

UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CRESCIMENTO ECONÔMICO: EVIDÊNCIAS DOS PAÍSES DA OCDE E DA AMÉRICA DO SUL

Gislaine Cristina Rezzini

Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Maringá. Atualmente é Técnica da Secretaria Municipal de Educação (SEDUC-Maringá).

E-mail: gih.rezzini@gmail.com

Gilberto Joaquim Fraga

Graduação, Mestrado e Doutorado em Economia. Atualmente é Professor do departamento de Economia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

E-mail: gjfraga@uem.br

Robson Luis Mori

Graduação em Ciências Econômicas. Mestrado e Doutorado em Economia. Atualmente é Professor do departamento de Economia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

E-mail: rlmori@uem.br

Resumo

O objetivo deste artigo é investigar a relação entre o desenvolvimento tecnológico e o crescimento econômico em países da OCDE e da América do Sul, no período 2004-2014. Visando cumprir o seu objetivo, o trabalho conta com uma breve revisão da literatura sobre o tema e o procedimento econométrico de dados em painel para os países estudados, visando mensurar a relação entre o desempenho do PIB *per capita* com investimentos em P&D, patentes e escolaridade. Os resultados obtidos estão em linha com a teoria e apontam para uma relação positiva consistente entre desenvolvimento tecnológico e crescimento econômico nos países estudados.

Palavras-chave: Desenvolvimento Tecnológico; Crescimento Econômico; Países da OCDE e da América do Sul.

Abstract

The objective of this article is to investigate the relationship between technological development and economic growth in OCDE countries and South America in the period 2004-2014. Aiming to fulfill its objective, the paper has a brief review of the literature on the subject and the econometric procedure of panel data for the countries studied, aiming at measuring the relation between per capita GDP performance with investments in R & D, patents and schooling. The results obtained are in line with the theory and point to a consistent positive relationship between technological development and economic growth in the countries studied.

Keywords: Technological Development; Economic Growth; OCDE Countries and South America.

1 INTRODUÇÃO

Entre pesquisadores e formuladores de políticas, o tema crescimento econômico é atualmente um dos assuntos de maior interesse nas mais diferentes abordagens científicas. Esse é um tema complexo e que envolve uma série de variáveis relevantes, que podem se apresentar de formas distintas entre os países, tais como aspectos culturais, institucionais, políticos, religiosos e geográficos. Desta forma a investigação sobre relação entre a evolução tecnologia e crescimento econômico torna-se relevante para diminuir a distância entre as economias consideradas ricas e as economias menos desenvolvidas.

Uma variável chave nas discussões sobre crescimento econômico, e que pode ser observada em diferentes abordagens teóricas, é o desenvolvimento tecnológico. Esta variável pode permitir uma série de benefícios à economia, como aumentar substancialmente a produtividade da mão de obra, ampliar a pauta e aumentar o valor agregado das exportações, também aumentam as chances de expandir mercados por conta de inovações, possibilitando uma maior e mais qualificada inserção do país no cenário econômico internacional.

Nesse contexto, o presente trabalho, visando contribuir com a referida discussão, tem como principal objetivo investigar a relação entre o desenvolvimento tecnológico e o crescimento econômico em países da OCDE e da América do Sul, no período 2004-2014. Para tanto, a presente pesquisa, além de uma análise qualitativa dos dados de países da OCDE e da América do Sul, testará estatisticamente essa relação – desempenho do PIB *per capita* e investimentos em P&D e patentes, controlando outros fatores em uma investigação econométrica de dados em painel.

Além dessa introdução, o estudo está dividido em quatro seções. A primeira refere-se à revisão da literatura. A segunda trata do procedimento empírico, enfatizando a abordagem econométrica de dados em painel, bem como a descrição das variáveis consideradas e dos países estudados. Na terceira, tem-se a análise qualitativa dos dados. Na quarta, têm-se os resultados econométricos e por fim são feitas as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Formalmente, a produtividade aparece no modelo de crescimento de Robert Solow, em 1956. Neste modelo, o autor, apresenta como fonte de crescimento econômico as variáveis acumulação de capital, crescimento da força de trabalho e mudanças tecnológicas. Não obstante a relevância de sua contribuição para a análise da dinâmica do crescimento econômico, a consideração do modelo de Solow de que a taxa de crescimento econômico *per capita* no estado estacionário é igual à taxa de progresso tecnológico não foi suficiente para explicar o motor do crescimento no longo prazo.

O trabalho pioneiro de Solow marca, assim, a primeira fase de estudos sobre o crescimento econômico na abordagem tradicional, caracterizada principalmente pela concepção de crescimento exógeno. Esta fase possibilitou um maior entendimento da dinâmica do crescimento econômico, porém, não explicou o crescimento persistente da renda no longo prazo. As principais limitações do modelo foram atribuídas à sua consideração do progresso tecnológico endógeno.

Uma segunda fase de estudos sobre crescimento econômico na abordagem tradicional, agora caracterizada principalmente pela concepção de crescimento endógeno, é observada a partir da segunda metade da década de 1980. Uma importante contribuição seminal para esta fase foi dada por Romer (1986). Esta pesquisa e os trabalhos subsequentes enfatizam o papel das dotações de fatores e de capital humano para o progresso tecnológico, que permite a geração de externalidades positivas superiores aos rendimentos marginais decrescentes de fatores de produção tradicionais. Apesar da relevância dessas contribuições, incluindo variáveis como capital humano à estrutura formal dos modelos de crescimento neoclássicos, os trabalhos sofreram com algumas limitações esperadas para estudos pioneiros, com a ausência de estudos sobre fundamentos microeconômicos acerca do progresso tecnológico (COSTA, 2007).

Concomitante a esses avanços teóricos na abordagem tradicional, abordagens alternativas também procuraram explicações para o crescimento econômico dos países, tendo o progresso tecnológico como uma de suas variáveis. A mais importante delas é a schumpeteriana. Como destaca Resende e Gonçalves (2006), o modelo schumpeteriano de crescimento endógeno considera o progresso técnico (inovações) como elemento fundamental para explicar o crescimento econômico. Neste modelo, a taxa de chegada das inovações em uma economia tem um caráter aleatório, seguindo uma distribuição de Poisson (AGHION; HOWITT, 1998).

Conforme Resende e Gonçalves (2006), esta hipótese do modelo permite que as economias possam alavancar seu crescimento, mesmo apresentando baixas taxas de progresso técnico. Segundo os autores, no entanto, os fatos sugerem um componente de tendência (determinístico), além do componente aleatório, para o surgimento das inovações. O primeiro elemento é capaz de explicar a maior capacidade de os países desenvolvidos gerarem inovações tecnológicas comparada aos países subdesenvolvidos. Tal elemento foi estudado por teóricos neoschumpeterianos preocupados com o caráter local e tácito do progresso técnico.

Como destacam Castro e Carvalho (2008), estas contribuições dos neoschumpeterianos, além de enfatizarem o caráter específico e setorial do progresso técnico, apontam para a importância dos Sistemas Nacionais de Inovação (preocupação com o ambiente sistêmico) e de políticas para o desenvolvimento e aplicação de tecnologias.

