

**Condicionantes da *investibilidade* em cidades brasileiras
selecionadas: um estudo à luz do modelo de regressão linear de
efeito misto para o período 2002-2010**

Antônio Suerlilton Barbosa da Silva
Centro Universitário de Itajubá – FEPI (Brasil)
suerlilton@hotmail.com

Carla Susana da Encarnação Marques
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – UTAD (Portugal)
smarques@utad.pt

Fred Leite Siqueira Campos
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (Brasil)
fredlsc@unifei.edu.br

Condicionantes da *investibilidade* em cidades brasileiras selecionadas: um estudo à luz do modelo de regressão linear de efeito misto para o período 2002-2010ⁱ

Resumo

Os movimentos nos fluxos de investimento direto estrangeiro (IDE) são bastante complexos e estão ligados a uma série de fatores que rodeiam o ambiente competitivo em que as firmas atuam e às características econômicas dos locais acolhedores e remetentes, sendo objeto de estudo de várias investigações. O objetivo desta pesquisa é contribuir com a análise dos determinantes da *investibilidade*, estimando os principais determinantes dos fluxos de investimento direto estrangeiro (IDE) no conjunto de cidades brasileiras selecionadas (São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Curitiba, Recife, Porto Alegre e Belém), para o período 2002-2010. A partir do modelo de regressão linear de efeito misto e do método de seleção de variáveis *Stepwise* cabe destacar, entre as 135 variáveis independentes verificadas, as receita e despesa públicas, as grandes empresas e a quantidade de recursos naturais como principais determinantes da *investibilidade* do conjunto de cidades estudadas.

Palavras-chave: *Investibilidade*; Cidades brasileiras selecionadas; Modelo linear de efeito misto.

Abstract

The movements in the foreign direct investment (FDI) flows are quite complex and are linked to a number of factors that surround the competitive environment in which firms operate and to economic characteristics of recipients and senders places, being an object of study of several researches. The aim of this study is to contribute to the analysis of investibility determinants, estimating the main determinants of the flows of foreign direct investment (FDI) on the selected group of Brazilian cities (São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Curitiba, Recife, Porto Alegre and Belém) for the 2002-2010 period. From the linear regression model of mixed-effect and the Stepwise variables selection method it is suitable to highlight, among the 135 independent variables verified, the public revenues and expenditures, the big companies and the amount of natural resources as main investibility determinants of the group of studied cities.

Keywords: Investibility; Selected Brazilian cities; Linear regression model of mixed-effect.

1 Introdução

Atualmente, os movimentos nos fluxos de investimento direto estrangeiro (IDE) são bastante complexos e estão ligados a uma série de fatores que rodeiam o ambiente competitivo em que as firmas atuam e às características econômicas dos locais acolhedores e remetentes. Esses movimentos dos investimentos são objeto de estudo de várias pesquisas, como por exemplo Iversen (1936); Knickerbocker (1973); Caves (1974); Corden (1974); Hirsch (1976); Hymer (1976); Graham (1978); Globerman (1979); Buckley e Casson (1981); Blomström e Persson (1983); Buckley (1985); Blomström (1986); Haddad e Harrison (1993); Hennings (1998); Benacek, Gronicki, Holland e Sass

(2000); Love e Lage-Hidalgo (2000); Dunning (2001); Barry, Görg e Strobl (2003); Deichmann, Eshghi, Haughton, Sayek e Teebagy (2003); Negri e Acioly (2004); Amal (2006); Damooei e Tavakoli (2006); Amal, Seabra e Sugai (2007); Galan, González-Benito e Zuñga-Vincente (2007); Gentvilaité (2010); Holland e Barbi (2010); Lamine e Yang (2010); Figini e Görg (2011); Ramstetter (2011); Ferreira (2012); Raziq e Perry (2012); Kim e Park (2012).

Embora estes e outros estudos tenham identificado vários fatores que impactam na decisão do IDE de uma empresa multinacional (EMN), os determinantes são geralmente aplicáveis apenas a contextos específicos, ou então à sua entrada inicial em um mercado. Por conseguinte, esses padrões de IDE também precisam ser examinados ao longo do tempo, dado que os fatores que favorecem o investimento inicial da EMN em um país podem mudar, fazendo com que novos investimentos sejam realizados em outro lugar.

Várias considerações estratégicas poderiam motivar essa mudança. Por exemplo, Dunning (2001) propõe uma formulação integrada dos diversos condicionantes do IDE. Considerado, por muitos críticos, um modelo (*framework*) e não uma teoria propriamente dita, o paradigma eclético de Dunning (ou o modelo OLI (*ownership, location, internalisation*)) é apoiado por um expressivo número de autores reconhecidos na literatura internacional (Hennart, 1982; Anderson & Gatignon, 1986; Kogut & Zander, 1993; Woodcock, Beamish & Makino, 1994). Esse paradigma apresenta às firmas três tipos de forças na inserção das suas atividades no mercado internacional, a saber: 1) as vantagens da propriedade privilegiada (*ownership*) de alguns ativos, tangíveis ou intangíveis, tais como, o poder de mercado, as habilidades empresariais, o marketing, os sistemas organizacionais etc., que estivessem disponíveis à firma de uma nacionalidade em relação a seus concorrentes; 2) as vantagens de internalização (*internalization*) de determinados ativos, ou seja, a firma adicionava valor ao seu ativo internalizando-o ao invés de vendê-lo no mercado; 3) as vantagens de localização (*locational*) que as firmas asseguravam ao direcionar sua produção para um determinado país, tais como vantagens relacionadas às legislações e às políticas governamentais, às estruturas de mercado, ao ambiente institucional, político, jurídico e cultural etc.

