

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Marcela Aparecida Ferreira da Rocha

**INOVAÇÃO NO BRASIL: Análise dos investimentos
em inovação e seu impacto sobre o crescimento
econômico no Brasil**

Taubaté – SP

2020

Marcela Aparecida Ferreira da Rocha

**INOVAÇÃO NO BRASIL: Análise dos investimentos
em inovação e seu impacto sobre o crescimento
econômico no Brasil**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para aprovação no curso de Bacharel em Ciências Econômicas, do Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté.

Orientadora: Prof. Dra. Marcela Barbosa de Moraes

Taubaté – SP

2020

Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas -SIBi
Universidade de Taubaté - UNITAU

R672i Rocha, Marcela Aparecida Ferreira da
Investimento em inovação e seu impacto sobre o crescimento econômico no Brasil / Marcela Aparecida Ferreira da Rocha. -- Taubaté : 2020.
79 f. : il.

Trabalho (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Gestão e Negócios / Eng. Civil e Ambiental, 2020.

Orientação: Profa. Dra. Marcela Barbosa de Moraes, Departamento de Gestão e Negócios.

1. Investimentos. 2. Desenvolvimento econômico. 3. Produtividade Total por Fatores I. Título.

CDD - 332.678

MARCELA APARECIDA FERREIRA DA ROCHA

**INOVAÇÃO NO BRASIL: ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS EM INOVAÇÃO E SEU
IMPACTO NO CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para aprovação no curso de Bacharel em Ciências Econômicas, do Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté.

Orientadora: Profa. Dra. Marcela Barbosa de Moraes

Data: _____

Resultado: _____

COMISSÃO JULGADORA

Profa. Dra. Marcela Barbosa de Moraes

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Me. José Joaquim Do Nascimento

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Me. Drauzio Antônio Rezende Junior

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

A minha mãe Isaulina Ferreira pelo apoio constante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Isaulina Ferreira da Rocha, por todo apoio que me deu durante essa caminhada por fazer o meu sonho de ser economista possível, aos meus avós que já não estão mais presentes, por me ensinar o valor da educação e a sempre correr atrás dos meus sonhos.

Aos meus grandes amigos que conheci durante esses quatro anos, Flavio Estevam, Grazielle Verneque, Kathleen Alves e Sabrina Uchoas quero agradecer pelos nossos debates filosóficos e econômicos que tivemos e foram de grande aprendizado.

Aos meus professores que me guiaram nessa jornada e se propuseram a dividir o conhecimento deles conosco.

A professora Dra. Quésia Postigo Kamimura, pelas oportunidades que me deu desde o primeiro ano da faculdade, pôr no primeiro dia de aula nos passar o amor dela por economia.

A minha orientadora, professora Dra. Marcela Barbosa de Moraes, pelo apoio para que este trabalho fosse escrito, pelas horas dedicadas na sala de aula e fora do ambiente acadêmico nos ensinando e nos guiando pela vida profissional, e por ser essa pessoa inspiradora, ao professor Dr. Luiz Carlos Laureano da Rosa, por sua ajuda na parte econométrica deste trabalho.

Aos membros da banca por estarem presente nessa fase tão importante. Gostaria de agradecer a Deus, pois sem ele não estaria aqui e não teria conquistado essa vitória por ter me ajudado a conquistar o meu sonho de fazer uma faculdade, a missionaria Janice Firmino de Jesus e sua família pelo constante apoio.

" Não há excesso de liberdade se aqueles que são livres são responsáveis. O problema é a liberdade sem responsabilidade."

(Milton Friedman).

RESUMO

Tem-se na atualidade, a inovação tecnológica como a grande ferramenta para o crescimento econômico de um país, para que possa obter ganhos de eficiência e de competitividade no mundo, tornando-se assim, fator estratégico para países, indústrias e empresas no processo competitivo, além de tornar empresas e países mais competitivos a inovação afeta diretamente a produtividade de um país. A concorrência via inovações faz com que as empresas possam oferecer novos bens para o mercado consumidor, buscando aumentar suas participações no mercado, gerando maior crescimento econômico sustentável das empresas. Tem-se então, a inovação ao longo dos séculos, sendo amplamente discutida por vários autores como uma importante ferramenta para a modernização e competitividade dos mercados. O trabalho objetivou analisar quantitativamente, a inovação no Brasil, no intuito de compreender seus efeitos sobre o processo de crescimento econômico. Para isso, realizou-se pesquisa de natureza quantitativa, apoiada em pesquisa descritiva bibliográfica para demonstrar os impactos no crescimento econômico brasileiro e que são provenientes da inovação nos anos de 2005 a 2017. Os resultados apresentados neste trabalho demonstraram que há um impacto dos investimentos em inovação, o nível da produtividade por fatores com o crescimento econômico ocorrido no Brasil durante os que foram analisados.

Palavras-chave: Inovação. Investimento. Crescimento Econômico. Produtividade Total por Fatores.

ABSTRACT

Nowadays, technological innovation is the great tool for a country's economic growth, so that it can obtain gains in efficiency and competitiveness in the world, thus becoming a strategic factor for countries, industries and companies in the competitive process, in addition to making companies and countries more competitive innovation directly affects the productivity of a country. The competition through innovations makes companies to offer new goods to the consumer market, seeking to increase their market shares, generating greater sustainable economic growth of companies. There is then, innovation over the centuries, being widely discussed by several authors as an important tool for the modernization and competitiveness of markets. The work aimed to analyze quantitatively, innovation in Brazil, to understand its effects on the process of economic growth. To this end, research of a quantitative nature was conducted, supported by descriptive bibliographical research to demonstrate the impacts on Brazilian economic growth that come from innovation in the years 2005 to 2017. The results presented in this work were that there is an impact of investments in innovation, the level of total factor productivity with the economic growth that occurred in Brazil during those that were analyzed.

Keywords: Innovation. Investment. Economic growth. Total factor productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Ciclo da Inovação	24
Figura 2 — Fases da difusão tecnológica.	25
Figura 3 — Taxonomia das mudanças tecnológicas.....	27
Figura 4 — Trajetórias de inovações incrementais e radicais em processos.....	28
Figura 5 — Sistema de gerenciamento inovação fechada	29
Figura 6 — Modelo de inovação fechada x aberta	30
Figura 7 — Dispêndio com P&D da Alemanha.....	31
Figura 8 — Dispêndios Nacionais em P&D em relação ao PIB de Países selecionados	32
Figura 9 — Percentual dos dispêndios com P&D no Brasil.....	33
Figura 10 — Capital comprometido com venture capital no Brasil	35
Figura 11 — Conceitos para crescimento econômico.	37
Figura 12 — PIB per capital real	40
Figura 13 — Estado estacionário da economia sem progresso tecnológico	43
Figura 14 — Progresso tecnológico no Modelo de Solow	45
Figura 15 —Crescimento económico modelo de Solow x Romer.	49
Figura 16 — Equação renda per capita.....	52
Figura 17 — Equação do Modelo de Solow	52
Figura 18 — Equação decomposta da PTF.	53
Figura 19 — Dispêndio com inovação.....	56
Figura 20 — Dispêndio com P&D.....	58
Figura 21 — Dispêndio ACTC	59
Figura 22 — PIB real.....	60
Figura 23 — Evolução da PTF.	62
Figura 24 — Homocedasticidade e Heterocedasticidade.....	65
Figura 25 — Estatística d Durbin-Watson	66
Figura 26 — Equação FIV.....	67
Figura 27 — Resultados Regressão Linear Múltipla.	68
Figura 28 — Histograma e Jarque-Bera.....	69
Figura 29 — Teste Homocedasticidade.	70
Figura 30 — Durbin-Watson.....	71

Figura 31 — Teste de FIV.....	71
-------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Taxa de crescimento no estado estacionário com tecnologia.....	45
Tabela 2 — Decomposição do crescimento econômico.....	54

LISTA DE SIGLAS

ACTC	Atividades Científicas e Técnicas Correlatadas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social
C&T	Ciência e Tecnologia
DW	Durbin-Watson
FIV	Fator de Inflação da Variância
MQO	Método dos mínimos quadrados
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PTF	Produtividade Total por Fatores
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Problema	16
1.2	Objetivo do trabalho	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	Delimitação do estudo	17
1.4	Relevância do estudo	17
1.5	Metodologia do trabalho	17
1.6	Organização do trabalho	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	Ciência e tecnologia	19
2.2	Conceito inovação	20
2.2.1	A inovação para Schumpeter	21
2.2.2	Abordagens teóricas da inovação	25
2.3	Investimento em inovação	30
2.4	Crescimento econômico e sua relação com a inovação	36
2.4.1	Conceito de crescimento econômico	36
2.4.2	Índices de crescimento econômico	37
2.4.2.1	PIB	37
2.4.2.2	PIB per capita	39
2.4.3	Abordagens teóricas do crescimento econômico	40
2.4.3.1	Modelo de crescimento Clássico	40
2.4.3.2	Modelo de crescimento Neoclássico	41
2.4.3.3	Modelo de crescimento endógeno	46
2.4.3.3.1	Modelo de crescimento Romer	46
2.4.3.3.2	Modelo de crescimento Schumpeteriano	50
2.5	Produtividade total dos fatores	51
3	ANÁLISE DA INOVAÇÃO ENTRE 2005 E 2017 E SEUS EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO	55
3.1	Contextualização sobre o tema de pesquisa	55
3.1.1	Os investimentos sobre inovação no Brasil	55

3.1.1.1	Investimentos com P&D	56
3.1.1.2	Investimentos com Atividades Científicas e Técnicas Correlatadas	58
3.2	O crescimento econômico do Brasil nos anos de 2005 a 2017.....	59
3.3	Produtividade total por fatores no Brasil.....	61
3.4	Metodologia.....	63
3.4.1	Modelo de regressão linear múltipla.....	63
3.4.2	Histograma e teste de normalidade.....	65
3.4.3	Teste de homocedasticidade.....	65
3.4.4	Teste Durbin-Watson	66
3.4.5	Teste multicolinearidade	66
3.5	Tratamento dos dados	67
4	RESULTADOS	68
4.1	Teste de normalidade.....	69
4.2	Teste homocedasticidade	69
4.3	Teste Durbin-Watson	70
4.4	Teste FIV.....	71
5	CONCLUSÃO.....	72
	REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, a inovação tem sido um tema amplamente debatido em empresas e governos. Para compreender melhor a inovação e qual a sua relação com o crescimento econômico, realizou-se uma revisão da literatura sobre inovação, teorias do crescimento econômico e do olhar para os investimentos que foram alocados para a inovação no Brasil e as políticas públicas para favorecer a expansão da inovação no Brasil nos anos de 2005 a 2017.