3 PROCEDIMENTO EMPÍRICO

Para alcançar os objetivos propostos utiliza-se o procedimento de dados organizados em painel. Adicionalmente, faz-se uma apresentação qualitativa de dados referente às variáveis P&D, patentes e escolaridade o que permite uma visão geral a respeito do estágio de desenvolvimento dessas variáveis nos diversos países.

Com relação especificamente aos dados em painel, cabe destacar que se trata do acompanhamento da mesma unidade de corte transversal ao longo do tempo. Essa forma de análise oferece dados mais informativos, maior variabilidade, menor colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade, entre outras vantagens (GUJARATI; PORTER, 2011).

Existem quatro técnicas de estimação para dados em painel: Modelo MQO para dados empilhados, modelo de mínimos quadrados com variáveis *dummies* para

efeitos fixos, modelo de efeitos fixos dentro do grupo e modelo de efeitos aleatórios (GUJARATI; PORTER, 2011). No presente artigo são realizadas estimativas utilizando tanto o procedimento de efeitos dentro do grupo (FE) quanto o procedimento de efeitos aleatórios (RE).

Com relação aos dados, a variável dependente é o PIB *per capita*, e as variáveis explicativas são os investimentos em P&D, a quantidade de patentes concedida junto ao PCT (tratado de cooperação em matéria de patentes), as matrículas no ensino secundário e a formação bruta de capital *per capita*. Para os propósitos empíricos as variáveis são utilizadas como segue:

- i. Inpib: Ln do PIB *per capita* (paridade do poder de compra em dólares) - é utilizado como a variável dependente, sendo, assim, *proxy* para o crescimento econômico;
- ii. Inpa: Ln da quantidade de patentes concedidas junto ao PCT - é uma das variáveis explicativas, sendo utilizada como *proxy* para a tecnologia. Espera-se que essa variável apresente resultado positivo na regressão, já que quanto mais patentes um país produz, maior deve ser o seu crescimento econômico;
- iii. Ines: Ln das matrículas no ensino secundário - espera-se que essa variável apresente um sinal positivo na regressão, já que quanto maior o capital humano de uma economia, maior é o seu crescimento econômico esperado;
- iv. Infbk: Ln da formação Bruta de Capital *per capita* - essa variável explicativa é utilizada como *proxy* para o investimento *per capita*. Espera-se que apresente um sinal positivo na regressão, já que quanto maior o investimento em uma economia, maior tende a ser o seu crescimento econômico.

O Quadro 1 apresenta um sumário das variáveis utilizadas no modelo econométrico.

Quadro 1 – Sumário das variáveis utilizadas no modelo econométrico

Variável dependente	Sinal esperado	Período	Fonte
PIB <i>per capita</i>		2004 - 2014	Banco Mundial
Variáveis independentes	Sinal esperado		
Patentes	+	2004-2014	OCDE
Matrículas no ensino secundário	+	2004-2014	Banco Mundial
Formação Bruta de Capital <i>per capita</i>	+	2004-2014	Banco Mundial

Fonte: Elaboração própria.

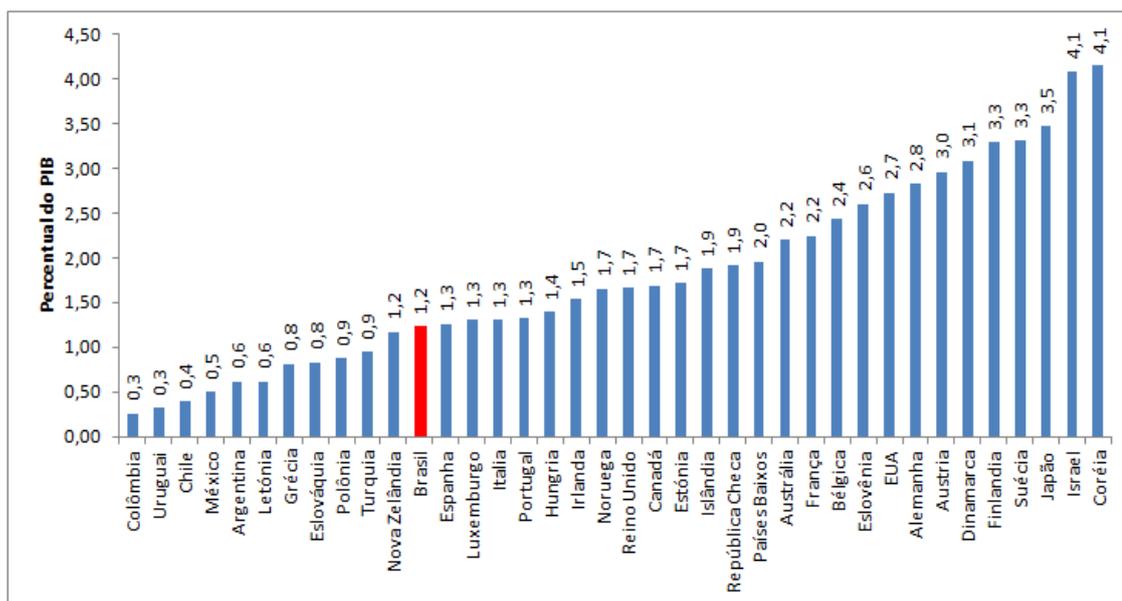
O trabalho contempla dados de países membros da OCDE, da China e de países da América do Sul. Cabe destacar que atualmente a OCDE conta com 35 países membros, que se reúnem para discutir problemas e buscar suas soluções. Ressalta-se que a OCDE faz parceria com países não membros (pelo menos até o momento), como Brasil, Índia Indonésia, República Popular da China e África do Sul (OCDE, 2018).

4 EVOLUÇÃO PARANORÂMICA

Esta seção busca apresentar o comportamento e destacar as possíveis correlações entre as variáveis estudadas

Para uma visualização inicial dos investimentos em P&D em nível internacional, o Gráfico 1 apresenta investimentos em P&D em percentual do PIB em diferentes países do mundo (ano 2013).

Gráfico 1 - Percentual do PIB em investimentos de P&D: diversos países (2013)

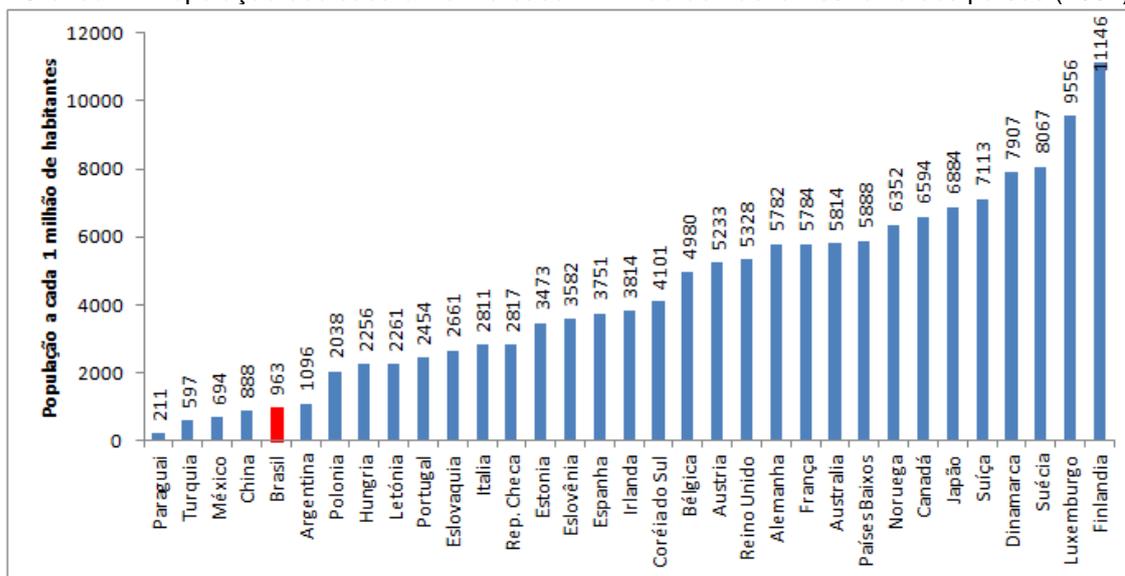


Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do WORLD BANK (2018).