Assumindo essas três forças, a empresa ainda deveria considerar que a produção externa fosse compatível com uma estratégia de gestão de longo prazo. Para Dunning (2001), é a existência desse conjunto de vantagens e a capacidade de explorá-lo que motiva as empresas a realizarem investimentos diretos em mercados estrangeiros. Mais também, o aumento da intensidade competitiva no local, a busca por novos locais que proporcionem produção a baixo custo, ou a pressão em entrar em novos mercados, em resposta a movimentos semelhantes por rivais.

Medidas tomadas por vários governos, em regimes liberalizantes de investimento, também afetam profundamente as decisões do IDE. Segue-se que, prospectar as tendências do IDE é um complexo fenômeno multidimensional, que precisa ser examinado a partir de uma análise macroeconômica mais realista. Logo, compreender as razões que determinam a entrada de IDE em um local (de modo a possibilitar a otimização no uso dos recursos a investir) justifica a importância desta investigação, haja vista uma formulação teórica abrangente que ajuda a analisar os padrões de IDE em diferentes regiões geográficas provou ser ilusória.

Kotler (2007) afirma que os locais competem uns com os outros em três dimensões interdependentes. Uma delas (na qual está embasa todo esse estudo) é a *investibilidade*¹,

¹ As outras duas dimensões, não abordadas neste estudo, são a habitabilidade e a visitabilidade.

definida como a capacidade “dos locais” em atraírem IDE. O principal objetivo deste estudo é contribuir com a análise dos determinantes do IDE, destacadamente em estimar, a partir de variáveis disponíveis e/ou sinalizadas pela literatura econômica, os principais determinantes dos fluxos de IDE em um grupo de cidades brasileiras selecionadas (São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Curitiba, Recife, Porto Alegre e Belém), sob vários aspectos, representativas da economia local, para o período 2002-2010.

Com esse intuito, salientamos seis objetivos específicos a serem investigados: 1) levantar variáveis que, a priori, são influenciadoras do nível de *investibilidade* (variável dependente) dos locais analisados, citadas pela literatura econômica; 2) levantar variáveis que, a priori, são influenciadoras do nível de *investibilidade*, mas que estão, apenas, apoiadas em evidências empíricas (principal contribuição deste estudo; 3) definir, a partir de uma pesquisa secundária, junto aos órgãos oficiais dos governos municipal, estadual e federal, os valores referentes a cada uma das variáveis selecionadas (literatura e evidências empíricas); 4) definir, se necessário, variáveis *proxies* para alguns dos condicionantes da *investibilidade*; 5) Construir a matriz de resultados (com as n variáveis nos m períodos para o conjunto das cidades estudadas; 6) obter, após tratamento estatístico, os preditores da *investibilidade* das cidades estudadas.

A partir desses objetivos surgem três questões de investigação: 1) qual grupo de variáveis que melhor explica a *investibilidade* do conjunto de cidades analisadas? 2) os fatores tradicionais tais como o nível do PIB, infraestrutura, inovação, capital humano, etc., que na maioria dos estudos empíricos continuam sendo as principais variáveis que influenciam os investimentos diretos externos, influenciam na capacidade de atração do IDE no grupo de cidades analisadas? 3) houve variação do comportamento da *investibilidade* no período 2002-2010)?

Inicialmente, a hipótese básica do estudo é que o IDE ingressa nas cidades devido, em grande parte, ao tamanho do seu mercado. A segunda hipótese está relacionada à diversidade brasileira, ou seja, espera-se que o investimento direto estrangeiro adentre às cidades devido, também, a fatores específicos a elas, tais como: receitas e despesas públicas, a presença de médias e grandes empresas, investimentos do governo local, Produto Interno Bruto (PIB) municipal, população da cidade, recursos naturais e nível de emprego. A terceira hipótese é de que a *investibilidade*, do conjunto das cidades estudadas, apresenta variação ao longo dos anos (2002-2010).

O modelo de regressão linear de efeito misto (Fitzmaurice, Laird & Ware, 2011) e o método de seleção de variáveis *stepwise* (Efroymson, 1960) foram utilizados para identificar entre as 135 variáveis independentes aquelas que atuaram, de forma significativa, influenciando os valores da *investibilidade*, no período 2002-2010, nas cidades analisadas.

2 Materiais e Métodos

Hsiao (2003) afirma que os modelos para dados em painel (estudos longitudinais) oferecem uma série de vantagens em relação aos modelos de corte transversal ou aos de séries temporais, uma delas se refere ao fato de que esses modelos controlam a heterogeneidade presente nos indivíduos (no caso desta pesquisa, as cidades). Outra vantagem é a de que os dados em painel permitem o uso de mais observações, aumentando o número de graus de liberdade e diminuindo a colinearidade entre as variáveis explicativas. Sabe-se que quando existe multicolinearidade torna-se difícil estabelecer se

um regressor individual influencia a variável resposta. Uma vez eliminado esse problema, pode-se obter uma melhora na qualidade da estimação dos parâmetros.

Além disso, dados em painel são capazes de identificar e mensurar efeitos que não são possíveis de serem detectados por meio da análise de dados em corte transversal ou de séries temporais isoladamente. Entretanto, essa metodologia possui algumas limitações (HSIAO, 2003), por exemplo: como as variáveis são analisadas ao longo do tempo, os dados em painel exigem um grande número de observações e, portanto, são mais difíceis de serem implementados.

2.1 O Modelo Linear Misto

Um enfoque usual para análise de dados longitudinais é utilizar os Modelos Lineares de Efeitos Mistos (Laird & Ware, 1982). Nesses modelos a premissa subjacente é que algum subconjunto dos modelos de regressão pode variar de indivíduo para indivíduo, levando em conta, portanto, fontes naturais de heterogeneidade na população. Assim, indivíduos na população têm sua própria trajetória média específica sobre o tempo e um subconjunto dos coeficientes da regressão é considerado aleatório. A característica distintiva dos modelos lineares de efeitos mistos é que a resposta média é modelada como uma combinação das características da população que são compartilhadas por todos os indivíduos, e efeitos específicos, únicos de cada indivíduo. Os primeiros efeitos são chamados de fixos e os últimos de aleatórios. O termo misto é usado nesse contexto para denominar o modelo que contém tanto efeitos fixos como aleatórios.