A inovação, na teoria economia, surgiu durante a revolução industrial o economista, pensador e filósofo Adam Smith (1776), conhecido como pai da economia, em sua obra Riqueza das Nações (1776), cita a importância do progresso tecnológico para o aumento da produtividade e geração de riqueza, segundo Smith (1985), para uma nação ser rica é necessário a divisão do trabalho, a especialização da mão de obra, a acumulação do capital e o uso de maquinários, fazendo assim com que a produtividade aumente e gere mais riqueza.

David Ricardo em sua obra Princípios da economia política e tributação (1817), via com preocupação o progresso tecnológico, ele estudava a influência que as inovações teriam sobre o emprego e sobre o salário das pessoas a época.

Para Marx (1998), em vários dos seus escritos, argumentava da importância das inovações para o capitalismo, segundo ele o capitalismo não poderia ser estático, o capitalismo precisa estar em constante transformação dos meios de produção.

A burguesia não pode existir sem revolucionar incessantemente os instrumentos de produção, por conseguinte, as relações de produção e, com isso, todas as relações sociais. A conservação inalterada do antigo modo de produção era, pelo contrário, a primeira condição de existência de todas as classes industriais anteriores. Essa subversão contínua da produção, esse abalo constante de todo o sistema social, essa agitação permanente e essa falta de segurança distinguem a época burguesa de todas as precedentes (MARX, 1998, p. 43).

Com base na visão de Schumpeter surgiram outros economistas e pensadores estudando a inovação e qual a correlação dela com o crescimento econômico, tanto neo-schumpeterianos quanto neoclássicos fizeram suas teorias com base nas ideias iniciais de Schumpeter.

Robert Solow um economista neoclássico, criou um modelo de crescimento econômico, em oposição ao modelo de Harrod-Domar, o modelo de Solow (1956) demonstra a importância do progresso tecnológico como fator de crescimento

econômico, em seus estudos sobre a economia americana Solow percebeu que a acumulação de capital e a força de trabalho tinham uma participação pequena no crescimento da economia americana, e usou o termo resíduo de Solow, que seria 87% do crescimento americano, para Solow esse resíduo seria o progresso tecnológico sendo ele um fator exógeno ao crescimento.

Sendo Solow (1956) o primeiro economista a fazer um modelo de crescimento econômico cuja variável progresso tecnológico está presente na função, sofreu críticas e sua teoria foi sendo revisada e dando base para a criação de novas teorias de crescimento econômico.

Em 1987, Paul Romer, em seus estudos sobre o crescimento econômico e ter um melhor entendimento sobre o resíduo de Solow, cria um olhar sobre o progresso tecnológico e o crescimento, em seus estudos Romer cita a importância do conhecimento para o crescimento da economia, segundo ele um grupo de trabalhadores sem conhecimento é menos produtivo do que um grupo do mesmo tamanho com conhecimento. Essa é a primeira vez cujo conhecimento passa a ser uma variável econômica, segundo Romer o conhecimento é uma variável endógena (interna).

1.1 PROBLEMA

A pergunta de pesquisa que norteia a pesquisa é qual o efeito da inovação sobre o crescimento econômico no Brasil no período de 2005 a 2017?

1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise quantitativa da inovação no Brasil e compreender qual o efeito da inovação sobre o crescimento econômico no Brasil.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os investimentos feitos na inovação
- Qual os impactos destes investimentos no crescimento do Brasil.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Brasil nos anos de 2005-2017.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Atualmente a inovação tem sido um tema amplamente discutido ao redor do mundo, investimentos e pesquisas nesta área são os cada vez maiores, países como China e EUA travam uma guerra de investimentos nessa área. Por isso é importante compreender como a inovação é realizada no Brasil e quais os investimentos feitos na inovação e como estes investimentos afetam o nosso ambiente macroeconômico e assim trazer o desenvolvimento para o país.

1.5 METODOLOGIA DO TRABALHO

Por ser um conjunto de procedimentos sistemáticos, a pesquisa científica precisa ser classificada sobre os principais tipos e neste trabalho, especificamente foram adotados os seguintes tipos (PRODANOV; FREITAS, 2013):

- **Quanto à abordagem:** esta pesquisa é de natureza quantitativa, em que o intuito é o de analisar os impactos da inovação no Brasil, visando compreender seus efeitos sobre o processo de crescimento econômico, por meio do levantamento de dados estatísticos do Ministério de Ciência e Tecnologia.

De acordo com Richardson (2008, p. 70), “considera que tudo é quantificável, ou, que quantificar os fenômenos possibilita uma melhor análise, de forma mais imparcial”. Isso significa traduzir opiniões e números em informações utilizadas para a sua classificação e posterior análise.

- **Quanto à natureza:** é vista como pesquisa básica sobre o paradigma inovação e crescimento econômico e seus impactos no Brasil.

De acordo com Gil (2007) este tipo de pesquisa objetiva gerar conhecimentos novos para avanço da ciência sem aplicação prática prevista.

- **Quanto aos objetivos:** é uma pesquisa descritiva sobre o impacto da inovação tecnológica sobre o crescimento econômico, com a justificativa de

aprofundar mais conhecimento consciente dos recursos e utilização das inovações tecnológicas para medir o crescimento econômico.

Tem-se, portanto, nas menções de Gil (2007) que a intenção principal deste tipo de pesquisa é descrever traços, comportamentos, fenômenos e assim, estabelecer relações entre variáveis, o que envolve técnicas de coleta de dados padronizados, como questionários e técnicas de observação. No geral, assume a forma de levantamento.

- **Quanto aos procedimentos:** é uma pesquisa bibliográfica que é elaborada a partir de material já publicado, como livros, artigos, periódicos, em geral, disponibilizadas na Internet.

Pode dizer que essa categoria de pesquisa é um tipo de revisão bibliográfica, ou levantamento bibliográfico, uma vez que nas menções de Gil (2007, p. 44) explica que “os exemplos mais característicos desse tipo de pesquisa são investigações sobre ideologias ou aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema”.

Esses tipos de pesquisa mostram-se eficazes no desenvolvimento deste trabalho, e por meio dos resultados a serem encontrados, busca-se a possibilidade de observar que os impactos no crescimento econômico brasileiro e que são provenientes da inovação nos anos de 2005 a 2017.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado em cinco seções. A primeira consiste na introdução, apresenta o problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a delimitação, a justificativa, a metodologia e sua organização. Já a segunda seção apresenta a revisão da literatura, discorre sobre inovação e as teorias econômicas. A terceira seção apresenta a análise quantitativa da expansão da inovação no Brasil, nos anos de 2005 a 2017 e seus efeitos sobre o processo de crescimento econômico. A quarta seção traz os resultados do trabalho. A quinta seção traz as considerações finais e as conclusões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Os termos ciência, tecnologia e inovação se tornaram os termos mais debatidos no mundo atualmente devido a nova era da economia do conhecimento, mas além da convergência entre essas três áreas têm atraído cada vez mais atenção, trouxe também várias dúvidas e perguntas sobre o que realmente é ciência, tecnologia e inovação, pessoas da vida acadêmica quanto empresários e políticos buscam a compreensão destes termos.

A ciência possui diversos conceitos por conta da sua extensão, a primeira definição de ciência surgiu na Grécia antiga com Aristóteles, segundo Troster (2015, p. 1) “a ciência (Episteme) é entendida por Aristóteles como um conhecimento demonstrativo, isto é, um tipo de saber que pode ser expressado por um discurso (logos) dedutivo fundado em premissas necessárias. ”

Segundo Longo (2000) “a ciência pode ser pura ou fundamental, quando desvinculada de objetivos práticos, e aplicada, quando visa consequências determinadas.”

A UNESCO em seu Manual para Estatísticas de Atividades Científicas e Tecnológicas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (1984, s.p) definem ciência como “conjunto organizado de conhecimentos sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos por meio do estudo objetivo dos fenômenos empíricos”.

A tecnologia muito usada hoje em dia é entendida como o uso de conhecimentos científicos, a UNESCO (1984, s.p) em seu manual também cita qual a definição do termo tecnologia “Tecnologia é o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços”.

Para Reis (2008, p. 33), “tecnologia pode ser definida como um acervo de conhecimentos de uma sociedade (como a ciência); entretanto, relaciona esse acervo de conhecimentos com as artes industriais”. A base da tecnologia são os conhecimentos adquiridos por meio da ciência.

2.2 CONCEITO DE INOVAÇÃO

A inovação empenha um papel importante na sociedade moderna, a inovação se tornou o motor do desenvolvimento econômico e social, por esta razão vem sendo a cada dia mais estudada e debatida (ENGEL; AREND, 2013). Países e empresas investem em estratégias para se tornarem cada vez mais inovadores e assim atingir níveis de competitividade e crescimento maiores.

O ato de se inovar é considerado um processo complexo que envolve diversas características interdisciplinares e que sua prática percorre operações funcionais (BAREGHEH; ROWLEY; SAMBROOK, 2011).

A palavra inovar deriva do termo em do latim *innovo* e *are* e significa fazer algo novo ou renovar. Com o passar do tempo, a inovação passou a ter um significado mais econômico, com estudos feitos no século XX, revelaram o papel da inovação na revolução industrial, e como ela se tornou a motriz da economia moderna, o primeiro a realizar um estudo profundo sobre a inovação e o seu papel na economia foi Schumpeter (TIGRE, 2006).

Schumpeter foi o primeiro a colocar a inovação no centro do processo do crescimento econômico, considerado o pai da inovação, foi o pioneiro a dar um conceito para a palavra inovação e a descrever como a inovação afeta a economia, em seus estudos sobre os ciclos de negócios, observou que a inovação criava um efeito que ele chamou de destruição criadora (MANUAL DE OSLO, 2006).

A Lei de Inovação Federal nº 10.973 de 11/2004 Art. 2º alínea IV define a inovação no como: “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços”

Mas com o passar do tempo, a inovação foi ganhando várias definições segundo o Manual de Oslo ...

[...] uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas[...]O requisito mínimo para se definir uma inovação é que o produto, o processo, o método de marketing ou organizacional sejam novos (ou significativamente melhorados) para a empresa (OCDE, 2006, p. 55).

Para Scherer e Carlomagno (2009), a inovação é um conjunto de processos contínuos, que necessita ser gerenciado e usando métodos e ferramentas específicas.

