brasil* (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG). <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/6266>

- Borensztein, E., De Gregorio, J., & Lee, J.-W.** (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics*, 45(1), 115–135. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00033-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0)
- Broto, C., Díaz-Cassou, J., & Erce, A.** (2011). Measuring and explaining the volatility of capital flows to emerging countries. *Journal of Banking & Finance*, 35(8), 1941–1953. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.01.004>
- Burger, M. J., Karreman, B., & van Eenennaam, F.** (2015). The competitive advantage of clusters: Cluster organisations and greenfield FDI in the European life sciences industry. *Geoforum*, 65, 179–191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.07.019>
- Carkovic, M., & Levine, R.** (2005). Does foreign direct investment accelerate economic growth? In E. M. G. T. H. Moran & M. Blomstrom (Orgs.), *Does foreign direct investment accelerate economic growth* (pp. 195–220). Washington DC: Institute for International Economics and Center for Global Development. [http://www.iie.com/publications/chapters\\_preview/3810/08iie3810.pdf](http://www.iie.com/publications/chapters_preview/3810/08iie3810.pdf)
- Carminati, J. G., & Fernandes, E. A.** (2013). Impacto do investimento direto estrangeiro no crescimento da economia brasileira. *Planejamento E Políticas Públicas*(41), 141–172. <http://dx.doi.org/https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/249>
- Castro, P. G., & Campos, A. C.** (2018). Uma discussão sobre o comportamento do investimento direto estrangeiro diante de crises financeiras. *Pesquisa & Debate*, 29(1), 23–49. <https://revistas.pucsp.br/rpe/article/viewFile/34574/25962>
- Castro, P. G., & Fernandes, E. A.** (2012). *Determinantes do IDE no Brasil e no México: Uma análise empírica para o período de 1990 a 2010* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG). <https://locus.ufv.br/handle/123456789/3270>
- Crespo, N., & Fontoura, M. P.** (2007). Determinant factors of FDI spillovers – what do we really know? *World development*, 35(3), 410–425. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.04.001>
- Damasceno, A. O.** (2013). Fluxos de capitais e crescimento econômico nos países em desenvolvimento. *Estudos Econômicos*, 43(4), 773–811. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-41612013000400006>
- Elboiashi, H.** (2015). The effect of FDI on economic growth and the importance of host country characteristics. *Journal of Economics and International Finance*, 7(2), 25–41. <http://dx.doi.org/10.5897/JEIF2014.0602>
- Fernandes, E. A.** (2006). *Investimento direto externo no Brasil: Efeitos no crescimento, nas exportações e no emprego* (Tese de Doutorado, UFV, Viçosa, MG). <https://locus.ufv.br/handle/123456789/116>
- Fosu, G. O., Amoo Bondzie, E., & Asare Okyere, G.** (2014). Does foreign direct investment really affect Ghana's economic growth? *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 1(3), 148–158.
- Fraga, G. J., Parré, J. L., & Silva, R. R.** (2013). Investimento estrangeiro direto nos estados brasileiros: Efeitos diretos e indiretos sobre o crescimento econômico. In *XVI Encontro de Economia da Região Sul (ANPEC/Sul)*, Curitiba, PR.

