



Junio 2020 - ISSN: 1696-8360

INOVAÇÃO COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: O CASO G7

Marco Aurélio Denis Zazyki¹

Mestre em Economia e Desenvolvimento Econômico

Gilnei Luiz de Moura²

Doutor em Administração

Luciana Santos Costa Vieira da Silva³

Doutora em Administração

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Marco Aurélio Denis Zazyki, Gilnei Luiz de Moura y Luciana Santos Costa Vieira da Silva (2020): "Inovação como fator de desenvolvimento econômico: o caso G7", Revista contribuciones a la Economía (abril-junio 2020). En línea:

<https://eumed.net/ce/2020/2/inovacao-desenvolvimento-economico.html>

<http://hdl.handle.net/20.500.11763/ce202inovacao-desenvolvimento-economico>

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar como o processo de inovação se relaciona com o desenvolvimento econômico. Busca explicar em que medida a inovação, através dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), pode ser considerada como fator de desenvolvimento econômico (aumento do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH) no G7 (Grupo das sete maiores economias do mundo), no período de 2005 a 2013. Para cumprir este objetivo, foi realizado um estudo econométrico para explicar a hipótese inicial, isto é, os investimentos em P&D (GERD) são instrumentos de promoção do desenvolvimento econômico de um país. Do referencial teórico analisado e do resultado do estudo econométrico obtido, surge um indicativo que, à medida que exista um entorno positivo e propício para a introdução de inovações, há impactos positivos em termos de desenvolvimento, fruto de sua implementação. Por sua vez, conclui-se que o aumento em investimentos em P&D, é capaz de gerar desenvolvimento econômico, devido ao fato de que a inovação gera um processo de retroalimentação positiva.

Palavras-chave: Inovação, Desenvolvimento Econômico, Dados em Painel

ABSTRACT

This article aims to analyze how innovative processes relates to economic development. It has the purpose to explain the extent how innovation through spending on Research and Development (R & D) can be considered as an economic development factor (increase in the Human Development Index - HDI) in the G7 (Group of the seven largest economies in the world), between 2005 and 2013. To meet this goal, we conducted a theoretical study on the subject, based on a review of the main theoretical contributions on the topics, analyzing the innovative processes under the Neo-Schumpeterian vision and the development process under the perspective of the capability approach. It was later we performed an econometric study to explain the initial hypothesis. The analysis and the

¹ Professor da Faculdade Metodista Centenário de Santa Maria-RS (FMC-RS) - zazyki@gmail.com

² Professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS) - mr.gmoura.ufsm@gmail.com

³ Professora do Centro Universitário Municipal São José (USJ-SC) - luvcosta10@gmail.com

results obtained from the theoretical and econometric study, it emerges an indication that, as there is a positive and conducive environment for the introduction of innovations, there are positive impacts in terms of development, result of its implementation. In turn, it is concluded that the increase in spending on R & D is able to generate economic development, due to the fact that innovation generates a positive feedback process.

Keywords: Innovation, Economic Development, Panel data
JEL032

1. INTRODUÇÃO

O papel das inovações como elemento fundamental para o entendimento da dinâmica capitalista foi o grande feito de Schumpeter (1982). Vários aprofundamentos sobre a teoria schumpeteriana (realizados por autores comumente chamados de *neo-schumpeterianos*) surgiram, gerando novas alternativas para o tratamento da inovação e do progresso técnico. Geralmente assume-se que os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) se encontra sempre e em qualquer lugar associado ao desenvolvimento econômico. As análises sobre investimentos em P&D e desenvolvimento econômico possuem diversos prismas de análise dentro do ambiente acadêmico. No cenário nacional, Bresser-Perreira (2008), analisou a relação entre crescimento e desenvolvimento econômico. Por sua vez, Cruz (2009), avaliou a importância do conhecimento como um dos principais insumos para gerar riqueza e bem-estar social. Schwartzman (2009) examinou o relacionamento entre a pesquisa científica e tecnológica e o interesse público no Brasil. Cabe ressaltar que os investimentos em P&D tem um papel relevante na compreensão do desenvolvimento econômico. Referem-se a necessidade de um país possuir criadores de conhecimento para se desenvolver. Entretanto verifica-se uma lacuna relativa a estudos empíricos que analisem os investimentos e sua relação com o desenvolvimento econômico.

Diante o exposto, o presente artigo investiga o seguinte problema de pesquisa: em que medida a inovação, através dos investimentos em P&D, pode ser considerada como fator de desenvolvimento econômico, aumento do IDH, no grupo das sete maiores economias do mundo – G7 (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido), no período de 2005 a 2013? Para tanto, partiu-se de uma articulação do quadro conceitual tendo por base os conceitos de inovação expostos nas análises neo-schumpeterianas seminais de Rosenberg (1969 e 1982), Nelson e Winter (1977 e 1982) e Dosi (1984) e de desenvolvimento econômico sob o ponto de vista da abordagem das capacitações, representada por Amartya Sen (2010).

Desta forma, os objetivos deste trabalho são: a) Discutir acerca da importância da inovação tecnológica, em especial dos investimentos em P&D, sobre o desenvolvimento econômico; e b) Buscar um modelo que permita relacionar os investimentos em P&D, sobre o IDH. Este trabalho, composto por sete seções, numeradas a partir da introdução (seção 1), tem como propósito apresentar, à guisa de uma análise de referencial teórico, uma breve discussão sobre o conceito de inovação a respeito do pensamento neo-schumpeteriano (seção 2). Na terceira seção, é exibida uma sucinta reflexão sobre o conceito de Desenvolvimento, na visão de Amartya Sen (2010) e realizados enfoques sobre a o papel dos indicadores P&D e IDH. Na quarta seção é realizado um estudo econométrico de dados em painel que analisa se os índices relacionados aos investimentos em P&D do G7, observados durante um período de nove anos, são capazes de gerar aumento do IDH. Na quinta seção são analisados os dados do estudo. Posteriormente são discutidos os resultados (seção 6). Nas considerações finais, encontram-se as principais implicações deste trabalho.

2. O PROCESSO DE INOVAÇÃO

Esta seção tem como objetivo apresentar os conceitos de inovação, segundo as contribuições de Rosenberg (1969,1982), Nelson e Winter (1977 e 1982) e Dosi (1984).

2.1 ROSENBERG

Dentre os expoentes da linha neo-schumpeteriana, Nathan Rosenberg destaca-se por realçar importantes pontos sobre o processo de mudança tecnológica e por assinalar a influência do nível de aprendizado sobre a mudança tecnológica. Para Rosenberg (1969), no processo dinâmico do desenvolvimento tecnológico, o surgimento de desajustes ou desequilíbrios torna-se um elemento fundamental para a introdução de uma mudança técnica que possa alavancar o crescimento econômico. Desequilíbrios entre os vários elementos no sistema criam os pontos de estrangulamento que concentram a atenção de cientistas, inventores, empresários, administradores públicos, etc. na solução de problemas de alocação mais eficiente dos recursos. Nesse contexto, Rosenberg (1969) sugere uma teoria de mudança técnica induzida, baseada na necessidade de superar as restrições sobre o crescimento ao invés da escassez relativa de fatores e de seus preços relativos. Convém apontar que, para Rosenberg (1969), a atividade inovativa comporta-se como um procedimento de busca, em que os resultados dela derivados não são conhecidos *ex-ante*. Dessa forma, as decisões de inovação e investimento, orientadas em relação ao futuro, envolverão inevitavelmente um relativo grau de incerteza.