Conforme o Gráfico 1, os investimentos em P&D como percentual do PIB são maiores entre os países mais ricos, como os asiáticos Japão e Coreia do Sul, os Estados Unidos e países europeus. Já os países mais pobres, como os sul-americanos e os europeus menos desenvolvidos, apresentam percentuais de investimentos bem inferiores. O Brasil, em particular, embora esteja distante dos percentuais da maioria dos países mais ricos, encontra-se em uma posição de destaque em comparação a alguns países da América do Sul e até da Europa.

Os Gráficos 2 e 3, por sua vez, apresentam a população dedicada à P&D a cada 1 milhão de habitantes em diversos países do mundo (dados, respectivamente, de 2004 e 2010).

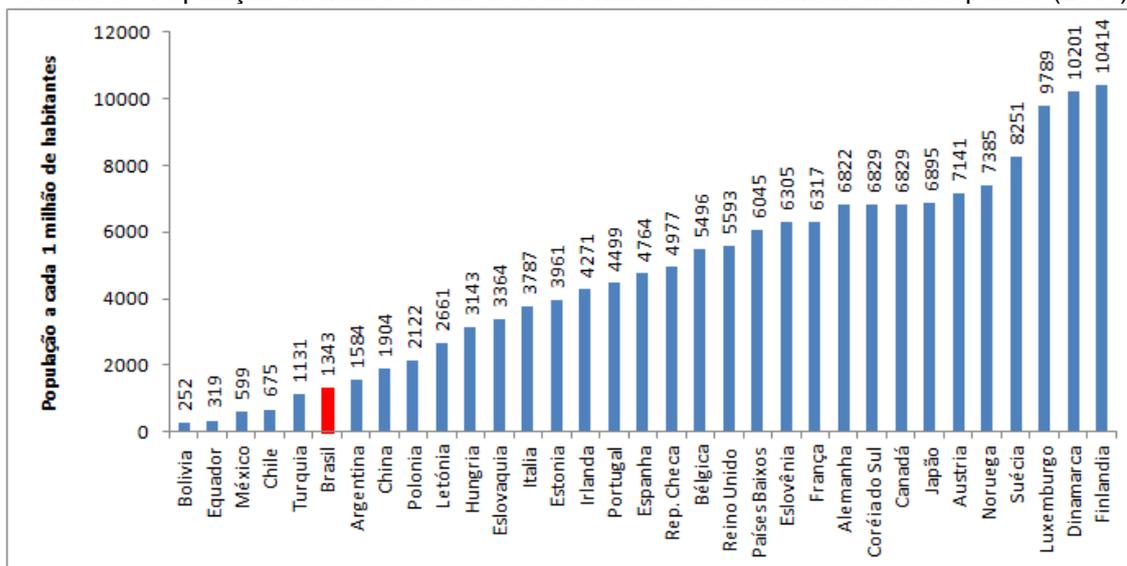
Gráfico 2 - População dedicada à P&D a cada 1 milhão de habitantes: diversos países (2004)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO (2018).

Conforme o Gráfico 2, na variável população dedicada à P&D a cada 1 milhão de habitantes (dados de 2004), o destaque novamente são os países mais ricos, principalmente os europeus. Nesta variável, o Brasil exibe números superiores a apenas 4 dos 33 países considerados.

Gráfico 3 - População dedicada a P&D a cada 1 milhão de habitantes: diversos países (2010)

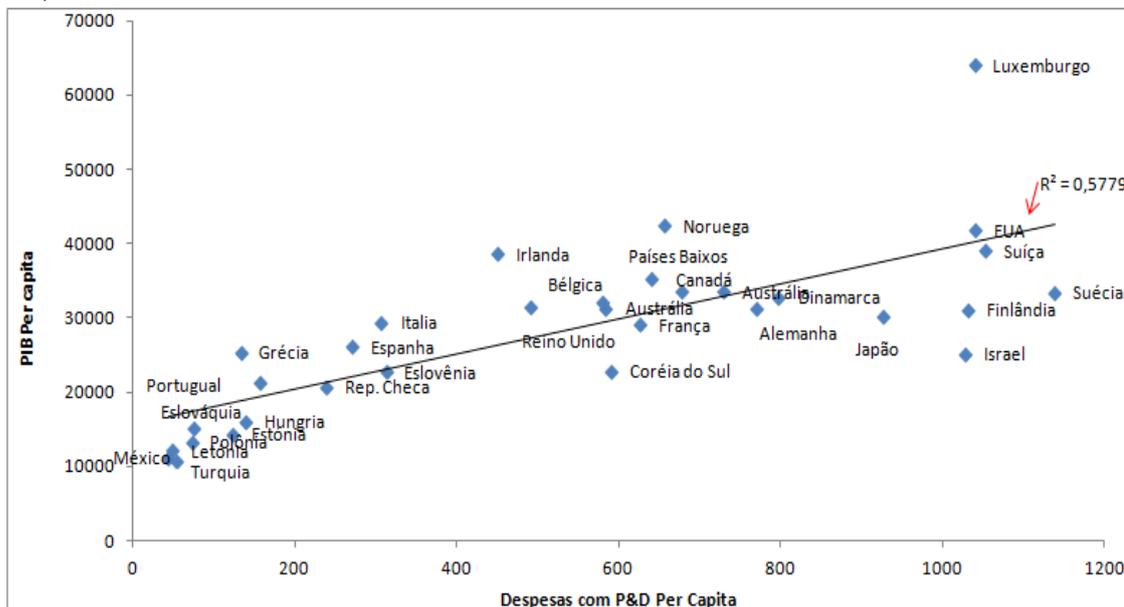


Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO (2018).

Já no Gráfico 3 é possível observar que, passados seis anos, os países mais ricos continuavam apresentando números bem superiores aos países em desenvolvimento em relação à população dedicada à P&D. Alguns destes últimos, no entanto, exibiam uma evolução relevante nos dados ao longo do período, tais como China, Argentina e o próprio Brasil.