- Harms, P., & Méon, P.-G.** (2018). Good and useless FDI: The growth effects of greenfield investment and mergers and acquisitions. *Review of International Economics*, 26(1), 37–59. <http://dx.doi.org/10.1111/roie.12302>
- Hayat, A.** (2019). Foreign direct investments, institutional quality, and economic growth. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 5(28), 1–19. <http://dx.doi.org/10.1080/09638199.2018.1564064>
- Iamsiraroj, S., & Ulubaşoğlu, M. A.** (2015). Foreign direct investment and economic growth: A real relationship or wishful thinking? *Economic Modelling*, 51, 200–213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2015.08.009>
- Kanayo, O., & Emeka, O.** (2012). Foreign private capital, economic growth and macroeconomic indicators in Nigeria: An empirical framework. *International journal of Economics and Finance*, 4(10), 111–124. <http://dx.doi.org/10.5539/ijef.v4n10p111>
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M.** (2011). The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues. *Hague Journal on the Rule of Law*, 3(2), 220–246. <http://dx.doi.org/10.1017/S1876404511200046>
- Lensink, R., & Morrissey, O.** (2006). Foreign direct investment: Flows, volatility, and the impact on growth. *Review of International Economics*, 14(3), 478–493. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9396.2006.00632.x>
- Lütkepohl, H.** (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media.
- Moosa, I. A.** (2015). Theories of foreign direct investment: Diversity and implications for empirical testing. *Transnational Corporations Review*, 7(3), 297–315. <http://dx.doi.org/10.5148/tncr.2015.7304>
- Mortatti, C. M.** (2011). *Fatores condicionantes do crescimento econômico no Brasil: Um estudo empírico* (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP). <http://dx.doi.org/10.11606/D.96.2011.tde-20122011-095151>
- Ozturk, H.** (2012). Foreign direct investment and private sector external financing: Do credit ratings matter? *Afro Eurasian Studies*, 1(2), 4–24. <https://dergipark.org.tr/en/pub/afes/issue/44784/557039>
- Silva Filho, E. B. d.** (2015). Trajetória recente do investimento estrangeiro direto e em carteira no Brasil. *Boletim de Economia e Política Internacional*(19), 5–20. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5262>
- Svyrydzenka, K.** (2016). *Introducing a new broad-based index of financial development* (Working Paper N° 2016/005). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Introducing-a-New-Broad-based-Index-of-Financial-Development-43621>
- UNCTAD.** (2019). *World investment report 2019*. <https://unctad.org/webflyer/world-investment-report-2019>
- Vu, T. B.** (2008). Foreign direct investment and endogenous growth in Vietnam. *Applied Economics*, 40(9), 1165–1173. <http://dx.doi.org/10.1080/00036840600749433>
- Wang, M., & Wong, M. C.** (2009). What drives economic growth? The case of cross-border M&A and greenfield FDI activities. *Kyklos*, 62(2), 316–330. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6435.2009.00438.x>

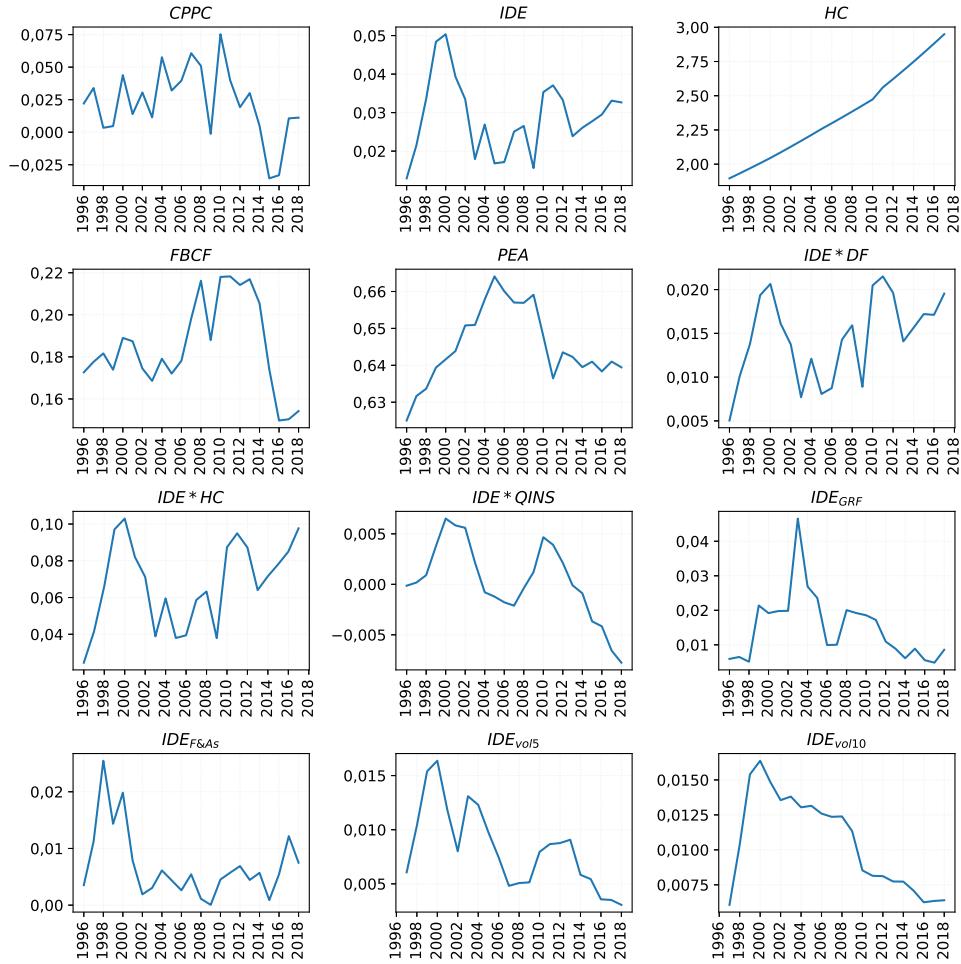
Zivot, E., & Wang, J. (2007). *Modeling financial time series with S-Plus®* (Vol. 191). Springer Science & Business Media.