Além disso, nesse processo, o produtor enfrenta uma forte contradição, qual seja: ele deve persuadir os compradores potenciais da estabilidade do produto, fazendo com que a demanda por esse seja satisfatória, *pari passu* ao fato de ter sempre que pesquisar, visando, dessa forma, incorporar maiores avanços tecnológicos ao seu produto, de modo a torná-lo mais competitivo. Nesse dilema, verificam-se duas questões de ordem institucional: pode ocorrer a padronização prematura, o que implica perda de melhoramentos em uma determinada inovação; como pode ocorrer a padronização tardia, o que implica perda do poderio de divulgação da inovação. Em outras palavras, o dilema se manifesta em: Esperar ou adotar uma inovação? A incerteza está na base da dificuldade apresentada. Entretanto, geralmente, o indivíduo efetivará uma aposta, a qual está intimamente ligada ao nível de aprendizado tecnológico. Sobre esse aspecto (aprendizado tecnológico), Rosenberg (1982) ressalta dois conceitos fundamentais, quais sejam, *learning-by-using* (LBU) e *learning-by-doing* (LBD).

A ideia geral do *learning* está associada ao processo de aprendizado tecnológico, cujo aperfeiçoamento advém do processo de difusão. Para Rosenberg (1982), no caso do LBU, tem-se o resultado derivado do aprendizado via uso, que é conscientemente perseguido e que é revertido numa melhoria das condições de produção e uso de um produto. No caso do LBD, o resultado é derivado do aprendizado via processo produtivo, que pode surgir mediante a existência de *gargalos* nesse processo. O LBD consiste no desenvolvimento cada vez maior da habilidade nos estágios de produção. De fato, à medida que a tecnologia for se aperfeiçoando com a produção acumulada e/ou advindas do uso do produto - fruto de melhorias implementadas no decorrer da atividade produtiva - ocorrerá a redução dos custos por unidade produzida. Daí a importância dos investimentos em com

P&D e com as inovações. Três aspectos importantes foram acentuados por Rosenberg (1969 e 1982). Primeiro, sua argumentação contrapõe-se a determinados postulados neoclássicos, partindo da negação, em especial, da racionalidade maximizadora - a atividade inovativa é realizada sob condições de incerteza, o que não ocorre nos modelos neoclássicos. Segundo, ficou evidente para esse autor que o processo de mudança tecnológica envolve relações complexas, cujos resultados não são conhecidos *ex-ante* e onde a taxa de adoção de uma tecnologia ou, mesmo, sua direção estão ligadas às expectativas quanto ao futuro do progresso tecnológico. E, terceiro, o nível de aprendizado (LBU ou LBD) influi diretamente no rumo da mudança tecnológica.

2.2 NELSON E WINTER

Um importante referencial explicativo para a análise dinâmica do processo de mudança tecnológica foi desenvolvido por Richard R. Nelson e Sidney G. Winter. Como ficou conhecido, o instrumental analítico de Nelson e Winter (1982), inspirado no mecanismo de evolução das espécies via mutações genéticas em que são submetidas à seleção ambiental, enfatiza o comportamento da firma explicado por meio das ideias de rotina, busca e seleção, os quais serão utilizados, no presente estudo, para a compreensão do ambiente concorrencial. Para Nelson e Winter (1982), a concorrência schumpeteriana tende a produzir vencedores e perdedores, de forma que algumas firmas certamente tirarão maior proveito das oportunidades técnicas do que outras. A tendência é de que um aumento no grau de concentração ocorrerá à medida que esse processo avance, posto que o crescimento conferirá vantagens aos vencedores, ao passo que o declínio produzirá obsolescência técnica e mais declínio aos perdedores.

Nesse panorama caracteristicamente competitivo, as firmas apresentam determinados padrões de crescimento que são assimiláveis à rotina, sendo o análogo biológico de rotina a carga genética; para o processo de busca (mudanças de rotina), tem-se a mutação e, para o mecanismo de seleção, o meio ambiente. A rotina é o conjunto de técnicas e processos organizacionais que caracterizam o modo através do qual as mercadorias e serviços são produzidos, desde as atividades cotidianas até as inovativas (Nelson; Winter, 1977). Conquanto as rotinas retratem o comportamento e a capacitação organizacional de uma firma (Camara, 1993), sua classificação pode ser feita da seguinte maneira: operação (dia-a-dia da planta), investimento (fazer um projeto, montar uma planta, etc.) e transformação (dão origem às mutações, projeto de P&D). De acordo com Nelson e Winter (1982), o processo de busca compreende as atividades organizacionais que estão associadas com a avaliação de rotinas correntes, que podem levar à alteração destas. Logo, tal busca não é um evento aleatório: as firmas buscam determinadas estratégias definidas dentro dos contornos de um paradigma. O processo de busca contempla três tipos de comportamentos, quais sejam: imitação, intramuros e extramuros. No primeiro caso, a firma esboça um tipo de comportamento a partir do modelo de uma firma concorrente nesse mesmo tipo de atividade, isto é, uma busca imitativa propriamente dita e de fácil acesso. Nos padrões intramuros e extramuros, a diferença reside, basicamente, no fato de o desenvolvimento dos conhecimentos serem realizados dentro ou fora das empresas, respectivamente. No padrão intramuro, as possibilidades técnicas da empresa são

determinadas endogenamente; ao revés, no extramuro, são determinadas exogenamente (Moreira, 1989). É preciso frisar que, embutida nos conceitos de rotina e busca, está a questão da trajetória natural. Obviamente, isso não quer dizer que as mudanças técnicas são previsíveis, mas tratadas como eventos decorrentes de procedimentos heurísticos, caracterizados por um ambiente de incerteza em que os resultados e esforços inovativos não são conhecidos *ex-ante*.

O terceiro conceito fundamental, a seleção, tem a ver com a estrutura institucional (que varia de setor para setor). O ambiente de seleção pode ser *nonmarket* (por exemplo: competição entre partidos políticos, universidades, etc.) e *market* (por exemplo: a seleção de mercado dada pelo processo competitivo interfirmas). Além disso, no caso da seleção, constata-se que o uso de insumos e o nível de produto são baseados nas decisões da firma, o que gera o preço final do bem produzido. A rentabilidade vai ser definida pelo preço de mercado. Na realidade, os mecanismos de seleção, que podem ser mercantis ou não mercantis, é que vão determinar a mudança técnica, definindo, dessa forma, o malogro ou o êxito de uma inovação. Segundo Nelson e Winter (1977, p 1982), “a firma inovadora, buscando a realização de lucros, atua com ‘racionalidade limitada’, utilizando-se de rotinas e mecanismos de busca, adotando estratégias que serão sancionadas (ou não) por mecanismos de seleção tanto mercantis quanto não-mercantis.”. No mecanismo existente entre os processos de busca e seleção, ressalta-se a inovação como elemento alimentador e influenciado pelo seu próprio processo. Nesse contexto, o caráter dinâmico também é evidenciado, pois a estrutura aparece como resultado de inovações técnicas passadas, isto é, como resultado de um ambiente de seleção. Não obstante, o caráter não determinístico deve ser ressaltado, haja vista o fato de as opções de mercado não serem dadas como numa estrutura idealizada pelos neoclássicos, bem como não serem conhecidos os resultados da concorrência. Diante do exposto, pode-se observar que, para estes autores, e a mudança tecnológica é um fenômeno endógeno produzido pelo próprio processo competitivo. Dessa forma, a contribuição de Nelson e Winter (1982) é significativa no que respeita à análise dinâmica do processo de inovação tecnológica.