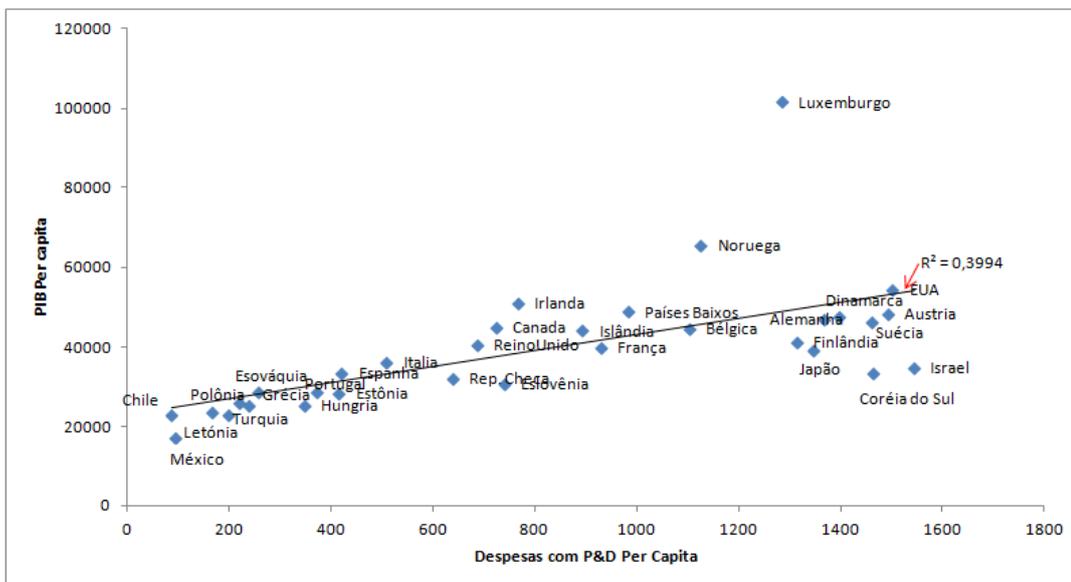
Os Gráficos 4 e 5 mostram a existência de correlação entre as variáveis. De acordo com Brauli (2001), existe uma correlação quando as variáveis são associadas positivas ou negativamente, no entanto, isso não implica em causalidade. Em ambos os períodos (2004 e 2014), há uma relação positiva entre investimentos em P&D e PIB *per capita*, já que os pontos estão próximos da reta, que é positivamente inclinada.

Gráfico 4 - Relação entre PIB *per capita* e investimentos em P&D *per capita* (PPP\$) para países da OCDE, 2004



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO e WORLD BANK (2018).

Gráfico 5 - Relação entre PIB *per capita* e gastos com P&D *per capita* (PPP\$) para países da OCDE, 2014



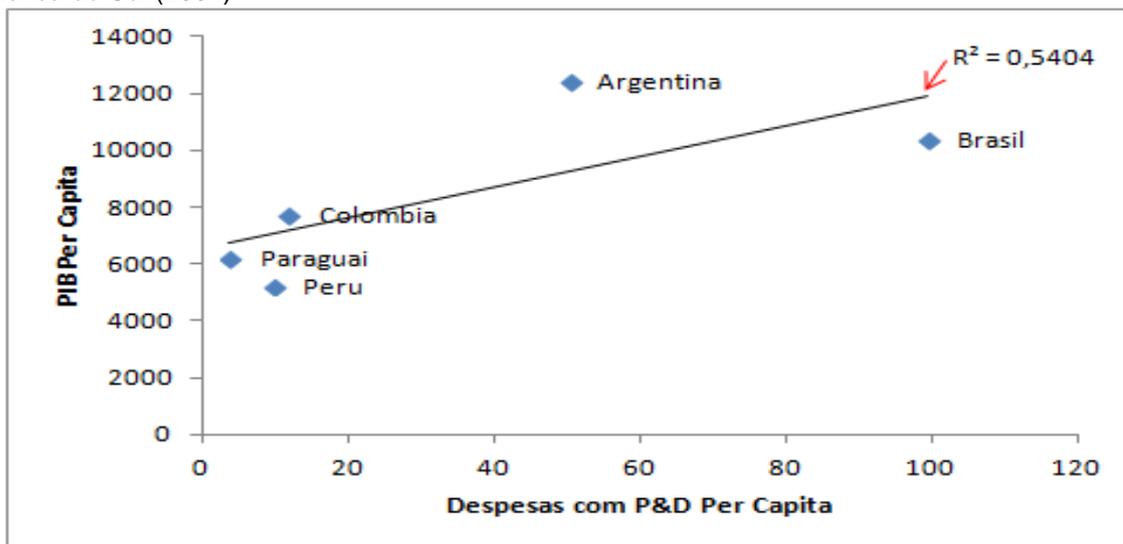
Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO e WORLD BANK (2018).

De forma mais específica, os Gráficos 4 e 5 mostram que o maior PIB da série é de Luxemburgo, seguido pelo da Noruega. Já entre os países que mais investem em P&D *per capita* estão Estados Unidos, Israel e Suécia. Entre os países que mais aumentaram seus investimentos em P&D *per capita* entre 2004 e 2014 estão Dinamarca, Áustria e Coréia do Sul. Já países como México, Turquia e Letônia

apresentam baixos investimentos em P&D em comparação aos demais, assim como exibem alguns dos menores PIBs da série¹.

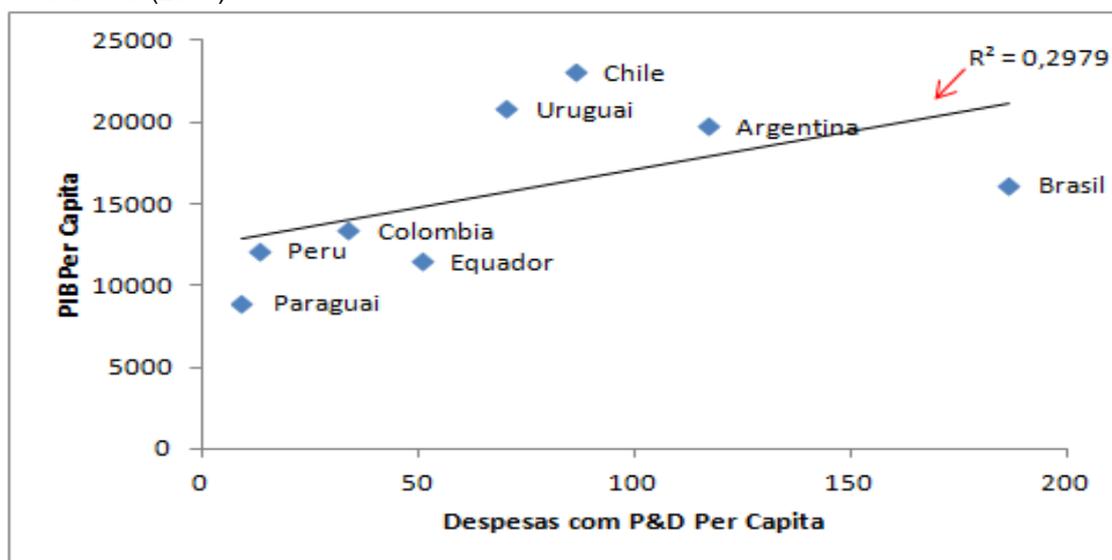
O mesmo exercício com os dados é feito nos Gráficos 6 e 7, neste caso, apenas para alguns países sul-americanos.

Gráfico 6 - Relação entre PIB *per capita* e investimentos em P&D *per capita* (PPP\$) para países da América do Sul (2004)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO e WORLD BANK (2018).