A inovação pode não ser vista como um desenvolvimento de produto. Pode também estar vinculada a novos modelos de negócio, mercados e serviços, a novas formas de gestão, ao desenvolvimento de uma marca, à criação de plataformas tecnológicas e, até mesmo, à formação de canais de distribuição (SCHERER; CARLOMAGNO, 2009, p.15)

Entretanto, existem diversas formas de defini-la, desde o simples conceito da realização de um processo utilizando uma maneira não usual, “sendo considerado como algo inovador, ou o ato de realizar uma transformação mais profunda no que tange uma mudança significativa de ideia, postura ou paradigma” (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005, p. 42)

O processo inovador ocorre no devido momento em que a dificuldade surge é vista de maneira diferenciada pelo empreendedor, surgindo assim, como uma possível oportunidade para aproveitar a situação e assim, estabelecer novas ideias (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005).

Segundo Drucker (2002):

A inovação é a função específica do empreendedorismo, seja em uma empresa já existente, uma instituição de serviço público, ou um novo empreendimento iniciado por um indivíduo solitário na cozinha da família. É o meio pelo qual o empresário ou cria recursos produtores de riqueza ou dota recursos existentes com maior potencial de criação de riqueza (DRUCKER, 2002, p. 6).

Andreassi (2006 *apud* Dosi, 2006, p. 7), “...a inovação está essencialmente relacionada à descoberta, à experimentação, ao desenvolvimento, à imitação e à adoção de novos produtos, novos processos de produção e novos arranjos organizacionais”

2.2.1 A Inovação para Schumpeter

Joseph Alois Schumpeter (1883-1950), foi um economista austríaco considerado pai da inovação, pois desenvolveu várias teorias ligadas a inovação e qual o papel delas para o desenvolvimento econômico, em suas obras Teoria do Desenvolvimento Econômico, *Bussines Cycle* e Capitalismo, Democracia e Socialismo, Schumpeter discorre a sua teoria sobre a inovação e seu impacto na sociedade capitalista.

Suas obras tiveram a influência de Karl Marx, considerado por ele um “gênio e profeta” (TIGRE, 2006, s.p).

Schumpeter tinha uma admiração por Marx, e até concordava com Marx sobre sua análise do capitalismo, cuja o capitalismo nunca poderia ser visto como estacionário, mas um sistema dinâmico que sempre revoluciona os meios de produção. Tanto para Marx quanto para Schumpeter o capitalismo necessita dessas mudanças (TIGRE, 2006).

Ele foi considerado um precursor da teoria da inovação e do desenvolvimento econômico. A partir das teorias de Schumpeter, surgem várias linhas de pensamentos sobre a inovação como os neo-schumpeterianos ou a corrente evolucionária da economia que tem como os principais autores Freeman (1974), Rosenberg (1982) e Penrose (1959).

Com seus estudos sobre o desenvolvimento econômico, Schumpeter também se torna influência para estudiosos, que vivem explicar por que certas nações crescem mais que as outras, teorias do crescimento exógeno e endógeno tem entre seus principais autores Solow (1956), Romer (1990). (JUNIOR; MEDEIROS; VARELLA, 2012)

Schumpeter deixou um legado enorme para a inovação, economia e a sociedade como um todo, conceitos criados por ele até hoje são usados e aplicados no dia a dia.

Para Schumpeter, a inovação é uma representação da economia e da sociedade capitalista como um todo, a necessidade de se reinventar e de inovar está intrinsicamente no sistema capitalista (MCCRAW, 2012).

Portanto, para Schumpeter (1961) ...

[...] O capitalismo é, por natureza, uma forma ou método de transformação econômica e não só não é, como não pode ser estacionário. E o caráter evolucionário do processo capitalista não se deve meramente ao fato de a vida econômica transcorrer em um ambiente social e natural que se transforma incessantemente e cujas transformações alteram os dados da ação econômica; esse fato é importante e essas mudanças (guerras, revoluções e assim por diante) geralmente condicionam as mutações industriais, mas não são a sua principal causa motriz (SCHUMPETER, 1961, p. 119).

O primeiro conceito apresentado por Schumpeter em seus estudos é a diferenciação de uma invenção para uma inovação. Segundo ele uma invenção só pode ser considerada inovação quando se alcança o sucesso comercial, pois quando uma invenção é aceita no mercado ela começa a gerar lucros extraordinários impulsionando o crescimento econômico (SCHUMPETER, 1911).

Schumpeter em sua obra Teoria do Desenvolvimento Econômico (1911) classifica a inovação em 5 tipos diferentes (SCHUMPETER, 1992, p.76):

- Introdução de um novo bem — ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados — ou de uma nova qualidade de um bem.
- Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria.
- Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não.
- Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada.
- Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio.

As inovações para Schumpeter (1992) servem como o motor do desenvolvimento econômico, para ele as inovações quebram o fluxo da economia, auferindo altos lucros como pagamento para os empreendedores que arriscaram o seu dinheiro. Outros empreendedores vendo esses lucros, começam a copiar tal inovação os lucros começam a reduzir é neste momento que ocorre a difusão da inovação.

Segundo Schumpeter (1992), o processo de inovação pode passar por três partes, a invenção: como o processo de descoberta, inovação: processo de desenvolvimento de uma forma comercial e difusão: a expansão do uso comercial da inovação, que são considerados por ele o ciclo econômico.

Portanto, Nunes (2012, s.p)

- A invenção é a criação de um objeto ou de um processo até então inexistente. Mais especificamente, aplica-se a palavra invenção somente a objetos passíveis de aplicação prática ou técnica, distinguindo-a da criação artística ou puramente intelectual (como no campo da matemática).
- Inovação é uma invenção (ou modelo de utilidade) que se torna disponível em bases regulares para a sociedade. Nas sociedades de mercado, trata-se da introdução no mercado de um produto ou de um processo produtivo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado. Nessas sociedades, a invenção é disponibilizada para a sociedade por meio da transação de produtos e ou serviços oferecidos por firmas (empresas).

- Difusão o processo de replicação da inovação por firmas estabelecidas ou entrantes.



Figura 1 — Ciclo da Inovação

Fonte: Elaborada pela autora

Em seus transcritos, Schumpeter demonstra a importância do empreendedor para o desenvolvimento econômico e para a inovação. Para Schumpeter, o empreendedor é a figura central quando se fala da inovação pois é ele que coloca as inovações em prática, sem o “espírito selvagem” do empreendedor é muito difícil se ter inovação, por conta do alto risco que se tem ao se inovar.

Tal importância de Schumpeter para a compreensão do conceito de empreendedor foi citada por Peter Drucker em seu livro “inovação e espírito empreendedor”, cita que Schumpeter foi o único economista moderno a reconhecer o papel do empreendedor na sociedade e na economia.

Schumpeter (1997) separa o empreendedor do empresário capitalista, mas segundo ele ambos têm o seu papel na economia, pois o empreendedor necessita de capital para investir em inovação e esse capital é proveniente do empresário capitalista, e exerce um papel para que ocorra difusão da inovação.

É neste ciclo da inovação que ocorre o desenvolvimento econômico, pois quando a inovação já foi totalmente difundida o produto da economia começa a declinar até chegar no ponto de recessão econômica, e ao descobrir uma outra inovação ela é totalmente substituída, causando o boom do produto, “desenvolvimento econômico é conduzido pela inovação por meio de um processo dinâmico em que as novas tecnologias substituem as antigas, um processo por ele denominado “destruição criadora” (MANUAL DE OSLO, 1997, p. 36).

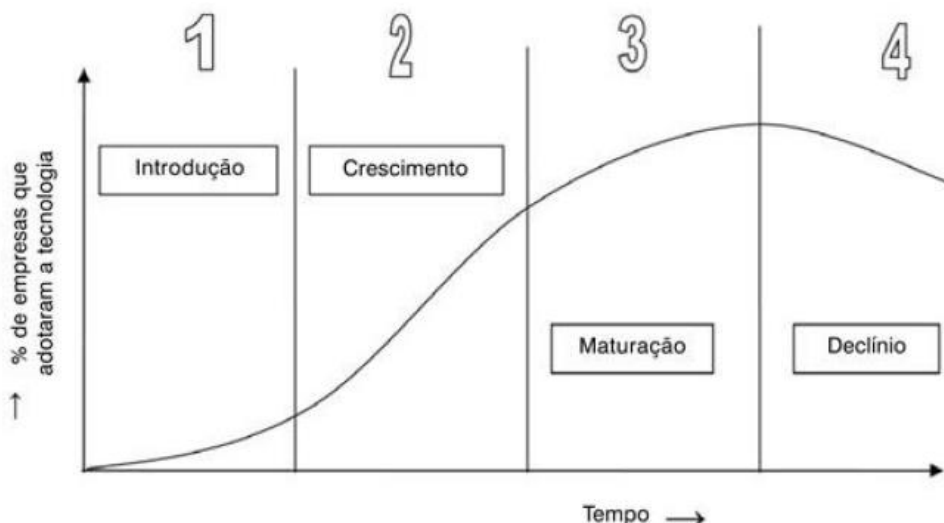


Figura 2 — Fases da difusão tecnológica.

Fonte: Tigre (2006)

Para Schumpeter um dos principais fatores para que se ocorra o crescimento econômico é a destruição criadora, que segundo ele é o que movimenta o capitalismo.

A destruição criadora foi um conceito introduzido por Schumpeter em seu livro “Capitalismo, Socialismo e Democracia” de 1942, ao observar a dinâmica da economia e o sistema de inovação na sociedade ele percebeu que no surgir de uma nova tecnologia a antiga passa por um processo de destruição para que a nova ocupe o seu espaço no mercado.

a estrutura econômica a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos. [...] este processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo. É dele que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda a empresa capitalista para sobreviver. (SCHUMPETER, 1961, p. 106).

2.2.2 Abordagens Teóricas da Inovação

Com os estudos de Schumpeter, a inovação ganhou uma enorme importância para a sociedade, passando a ser estudada por vários teóricos que foram agregando e mudando alguns conceitos da inovação. Começou a se pesquisar o que impulsiona a inovação, tipos de inovação, grau e os modelos.

Ao se esquadrihar a inovação e inseri-la como a força motriz da competitividade, houve uma evolução sobre os conceitos de inovação que foi se ampliando. Tanto no campo da economia como nos campos da administração, políticas públicas entre outras áreas a inovação foram sendo inserida, pensadores e

estudiosos como Freeman, Soete, Tidd, Bessant, Pavitt, Chesbrough entre outros, deram enormes contribuições para a inovação.