2.3 DOSI

Giovanni Dosi é considerado um dos expoentes da linha tida como evolucionista (Vargas; Zawislak, 1996). A maior contribuição de Dosi (1984) está no desenvolvimento de conceitos como a *trajetória e paradigma tecnológicos*. Dosi (1984) sugere uma analogia entre tecnologia e ciência, conforme o conceito de *paradigma científico* elaborado por Kuhn (1995)⁴. Ademais, quando Dosi (1984) reporta ao termo *tecnologia*, ele está se referindo a um conjunto de partes do conhecimento que podem ser práticos e/ou teóricos e que se aplicam (ideia de sucesso) ou não (ideia de fracasso) a uma determinada atividade. Esse conjunto envolve desde procedimentos, métodos, experiências, *know-how*, até mecanismos e equipamentos, sendo a busca de novas soluções técnicas em processos e/ou produtos caracteristicamente endógena e contínua. A trajetória tecnológica pode ser definida como desdobramentos próprios no interior de um paradigma tecnológico, correspondendo,

⁴ Elaborado por Kuhn (1995) - definido como “[...] as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”

em geral, às respostas aos diversos *trade-offs* estabelecidos entre as variáveis tecnológicas (Dosi, 1984). Cabe anotar que, embora de forma mais rara e forte, os paradigmas tecnológicos também podem sofrer modificações. Isso porque, de acordo com Dosi (1984), as inovações radicais que estão na gênese de um novo paradigma são mais dependentes das novas oportunidades abertas pelas descobertas científicas ou por fortes obstáculos encontrados no desenvolvimento de determinadas trajetórias tecnológicas. Incorporadas ao conceito de trajetória tecnológica estão algumas importantes características, quais sejam: as trajetórias tecnológicas podem ser mais gerais ou mais circunstanciadas; podem apresentar complementariedades; são parcialmente dependentes de características cumulativas; seus resultados são indefinidos *ex-ante* (é impossível prever com exatidão o que acontecerá com uma trajetória tecnológica); a fronteira tecnológica é mutável, e as tecnologias podem tanto competir entre as novas e velhas tecnologias como entre as possíveis novas.

A trajetória tecnológica representa a maneira através da qual o paradigma tecnológico evolui, sendo este último o estabelecedor das necessidades a serem atendidas no seu interior. Igualmente, aspectos técnicos, econômicos, sociais e/ou institucionais podem atuar como critérios seletivos sobre tais necessidades. Segundo Kupfer (1996), os paradigmas e as trajetórias tecnológicas irão depender tanto de interesses econômicos dos inovadores, como da capacitação tecnológica acumulada e de variáveis institucionais (colocação essa que permite analisar, por exemplo, a atuação do Estado em um referido setor). Para Albuquerque (1996), as trajetórias tecnológicas discutidas por Dosi (1984) se confundem com a operação dos processos de busca e seleção definidos por Nelson e Winter (1982), posto que as firmas buscam determinadas estratégias definidas a partir dos contornos de um paradigma e num ambiente onde está presente a incerteza. Aliás, conforme Dosi (1984) é a existência dessa incerteza que implica a necessidade de instituições para estabelecer ou estabilizar comportamentos e de organizar as interações e a coordenação entre os diversos agentes econômicos (Kupfer, 1992). Percebe-se em Dosi (1984) que o processo seletivo de uma tecnologia ocorre em um ambiente maior, ou seja, no interior de um paradigma tecnológico onde vários conjuntos de heurísticas e mutações possíveis se comportam dinamicamente.

3. DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

3.1 AMARTYA SEN

Amartya Sen (2010) argumenta que o desenvolvimento pode ser visto como um processo de liberdades reais que as pessoas desfrutam. Neste sentido, a expansão das liberdades humanas é considerada o “fim primordial e o principal meio do desenvolvimento”. Sustenta, pois, que o desenvolvimento deve afetar os vários setores da sociedade, propiciando a expansão das liberdades humanas. Portanto, para existir a promoção do desenvolvimento, este deve ter em vista a possibilidade de permitir aos indivíduos de uma sociedade o exercício de suas liberdades instrumentais, tais como: liberdades políticas, facilidades econômicas, oportunidades sociais, garantias de transparência e segurança protetora. Cada um desses tipos distintos de direitos e oportunidades ajudam a promover a capacidade geral de uma pessoa, e atuam complementando-se

mutuamente. Na visão do autor as liberdades instrumentais ligam-se umas às outras e contribuem para com o aumento da liberdade humana em geral.

Sen (2010) afirma que os fins e os meios do desenvolvimento exigem que a perspectiva da liberdade seja colocada no centro do palco. Nessa perspectiva, as pessoas têm de ser vistas como ativamente envolvidas – dada a oportunidade, na conformação do seu próprio destino, e não apenas como beneficiárias passivas dos frutos de engenhosos programas de desenvolvimento. O Estado e a sociedade têm papéis amplos no fortalecimento e na proteção das capacidades humanas. São papéis de sustentação, e não de entrega *sob encomenda*. Sen (2010) ao conceituar desenvolvimento e relacioná-lo à promoção da liberdade, explica que “se a liberdade é o que o desenvolvimento promove, então existe um argumento fundamental em favor da concentração nesse objetivo abrangente, e não em algum meio específico ou em alguma lista de instrumento especialmente escolhida”. Logo após, Sen (2010, p.18) afirma que o desenvolvimento requer “que se removam as principais fontes de privação de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligências dos serviços públicos, intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos.” Emerge, assim, a condição de agente livre e sustentável como motor fundamental do desenvolvimento econômico.

Neste sentido, o autor enfatiza a necessidade de se olhar o crescimento econômico, como fonte de riqueza. Esse aspecto diz respeito à relação entre rendas e realizações, entre mercadorias e capacidades, entre nossa riqueza econômica e nossa possibilidade de viver do modo como gostaríamos. Para Sen (2010, p. 28) “a utilidade da riqueza está nas coisas que ela nos permite fazer – as liberdades substantivas que nos ajuda a obter.” Contudo, Sen (2010) destaca que uma concepção adequada de desenvolvimento deve ir muito além da acumulação de riqueza, do crescimento do Produto Nacional Bruto e de outras variáveis relacionadas à renda. Para tanto, o economista indiano enfatiza a importância dos indivíduos assumirem a *condição de agente*, um dos fatores para que ocorra a *relação de mão dupla*, ou seja, o desenvolvimento articulado por Sen (2010) considera a liberdade dos indivíduos como seu elemento constitutivo básico, sendo que se deve atentar para as “capacidades [...] das pessoas de levar o tipo de vida que elas valorizam – e com razão”. Portanto, para Sen (2010), essas capacidades podem ser aumentadas pelas políticas públicas, mas também, por outro lado, a direção da política pública pode ser influenciada pelo uso efetivo das capacidades participativas do povo. Portanto, para que ocorra o desenvolvimento, cada indivíduo deve também participar das decisões políticas, influenciando-as por meio de suas capacidades. Sen (2010) trata as capacidades como as características intrínsecas ao indivíduo, e que lhes permite o desempenho das mais diversas atividades, tais como, educação, saúde, emprego, etc. Tais capacidades, mais precisamente as privações ou não a estas capacidades, vão servir como sistema de avaliação do desenvolvimento.