Um aspecto muito atrativo desse modelo é a sua flexibilidade em acomodar qualquer grau de desbalanceamento nos dados longitudinais, além de sua habilidade para levar em conta a covariância entre as medidas repetidas de forma relativamente parcimoniosa. Assim, o modelo de efeitos mistos não requer o mesmo número de observações em cada indivíduo nem que as medidas sejam tomadas no mesmo conjunto de ocasiões. A incorporação de modelos de efeitos mistos faz jus à qualidade e custo de estudos longitudinais. Além disso, a dependência entre as medidas repetidas, o uso de dados desbalanceados e as observações faltantes, tornam necessário o uso de um tipo de modelo capaz de lidar com essas características.

O modelo linear misto é dado por:

$$Y_i = X_i\beta + Z_ib_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n; \quad (1)$$

em que Y_i é o vetor de respostas do i -ésimo indivíduo, de dimensão $n_i \times 1$; X_i é uma matriz conhecida, de dimensão $n_i \times p$, que faz a ligação entre β e y_i ; β é o vetor de efeitos fixos, de dimensão $p \times 1$; Z_i é uma matriz de covariáveis conhecida, de dimensão $n_i \times q$, que faz a ligação entre b_i e y_i , sendo Z_i um subconjunto de X_i ; b_i é o vetor de efeitos aleatórios, de dimensão $q \times 1$; ε_i é o vetor de erros aleatórios, de dimensão $n_i \times 1$; n_i é o número de observações realizadas no i -ésimo indivíduo; n é o número de indivíduos na amostra; p é o número de parâmetros e q é o número de efeitos aleatórios.

As suposições usuais do modelo (1) são:

$$\varepsilon_i \sim N(0, E_i), \quad b_i \sim N(0, B)$$

$$\text{Cov}(b_i, b_{i'}) = 0, \quad \text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_{i'}) = 0 \text{ para } i \neq i',$$

e b_i e ε_i são assumidos independentes. Como consequência do modelo linear misto (2), tem-se que:

$$E(Y_i) = X_i\beta = \mu_i$$

$$Var(Y_i) = Z_i B Z_i' + E_i = V_i$$

$$Cov(Y_i, Y_{i'}) = 0 \text{ para } i \neq i'.$$

Como Y_i é uma combinação linear de b_i e ε_i , tem-se que $Y_i \sim N(\mu_i, V_i)$. O modelo (1) pode ser simplificado quando $E_i = \sigma^2 I_i$, em que I_i é uma matriz identidade de $n_i \times n_i$. Quando isso ocorre, o modelo é denominado de *modelo de independência condicional*, pois ao condicionar as n_i respostas do i -ésimo indivíduo aos vetores b_i e β , elas se tornam independentes. Quando a quantidade de observações medidas é a mesma para todos os indivíduos e nas mesmas ocasiões ($n_i = m, \forall i = 1, 2, \dots, n$) considera-se que o modelo tem dados balanceados com relação ao número de observações, caso contrário, o modelo possui dados desbalanceados.

Como as observações em diferentes indivíduos são consideradas independentes, a matriz de variância-covariância de todas as observações é bloco diagonal, de dimensão $\sum_{i=1}^n n_i \times \sum_{i=1}^n n_i$, no caso geral (que permite acomodar dados desbalanceados) e bloco diagonal de dimensão $mn \times mn$ no caso de dados desbalanceados, sendo cada bloco a V_i .

No capítulo seguinte estima-se um modelo para identificar e avaliar a relevância das variáveis que determinaram o nível de *investibilidade* do conjunto das cidades selecionadas para este estudo, no período 2002-2010.

3 Resultados da Regressão Aplicada aos Condicionantes da *Investibilidade* das Cidades Selecionadas

O Modelo de Regressão Linear de Efeito Misto (Fitzmaurice, Laird & Ware, 2011) foi utilizado para identificar entre as 135 variáveis independentes aquelas que influenciaram, de forma significativa, os valores da *investibilidade*, possibilitando considerar, na inferência, a dependência existente nas medidas de cada cidade ao longo do tempo.

E ainda, ao inserir um efeito aleatório ao nível do grupo (no nosso caso, as cidades) ter-se-á um modelo com variação no intercepto, *varying-intercept model* (Gelman & Hill, 2007), que possibilitará, imediatamente, a contabilização da dependência existente dentro de cada cidade ao longo do tempo, na estimativa dos coeficientes da regressão, tornando assim as estimativas dos coeficientes da regressão mais eficientes, ou seja, com menor incerteza.

Considerando-se o logaritmo da *Investibilidade*, tem-se o seguinte modelo para o t -ésimo tempo, com $t = 1, 2, \dots, 9$ (2002, ..., 2010), e para a j -ésima cidade, com $j = 1, \dots, 10$ (Belém, ..., São Paulo):

$$\text{Log(Investibilidade)}_{jt} = X_{jt}\beta + \alpha_j + \varepsilon_i \quad (2)$$

Sendo que:

$\text{Log(Investibilidade)}_{jt}$ é a variável dependente do modelo;

$\alpha_j \sim N(0, \sigma_\alpha^2)$, com $j = 1, 2, \dots, 10$ cidades, é o efeito aleatório seguindo uma distribuição normal com média zero e variância σ_α^2 , foi atribuído às cidades para explicar a heterogeneidade existente entre elas, assim como a correlação presente nas medidas de uma mesma cidade ao longo do tempo;