Gráfico 7 - Relação entre PIB *per capita* e investimentos em P&D *per capita* (PPP\$) para países da América do Sul (2014)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO e WORLD BANK (2018).

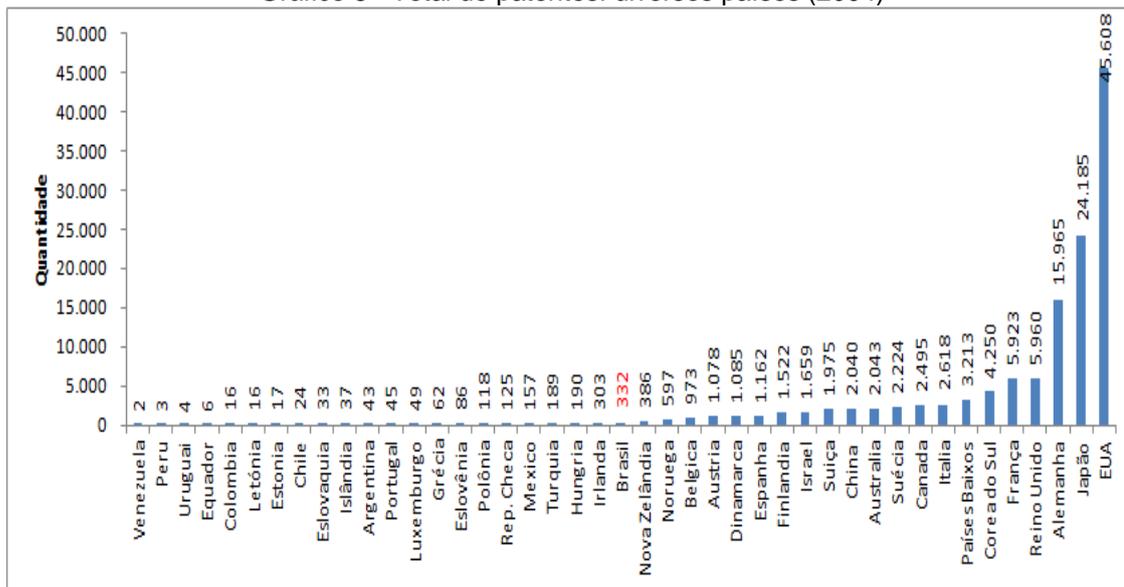
Como mostram os Gráficos 6 e 7, o Brasil, apesar de não contar com o maior PIB *per capita* da região, exhibe, destacadamente, o maior investimento em P&D *per capita* entre os países da América do Sul. Os países que apresentam os

¹ Esta relação vai ao encontro dos resultados obtidos no trabalho de Ruffoni, Zawislak e Lacerda (2004). Estes autores realizaram uma pesquisa com dados similares aos apresentados nos Gráficos 4 e 5 e constataram que maiores investimentos em P&D podem elevar o nível de renda dos países.

piores resultados em termos de PIB *per capita* também apresentam os piores resultados em termos de investimentos em P&D *per capita* (Paraguai, Peru, Colombia e Equador).

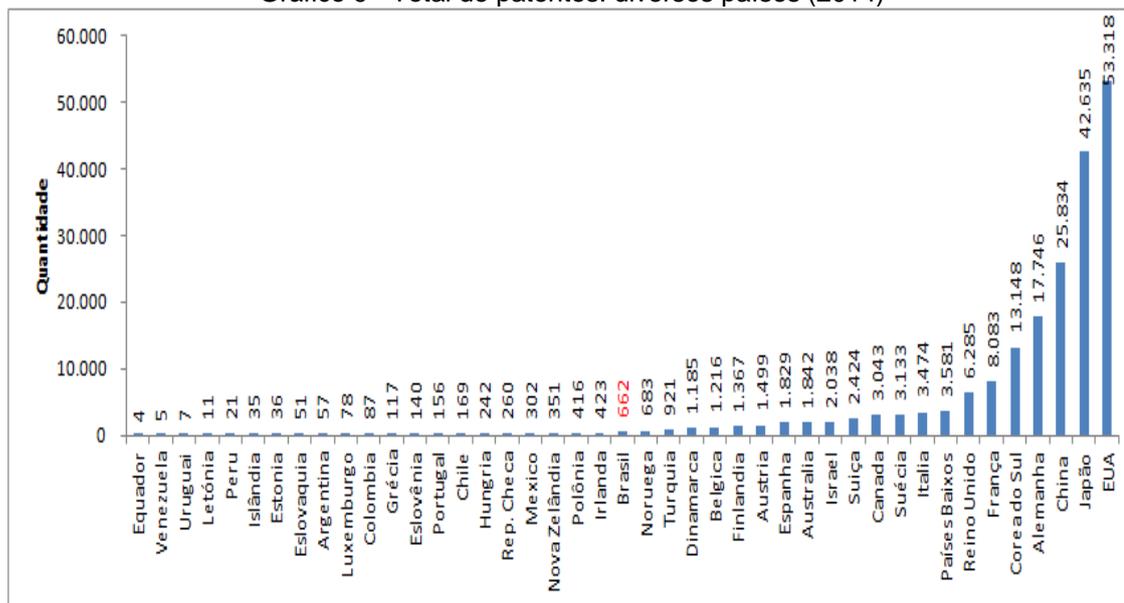
A segunda variável de interesse são as patentes que são apresentados dados referentes ao total de patentes obtido por diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento, bem como o número de patentes *per capita*, em dois anos distintos (2004 e 2014). Os primeiros dados são apresentados nos Gráficos 8 e 9.

Gráfico 8 - Total de patentes: diversos países (2004)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do OCDE (2018).

Gráfico 9 - Total de patentes: diversos países (2014)

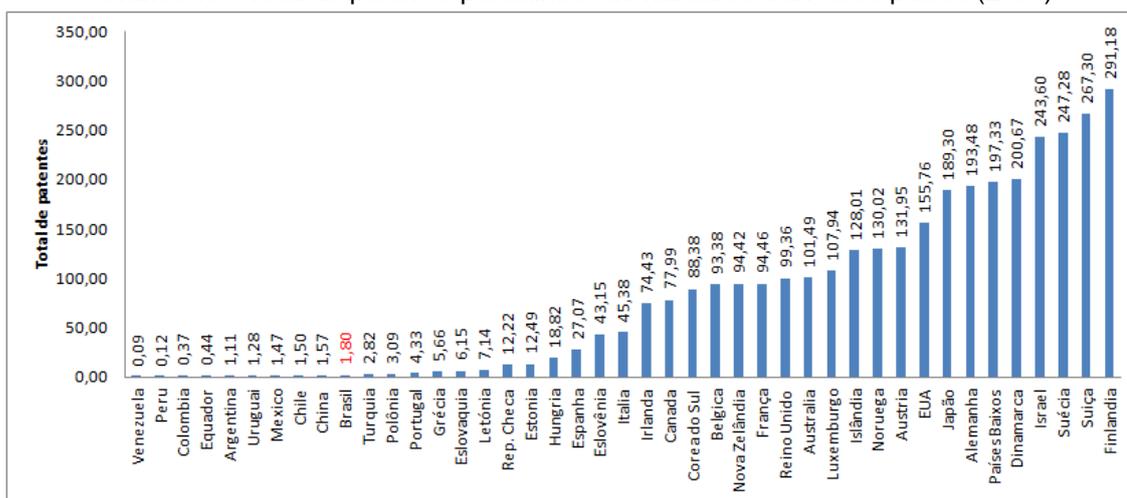


Elaboração própria, com base nos dados do OCDE (2018).