## Apêndice A. Estatísticas descritivas das variáveis

**Tabela 5.** Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na pesquisa

Estatísticas	CPPC	IDE	HC	FBCF	LAB	IDE * DF
Média	0,0229	0,0289	2,3586	0,1851	0,6453	0,0145
Mediana	0,0221	0,0277	2,3200	0,1791	0,6423	0,0150
Máximo	0,0753	0,0503	2,9493	0,2183	0,6641	0,0215
Mínimo	-0,0355	0,0129	1,8965	0,1497	0,6250	0,0050
Desvio P.	0,0271	0,0098	0,3224	0,0215	0,0102	0,0048
Estatísticas	IDE * HC	IDE * QINS	IDE <sub>GRF</sub>	IDE <sub>F&amp;As</sub>	IDE <sub>vol5</sub>	IDE <sub>vol10</sub>
Média	0,0676	0,0003	0,0149	0,0070	0,0082	0,0105
Mediana	0,0687	-0,0001	0,0110	0,0055	0,0080	0,0109
Máximo	0,1030	0,0065	0,0466	0,0255	0,0164	0,0164
Mínimo	0,0245	-0,0078	0,0048	0,0001	0,0031	0,0061
Desvio P.	0,0232	0,0038	0,0097	0,0061	0,0038	0,0034

Notas: CPPC = taxa de crescimento do PIB per capita; IDE = investimento estrangeiro direto; HC = capital humano; FBCF = formação bruta de capital fixo; PEA = população economicamente ativa; IDE \* DF = IDE multiplicado pelo desenvolvimento financeiro; IDE \* HC = IDE multiplicado pelo capital humano; IDE \* QINS = IDE multiplicado pela qualidade institucional; IDE<sub>GRF</sub> = IDE greenfield; IDE<sub>F&As</sub> = IDE por fusões e aquisições (F&As); IDE<sub>vol5</sub> = desvio padrão móvel do IDE de cinco períodos; IDE<sub>vol10</sub> = desvio padrão móvel do IDE de dez períodos.