$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, com $i = 1, 2, \dots, 90$ observações, é o erro aleatório da regressão, que segue uma distribuição normal com média zero e variância σ_ε^2 , tudo que não for explicado pelo o modelo vai para essa componente;

X_{jt} é a matriz de variáveis independente de dimensão $90 \times p$, sendo “p” a quantidade de variáveis inseridas no modelo; e β_j são os efeitos fixos atribuídos a cada variável independente.

$$X_{j,t} = \begin{bmatrix} 1 & X_{(1)1,1} & - & X_{(135)1,1} \\ 1 & X_{(1)1,2} & - & X_{(135)1,2} \\ & | & | & | \\ 1 & X_{(1)10,9} & - & X_{(135)10,9} \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ | \\ \beta_{135} \end{bmatrix}.$$

Nota-se que a matriz de variáveis independentes possui dimensão 90×136 , uma vez que se tem 90 observações e 135 variáveis independentes. Com essa quantidade de variáveis, torna-se importante aplicar um método para seleção de variáveis, a fim de se encontrar o melhor subconjunto de variáveis independentes que possa explicar a variação do *Log(Investibilidade)*. Para realizar essa seleção, foi utilizado o *método Stepwise*.

O método *Stepwise* é um dos métodos mais utilizados para seleção de variáveis no contexto de análise de regressão, pode-se defini-lo como uma mescla dos métodos *Backward* e *Forward*. O método *Backward* é um algoritmo que inicia o modelo de regressão com todas as variáveis independentes, retirando a variável de maior *p-value*. Esse procedimento é repetido até que restem no modelo somente variáveis significativas a um nível de significância especificado. Contrariamente a esse método, o algoritmo do *Forward* inicia-se com um modelo de regressão sem nenhuma variável independente e acrescenta a variável com menor *p-value*, sendo esse procedimento repetido até que não restem mais variáveis significativas a serem acrescentadas. O método *Stepwise* foi apresentado pela primeira vez em Efronson (1960).

Nesse estudo foram utilizadas regressões bivariadas como critério de entrada no modelo multivariado (*Método Forward*), formando assim um conjunto dos potenciais preditores. Para selecionar os potenciais preditores foi utilizado um nível de 15% de significância nas regressões bivariadas. Sobre o modelo multivariado, com todos os potenciais preditores, foi aplicado o algoritmo *Backward*, ao nível de 5% de significância.

Para checar se as suposições subjacentes do modelo linear misto ajustado foram válidas, foi realizada a análise de resíduos. Por meio do histograma e *QQ-plot* foi verificada a normalidade dos resíduos, dentro dos grupos e dos efeitos aleatórios. Para confirmar a suposição de normalidade foi realizado o teste para normalidade de Shapiro e Wilk (1965).

Para verificar a *homocedasticidade* e a *adequacidade* da estrutura da média, foi utilizado o gráfico dos resíduos padronizados *versus* os valores preditos; e para verificar a suposição de independência dos erros, dentro dos grupos, foi realizada a função empírica de *autocorrelação* dos resíduos. O software utilizado na análise foi o R versão 2.15.0.

3.1 Seleção dos Potenciais Preditores: Método Forward

Com o objetivo de selecionar os potenciais preditores para o modelo multivariado, foi realizada uma regressão bivariada para cada uma das 135 variáveis independentes. A partir desses resultados, foram selecionadas aquelas variáveis que apresentaram *p-values* menores que 0,15. Esses preditores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Potenciais preditores para o modelo multivariado

$\log(\text{Pop.})$	$\log(\text{Transf. Inter. Est.})$	PESAD. Out. Desp. Pes. Terc.
$\log(\text{Rec. Orç.})$	Cota. IPI Exportação	$\log(\text{Juros e Enc. Dív. JED})$
$\log(\text{Rec. Corr.})$	Transf. Conv.	$\log(\text{Out. Desp. Corr. ODC})$
$\log(\text{Rec. Tri.})$	Transf. Conv. Un.	ODCAD. Aux. Fin. Estud.
$\log(\text{Imp.})$	$\log(\text{Mul. e Juros de Mora})$	ODCAD. Mat. Cons.
$\log(\text{IPTU})$	$\log(\text{Rec. Divida Ativa})$	$\log(\text{Despesas de Capital})$
$\log(\text{ITBI})$	$\log(\text{Receitas Diversas})$	$\log(\text{Investimentos})$
$\log(\text{ISSQN})$	Amortização de Emprês.	Amortização da Dívida
Tx. P. P.	Transf. Cap. De Inst. Privadas	$\log(\text{Frota de veíc.})$
factor(Contr. Melh.)	Transf. Cap. Conv.	$\log(\text{Infraestrutura})$
$\log(\text{Rec. Patr.})$	Transf. Cap. Conv. Un.	Infraest. Educac.
Rec. V.M.	$\log(\text{Desp. Orç.})$	$\log(\text{PIB})$
Rec. C.P.	$\log(\text{Desp. Corr.})$	Custo de transp.
$\log(\text{Rec. Trans. Corr.})$	$\log(\text{Pes. Encarg. Soc. PES.})$	$\log(\text{Est. de Capit. Hum.})$
$\log(\text{Transf. Cor. Inter.})$	$\log(\text{PES. Aplic. Dir.})$	Inovação
Transf. Inter. Un.	PESAD. Pensões	$\log(\text{Empreendedorismo})$
Cota. IOF. Ouro	PESAD. Sal. Fam.	$\log(\text{Médias empr.})$
Cota. Petróleo	$\log(\text{PESAD. Venc. Pes. Civil})$	$\log(\text{Grandes empr.})$

Fonte: Elaborado pelos autores com base em pesquisa empírica (2012).

Como já dito, sobre os potenciais preditores foi aplicado o algoritmo *Backward*, ao nível de 5% de significância, gerando o modelo multivariado (Modelo *Stepwise*), apresentado a seguir.