Os Gráficos 8 e 9 mostram a discrepância que existe entre o total de patentes obtido por países desenvolvidos, como Estados Unidos, Japão e países europeus nos últimos anos, e os países em desenvolvimento, como os sul-

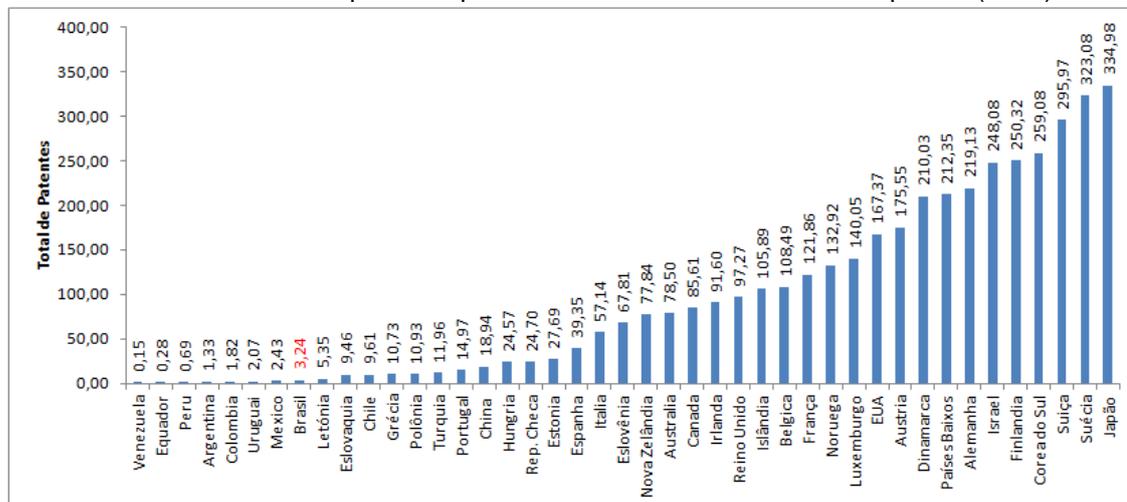
americanos. O Brasil, em 2014, produziu pouco mais de 1% das patentes que os Estados Unidos produziram. Outros países sul-americanos e até europeus menos desenvolvidos apresentaram dados ainda piores nesta variável. A China, por sua vez, apresentou um crescimento significativo no número de patentes ao longo do período.

Gráfico 10 - Total de patentes por milhões de habitantes: diversos países (2004)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do OCDE e WORLD BANK (2018).

Gráfico 11 - Total de patentes por milhões de habitantes: diversos países (2014)

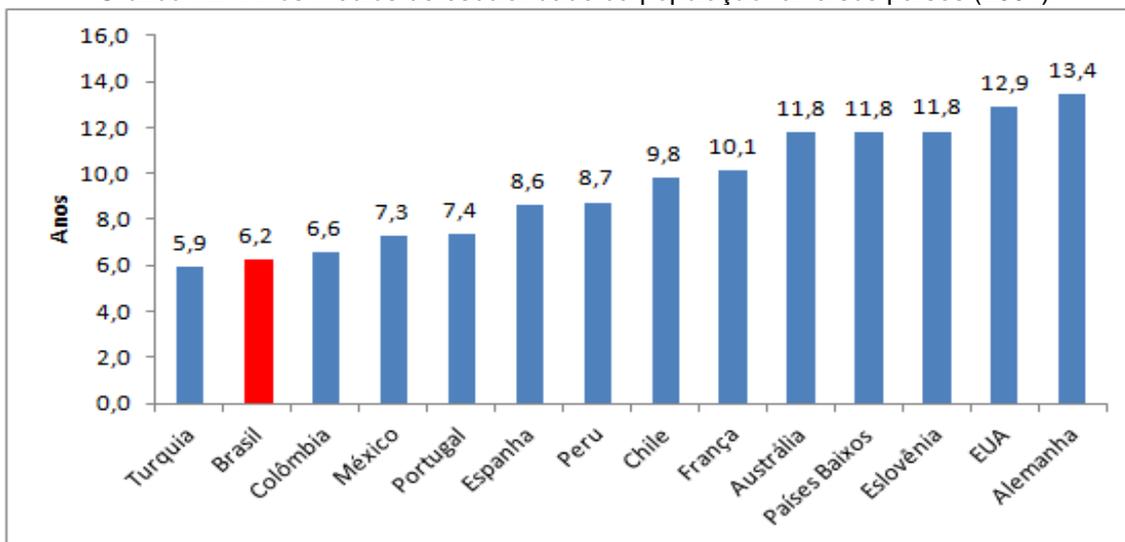


Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do OCDE e WORLD BANK (2018).

Analisando-se os gráficos 10 e 11, onde se apresenta o total de patentes por milhões de habitantes, percebemos que os países em desenvolvimento são aqueles que apresentam menores quantidades de patentes se relacionada à população, o destaque nessa série de dados vai para a Coreia do Sul, que passou de um país mediano (88,38 patentes por milhões de habitantes) para um dos maiores produtores (259,08 patentes por milhões de habitantes), ou seja, praticamente triplicou a quantidade de patentes em 10 anos. O Brasil teve um pequeno aumento, porém se manteve entre os menores produtores.

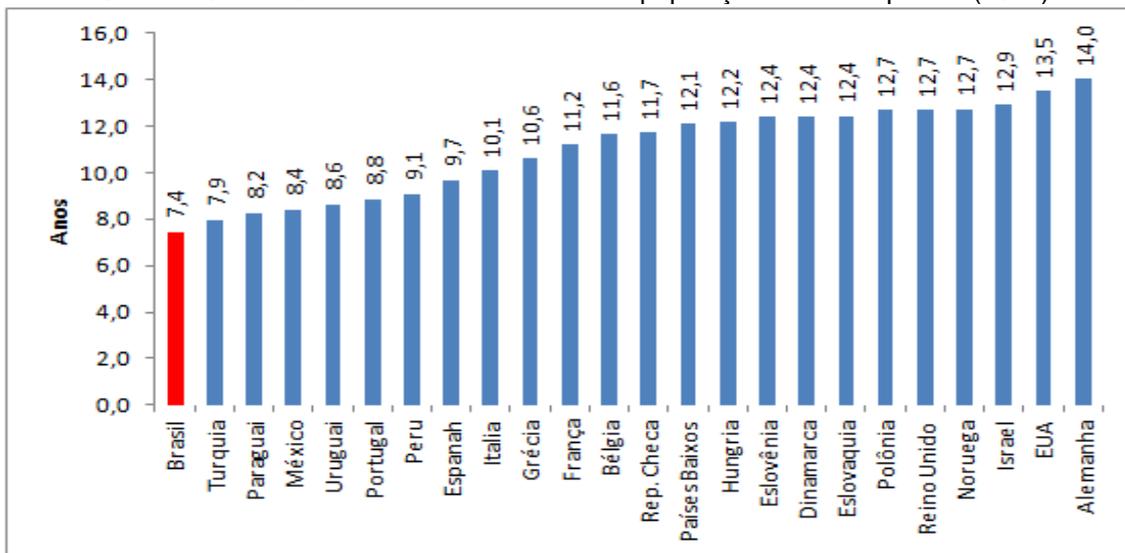
Os dados sobre nível de escolaridade de diversos países são apresentados nos Gráficos 12 e 13 que tratam dos anos médios de escolaridade da população em diversos países, respectivamente nos anos de 2004 e 2014.