Considera, pois, Sen (2010) que, apesar da tendência de parte da literatura recente sobre desenvolvimento concentrar-se em indicadores limitados, como o crescimento do PNB per capita, existe uma longa tradição que se nega a manter-se aprisionada neste compartimento exíguo. Conclui que a concepção de *desenvolvimento como liberdade* deve ser examinada – em adição às liberdades envolvidas nos processos políticos, sociais e econômicos – mensurando em que grau as pessoas têm

oportunidade de obter resultados que elas valorizam e que têm razão para valorizar. Neste sentir, revela-se a importância de se adotar uma abordagem múltipla do conceito de desenvolvimento.

3.2 O PAPEL DOS INDICADORES P&D E IDH

Há meio século, "P&D", era a palavra de moda, enquanto na atualidade, foi substituída por "inovação". Dada a importância da inovação, "que implica a introdução de um novo, ou significativamente melhorado produto, processo ou método, chave para aumentar a produtividade" (OCDE, 2010), os governos têm respondido através do desenvolvimento de um conjunto de instrumentos de política e ações concretas que vão desde a concessão de incentivos financeiros e a disponibilização de meios para instalações para incubadoras de empresas, até serem postas as novas modalidades de prestação de serviços. Inovação é uma atividade que acarreta riscos inerentes e, portanto, o estabelecimento de um clima de incentivo a inovação é uma tarefa que exige cuidados. Neste contexto, o P&D é uma das muitas atividades que fazem parte da inovação e, como tal, tem seus próprios riscos. A medição da atividade de P&D, em nível nacional começou desde a década de 1930, contudo demorou mais de 30 anos até chegar a um acordo sobre a metodologia (King, 1993). Neste sentido, o momento decisivo foi a publicação do Manual de Frascati (OECD, 1963), que estabeleceu as diretrizes para a medição de pesquisa e desenvolvimento no setor industrial. A Pesquisa e Desenvolvimento é uma das muitas atividades de inovação. Como efeito, possui variadas formas para sua medição. A seguir discorreremos sobre a escolhida para nortear os trabalhos deste artigo.

A despesa interna bruta em P & D – *Gross domestic spending on R&D* - é o indicador para os investimentos em P&D. O GERD é o total de gastos internos destinados a realização de ações de P&D efetuadas no território nacional, durante um determinado período. Inclui a P&D executada dentro de um país e financiada pelo exterior, mas exclui os pagamentos realizados ao estrangeiro para essa atividade. O GERD é obtido somando-se os gastos internos dos quatro setores que realizam atividades de P&D (instituições de educação, governo, empresas e organizações privadas sem fins lucrativos). Este indicador se apresenta como na forma de uma matriz composta pelos setores de execução e financiamento. O investimento interior bruto em P&D e a matriz desse gasto são fundamentais para a comparação internacional dos investimentos em P&D. O objetivo da criação do Índice de Desenvolvimento Humano foi o de oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, o IDH pretende ser uma medida geral, sintética, do desenvolvimento humano. O IDH mede o nível de desenvolvimento humano dos países utilizando como critérios indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita. Publicado pela primeira vez em 1990, o índice é calculado anualmente. Desde 2010, sua série histórica é recalculada devido ao movimento de entrada e saída de países e às adaptações metodológicas, o que possibilita uma análise de tendências. Aos poucos, o IDH tornou-se referência mundial e é considerado atualmente um índice-chave dos Objetivos de

Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas (ONU, 2012).

4. PROCEDIMENTOS ECONÔMICOS

A fim de atingir ao objetivo exposto na seção introdutória optou-se por um modelo econométrico de dados em painel que usa Investimentos em P&D - GERD, em milhões de dólares, para mensurar Inovação e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para medir Desenvolvimento. A metodologia de dados em Painel ou dados longitudinais são caracterizados por possuírem observações em duas dimensões que em geral são o tempo e o espaço. Este tipo de dados contém informações que possibilitam uma melhor investigação sobre a dinâmica das mudanças nas variáveis, tornando possível considerar o efeito das variáveis não-observadas. Outra vantagem é a melhoria na inferência dos parâmetros estudados, pois eles propiciam mais graus de liberdade e maior variabilidade na amostra em comparação com dados em cross-section ou em séries temporais, o que refina a eficiência dos estimadores econométricos (Loureiro, 2009).

Desta forma foram observadas as sete economias mais industrializadas do mundo (G7) durante um período de nove anos (2005/2013). Tal recorte justifica-se pela indisponibilidade de dados anuais anteriores a 2005 e posteriores a 2013, até a realização deste estudo. Os resultados indicaram a estimação por efeitos aleatórios como sendo o mais adequado e reforçaram a influência positiva dos investimentos em P&D sobre o Desenvolvimento econômico, mesmo que pequeno.

4.1 DADOS E ESCOLHA DO MODELO

Foi utilizada uma pesquisa exploratória e quantitativa (Martins, 2009) com dados extraídos do site *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) e *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OCDE) no período de 2005 até 2013, de países membros do G7 e OCDE de diferentes regiões geográficas e semelhante desenvolvimento econômico. O modelo utilizado foi o de econometria de dados em painel, o que nos permite obter maior número de observações e conseqüentemente maiores graus de liberdade (Gujarati, 2011). A econometria de dados em painel é útil, pois permite agregar observações de diversos países dispostos ao longo do tempo que proporcionam alguns benefícios, como a heterogeneidade dos indivíduos, o maior nível de informação a respeito das variáveis explicativas, menor colinearidade (podendo evitar o problema de multicolinearidade), maior graus de liberdade para o modelo, além da maior quantidade de dados disponíveis e a possibilidade de comparação direta entre os países.

O modelo empírico que melhor se ajusta ao objetivo do estudo é o modelo de dados em painel, o qual é caracterizado segundo Wooldridge (2006) como combinações de dados de cortes transversais e de séries temporais, ou seja, consiste em uma série de tempo para cada indivíduo no corte transversal. Este modelo tem a vantagem de se utilizar, pois, possibilita controlar as variáveis não observáveis. Outra vantagem, de se utilizar dados em painel segundo Greene (2003), é que permite uma grande flexibilidade ao pesquisador para modelar as diferenças de comportamentos

entre os indivíduos. Segundo Loureiro e Costa (2009) o modelo básico de dados em painel com n observações em T períodos e K variáveis, pode ser representado da seguinte forma:

$$y_{it} = x_{it} \beta + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T$$

Onde, y_{it} é a variável dependente, x_{it} é um vetor $1 \times K$, onde se encontram as variáveis explicativas, β é um vetor dos parâmetros estimados $K-1$, e ε_{it} são os erros aleatórios. Os índices subscritos i e t são a unidade observacional e o período de cada variável, respectivamente. Desta forma, em uma base de dados com dados em painel, o número total de observações corresponde a $n \times T$. Utiliza-se o modelo de dados em painel quando há variáveis observáveis, se não houver estas variáveis pode-se utilizar o método de estimação de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Quando se tem certeza que não existem efeitos não observáveis a regressão apropriada é a *Pooled*. Segundo Loureiro e Costa (2009) podem ocorrer problemas de heterocedasticidade e autocorrelação dos erros. Se estes forem detectados, é utilizado o método de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG).