Com o surgimento do Manual de Oslo e Frascati da OCDE, as pesquisas feitas acerca da inovação, obtiveram um padrão mundial, facilitando a coleta, tratamento e a análise dos dados, fazendo com que esses dados possam ser comparados mundialmente.

O Manual de Oslo que teve a sua primeira edição no ano de 1990, definiu que as inovações podem acontecer em diversas áreas de uma empresa segundo o manual as inovações são divididas em quatro dimensões.

- **Inovação de produto:** é a introdução um produto novo ou que sofreu uma melhoria substancialmente nova, ocasionando uma expansão de mercado e na demanda.
- **Inovação de processo:** é a mudança na forma de produção, ou uma evolução em processos já existentes.
- **Inovação de Marketing:** a implementação ou modificações substanciais no design do produto, na embalagem, na promoção de um produto ou na fixação de preços.
- **Inovação organizacional:** é a realização de um novo método de organizacional nas práticas de negócios da empresa ou em suas relações externas.

A inovação tecnológica ocorre quando a inovação é proveniente de pesquisas científicas, normalmente ocorrem em produtos e serviços (TPP), causando uma maior competitividade para a empresa.

As inovações podem ser novas inovação radical ou podem ter melhorias substancialmente novas as inovações incrementais, que são denominados graus de inovação cada como explicitado na Figura 2.3 de Tigre (2003, n.p.) “mudanças tecnológicas são usualmente diferenciadas por seu grau de inovação e pela extensão das mudanças em relação ao que havia antes”.

Taxonomia das mudanças tecnológicas

Tipo de mudança	Características
Incremental	Melhoramentos e modificações cotidianas.
Radical	Salto descontínuos na tecnologia de produtos e processos.
Novo sistema tecnológico	Mudanças abrangentes que afetam mais de um setor e dão origem a novas atividades econômicas.
Novo paradigma tecnoeconômico	Mudanças que afetam toda a economia envolvendo mudanças técnicas e organizacionais, alterando produtos e processos, criando novas indústrias e estabelecendo trajetórias de inovações por várias décadas.

Figura 3 — Taxonomia das mudanças tecnológicas

Fonte: Tigre (2006).

Os diferentes graus de inovação impactam a economia de modos dissemelhantes, sendo assim ambos auxiliam para o crescimento econômico.

As inovações radicais ou disruptivas, são responsáveis por uma reestruturação no mercado gerando altos retornos financeiros por um certo período até outros empresários começarem a copiar. Porém as inovações radicais exigem um enorme esforço por parte da empresa pois exigem um alto nível de investimento em P&D.

A mudança tecnológica é considerada radical quando rompe as trajetórias existentes, inaugurando uma nova rota tecnológica[...]a inovação radical rompe os limites da inovação incremental, trazendo um salto de produtividade e iniciando uma nova trajetória tecnológica incremental. (TIGRE, 2006, n.p.)

Inovações incrementais são um melhoramento de produtos ou serviços já existentes, tais inovações dão continuidade ao processo de se inovar ademais tem um custo reduzido para engendrar já que não exige um sistema complexo igual a inovação radical, não obstante os lucros provenientes de inovações incrementais são menores. Na Figura 2.4, pode-se observar o ângulo de inclinação das curvas conforme o grau das inovações causa na produtividade.

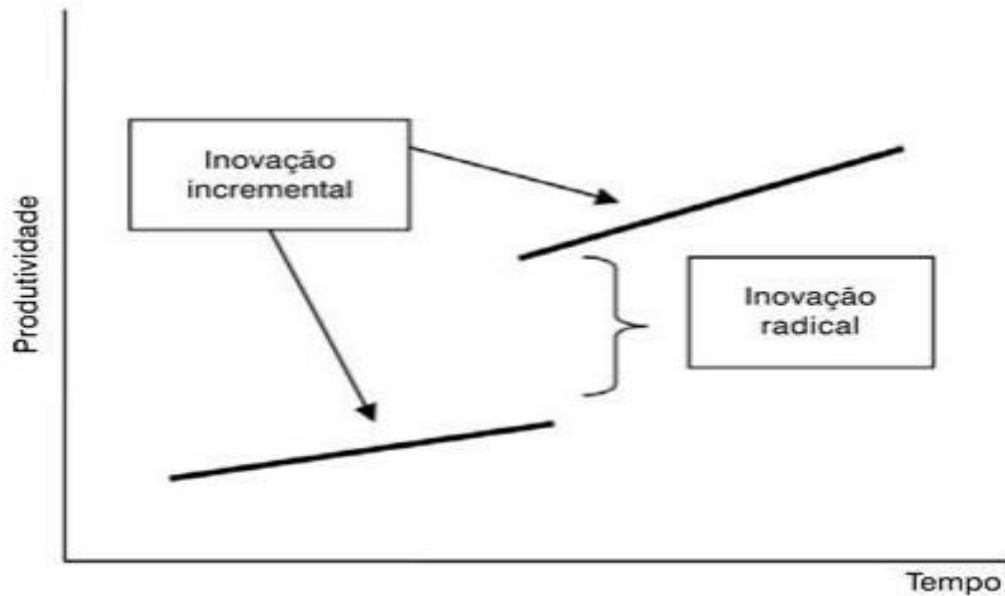


Figura 4 — Trajetórias de inovações incrementais e radicais em processos

Fonte: Tigre (2003, s.p).

Outro conceito importante para a inovação foi criado por Henry Chesbrough (2003), ao estudar os modelos de gerenciamento da inovação no ambiente da firma. Em seus estudos sobre as formas que eram utilizadas para gerenciar a inovação, nos Estados Unidos, acabou descobrindo dois modelos de gerenciamento a inovação fechada e inovação aberta.

A inovação fechada é um método que foi muito utilizado por várias empresas no Estados Unidos, inclusive pela Xerox, o gerenciamento da inovação se dá por meio da empresa que controla todos os processos inerentes a inovação, não permitindo que terceiros obtenham o conhecimento sobre tal processo.

Para Rossi *et al.* (2017) ...

[...] a Inovação Fechada é conceituada como um método de gerenciar as atividades de inovação a partir do controle de todos os processos de desenvolvimento como a geração de ideias, desenvolvimento, protótipo, testes, avaliação e outros, atuando individualmente e internamente, e barrando a entrada de competidores (ROSSI *et al.*, 2017, p. 3).

The Knowledge Landscape in Closed Innovation

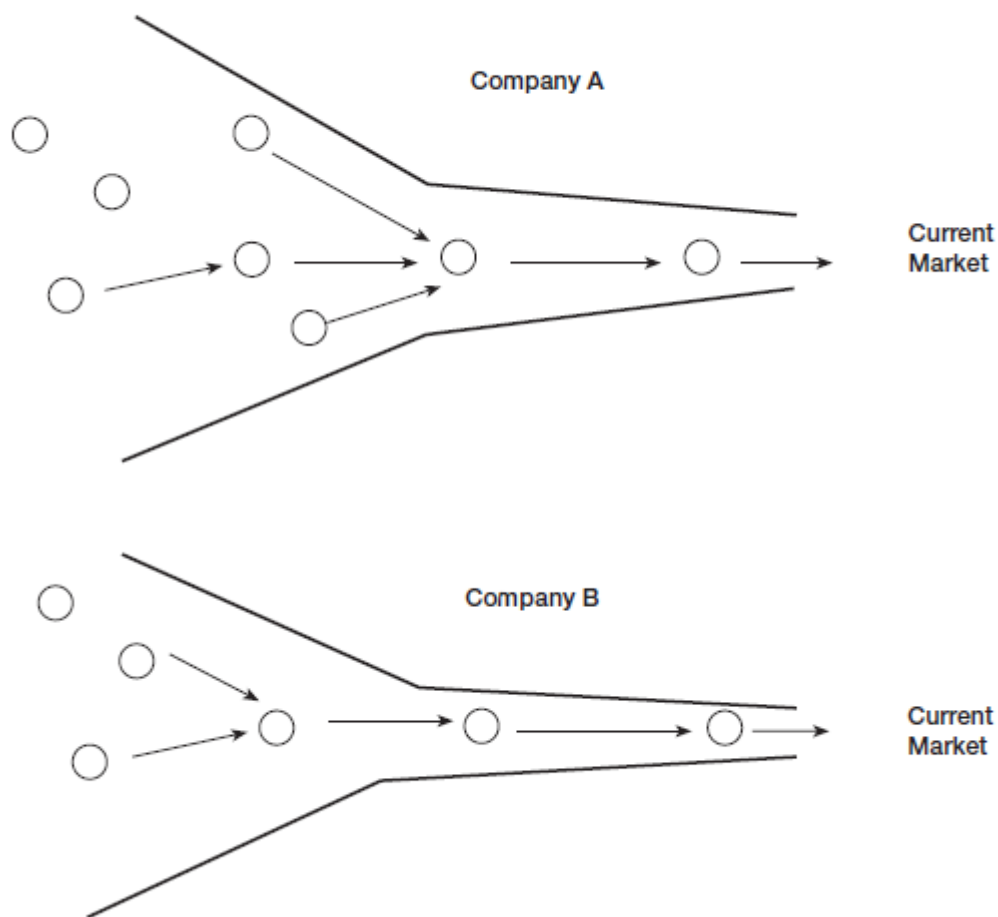


Figura 5 — Sistema de gerenciamento inovação fechada

Fonte: Chesbrough (2005, p. 31)

Até seus estudos, admitia-se que a inovação fechada era o único meio no qual era possível gerenciar a inovação. Segundo Chesbrough (2003) na inovação fechada todos os processos de gerenciamento da inovação são controlados pela empresa, entretanto este modelo gera um custo com P&D maior, e por muitas vezes não gerando o lucro que se espera, porém nestes modelos concorrentes tem uma dificuldade maior de acesso aos produtos e serviços desenvolvidos.

Chesbrough em seu livro *Open Innovation*, contrapõe-se a inovação fechada e nos expõe outro processo o da inovação aberta, cujo o conceito é que a firma não precisa realizar todas as etapas do desenvolvimento de um bem, mas pode contar com uma cooperativa de apoio, como universidades, centros de pesquisa e até outras firmar assim diluindo o custo de todo o processo. Na Figura 2.2, pode-se observar a diferença entre esses dois modelos de gerenciamento da inovação.