**Figura 1.** Evolução das séries temporais utilizadas na pesquisa entre os anos de 1996 e 2018

## Apêndice B. Testes de especificação dos modelos

**Tabela 6.** Teste ADF de raiz unitária para a variáveis selecionadas

Variável	Termos determinísticos	Número de defasagens	Estatística t	Valor p do teste
<i>CPPC</i>	I, T	0	-3,4900	0,0643
<i>IDE</i>	I, T	0	-2,7046	0,2477
$\Delta IDE$	I, T	0	-4,3476	0,0026
<i>HC</i>	I, T	0	0,6965	0,9992
$\Delta HC$	I, T	0	-4,0228	0,0234
<i>FBCF</i>	I, T	0	-1,2436	0,8764
$\Delta FBCF$	I, T	0	-5,8656	0,0004
<i>PEA</i>	I, T	0	-1,2697	0,8700
$\Delta PEA$	I, T	0	-4,9239	0,0034
$IDE * DF$	I, T	0	-2,8855	0,1854
$\Delta(IDE * DF)$	I, T	0	-4,8952	0,0039
$IDE * HC$	I, T	0	-2,5523	0,3027
$\Delta(IDE * HC)$	I, T	0	-4,4266	0,0103
$IDE * QINS$	I, T	2	-3,5695	0,0588
$IDE_{GRF}$	I, T	0	-2,6271	0,2727
$\Delta IDE_{GRF}$	I, T	0	-6,0690	0,0003
$IDE_{F&As}$	I, T	0	-2,9544	0,1652
$\Delta IDE_{F&As}$	I, T	0	-5,2559	0,0017
$IDE_{vol5}$	I, T	0	-3,4321	0,1739
$\Delta IDE_{vol5}$	I, T	0	-3,5422	0,0618
$IDE_{vol10}$	I, T	1	-6,6397	0,0002

Notas: *CPPC* = taxa de crescimento do PIB per capita; *IDE* = investimento estrangeiro direto; *HC* = capital humano; *FBCF* = formação bruta de capital fixo; *PEA* = população economicamente ativa;  $IDE * DF$  = *IDE* multiplicado pelo desenvolvimento financeiro;  $IDE * HC$  = *IDE* multiplicado pelo capital humano;  $IDE * QINS$  = *IDE* multiplicado pela qualidade institucional;  $IDE_{GRF}$  = *IDE* greenfield;  $IDE_{F&As}$  = *IDE* por fusões e aquisições (F&As);  $IDE_{vol}$  = desvio padrão móvel do *IDE* de cinco períodos;  $IDE_{vol10}$  = desvio padrão móvel do *IDE* de dez períodos.

I: Indica a presença de intercepto na equação de teste.

T: Indica a presença de tendência na equação de teste.

$\Delta$ : Indica que a variável está em primeira diferença.

**Tabela 7.** Critério de Seleção de especificação

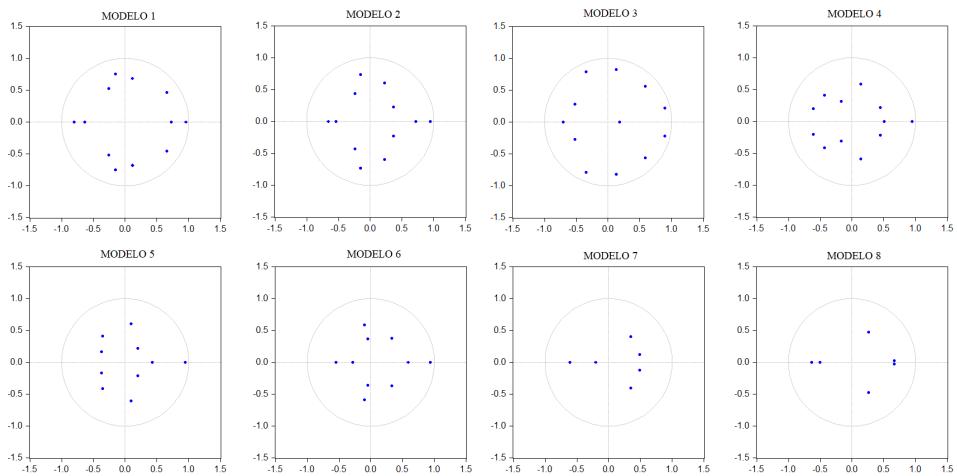
	Defasagem	AIC	SC	HQ
<i>Especificação 1</i>				
0	-41,0422	-40,7447	-40,9721	
1	-42,1849	-40,1019	-41,6942	
2	-44,7299 *	-40,8616 *	-43,8186 *	
<i>Especificação 2</i>				
0	-42,5464	-40,2488	-42,4763	
1	-43,2567	-41,1739	-42,7661	
2	-44,6830 *	-42,8147 *	-43,7717 *	
<i>Especificação 3</i>				
0	-42,0119	-41,7137	-41,9615	
1	-43,9222	-41,8345	-43,5689	
2	-54,5132 *	-50,6359 *	-53,8569 *	
<i>Especificação 4</i>				
0	-38,6906	-38,6205	-38,3931	
1	-38,9127	-38,4221	-38,8298	
2	-40,9794 *	-40,0685 *	-39,1112 *	
<i>Especificação 5</i>				
0	-31,2738	-31,2154	-31,0258 *	
1	-31,6117	-31,2612	-30,1239	
2	-32,4094 *	-31,7668 *	-29,6817	
<i>Especificação 6</i>				
0	-31,4778	-31,4194	-31,2298 *	
1	-32,5496	-32,1991	-31,0618	
2	-33,0114 *	-32,3688 *	-30,2837	
<i>Especificação 7</i>				
0	-40,9657	-40,9152	-40,6674	
1	-41,3123 *	-40,9589 *	-41,2246 *	
<i>Especificação 8</i>				
0	-42,3389	-42,2885	-42,0407	
1	-43,8131 *	-43,4597 *	-42,7253 *	