Se algum desses dois problemas, ou ambos, estiver presentes no modelo, a matriz de variância do modelo deixa de ser diagonal e passa a ser da seguinte forma: $V = (\sigma^2 \Sigma) \otimes \Omega$, onde Σ e Ω representam matrizes cujos elementos podem assumir quaisquer valores. Para que se possam obter as estimativas, faz-se necessária a estimação por Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis – MQGF, onde o padrão dessa matriz é predeterminado. Conforme Greene (2003), alguns tipos modelos de regressão usados em Dados em Painel são: Regressão *Pooled* ou Modelos Agregados; Efeitos fixos; Efeitos Aleatórios. Estes modelos serão descritos na próxima subseção e posteriormente apresentados seus resultados aplicados no banco de dados deste trabalho.

4.1.1 Modelo de Regressão *Pooled*, Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios

Neste modelo de regressão como z_i' (onde a heterogeneidade ou efeito individual é captado) contém apenas um termo constante, o MQO fornece estimativas consistentes e eficientes de α e β , este tipo de modelo é indicado quando não há diferenças entre os indivíduos e/ou apresentam algumas similaridades em suas características estruturais. O Modelo *Pooled* nada mais é do que uma técnica de empilhar todos dados e executar a estimação por MQO. Se existir diferenças entre os indivíduos, então as estimativas podem ser viesadas. Ao fazer uso de tal modelagem, assume-se que os erros são do tipo ruído branco. Deve-se ter cautela ao usar o modelo *Pooled*, pois assume um comportamento em comum para os indivíduos, e não é o necessário para uma melhor estimação quando a base de dados é composta por indivíduos diferentes.

No modelo de regressão de Efeitos Fixos, no caso em que $Cov(c_i, x_j) \neq 0$, para que possamos estimar essa equação consistentemente, a abordagem mais usual no contexto de dados longitudinais é a de Efeitos Fixos. Neste método de estimação, mesmo permitindo que $Cov(c_i, x_j) \neq 0$, a ideia é eliminar o efeito não-observado i c , baseado na seguinte suposição $E(\varepsilon_{it} | x_i, c_i) = 0$, onde $x_i \equiv (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iT})$, como condição de *exogeneidade estrita*. A equação de efeitos fixos é:

$$\ddot{y}_{it} = \ddot{x}_{it} \beta + \ddot{\varepsilon}_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, t$$

O estimador de Efeitos Fixos é obtido ao se aplicar MQO agrupados na equação acima e sob a hipótese de exogeneidade estrita, esse estimador é consistente. Este estimador também é conhecido como estimador *within*, por usar a variação do tempo dentro de cada unidade observacional. Outro estimador bastante utilizado a partir das transformações anteriores é o estimador *between*, que é obtido ao se aplicar MQO agrupados na equação $\bar{y}_i = \bar{x}_i\beta + c_i + \bar{\varepsilon}_i$ e leva em consideração somente a variação entre as unidades observacionais.

O método de regressão efeitos aleatórios é bastante utilizado com dados em painel. O efeito não observado c_i é colocado junto com o termo aleatório ε_{it} . Entretanto, impõe três suposições adicionais:

- a) $E(\varepsilon_{it}|x_i, c_i) = 0$, exogeneidade estrita.
- b) $E(c_i|x_i) = E(c_i) = 0$ ortogonalidade entre i e cada i e média de i ser nula.
- c) $Var(c_i^2|x_i) = \sigma_c^2$ homoscedasticidade de i .

O modelo de efeitos aleatórios permite a existência de correlação entre os efeitos individuais não observados com as variáveis incluídas, se esses efeitos forem estritamente não correlacionados com as variáveis explicativas, podem ser mais apropriado modelar esses efeitos com efeitos aleatórios. Em função das especificidades desse modelo, o problema de autocorrelação é uma constante, fazendo com que seja necessária a utilização de MQG factíveis. Assim, o ponto crucial na decisão de que modelo deve ser utilizado, se efeitos fixos ou aleatórios, reside na questão se i e x são correlacionados ou não. Esse questionamento deve ser feito de acordo com os dados que se está trabalhando, examinando suas especificidades. Haveria ainda a possibilidade de simplesmente não haver heterogeneidade não observada no modelo que estamos estimando. Se isso for verdade a estimativa por MQO agrupado é eficiente e válida. A ausência de efeitos não observados é equivalente a testar a hipótese de a variância de i ser nula.

4.2 TESTES ESTATÍSTICOS E ESPECIFICAÇÃO DO MODELO EMPÍRICO

Para constatar sobre quais dos três modelos especificados acima é o melhor, utilizam-se testes estatísticos. Segundo Wooldridge (2007) o teste F (Chow) é utilizado para escolher entre a regressão *pooled* e modelo de Efeitos Fixos. A hipótese nula do teste é que não há efeitos fixos não observáveis, enquanto a hipótese alternativa é admitir a heterogeneidade, implicando que o modelo de efeito fixo é o adequado. Outro teste estatístico realizado é o teste de Hausman, que analisa a correlação entre o efeito não observado e as variáveis explanatórias. A hipótese nula deste teste indica para o uso do modelo de efeitos aleatórios, ou seja, hipótese de ausência de correlação, na hipótese alternativa, assume-se presença de correlação, ou que, o modelo de Efeitos Fixos é preferível.

Para comparar o modelo com efeitos aleatórios com a regressão *pooled*, foi utilizado o teste de Breusch- Pagan. A hipótese nula desse teste indica que o modelo da regressão *pooled* é o mais

apropriado enquanto a hipótese alternativa indica o modelo de efeitos aleatórios.