Com estudos mais aprofundados sobre inovação, Henry Chesbrough descobriu que em alguns setores era necessária uma rede de apoio para a implementação da inovação, com esse estudo ele descobre a inovação aberta, que é um processo mais inclusivo da inovação no qual empresas, institutos de pesquisa e outros órgãos se unem para que a inovação ocorra.

Portanto Chesbrough (2006),

[...] o uso de entradas e saídas intencionais de conhecimento para acelerar a inovação interna e expandir os mercados para uso externo da inovação, respectivamente” [...]. Abordamos particularmente a noção de transbordamento da pesquisa e desenvolvimento (P&D) e propomos que mecanismos estruturais intencionais para administrar tais transbordamentos sejam a única característica definidora do conceito de inovação aberta. Consequentemente, podemos concluir que a inovação aberta deveria ser conceituada como um processo de inovação distribuída que envolve propositalmente os fluxos da gestão de conhecimento por meio das fronteiras organizacionais (CHESBROUGH, 2006, p. 28).

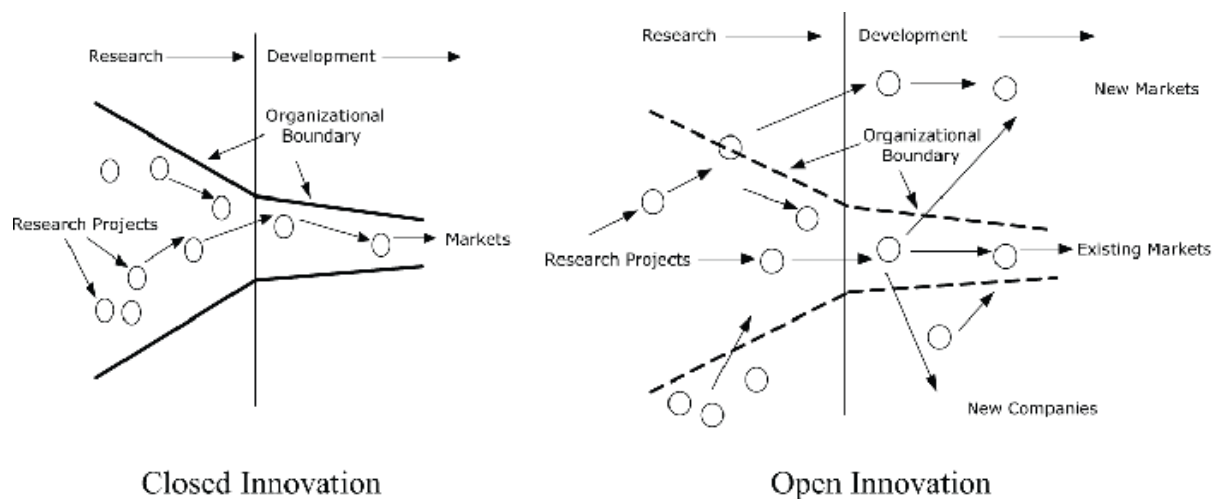


Figura 6 — Modelo de inovação fechada x aberta

Fonte: Chesbrough (2003).

2.3 INVESTIMENTO EM INOVAÇÃO

Os investimentos são de suma importância para o crescimento econômico, em sua obra Adam Smith (1776) cita a importância do capital para o avanço da revolução industrial, os investimentos em maquinários como o motor a vapor e na evolução dos meios de transporte, foi um dos fatores para que a economia inglesa se sobrepusesse das outras.

Com os avanços advindos da revolução industrial promoveu um forte aumento do lucro e por consequência do capital, os investimentos produtivos tornaram-se

maiores dando espaço para os avanços tecnológicos que se pode observar atualmente (TIGRE, 2006).

Schumpeter em seus estudos também comprovou a importância do capital para o fomento da inovação, segundo ele os investimentos são necessários para a difusão da inovação.

Um levantamento feito pela *Levy Economics Institute of Bard College* realizado no ano de 2017, ao analisar as economias dos países pertencentes ao G-20, foi constatado que o aumento de 1% nos gastos com P&D acarretaria uma elevação do PIB em 9%. O investimento em inovação também é extrema importância para as empresas segundo (MORAES *et al.*, 2018, p. 31):

[...] investir em Pesquisa e Desenvolvimento está relacionado com a capacidade da empresa de ser inovadora, a qual proporciona uma base de sustentação para a viabilização dos projetos inovadores que necessitam desenvolver, resultando em benefícios econômicos, como a elevação nas vendas e nos lucros (MORAES *et al.*, 2018, p. 31).

Os investimentos em inovação são executados tanto por entes privados quanto públicos, essa relação nos países desenvolvidos como por exemplo a Alemanha esses dispêndios são liderados pelo setor privado que investe mais em inovação do que o setor público, já no Brasil essa relação é inversa (MTIC, 2019).

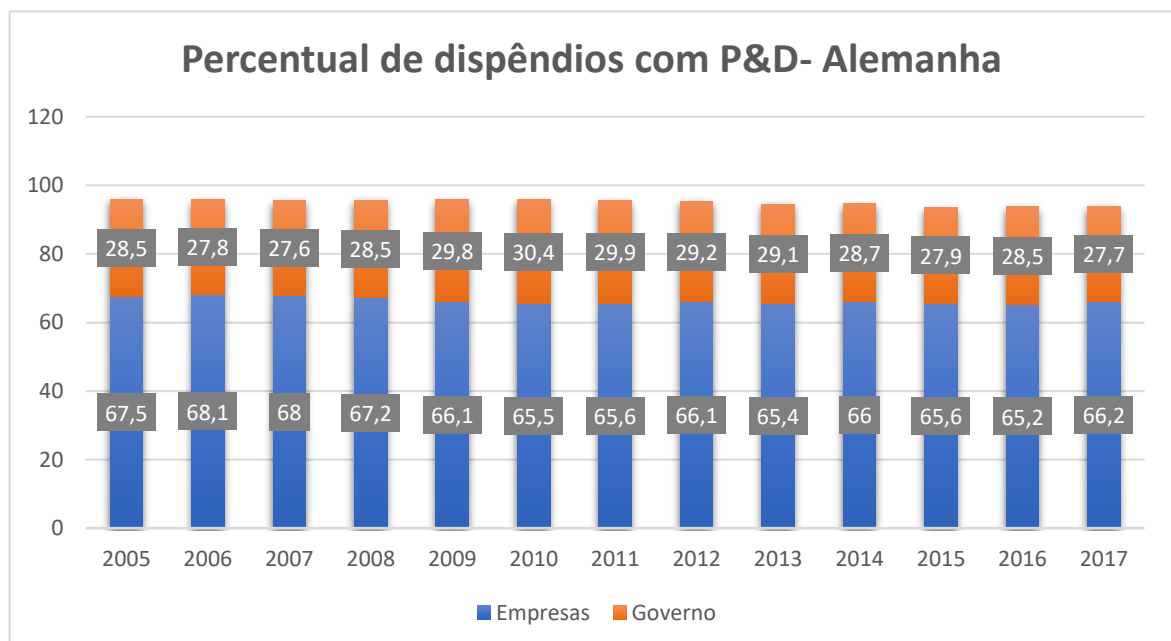


Figura 7 — Dispêndio com P&D da Alemanha

Fonte: adaptado de MCTI (2019)

Os níveis de investimento em inovação no Brasil também apresentam uma performance menor que os níveis dos países da OCDE, no Brasil os níveis de investimento em inovação ficaram cerca de 1% do PIB enquanto em países desenvolvidos esse nível é 3 vezes maior (MTIC, 2019).

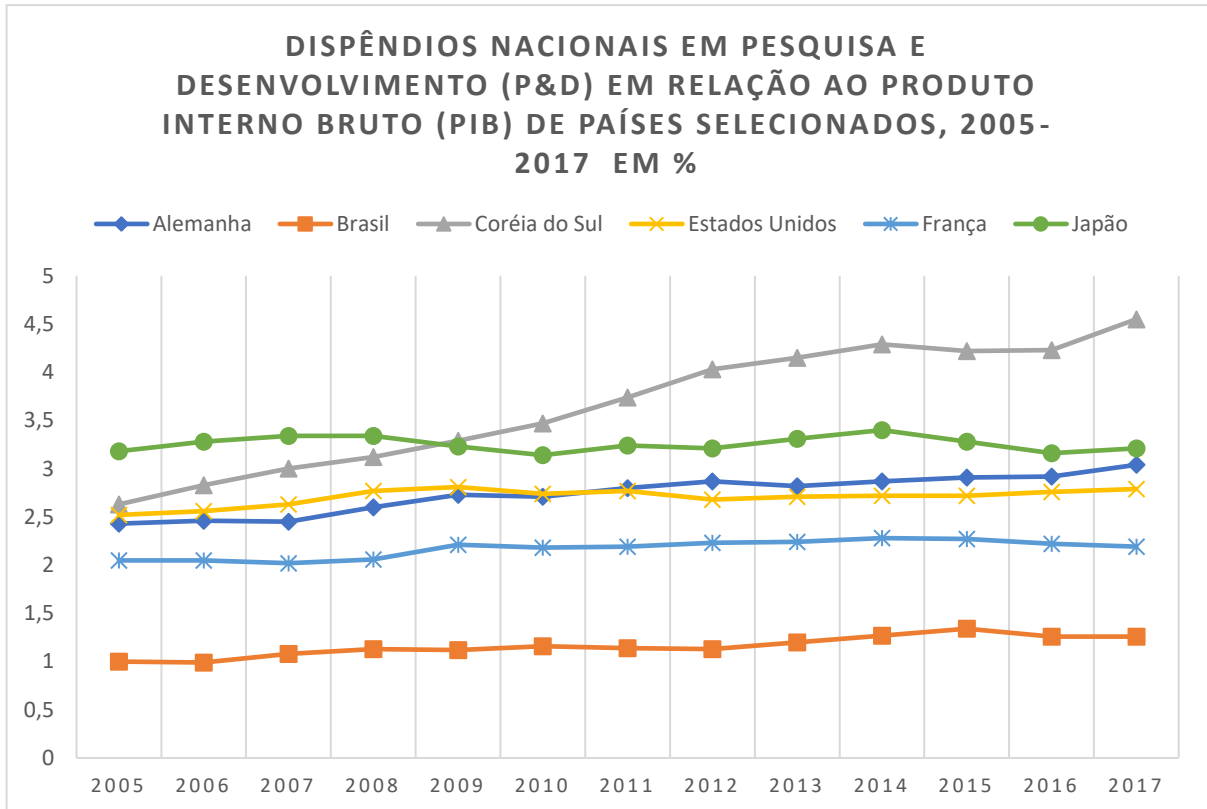


Figura 8 — Dispêndios Nacionais em P&D em relação ao PIB de Países selecionados

Fonte: adaptado de MCTI (2019)

No Brasil, esse fator muda, pois o governo é responsável pela maior parte do financiamento da inovação, as fontes de financiamento da inovação são provenientes de renúncia fiscal ou por suas autarquias.