3.2 Modelo Multivariado (Modelo de *Stepwise*)

Da aplicação do algoritmo *Backward*, ao nível de 5% de significância, o resultado foi o modelo multivariado, apresentado abaixo.

Log(Investibilidade)

$$\begin{aligned}
 = & 813,3 - 0,41\text{Anos} + 2,25\log(\text{Rec.Orç.}) - 0,305\frac{\text{CotaIOFOuro}}{100.000} + 0,10\frac{\text{CotaPetróleo}}{1.000.000} \\
 & - 0,46\log(\text{Mul. e Juros de Mora}) - 0,93\log(\text{PES. Aplic. Dir.}) + 0,006\frac{\text{PESAD Pensões}}{1.000.000} \\
 & - 0,106\frac{\text{ODCAD Aux. Fin. Estud.}}{1.000.000} - 0,035\frac{\text{Infraest. Educac.}}{100} + 2,32\log(\text{Grandes.empr}) + \alpha_j + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Após o ajuste da regressão de efeito misto, fazendo uso do algoritmo *Stepwise* na seleção das variáveis, pode-se constatar que *ceteris paribus*:

- Entre o período de 2002 e 2010, a cada um ano que se passa o valor médio da *investibilidade* diminui 33,6% ($e^{-0,41}$);
- A cada 1% que se aumenta na variável “Rec. Orç.” o valor médio da *investibilidade* aumenta em média 2,25%;
- A cada 100.000 unidades que se aumenta na variável “Cota IOF Ouro”, espera-se uma diminuição no valor médio da *investibilidade* de 26,3% ($e^{-0,305}$);
- A cada 1.000.000 unidades que se aumenta na variável “Cota Petróleo”, espera-se um aumento no valor médio da *investibilidade* de 10,7% ($e^{0,102}$);
- A cada 1% que se aumenta na variável “Multa e Juros de Mora” o valor médio da *investibilidade* diminui em média 0,46%;

- A cada 1% que se aumenta na variável “PES. Aplic. Dir.” o valor médio da *investibilidade* diminui em média 0,93%;
- A cada 1.000.000 unidades que se aumenta na variável “PESAD Pensões”, espera-se um aumento no valor médio da *investibilidade* de 0,6% ($e^{0,006}$);
- A cada 1.000.000 unidades que se aumenta na variável “ODCAD Aux. Fin. Estud.”, espera-se uma diminuição no valor médio da *investibilidade* de 10% ($e^{-0,106}$);
- A cada 100 unidades que se aumenta na variável “Infraest. Educac.” espera-se uma diminuição no valor médio da *investibilidade* de 3,4% ($e^{-0,035}$);
- A cada 1% que se aumenta na variável “Grandes empresas” o valor médio da *investibilidade* aumenta em média 2,32%.

De acordo com a Equação (2), tem-se que o efeito aleatório é dado por $\alpha_j \sim N(0, \sigma_\alpha^2)$, e o erro da regressão dentro da cidade por $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Dessa forma, o modelo final estimou $\sigma_\alpha^2 = 0,037$ e $\sigma_\varepsilon^2 = 0,124$, logo, a acurácia de novas estimativas do $\log(\text{investibilidade})$ dentro de uma cidade já considerada na análise é de $\pm 0,352$ ($\sqrt{0,124}$), enquanto que para novas estimativas do $\log(\text{investibilidade})$ considerando-se novas cidades a acurácia é de 0,401 ($\sqrt{0,037 + 0,124}$). Controlando por todas as variáveis incluídas no modelo final, da variância total do modelo, 77,1% ocorre dentro da cidade, isso significa que para fazer inferências para novos anos, tem-se um maior erro que para novas cidades. Essas informações estão resumidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelo Linear Misto Stepwise para o $\log(\text{Investibilidade})$

Modelo Multivariado Stepwise		E.P. ()	P-value
Intercepto	813,29	67,11	0,000
Anos	-0,410	0,035	0,000
$\log(\text{Rec. Orç.})$	2,249	0,404	0,000
Cota IOF Ouro/100.000	-0,305	1,243	0,017
Cota Petróleo/1.000.000	0,102	0,042	0,017
$\log(\text{Mul. e Juros de Mora})$	-0,458	0,104	0,000
$\log(\text{PES. Aplic. Dir.})$	-0,928	0,308	0,004
PESAD. Pensões/1.000.000	0,006	0,001	0,000
ODCAD Aux. Fin. Estud./1.000.000	-0,106	0,041	0,013
Infraest. Educac./100	-0,035	0,010	0,001
$\log(\text{Grandes. empr})$	2,318	0,422	0,000
Fonte de Variabilidade	Variância	% Variância	D. P.
Inter-Cidade	0,037	22,9%	0,192
Intra-Cidade	0,124	77,1%	0,352

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

No tópico abaixo se faz a análise dos resíduos.