Para a estimação do modelo especificado empregou-se a base de dados especificada na seção 3.1 deste trabalho. O modelo empírico com dados em painel desenvolve-se formalmente da seguinte maneira:

$$IDH_{it} = \alpha_0 + \alpha_i + \beta_1 GERD_{it} + \varepsilon_{it}$$

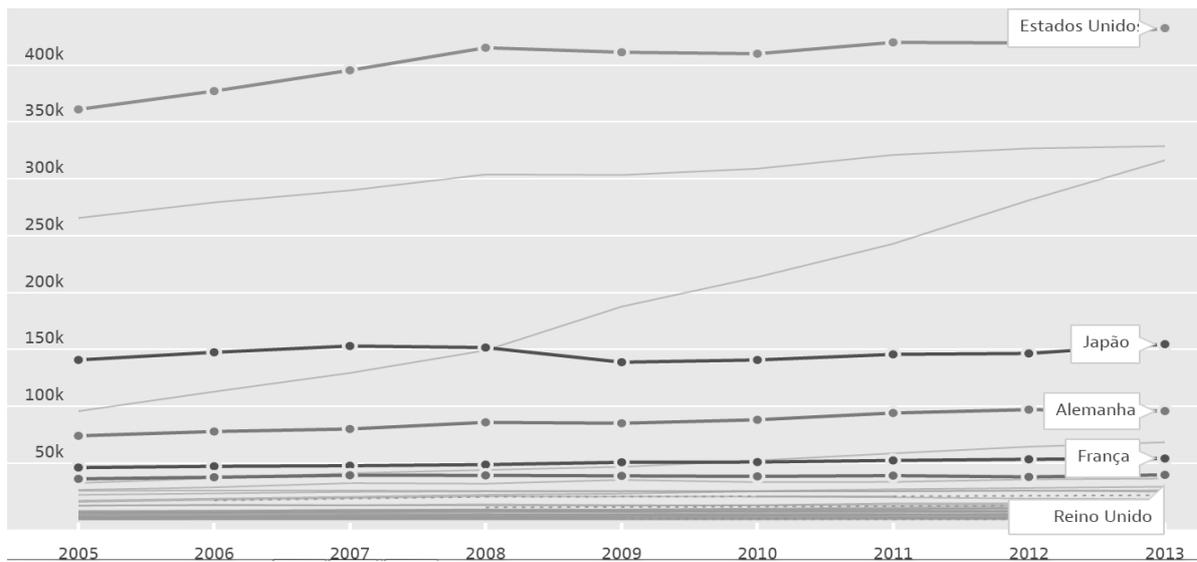
Em que: o índice i representa os países do G7: Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Grã-Bretanha, Itália e Japão. t denota o período de tempo, variando de 2005 a 2013; α_0 é o intercepto, comum a todos os países; α_i é a heterogeneidade não observada; IDH_{it} representa o índice de desenvolvimento humano; $GERD_{it}$ são os investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento em milhões de dólares nos sete países observados; e ε_{it} é o termo estocástico do modelo.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção, os dados serão analisados a fim de compreender em que medida a inovação, através dos investimentos em P&D, pode ser considerada como fator de desenvolvimento econômico (aumento do IDH) no G7, no período de (2005 a 2013). De modo preliminar a análise econométrica, julga-se oportuno analisar como as variáveis utilizadas neste trabalho se comportam no período de tempo escolhido. Grande parte das pesquisas orientadas ao processo inovativo, na atual conjuntura de ambiente econômico mundial globalizado, realiza-se com intensidade em laboratórios de pesquisa de firmas e do Estado, seja em seus países de origem ou no exterior. As pesquisas empregadas na busca por novos produtos e melhoramento de processos, e seu eventual desenvolvimento ou aperfeiçoamento também é conhecido como processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D), um dos mais importantes insumos dentro do processo de inovação.

Na Figura 1, são apresentados os investimentos em P&D de cinco países de que compõe o G7. Tem como o eixo vertical a quantidade de investimentos (milhões de dólares), ao longo do período de 2005 a 2013. Estes países, além de apresentarem uma taxa positiva referente ao $GERD$, despontam como os maiores investidores na área, no cenário mundial. Tal situação é advinda de uma política de inovação nacional muito bem sucedida.

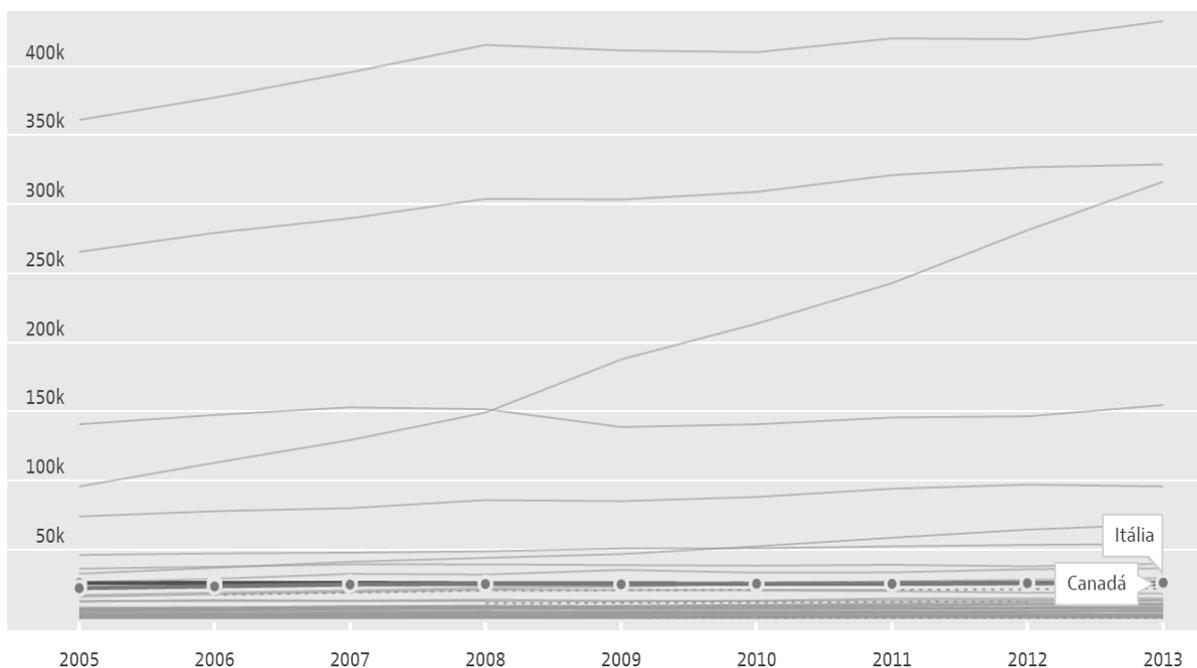
Figura 1 - (GERD) de EUA, Japão e Alemanha, França e Reino Unido, em milhões de dólares (2005-2013)



Fonte: <http://www.oecd.org>

Canadá e Itália, também apresentam suas pujaças no tocante esse tipo de investimento. A Figura 2 demonstra índices pouco menos expressivos em relação a Estados Unidos, Japão e Alemanha, mas não menos respeitáveis.

Figura 2 - (GERD) de Canadá e Itália, em milhões de dólares (2005-2013)



Fonte: <http://www.oecd.org>

Os investimentos em P & D são importantes em diversas áreas da nossa sociedade, seja na saúde, na ciência, na engenharia, ou nas forças armadas, entre outras. Nenhum país domina, em termos tecnológicos, todas estas áreas e como tal é difícil afirmar que um país é o mais tecnológico, mas podemos olhar genericamente para os países que mais investem na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, como acabamos de fazer.

A seguir iremos examinar se há de fato uma correlação direta entre investimento na pesquisa e desenvolvimento e o aumento do desenvolvimento humano. A Tabela 1 apresenta a posição que cada nação ocupa em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no período 1980-2012.