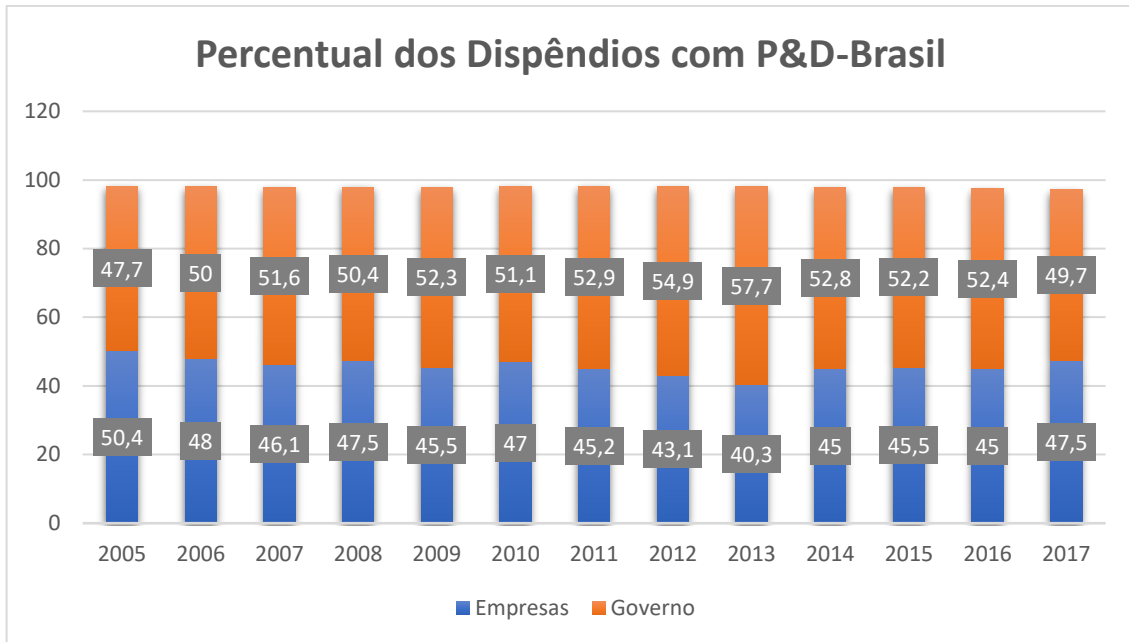


Figura 9 — Percentual dos dispêndios com P&D no Brasil

Fonte: adaptado de MCTI (2019)

O sistema de financiamento da inovação no Brasil tem o seu apoio em bancos de desenvolvimento públicos e de leis que foram criadas com o objetivo de alavancar os investimentos no país. Leis como a Lei de Informática (Lei nº 8.248/91, alterada recentemente pela Lei nº 13.674/18) que concede incentivos fiscais a empresas que aplicaram certa porcentagem de seus lucros em P&D, a Lei nº 10.973/2004 de Lei de Inovação.

Art. 1º Esta Lei estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País...

Além de leis o sistema de inovação no Brasil dispõe de agências de fomento da inovação como a FINEP, FAPESP em São Paulo e conta com o BNDES, para financiar os projetos de inovação.

Uma grande fonte de financiamento da inovação que vem crescendo no Brasil, mas já é madura em países desenvolvidos é o mercado financeiro, seja por meio do *private equity* e *venture capital* (PE/VC), tais fundos trabalham com empresas de capital fechado, que não são listadas na bolsa de valores. O *private equity* se divide em tipos de investimentos, entre empresas que possuem uma longevidade maior e empresas que são novas no mercado (SASSO; DEMARIA, 2015).

Uma das modalidades de *private equity* é o *venture capital* que se aplica para empresas de médio porte que possuem pouco tempo de maturidade, VC ou capital de risco de risco, em português, e tem essa nomenclatura, pois trabalha com empresas novas, ou em inglês empresas *early stage*, como *startups*, nesta fase inicial das empresas, o investidor fica exposto há um risco muito alto, pois não se sabe se a empresa realmente apresentará lucro no futuro (SASSO; DEMARIA, 2015).

Outra categoria de investimento nessa área é o *seed capital* ou o capital semente, que é o capital que vai dar o início a operação da empresa.

O *angel investor* é uma modalidade de investimento que tem crescido no Brasil e desempenha um papel importante para os novos empreendedores que vai além do fornecimento de capital financeiro, mas também na gestão da empresa.

Os investidores anjos podem fornecer parte das necessidades de financiamento para startups e empresas até três anos não abrangidas por recursos estaduais e agências de financiamento. Eles são privados alternativa de financiamento que pode fornecer mais do que apenas financiamento recursos sociais. Eles podem oferecer vantagens como o compartilhamento experiência de mercado e networking, que complementam a administração da empresa (MORAES, 2013, p. 96).

Dados da empresa de consultoria KMPG e da ABAVCAP demonstram um aumento da indústria de *venture capital* no Brasil ano a ano, mas como esses dados ainda são recentes, para se obter uma melhor análise dos investimentos feitos em inovação utilizar-se-á como base os dados retirados do MTIC, de uma pesquisa que é feita anualmente sobre os dispêndios com C&T no Brasil.

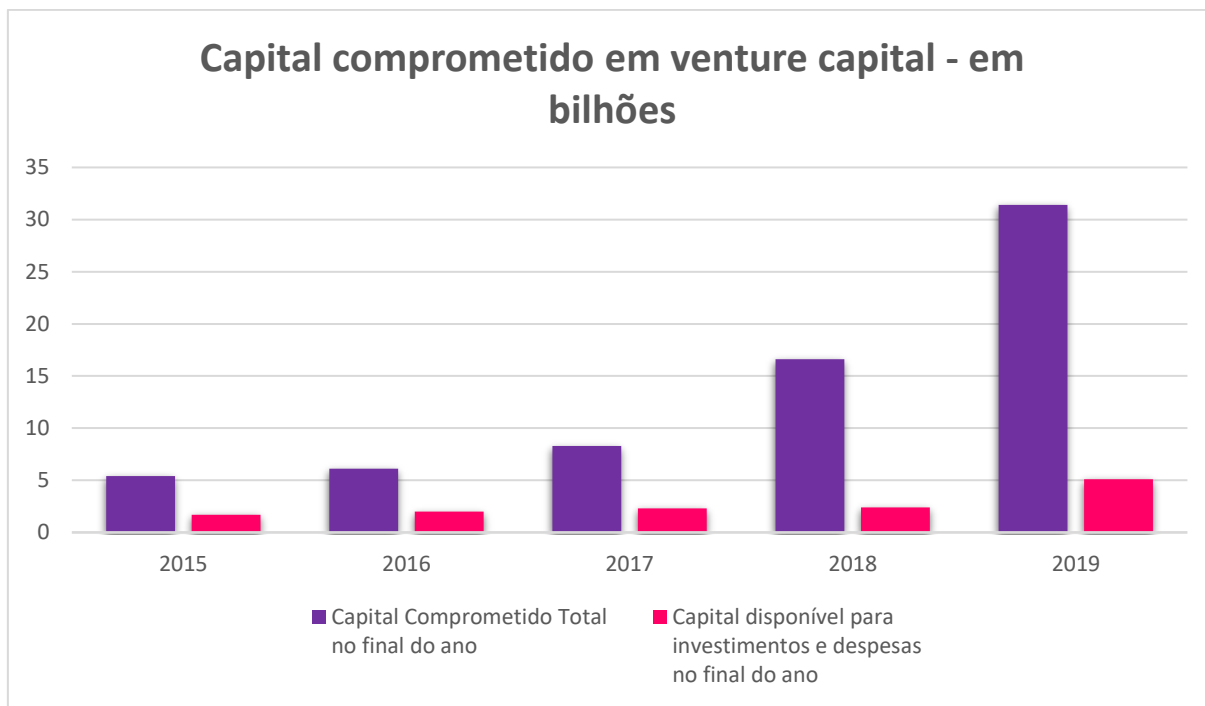


Figura 10 — Capital comprometido com venture capital no Brasil

Fonte: adaptado de KPMG (2020)

Para realizar o tratamento de tais dados ir-se-á utilizar os manuais Frascati, de Oslo e o da UNESCO, que definem normas para o padrão mundial de tratamento de dados sobre a inovação.

O Manual de Oslo (2006, p. 32) evidencia que o “investimento intangível abrange as despesas com marketing não rotineiro, treinamento, software e alguns itens similares, além das despesas correntes em P&D”, além dos investimentos intangíveis a inovação envolve os gastos com ativos fixos, pagamentos de salários na área de pesquisa, e com atividades científicas técnico correlatadas.

Os investimentos em inovação são considerados os mais arriscados, Tigre (2003) cita que os investimentos feitos em inovação são considerados arriscados, pois pode se investir bilhões e a pesquisa não retornar em algo lucrativo, além dos resultados destes investimentos serem colhidos no longo prazo, porém segundo Aghion e Howitt (2009) em seu livro “*The Economics of Growth*” cita a importância dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento serem constantes, pois quanto mais o empresários investe em inovação maiores serão as chances de se obter o retorno esperado.

2.4 CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUA RELAÇÃO COM A INOVAÇÃO

A nova teoria que trata o progresso técnico como elemento ativo no processo de crescimento, afirma que ele exerce efeitos expansivos sobre o produto ao elevar a produtividade dos fatores e ao retransmitir esses efeitos entre as unidades produtivas. A teoria do crescimento com progresso técnico endógeno tomou impulso nos anos de 1980, por não haver uma tendência à convergência dos produtos *per capita* entre áreas com diferentes níveis de desenvolvimento iniciais (FURTADO, 2000).

Portanto, a teoria do crescimento econômico trata de explicar, numa perspectiva econômica, as causas e o mecanismo do aumento persistente da produtividade do fator trabalho e suas repercussões na organização da produção (FURTADO, 2000).

O investimento em tecnologia é importante mesmo em países atrasados cujo papel principal é absorver tecnologia do exterior. A produção de ideias tecnológicas é cara e requer algo mais do que vontade e uma população escolarizada (FEIJÓ, 2007).