Gráfico 12 - Anos médios de escolaridade da população: diversos países (2004)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO (2018).

Gráfico 13 - Anos médios de escolaridade da população: diversos países (2014)



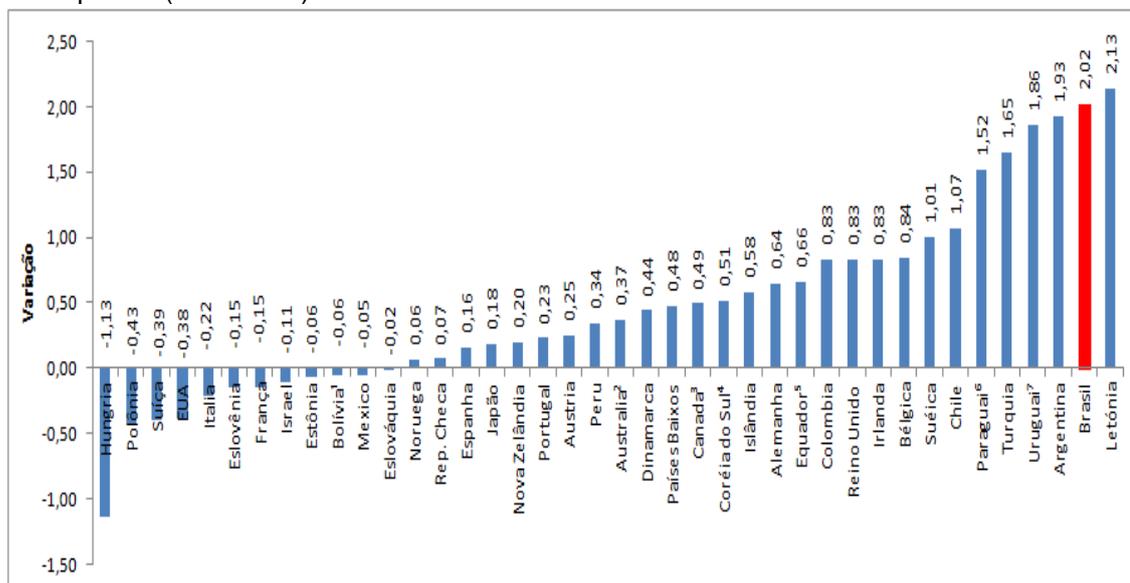
Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO (2018).

Também nesta variável é observada uma diferença significativa entre os países desenvolvidos, como Estados Unidos e países europeus, e países em desenvolvimento, como os sul-americanos. O Brasil, em particular, apresenta dados relativamente inferiores até mesmo aos de países de sua região (embora tenha apresentado um crescimento de 1,2 anos de escolaridade entre 2004 e 2014).

Quando são observados os investimentos governamentais em educação como percentual do PIB, o Brasil apresenta um avanço importante em nível internacional (de 4,0% para 6,0%).

A variação dos investimentos governamentais em educação como percentual do PIB, entre 2004 e 2014, por sua vez, é apresentada no Gráfico 14.

Gráfico 14 - Variação dos investimentos governamentais em educação como percentual do PIB: diversos países (2004-2014)*



* Alguns dados do gráfico são diferentes da série estipulada (2004 -2014), pois não havia dados para os respectivos períodos - Bolívia: 2006 e 2014; Austrália: 2005 e 2014; Canadá: 2005 e 2011; Coréia do Sul: 2004 e 2012; Equador: 2009 e 2014; Paraguai: 2004 e 2012; Uruguai: 2004 e 2011.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da UNESCO (2018).

Como mostra o Gráfico 14, o crescimento dos investimentos em educação como percentual do PIB brasileiro ao longo período considerado, foi o segundo maior (apenas atrás da Letônia) entre os quarenta países observados.

5 RESULTADOS E ANÁLISE DAS REGRESSÕES

Para efeitos de análise das regressões, os países considerados na amostra deste trabalho foram divididos em dois grupos: o primeiro, composto por países desenvolvidos membros da OCDE, excluindo o Chile; o segundo, composto por oito países da América do Sul: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Peru, Uruguai e Venezuela.

Os resultados da regressão para os países do primeiro grupo são apresentados nas Tabelas 1 e 2:

Tabela 1 - Resultados da regressão para os países desenvolvidos

Variável	Efeitos Fixos (1)	Efeito Aleatório (2)	Efeitos Fixos (3)	Efeito Aleatório (4)
Inpat	0,3407958*** (0,000)	0,2098221*** (0,000)	0,2597734*** (0,000)	0,0515798*** (0,000)
Ines	0,4717502*** (0,000)	0,6110479*** (0,000)	0,5900432*** (0,000)	0,7197178*** (0,000)
lfbk			0,2533946*** (0,000)	0,3629456*** (0,000)
Constante	5,924206*** (0,000)	6,148608*** (0,000)	3,660266*** (0,000)	3,469842*** (0,000)
R ² within	0,4076	0,3839	0,5656	0,4602
R ² overall	0,1645	0,1867	0,3542	0,7382
Wald		168,91		483,47
F	116,27		146,28	
Prob > F	(0,000)		(0,000)	

Estatisticamente significativa: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Software: Stata 13.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, para os países do primeiro grupo as variáveis apresentaram os sinais esperados e os coeficientes foram significativos a 1%. Nestes países, a variável FBK exibiu resultados significativos, ou seja, inovação, escolaridade e investimento foram significativos a 1%. Para definir qual seria o modelo de estimação mais apropriado, realizou-se o teste de Hausman, que apresentou um Chi² de 60,60, com um p-valor de 0,00. Sendo assim, considerando o p-valor da estatística que apresentou valor abaixo de 0,05, o estimador de efeito fixo se apresenta como o mais adequado. No entanto, apresenta-se também (Tabelas 1 e 2) os resultados das estimativas de efeitos aleatórios para chegar à estabilidade dos sinais e significância dos parâmetros estimados.

Para controlar os efeitos da heterocedasticidade, realizou-se ainda uma regressão utilizando o comando Robust. Os resultados desta regressão estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da regressão para os países desenvolvidos.

Variável	Efeitos Fixos (1)	Efeito Aleatório (2)	Efeitos Fixos (3)	Efeito Aleatório (4)
Inpat	0,3407958*** (0,000)	0,2098221*** (0,000)	0,2597734*** (0,000)	0,0515798*** (0,009)
Ines	0,4717502*** (0,002)	0,6110479*** (0,000)	0,5900432*** (0,000)	0,7197178*** (0,000)
Infbk			0,2533946*** (0,000)	0,3629456*** (0,000)
Constante	5,924206*** (0,000)	6,148608*** (0,000)	3,660266*** (0,000)	3,469842*** (0,000)
R ² within	0,4076	0,3839	0,5656	0,4602
R ² overall	0,1649	0,1867	0,3542	0,7382
Wald		60,27		139,80
Chi ²		(0,000)		(0,000)
F	55,88		63,81	
Prob> F	(0,000)		(0,000)	

Estatisticamente significativa: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1. † Com controle da heteroscedasticidade.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Software: Stata 13.