A primeira vista, podemos observar que todos os países que compõe o G7, estão enquadrados na tabela. Analisando de uma maneira mais atenta, percebemos que, entre as dez primeiras posições, temos a presença de Estados Unidos, Alemanha e Japão, ocupando a terceira, a sexta e a décima posição, respectivamente. Trazendo a baila o ranking dos países que mais realizam investimentos em P&D, Japão Estados Unidos e Alemanha ocupam papel de destaque. (Tabela 1).

Considerando os dados das Figuras 1 e 2, observamos indícios de uma relação positiva entre os países que mais realizam investimentos em P&D e o aumento no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), hipótese inicial do trabalho.

Tabela 2 – Ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (1980-2012)

HDI rank	Human Development Index (HDI)							
	Value							
	1980	1990	2000	2005	2007	2010	2011	2012
VERY HIGH HUMAN DEVELOPMENT								
1 Norway	0.804	0.852	0.922	0.948	0.952	0.952	0.953	0.955
2 Australia	0.857	0.880	0.914	0.927	0.931	0.935	0.936	0.938
3 United States	0.843	0.878	0.907	0.923	0.929	0.934	0.936	0.937
4 Netherlands	0.799	0.842	0.891	0.899	0.911	0.919	0.921	0.921
5 Germany	0.738	0.803	0.870	0.901	0.907	0.916	0.919	0.920
6 New Zealand	0.807	0.835	0.887	0.908	0.912	0.917	0.918	0.919
7 Ireland	0.745	0.793	0.879	0.907	0.918	0.916	0.915	0.916
7 Sweden	0.792	0.823	0.903	0.905	0.909	0.913	0.915	0.916
9 Switzerland	0.818	0.840	0.882	0.898	0.901	0.912	0.912	0.913
10 Japan	0.788	0.837	0.878	0.896	0.903	0.909	0.910	0.912
11 Canada	0.825	0.865	0.887	0.906	0.909	0.909	0.910	0.911
12 Korea, Republic of	0.640	0.749	0.839	0.875	0.890	0.905	0.907	0.909
13 Hong Kong, China (SAR)	0.712	0.788	0.815	0.857	0.877	0.900	0.904	0.906
13 Iceland	0.769	0.815	0.871	0.901	0.908	0.901	0.905	0.906
15 Denmark	0.790	0.816	0.869	0.893	0.898	0.899	0.901	0.901
16 Israel	0.773	0.809	0.865	0.885	0.892	0.896	0.899	0.900
17 Belgium	0.764	0.817	0.884	0.884	0.891	0.896	0.897	0.897
18 Austria	0.747	0.797	0.848	0.867	0.879	0.892	0.894	0.895
18 Singapore	..	0.756	0.826	0.852	..	0.892	0.894	0.895
20 France	0.728	0.784	0.853	0.877	0.885	0.891	0.893	0.893
21 Finland	0.766	0.801	0.845	0.882	0.890	0.890	0.892	0.892
21 Slovenia	..	..	0.842	0.876	0.888	0.892	0.892	0.892
23 Spain	0.698	0.756	0.847	0.865	0.874	0.884	0.885	0.885
24 Liechtenstein	..	..	..	..	..	0.882	0.883	0.883
25 Italy	0.723	0.771	0.833	0.869	0.878	0.881	0.881	0.881
26 Luxembourg	0.735	0.796	0.861	0.875	0.879	0.875	0.875	0.875
26 United Kingdom	0.748	0.784	0.841	0.865	0.867	0.874	0.875	0.875

Fonte: <http://www.oecd.org>

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS MODELOS ECONÔMÉTRICOS

Nesta etapa é verificada se a hipótese inicial: investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (GERD) influenciam no aumento do IDH. Os resultados das estimações deste modelo estão descritos

na Tabela abaixo, com os diferentes tratamentos da heterogeneidade não observada nos modelos: *Pooled*, Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios.

Tabela 2. Resultados econométricos

Variável	Pooled	Efeitos fixos	Efeitos aleatórios
GERD	3.68e-08*** e.p(1.29e-08)	1.38e-07** e.p(6.11e-08)	6.39e-08** e.p(3.21e-08)
Constante	3.68e-08*** e.p(19566.66)	0.87922758*** e.p(0,0062777)	0.8867138*** e.p(0,0054039)
R ajustado	0.1051	-	-
R ² dentro	-	0,0859	0.0859
R ² entre	-	0,1604	0.1604
R ² geral	-	0,1197	0.1197

Fonte: Elaboração própria

Nota:*** parâmetro significativo a 1%; ** parâmetro significativo a 5%;* parâmetro significativo a 10%.

Observa-se na tabela 2 que os sinais de todos os modelos testados condizem com o resultado esperado, conforme a teoria. Analisando os resultados em relação aos parâmetros dos três modelos testados, no modelo *Pooled* os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento foram altamente significativos, porém cabe ressaltar a necessidade de aplicação dos testes referente a escolha de qual tipo de modelagem será levada em consideração. Verifica-se que as estimativas mantiveram-se altamente significativas a 1% em todos os métodos de estimação, bem como os sinais apresentaram-se conforme a teoria preza. Portanto deve-se atentar quanto aos problemas comumente apresentados em dados de painel, tais como: heterocedasticidade e auto correlação. Para isso utiliza-se testes estatísticos para a verificação quanto aos pressupostos referentes as estimativas de mínimos quadrados. Caso sejam verificados tais problemas é necessário fazer uso da modelagem de mínimos quadrados generalizados, no caso dos modelos rodados em painéis utiliza-se comumente a modelagem MQGF. Os testes encontram-se disponíveis na tabela 3.

Tabela 3. Estatística dos testes

Teste	Tipo do Diagnostico	Hipótese nula do teste	p-valor
Chow	Testar a eficiência entre os modelos <i>Pooled</i> e EF	H_0 : Modelo Pooled H_1 : Modelo de EF	0.0000
Hausman	Testar a eficiência entre o modelo de EA e EF	H_0 : Modelo EA H_1 : Modelo de EF	0.1565
Breusch-Pagan	Testar a eficiência entre o modelo <i>Pooled</i> e EA	H_0 : Modelo Pooled H_1 : Modelo de EA	0.0000
Wooldridge	Detectar autocorrelação (AC)	H_0 : Ausência de AC	0.0003
Wald	Detectar heterocedasticidade	H_0 : Ausência de heterocedasticidade	0.0000
Brown-Forsythe	Detectar heterocedasticidade (EA)	H_0 : Ausência de heterocedasticidade	0.1854
Pesaran	Detectar correlação contemporânea	H_0 : Ausência de correlação	0.0000

	contemporânea	
--	---------------	--

Fonte: Elaboração própria

No teste de Chow, a estatística (p-valor= 0.000) indicou o modelo de efeitos fixos em relação ao modelo *Pooled*. Pela estatística do teste Hausman (p-valor= 0.1565) não se rejeita a hipótese nula a um nível de significância de 5%, o modelo indicado é o de efeitos aleatórios e não efeitos fixos. Pela estatística do teste de Breusch-Pagan (p-valor= 0.000) rejeita-se a hipótese nula, o modelo de efeitos aleatórios é o mais indicado em relação ao modelo *Pooled*.