2.4.1 Conceito de Crescimento econômico

Os estudos sobre o crescimento econômico derivam de muitos anos atrás Adam Smith em seu livro a Riqueza das Nações (1776) escreveu sobre os fenômenos que levam a riquezas das nações e porque umas nações são mais ricas do que as outras. Os estudos de Smith (1985) foram seguidos por vários economistas e deu origem a várias teorias sobre o crescimento econômico e quais os fatores que contribuem para esse fenômeno.

Segundo Smith (1985), existiam três fatores que ocasionavam a opulência das nações, que seriam a acumulação de capital, a força de trabalho e as inovações tecnológicas que naquela época foi o surgimento dos motores a vapor, que impulsionou a primeira revolução industrial. A teoria criada por Smith é válida atualmente, porém foram acrescentados outros fatores e o conceito de crescimento foi aprimorado assim como as estatísticas para se fazer tal mensuração.

O conceito de crescimento econômico está ligado ao aumento da capacidade produtiva de um país ou região durante determinado período. “O crescimento econômico de um país em determinado período é definido como o aumento do produto

naquele período, ou seja, a elevação na produção de bens e serviços que satisfaçam às necessidades humanas” (GREMAUD *et al.*, 2017, s.p).

O crescimento econômico usa como métrica o PIB (Produto Interno Bruto), PNB (Produto Nacional Bruto), para se obter um número total do que foi produzido no país em determinado período de tempo, mas para se obter uma visão mais profunda do que realmente acontece com o produto utiliza-se o PIB per capita que é o valor do PIB dividido pela população residente do país.

2.4.2 Índices de crescimento econômico

Para se medir o crescimento econômico de um país ou região é necessário compreender alguns conceitos. Na Figura abaixo, pode-se observar alguns dos conceitos que são importantes para o crescimento econômico.

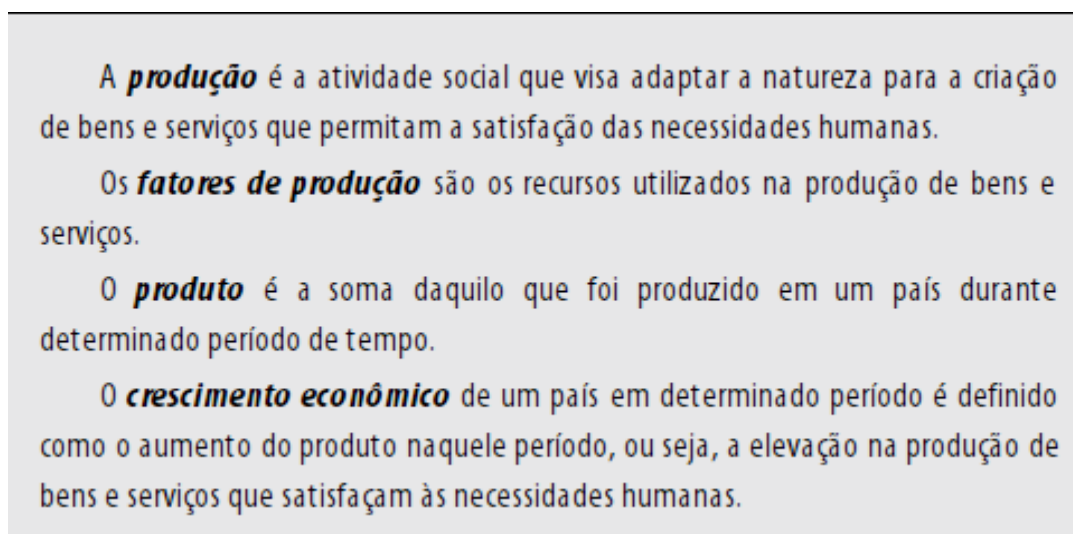


Figura 11 — Conceitos para crescimento econômico.

Fonte: Gremaud *et al.* (2017)

2.4.2.1 PIB

PIB (Produto interno bruto) na literatura econômica conhecido como produto que é o valor em unidades monetárias dos bens e serviços finais produzidos na economia durante determinado período. Por mais que seja discutido a real eficiência do PIB para se metrificar o crescimento econômico é ele que usa-se na contabilidade social para observar se a economia de uma determinada região está evoluindo ou

retraindo e com bases nesses fatores e em outros pode-se fazer uma análise completa da situação em que o país está enfrentando. Uma das maneiras de se mensurar o produto em uma economia é somar todas as quantidades produzidas e multiplicá-las pelo seu respectivo preço.

$$\text{Produto} = \Sigma (\text{quantidade} \times \text{preço})$$

Para Paulani (2001), o valor do PIB reflete o produto total produzido no território do país, independentemente da origem dos fatores de produção responsáveis por ele.

Ao se fazer o cálculo do PIB, há certos princípios seguidos com o intuito de se evitar um cálculo impreciso. Um desses princípios é o cálculo de serviços e bens finais de uma economia sejam eles tangíveis ou intangíveis, a utilização dos bens e serviços finais é feita com o desígnio de eliminar os insumos intermediários que foram utilizados para a produção de outros bens pois os mesmos já foram consumidos e contabilizados no cálculo do produto final. Além do cálculo dos bens finais também se usa os bens produzidos no período do cálculo bens e serviços que foram produzidos antes e não foram vendidos não entram na conta, pois já foram somados no período anterior e que foram produzidos no território nacional.

Com vários estudos feitos por economistas para se obter uma melhor compreensão do PIB e do crescimento econômico a fórmula do PIB foi transformada para incluir outras variáveis que ficaram de fora, ocasionando uma fotografia melhor do crescimento econômico, de acordo com vários tipos de despesas, que foram introduzido por Keynes e suas teorias que começaram a ser introduzidas no mundo pós crise de 1929, conhecida como a macroeconomia (CARMEN FEIJÓ, 2013).

A variável produto ou PIB ficou resignada como y que se igualaria à: C consumo, I investimento, G gastos do governo e NX como exportações líquidas (que significa exportações menos importações).

$$Y = C + I + G + NX$$

Segundo Blanchard (2013), o primeiro componente do PIB é o consumo (C), que são bens e serviços adquiridos pelos consumidores que incluem gastos com a alimentação, viagens, roupas entre outros.

Investimentos (I) são o segundo componente que é a soma do investimento não residencial, a compra de novas instalações ou máquinas, pelas empresas e investimento residencial como a compra de novas casas ou apartamentos pelas pessoas (BLANCHARD, 2013).

Gastos do governo (G) são bens e serviços adquiridos pelos governos federais, estaduais e municipais, esses gastos não incluem as transferências feitas pelo governo como, previdência, assistência médica (BLANCHARD, 2013).

O NX ou exportações líquidas e que é a subtração das exportações o gasto de pessoas não residentes com os produtos nacionais, com as importações que são os gastos dos residentes com produtos que não foram produzidos e sol nacional (BLANCHARD, 2013).

2.4.2.2 PIB Per capita

PIB per capita ou produto per capita é o valor do produto dividido pela população residente do país.

$$\textit{Produto per capita} = \frac{\textit{Produto da economia}}{\textit{Numero de pessoas residentes}}$$

“...o crescimento é a condição para o desenvolvimento e dada a importância da distribuição da riqueza na análise da qualidade de vida da população de um país, o primeiro indicador de relevância é o PIB per capita” (MILTONS, 2015, p. 171).

O PIB per capita foi usado como uma referência para a medida epitome de padrão de vida e desenvolvimento econômico dos países, substituído em 1990 pelo IDH que utiliza a renda nacional bruta per capita, a expectativa de vida e o acesso à educação.

O Brasil tem apresentado um leve crescimento nos anos de 2005 a 2014, em 2015 a 2017 devido a recessão econômica que o Brasil está passando houve um encolhimento do PIB per capita.

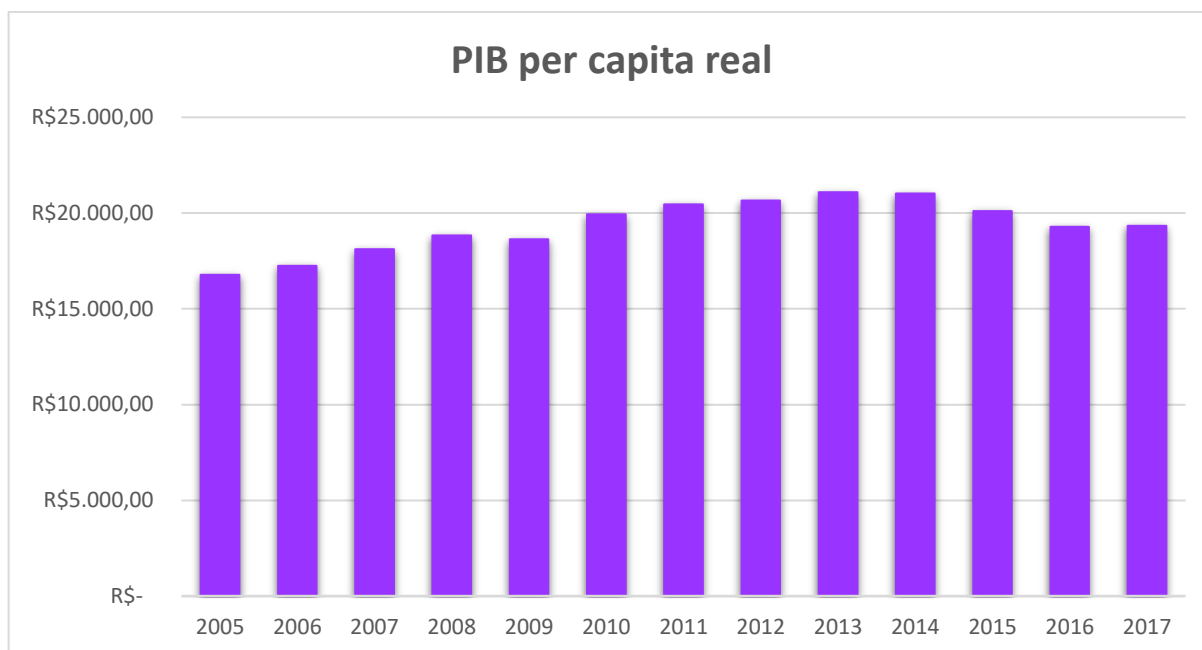


Figura 12 — PIB per capita real
 Fonte: adaptado de OCDE DATA (2020)

2.4.3 Abordagens Teóricas do Crescimento Econômico

Há uma variedade enorme de teorias sobre o crescimento econômico, essas teorias podem ser divididas por escolas econômicas e épocas, para este trabalho analisar-se-á as teorias da escola clássica, neoclássica e os modelos de crescimento endógeno.