Conforme a Tabela 2, controlando a heterocedasticidade, os coeficientes continuam estatisticamente significantes. Os resultados para os países do segundo grupo, por sua vez, são apresentados nas Tabelas 3 e 4:

Tabela 3 - Resultados da regressão para os países em desenvolvimento

Variável	Efeitos Fixos (1)	Efeito Aleatório (2)	Efeitos Fixos (3)	Efeito Aleatório (4)
Inpat	0,1299892*** (0,000)	0,1162581*** (0,000)	0,023672** (0,021)	0,0237788** (0,014)
Ines	0,6757901*** (0,000)	0,6731679*** (0,000)	0,0325218 (0,625)	0,0345412 (0,608)
Infbk	-	-	0,3680862*** (0,000)	0,3702757 (0,000)***
Constante	6,012912*** (0,000)	6,068276*** (0,000)	6,544583*** (0,000)	6,517002 (0,000)***
R ² <i>within</i>	0,3829	0,3822	0,9305	0,9305
R ² <i>overall</i>	0,1437	0,1460	0,7827	0,7828
Wald		46,25		989,29
F	23,89		339,38	
Prob> F	(0,000)		(0,000)	

Estatisticamente significativa: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Software: Stata 13.

De acordo com a Tabela 3, os coeficientes, também neste caso, apresentam os sinais esperados, ou seja, existe uma relação positiva entre crescimento econômico, patentes e escolaridade. Tanto na estimação por efeito fixo, quanto por efeito aleatório, os parâmetros estimados foram estatisticamente significantes. Já no teste de Hausman obteve um Chi² de 2,18, um p-valor de 0,3357. Assim, considerando o p-valor apresentado, o estimador de efeito aleatório apresentou-se como o mais adequado.

A fim de testar os impactos do investimento sobre o PIB, realizou-se também uma regressão auxiliar na qual foi inserida a variável formação bruta de capital. Os resultados obtidos apontam que o investimento em P&D é uma fonte de crescimento econômico, porém, a escolaridade deixa de ser significativa nesse modelo. No entanto, a variável inovação se mantém significativa a 5%.

Também como no caso anterior, para controlar os efeitos da heterocedasticidade, realizou-se uma regressão utilizando o comando Robust. Os resultados desta regressão estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados para os países em desenvolvimento

Variável	Efeitos Fixos (1)	Efeito Aleatório (2)	Efeitos Fixos (3)	Efeito Aleatório (4)
Inpat	0,1299892* (0,078)	0,1162581*** (0,000)	0,023672 (0,223)	0,0237788 (0,130)
Ines	0,6757901** (0,018)	0,6731679*** (0,000)	0,0325218 (0,705)	0,0345412 (0,672)
lfbk	-	-	0,3680862*** (0,000)	0,3702757*** (0,000)
Constante	6,012912*** (0,000)	6,068276*** (0,000)	6,544583*** (0,000)	6,517002*** (0,000)
R ² within	0,3829	0,3822	0,9305	0,9305
R ² overall	0,1437	0,1460	0,7827	0,7827
Wald		17,29		575,53
F	8,21		203,06	
Prob> F	(0,0146)		(0,000)	

Estatisticamente significativa: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1. ‡ Com controle da heteroscedasticidade.
 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Software: Stata 13.

Conforme a Tabela 4, controlando a heterocedasticidade para as regressões 1 e 2, a maioria dos coeficientes se mantém estatisticamente significantes a 1%. O coeficiente Ines se mantém significativo a 5%. Já controlando a heterocedasticidade para as regressões 3 e 4, o investimento continua significativo a 5%, porém, a inovação e a escolaridade deixam de ser significativos no modelo.

Os resultados, assim, apontam que os investimentos em tecnologia e capital humano são importantes para o crescimento econômico dos países, independentemente se estes países são desenvolvidos ou estão em desenvolvimento, porém, a inovação tem um impacto maior nos países desenvolvidos, enquanto que a escolaridade tem um impacto maior nos países em desenvolvimento.

Como nos países desenvolvidos já existe um maior investimento em capital humano, os investimentos em patentes apresentam um maior impacto se comparado aos países em desenvolvimento, já que este último grupo apresenta uma menor população dedicada à P&D e um nível educacional inferior.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados encontrados tanto na apresentação qualitativa dos dados, quanto na investigação econométrica, é possível destacar, primeiramente, a discrepância entre os investimentos em P&D e educação *per capita* entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, bem como o número de patentes *per capita* obtido por esses países.

Em segundo lugar, as regressões econométricas, por meio de dados em painel, apontam que, independentemente dos países (desenvolvidos ou em desenvolvimento), investimentos em tecnologia e escolaridade apresentam impactos positivos importantes no crescimento econômico, o que vai de acordo com abordagens teóricas mencionadas neste trabalho. As patentes, em particular, apresentam coeficientes de maior magnitude nas economias desenvolvidas, que podem ter como variáveis explicativas (a observação destas relações necessita de trabalhos específicos) a própria deficiência educacional dos países em desenvolvimento e o ambiente sistêmico de inovação e patentes.

Com base nos resultados encontrados, um caminho que se mostra pertinente para o crescimento econômico dos países, principalmente dos em

desenvolvimento, são políticas públicas estratégicas em áreas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico, destacadamente em termos de capital humano.

REFERÊNCIAS

AGHION, P. HOWITT, P. **Endogenous growth theory**. Cambridge: MIT Press, 1998.

BRAULI, Ricardo. **Estatística aplicada com Excel: Para cursos de administração e economia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

CASTRO, A. C. CARVALHO, F. J. C. Progresso técnico e economia. **Revista USP**, São Paulo, n. 76, p. 26-33, dezembro/fevereiro 2007-2008.

COSTA, J. M. **Teorias de crescimento econômico: um estudo comparado**. Dissertação de mestrado em Economia, UNESP, Araraquara 2007.

GUJARATI, Damodar N; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

OCDE. **About**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/about/history/>>. Acesso em: Junho, 2018a.

OCDE. **Stat**. Disponível em: <<http://stats.oecd.org/>>. Acesso em: Junho, 2018b.

RESENDE. M. F. C. GONCALVES, F. Uma extensão ao modelo schumpeteriano de crescimento endógeno. **Estudos Econômicos**, v. 36, n. 1, São Paulo Jan./Mar. 2006.

ROMER, Paul M. **Increasing returns and long-run growth**. *Journal of Political Economy*, 94:5,p.1002-37, outubro de 1986.

RUFFONI, J; ZAWISLAK, P.A; LACERDA, J.S. **Uma Análise Comparativa entre Indicadores de Desenvolvimento Tecnológico e de Crescimento Econômico para Grupo de Países**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Curitiba: out. 2004.

SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

UNESCO. **UNESCO Institute for statistics**. Disponível em: <<http://data.uis.unesco.org/>>. Acesso em: Junho, 2018.

WORLD BANK. **Data**. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/>>. Acesso em: Junho, 2018.