Pela estatística do teste de Wooldridge para autocorrelação, rejeita-se a hipótese nula a um nível de significância de 5%, há presença autocorrelação nos resíduos dos modelos testados. A partir da estatística do teste de Wald rejeita-se H_0 , há presença de heterocedasticidade no modelo de dados em painel. A partir da estatística do teste Robvar não se rejeita H_0 . Não há problema de heterocedasticidade, no modelo de Efeitos Aleatórios. Porém no caso da correlação contemporânea existe evidências de acordo com o teste. De posse das informações acima, será analisada a regressão pelo método MQGF, descrito na tabela 4.

Tabela 4- Resultado da Regressão através do MQGF

Tipo de Estimação	Prais-Winsten
Variável	EA
GERD	4.05e-08*** e.p(1.36e-08)
Constante	1.36e-08*** e.p(.0050218)

Fonte: Elaboração própria.

Nota: *** parâmetro significativo a 1%; * parâmetro significativo a 10%.

Estimou-se o modelo com MQGF e a partir dos dados observados na tabela 4 é constatado que os sinais mantiveram-se inalterados, ou seja, mantiveram-se esperados a partir da teoria. Os parâmetros das variáveis mostraram-se significativos, os investimentos em P&D a 1%.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito apresentar uma breve discussão a respeito do pensamento neo-schumpeteriano (Rosenberg, Nelson, Winter e Dosi). Como implicações desta revisão, constatou-se que para Rosenberg, a atividade inovativa comporta-se como um procedimento de busca, cujos resultados daí derivados não são conhecidos *ex-ante* e cuja taxa de adoção de uma tecnologia, ou mesmo sua direção, estão ligadas às expectativas quanto ao futuro do progresso tecnológico, sendo que o nível de aprendizado (*LBU* ou *LBD*) influi no rumo da mudança tecnológica. Nelson e Winter ressaltam o comportamento da firma explicado por meio das ideias de rotina, busca e seleção. Nessa situação, as firmas apresentam padrões de crescimento que são assimiláveis à rotina, sendo o análogo biológico de rotina a carga genética; para o processo de busca, tem-se a mutação e, para o mecanismo de seleção, tem-se o meio ambiente. Segundo os autores, o mercado funciona como uma espécie de fornecedor de *feedbacks* ao processo de geração de inovação, sancionando ou vetando

desenvolvimentos prováveis. A maior contribuição de Dosi refere-se ao desenvolvimento de dois conceitos importantes para o estudo da mudança tecnológica: a trajetória e paradigmas tecnológicos. A partir da operacionalização desses dois conceitos, é possível analisar a atuação do Estado (no que respeita à mudança tecnológica) em um referido setor, visto que o paradigma e a trajetória tecnológica dependem tanto de interesses econômicos dos inovadores como da capacitação tecnológica acumulada e de variáveis institucionais. Em suma, as ideias neo-schumpeterianas enfocadas mostraram-se adequadas para avançar, teórica e empiricamente, na discussão sobre os determinantes do processo dinâmico de desenvolvimento, da mudança tecnológica e da inovação.

Por sua vez, em relação ao desenvolvimento, Sen (2010) destaca que uma concepção adequada a seu respeito deve ir muito além da acumulação de riqueza, produção de inovações, do crescimento do Produto Nacional Bruto e de outras variáveis relacionadas à renda. Para tanto ele enfatiza a importância dos indivíduos assumirem a *condição de agente*, que é um dos fatores para que ocorra a *relação de mão dupla*. Nesse sentido o progresso tecnológico é fator que pode contribuir substancialmente para a expansão das liberdades humanas, incrementando, em consequência, as rendas individuais.

Os resultados do modelo econométrico revelaram os efeitos positivos do GERD sobre o IDH, com as variáveis estatisticamente significativas. O modelo de estimação por efeitos aleatórios revelou um significativo e positivo impacto que os investimentos em P&D representam no desenvolvimento econômico e em especial no aumento do IDH. Em síntese, este trabalho confirmou sua hipótese inicial de que os investimentos em P&D (GERD) são instrumentos de promoção do desenvolvimento econômico de um país. Ao que tudo indica as nações mais bem-sucedidas são as que investem, de forma sistemática, em P&D e são capazes de transformar os frutos desses esforços em inovações. Porém, embora seja uma importante variável, não podemos concluir que seja determinante por si só. Para trabalhos futuros, sugere-se identificar o efeito de outras variáveis em países heterogêneos ou em grupos de países.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, E. (1996). Notas sobre a contribuição de Kenneth Arrow para a fundamentação teórica dos "sistemas nacionais de inovação". *Revista Brasileira de Economia-RBE*, 50(2).

de Araujo, J. D. (1989). *Padrões tecnológicos e transformação no setor leiteiro: uma abordagem schumpeteriana*.

Bresser-Pereira, L. C. (2008). Crescimento e desenvolvimento econômico. *Notas para uso em curso de desenvolvimento econômico na Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. Versão de junho de*.

Cruz, C. H. (2009). A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa. *Parcerias estratégicas*, 5(8), 05-30.

Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. Springer.

Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pearson Education India.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria básica-5*. Amgh Editora.

King, W. R. (1993). The role of projects in the implementation of business strategy. In.: Cleland, DI; King, WR Project management handbook.

Kuhn, T. S. (1995). A estrutura das revoluções científicas. (2. tiragem) São Paulo.

Kupfer, D. (1992). Padrões de concorrência e competitividade. *Encontro Nacional da ANPEC*, 20, 355-372.

Kupfer, D. (1996). Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. *Ensaio FEE*, 17(1), 355-372.

Loureiro, A. O. F., & Costa, L. O. (2009). Uma breve discussão sobre os modelos com dados em painel. *Nota técnica*, 37.

Souza, R. M. D. (2009). *Ensaio em econometria aplicada* (Doctoral dissertation).

Moreira, M. M. (1989). Progresso técnico e estrutura de mercado: o caso da indústria de teleequipamentos.

de Desenvolvimento Humano, R. (2012). 2010, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. <http://hdr.undp.org/en/reports/national/latinamericathecaribbean/brazil/NHDR-Brazil-2009-10-BR.pdf>> Acesso em, 07mai17, 53-74.

Nelson, R. R. (1977). et Winter, S., "In search of a useful theory of innovations". *Research Policy*, 6(1), 36-76.

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). An evolutionary theory of economic change. *Cambridge, Mass. and London, Belknap Harvard*.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento. <http://www.oecd.org.br>>Acesso em, 13mai17.

Rosenberg, N. (1969). The direction of technological change: inducement mechanisms and focusing devices. *Economic development and cultural change*, 18(1, Part 1), 1-24.

Rosenberg, N., & Nathan, R. (1982). *Inside the black box: technology and economics*. cambridge university press.

Schumpeter, J. A. T. D. D. (1982). *ECONÔMICO*. São Paulo: Abril Cultural.

Schwartzman, S. (2002). A pesquisa científica e o interesse público. *Revista Brasileira de Inovação*, 1(2), 361-395.

Sen, A. (2018). *Desenvolvimento como liberdade*. Editora Companhia das letras.

Wooldridge, J. M. (2006). *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. Pioneira Thomson Learning.

Vargas, E. R. D., & Zawislak, P. A. (2006). Inovação em serviços no paradigma da economia do aprendizado: a pertinência de uma dimensão espacial na abordagem dos sistemas de inovação. *Revista de administração contemporânea*, 10(1), 139-159.