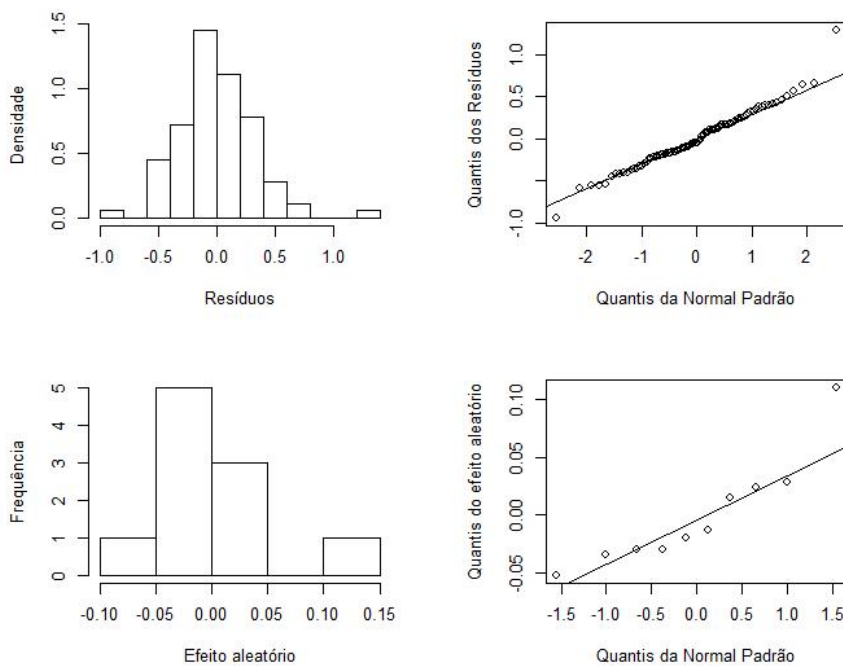
3.3 Análise dos Resíduos

De acordo com Pinheiro e Bates (2000), antes de se realizar as inferências sobre o modelo linear misto ajustado deve-se checar se as suposições subjacentes são válidas. Em modelos lineares mistos têm-se basicamente duas suposições relevantes, a saber:

- 1ª suposição: Os erros dentro dos grupos (*within-group error*), no caso desta pesquisa, as cidades, são independentes, identicamente distribuídos, com média zero e variância σ_ε^2 , e ainda, são independentes dos efeitos aleatórios.
- 2ª suposição: Os efeitos aleatórios são normalmente distribuídos com média zero e variância σ_α^2 .

No Gráfico 1, pode-se verificar que não existem fortes evidências de que os resíduos dentro dos grupos e os efeitos aleatórios não sejam normalmente distribuídos. Para verificar a normalidade dos resíduos dentro dos grupos e dos efeitos aleatórios, foi realizado o teste de *Shapiro* que apresentou respectivamente os *p-values* 0.073 e 0.081. Logo, a suposição de normalidade dos erros e do efeito aleatório não foi violada.

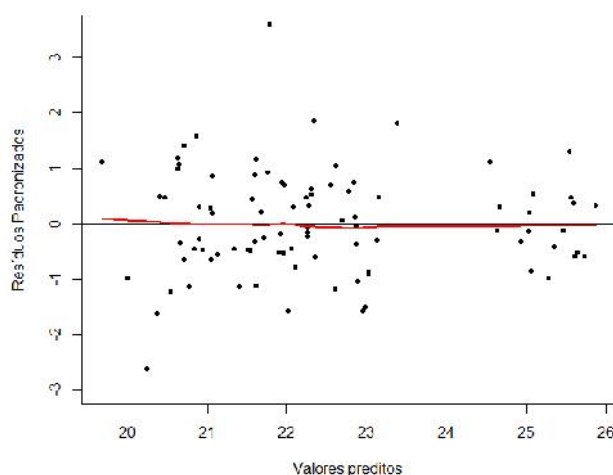
Gráfico 1 - Histograma e QQ-plot para os resíduos e efeitos aleatórios



Fonte: Elaborado pelos autores (2012).

No gráfico 2, pode-se verificar que os resíduos estão aleatoriamente distribuídos em torno do zero, o que indica que não existe indícios de *heterocedasticidade* dos resíduos dentro dos grupos. A não existência de padrões nesse gráfico também mostra que a estrutura da média está bem especificada, destacando assim, a importância de trabalhar com a transformação logarítmica na variável dependente, assim como nas variáveis independentes que entraram para o Modelo *Stepwise*.

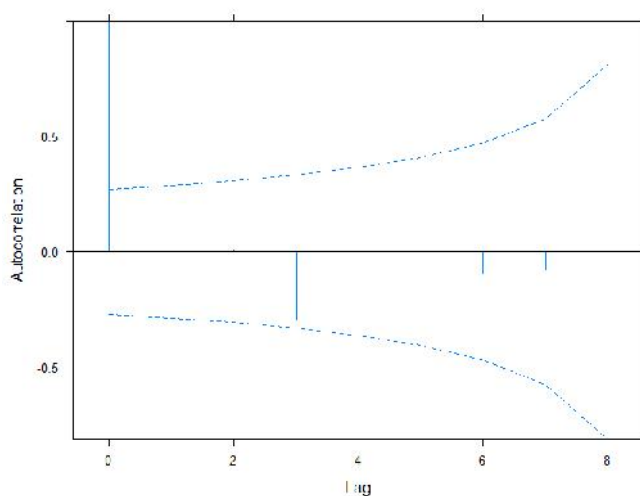
Gráfico 2 - Resíduos padronizados versus valores preditos



Fonte: Elaborado pelos autores (2012).

No Gráfico 3, tem-se a função empírica de *autocorrelação* dos resíduos dentro dos grupos, no qual se pode observar que não há *lags* significativos da função de autocorrelação, não gerando assim, indícios de dependência.

Gráfico 3 - Função empírica de autocorrelação dos resíduos dentro das cidades



Fonte: Elaborado pelos autores (2012).

Em síntese, de acordo com os resultados das estimações, ficou evidenciado que para o período 2002-2010 o grupo de variáveis que melhor explica as relações de *investibilidade* do conjunto das cidades estudadas foram, conforme Tabela 2: Receita orçamentária - $\log(\text{Rec. Orç.})$; Recursos naturais - variável *proxy* cota Petróleo/1.000.000; pagamento de pensões; e o número de grandes empresas.

Na direção inversa dessa atração apresentaram-se: a cota do IOF/ouro, a arrecadação referentes a multas, juros e mora, o auxílio financeiro a estudantes, as aplicações diretas e a infraestrutura educacional.