Notas: Asterisco (\*) indica a ordem da defasagem selecionada pelo critério

AIC: Critério de informação de Akaike

SC: Critério de informação Schwarz

HQ: Critério de informação de Hannan–Quinn



**Figura 2.** Raízes do polinômio característico: Especificações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8

## Apêndice C. Estimação do IDE greenfield

A variável *IDE greenfield* ( $IDE_{GRF}$ ) foi retirada da base de dados da *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD). Vale destacar que para essa variável só existem dados a partir de 2003. Como o período utilizado nessa pesquisa é de 1996 a 2018, foi necessário estimar os valores do  $IDE_{GRF}$  para o período de 1996 a 2002. Para isso, utilizamos o procedimento de Harms e Méon (2018) que consiste em estimar uma regressão em que a variável dependente é o  $IDE_{GRF}$  disponível na base da UNCTAD ( $IDE_{GRF}^{UNCTAD}$ ) e a variável independente é dada pelo<sup>24</sup>  $IDE - IDE_{F\&As}$ , denominada de  $IDE_{GRF}^{Calc}$ . Tem-se, então, que:

$$IDE_{GRF}^{UNCTAD} = 0,6258 IDE_{GRF}^{Calc}. \quad (17)$$

A medida sintética<sup>25</sup> do  $IDE_{GRF}$  utilizada nessa pesquisa é dada por:

$$\begin{cases} 0,6258 IDE_{GRF}^{Calc}, & \text{entre os anos de 1996 e 2002;} \\ IDE_{GRF}^{UNCTAD}, & \text{entre os anos de 2003 e 2018.} \end{cases} \quad (18)$$

## Apêndice D. Estimação da volatilidade do IDE

Várias abordagens podem ser adotadas para o cálculo da volatilidade de fluxos de capitais internacionais. Broto et al. (2011) sugerem três. A primeira delas consiste em estimar o Modelo ARIMA utilizando a série desejada e, logo em seguida,

<sup>24</sup>  $IDE_{F\&As}$  se refere ao *IDE* por Fusões e Aquisições. A suposição aqui é de que  $IDE = IDE_{GRF} + IDE_{F\&As}$ .

<sup>25</sup> Por ser mais conveniente, é utilizado ao longo do texto somente o termo  $IDE_{GRF}$ .

utilizar os resíduos dessa estimação para calcular uma *proxy* para a volatilidade dessa série. Uma vez que a série do *IDE* brasileiro, entre 1996 e 2018, não é um processo autorregressivo, esse modelo não foi utilizado. A segunda abordagem seria utilizar o modelo GARCH. No entanto, a série do *IDE* não é um processo heterocedástico. Logo, optou-se pela terceira abordagem proposta por Broto et al. (2011), que consiste em calcular o desvio padrão móvel da série no período  $t$  utilizando a seguinte equação:

$$IDE_t^{\text{vol}} = \left( \frac{1}{n} \sum_{j=t-(n-1)}^t (IDE_t - \mu)^2 \right)^{1/2}, \quad (19)$$

onde  $\mu = (1/n) \sum_{j=t-(n-1)}^t IDE_t$ . Nessa pesquisa, utilizamos o desvio padrão móvel de cinco e dez períodos.