Quanto aos fatores tradicionais tais como o nível do PIB, inovação, capital humano, infraestrutura e população, que na maioria dos estudos empíricos, em nível de país, são preditores dos investimentos diretos externos, aqui, elas também parecem influenciar a *investibilidade*, mas de forma bivariada (Tabela 1). Porém, de forma multivariada, considerando-se o método *Stepwise* para seleção das variáveis, somente o conjunto final das variáveis (Tabela 2) foi significativo.

Isso também é verdade para algumas das variáveis testadas, primeiramente neste estudo, cujo resultado consta na Tabela 1. São elas (todas mensuradas em nível de cidade): população; PIB; estoque de capital humano; inovação; atividade empreendedora; infraestrutura; médias empresas; grandes empresas; receitas e despesas.

No que diz respeito à variação da *investibilidade* no período analisado, os resultados mostraram que, *ceteris paribus*, a cada um ano que se passa o valor médio da *investibilidade* diminui 33,6% .

No que se refere a acurácia de novas estimativas da *investibilidade*, *ceteris paribus*, da variância total do modelo, 77.1% ocorre dentro da cidade, ou seja, inferências para novos anos tem-se um erro maior do que para novas cidades.

4 Conclusão

Este estudo estimou, a partir de um conjunto de variáveis disponíveis e/ou sinalizadas pela literatura econômica, os principais determinantes da *investibilidade* de um conjunto de cidades brasileiras selecionadas (São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Curitiba, Recife, Porto Alegre e Belém) para o período 2002-2010. Variáveis como a população local, receitas e despesas públicas, PIB local, empreendedorismo, médias e grandes empresas, infraestrutura educacional, custos de transportes, inovação, estoque de capital humano, investimentos municipais, entre outras, foram testadas no intuito de verificar se estas exerciam algum efeito sobre o investimento direto externo.

De acordo com os resultados das estimações (e atendendo às hipóteses elencadas no estudo) ficou evidenciado que nesse período, nesse conjunto de cidades, os principais fatores com maior poder de influenciar, positivamente, na decisão dos investidores externos quanto à alocação dos seus investimentos foram: receitas e despesas públicas, a existência de grandes empresas e a cota petróleo (variável *proxy* dos recursos naturais).

A principal implicação deste estudo é que do conjunto de variáveis utilizadas na modelagem estatística, muitas delas mencionadas nas literaturas teórica e empírica como determinantes do IDE em nível de país, não se mostraram significativas em termos do conjunto das cidades analisadas, o que permite-se afirmar que além dessas variáveis outros fatores específicos às cidades são levados em consideração quando da decisão, por parte do investidor estrangeiro, da alocação do investimento, principalmente em países continentais, como o Brasil, que possui regiões bastante distintas.

Neste ponto torna-se fundamental enunciar algumas das limitações encontradas neste estudo, para que futuras investigações possam fornecer outra visão, não somente de como as variáveis se relacionam e interagem entre si, mas também refletir sobre que variáveis se tornam pertinentes incluir e que outros contextos possam ser explorados. Por exemplo, a não incorporação de variáveis como subsídios concedidos pelo governo local, um período maior de tempo que possibilitasse inferir sobre o papel e a importância da gestão dos diferentes governos nos locais analisados, a inserção de outras variáveis importantes na discriminação dos grupos é, indubitavelmente, uma limitação deste estudo, o que

proporciona verdadeiras oportunidades a outras pesquisas e motivação a outros investigadores.

Outra proposição, de forma a potencializar a relevância de estudos futuros, seria desenvolver um modelo, considerando as interações do tempo com cada variável independente e estender os efeitos aleatórios do intercepto à cada variável (possibilitando captar a interação de cada variável independente com as cidades), porém, nesse caso, ter-se-ia um modelo muito complexo, de difícil interpretação e com grandes probabilidades de surgimento de problemas computacionais, por exemplo, o de convergência numérica.

Referências

AMAL, M. Determinantes das estratégias de investimento das empresas multinacionais dos países em desenvolvimento: o caso de uma empresa brasileira. *Revista de Negócios*, Blumenau, v. 11, n. 2, p. 63-82, 2006.

AMAL, M.; SEABRA, F.; SUGAI, R. Análise dos determinantes institucionais e regionais do investimento direto externo das pequenas e médias empresas: um estudo do caso da Região Sul do Brasil. *Textos de Economia*, v. 10, n. 1, p. 39-67, 2007.

ANDERSON, E.; GATIGNON, H. Modes of foreign entry: a transaction cost analysis and propositions. *Journal of International Business Studies*, v. 17, n. 3, p. 1-26, 1986.

BARRY, F.; GÖRG, H.; STROBL, E. Foreign direct investment, agglomerations, and demonstration effects: an empirical investigation. *Review of World Economics*, v. 139, n. 4, p. 583-600, 2003.

BENACEK, V.; GRONICKI, M.; HOLLAND, D.; SASS, M. The determinants and impact of foreign direct investment in central and eastern Europe: a comparison of survey and econometric evidence. *Transnational Corporations*, v. 9, n. 3, 2000.

BLOMSTRÖM, M. Foreign investment and productive efficiency: the case of Mexico. *Journal of Industrial Economics*, v. 15, 1986.

BLOMSTRÖM, M.; PERSSON, H. Foreign investment and spillover efficiency in an underdeveloped economy: evidence from the Mexican manufacturing industry. *World Development*, v. 11, 1983.

BUCKLEY, P. J. A critical view of the theories of the multinational enterprise. In: P. J. Buckley & M. Casson (Eds.). *The economic theories of the multinational enterprise*, Londres: Macmillan, 1985.

BUCKLEY, P. J.; CASSON, M. The optimal timing of a foreign direct investment. *Economic Journal*, n. 91, 1981.

CAVES, R. E. Multinational firms, competition and productivity in host country markets. *Economica*, v. 41, 1974.

CORDEN, W. M. The theory of international trade. In J. H. Dunning (Ed.). *Economic Analysis and the Multinational Enterprise*. London: George Allen & Unwin Ltd., 1974.

DAMOOEI, J.; TAVAKOLI, A. The effects of foreign direct investment and imports on economic growth: a comparative analysis of Thailand and the Philippines (1970-1998). *The Journal of Developing Areas*, v. 39, n. 2, p. 79-100, 2006.

- DEICHMANN, J. I.; ESHGHI, A.; HAUGHTON, D. M.; SAYEK, S.; TEEBAGY, N. C. Foreign direct investment in the Eurasian transition states. *Eastern European Economics*, v. 41, n. 1, p. 5-34, 2003.
- DUNNING, J. H. The key literature on IB activities: 1960-2000. In A. Rugman & T. L. Brewer (Eds). *The Oxford Handbook of International Business*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- EFROYMSON, M. A. Multiple regression analysis. In A. Ralston and H. S. Wilf (Ed.). *Mathematical methods for digital computers*. New York: John Wiley & Sons, 1960.
- FERREIRA, Z. O. O investimento direto externo espanhol no Brasil e as relações hispano-brasileiras (1995-2005). *Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales*, v. 17, n. 970, 2012.
- FIGINI, P.; GÖRG, H. Does foreign direct investment affect wage inequality? an empirical investigation. *The World Economy*, v. 34, n. 9, p. 1455 –1475, 2011.
- FITZMAURICE, G. M.; LAIR, N. M.; WARE, J. H. *Applied longitudinal analysis*. New Jersey: John Wiley and Sons, 2011.
- GALAN, J. I.; GONZÁLEZ-BENITO, J.; ZUÑGA-VINCENTE, J. A. Factors determining the location decisions of Spanish MNEs: an analysis based on the investment development path. *Journal of International Business Studies*, v. 38, n. 6, p. 975-997, 2007.
- GELMAN, A.; HILL, J. *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. New York: Cambridge University Press, 2007.
- GENTVILAITÉ, R. *Determinants of FDI and its motives in Central and Eastern European countries*. Bachelor Thesis, Lunds Universitet, Lund, Sweden, 2010.
- GLOBERMAN, S. Foreign direct investment and spillover efficiency benefits in Canadian manufacturing industries. *Canadian Journal of Economics*, v. 12, 1979.
- GRAHAM, E. Transatlantic investment by multinational firms: a rivalistic phenomenon? *Journal of Post-Keynesian Economics*, v. 1, n. 1, 1978.
- HADDAD, M.; HARRISON, A. Are there positive spillovers from direct foreign investment? evidence from panel data for Morocco. *Journal of Development Economics*, v. 42, 1993.
- HENNART, J. F. *A theory of multinational enterprise*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1982.
- HENNINGS, K. Uma proposta de modelos para a análise dos fluxos de capitais estrangeiros para o Brasil. *Boletim do Banco Central*, v. 34, n. 11, p. 217-255, 1998.
- HIRSCH, S. An international trade and investment theory of the firm. *Oxford Economic Papers*, v. 28, n. 2, p. 258-270, 1976.
- HOLLAND, M.; BARBI, F. *China na América Latina: uma análise da perspectiva dos investimentos diretos estrangeiros* [Paper N° 247]. Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, FGV-EESP, 2010.
- HSIAO, C. *Analysis of panel data*. (2nd ed.). Cambridge, Cambridge University Press, 2003.
- HYMER, S. *The international operations of national firms: a study of direct foreign investment*. Ph.D. Dissertation, MIT: MIT Press, 1976.

IVERSEN, C. *Aspects of the theory of international capital movements*. Levin & Munksgaard: London, Humphrey Milford & Oxford University Press, 1936.

KIM, J.; PARK, J. Foreign direct investment and country-specific human capital. *Economic Inquiry*, v. 51, n. 1, p. 198-210, 2012.

KNICKERBOCKER, F. T. *Oligopolistic reaction and the multinational enterprise*. Cambridge: Harvard University Press, 1973.

KOGUT, B.; ZANDER, U. Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, v. 24, n. 4, p. 625-645, 1993.

KOTLER, P. *Marketing no setor público*. Porto Alegre: Boman, 2007.

LAIRD, M.; WARE, J. H. Random-Effects models for longitudinal data. *Biometrics*, v. 38, 963-974, 1982.

LAMINE, K. M.; YANG, D. Foreign direct investment effect on economic growth: evidence from Guinea Republic in West Africa. *International Journal of Financial Research*, v. 1, n. 1, 2010.

LOVE, J. H.; LAGE-HIDALGO, F. Analyzing the determinants of US direct investment in Mexico. *Applied Economics*, v. 32, n. 10, p. 1259-1267, 2000.

NEGRI, J. A. de; ACIOLY, L. *Novas evidências sobre os determinantes do investimento externo na indústria de transformação brasileira* (Texto para discussão, Nº 1019). Brasília, DF: IPEA, 2004.

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. New York: Springer, 2000.

RAMSTETTER, E. D. Ranking locations for Japan's manufacturing multinationals in Asia: a literature survey illustrated with indexes. *Asian Economic Journal*, v. 25, p. 197-226, 2011.

RAZIQ, M. M.; PERRY, M. Foreign direct investment in New Zealand: does it justify negative assessment? *Regional Science Policy & Practice*, v. 4, n. 2, p. 155-164, 2012.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, p. 591-611, 1965.

WOODCOCK, C.P.; BEAMISH, P.W.; MAKINO, S. Ownership-based entry mode strategies and international performance. *Journal of International Business Studies*, v. 25, n. 2, p. 253-272, 1994.

ⁱ Estudo financiado pelo Centro Universitário de Itajubá (FEPI).