2.4.3.1 Modelo de Crescimento Clássico

A escola clássica de economia ou o pensamento clássico é da metade do século XVIII, teve como precursores Adam Smith, Thomas Malthus e David Ricardo, o crescimento na escola clássica, foi a base para as teorias econômicas atuais, e formou conceitos muito utilizados como a importância do livre mercado, a mão invisível do mercado e entre outros. O maior pensador da escola clássica foi Adam Smith que ficou conhecido como o pai da economia, cuja sua obra “Riqueza das Nações”, foi um dos primeiros manuscritos a abordar o tema crescimento econômico.

Adam Smith em sua obra “Uma investigação sobre a natureza e as causas da riqueza das nações” de 1776, Smith em sua obra estava obstinado a compreender quais são os fatores que levam ao enriquecimento de uma nação. Ao fazer a

observação da economia britânica, do século XVIII, em elevado crescimento econômico devido a descoberta do motor vapor, ocasionando a primeira revolução industrial, o crescimento da economia inglesa que fora copiada por outras nações países cujo esse crescimento não era observado. Smith (1985) em seu livro chegou à análise de que três variáveis eram as catalizadoras da riqueza das nações:

- Trabalho
- Capital
- Terra

Estudar economia da revolução industrial, Smith (1985) notou o papel da especialização da mão de obra, do capital físico e dos investimentos no processo de crescimento econômico. Além desses três processos essenciais para o crescimento econômico, Smith (1985) acreditava no livre comércio como uma fonte de crescimento econômico.

A visão de Adam Smith sobre o crescimento econômico foi a pioneira para escola clássica que tinha como teóricos além de Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus.

Para a escola clássica, o crescimento econômico era dependente da quantidade de terras disponíveis para o plantio e o crescimento populacional, inclusive para Malthus o crescimento populacional era o maior problema que o mundo iria enfrentar, pois segundo ele não haveria quantidade de comida o suficiente para alimentar toda a população.

2.4.3.2 Modelo de crescimento Neoclássico

O modelo de crescimento neoclássico teve como precursor Robert Solow, economista americano, com o intuito de responder à pergunta “por que alguns países são mais ricos que os outros?” Solow começa a estudar sobre crescimento econômico dos Estados Unidos durante alguns anos após fazer suas pesquisas ele escreve seu artigo “*A Contribution to the Theory of Economic Growth*” em 1956 e dá continuidade aos estudos sobre o crescimento econômico. Solow laureado com prêmio Nobel de economia em 1987 por sua contribuição à teoria do crescimento econômico (JONES, 2015).

Robert Solow 1956 cria o seu modelo de crescimento econômico para explicar as variáveis que afetam o crescimento econômico, em seu modelo Solow mostra como a poupança, mão de obra e a tecnologia afetam a produção da economia ao longo do tempo. Para aplicar o modelo de Solow é necessário entender as premissas simplificadoras do modelo. As hipóteses para o modelo de Solow são, a economia do modelo trabalha com a produção e o consumo de somente um bem por exemplo soja, o comércio internacional é inexistente e a "...tecnologia é exógena isso significa que é a tecnologia usada pelas empresas não é afetada pelas ações delas..." (JONES, 2015, p. 18).

O modelo é composto por duas equações principais a função de produção e a função de acumulação de capital. A função de produção $Y = F(K, L)$ em K representa o capital, L o trabalho e Y a renda. A função de produção representa como os insumos se combinam para gerar o produto, a função do modelo fica com a forma de uma função de Cobb-Douglas, que apresenta retornos constantes a escala (JONES, 2015).

$$Y = f(K, L) = K^a L^{(1-a)}$$

A função de produção apresenta retornos decrescentes à medida que o capital por trabalhador aumenta. A segunda equação do modelo de Solow (1956) é a função da acumulação de capital.

$$\dot{K} = sY - \delta K$$

De acordo com Solow (1956), a variação do estoque de capital \dot{K} é igual ao total do investimento bruto sY menos o total da depreciação que ocorre no processo produtivo δK . Para o modelo, a taxa de poupança é constante visto que não existe comércio internacional a taxa de investimento é igual a taxa de poupança da economia, para achar o capital por trabalhador, acrescenta-se a taxa de crescimento populacional e a equação fica escrita nesta forma:

$$\dot{k} = sy - (n + \delta)k$$

Onde n representa a taxa de crescimento populacional, que reduz o k , não ocorrendo aumento de investimentos e depreciação o capital por trabalhador irá se reduzir por conta da expansão da força de trabalho (JONES, 2015).

O diagrama básico de Solow ilustra a relação entre o investimento, depreciação, como afetam o crescimento econômico.

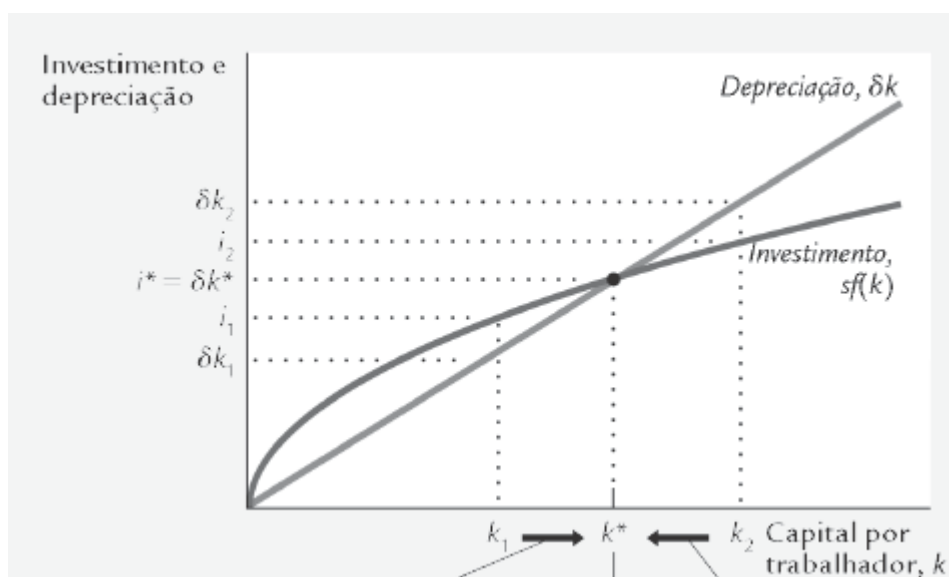


Figura 13 — Estado estacionário da economia sem progresso tecnológico

Fonte: Mankiw (2018, p. 151)

Na Figura 3.1 pode-se observar que quando o nível de capital é igual ao nível de depreciação, neste ponto k^* o total de capital por trabalhador permanece constante a economia entra no está estacionário, ou seja, ele entra em um estado de equilíbrio no longo prazo. Ao analisar o modelo de Solow sem o progresso tecnológico nota-se que por mais que a acumulação de capital aumente o produto do país, o aumento do capital é eficaz temporariamente (MANKIWI, 2012).

Continuando a análise de Solow sobre o crescimento econômico, introduzirá o progresso tecnológico, que é exógena, ou seja, ela é dada pelo modelo. Como o progresso tecnológico é uma das variáveis que afetam diretamente a produção, é necessário incluir a variável na equação de produção.

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$$

Segundo Jones (2015), a variável A que representa o progresso tecnológico é a que expande o trabalho, segundo o modelo A vai aumentando ao longo do tempo, o progresso técnico diminui o número de trabalhadores para se obter a mesma produção. Para o modelo, considera-se que A é constante ao reescrever a equação ela fica representada:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \rightarrow A = A_0 e^{gt}$$

Onde g é a variável que representa a taxa de crescimento da tecnologia. Na equação de capital a mudança será na forma de escrevê-la:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta$$

Segundo Jones (2015), o modelo de Solow apresenta um crescimento equilibrado entre as variáveis produto por trabalhador, capital por trabalhador e o progresso tecnológico.

$$g_y = g_k = g$$

Com a introdução do progresso tecnológico no modelo, faz com que o crescimento per capita econômico sustentável no longo prazo, outra mudança no modelo é que a variável k deixa de ser constante no longo prazo, até alcançar o estado estacionário.

A introdução do progresso tecnológico na economia, não o estado estacionário, uma vez que quando a economia chega ao estado estacionário o capital por trabalhador se torna constante.

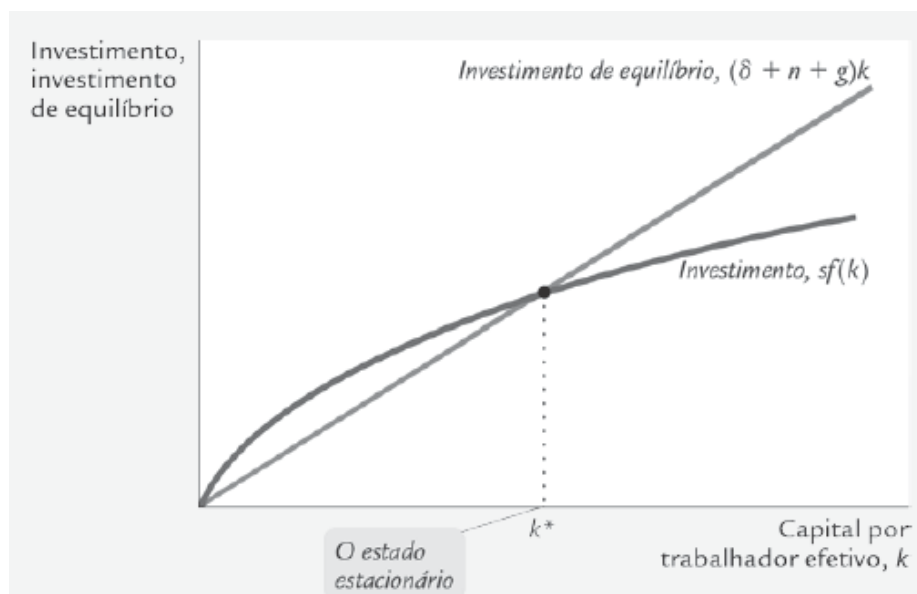


Figura 14 — Progresso tecnológico no Modelo de Solow

Fonte: Mankiw (2015, p.169)

O crescimento econômico com a tecnologia passa a ocorrer a uma taxa que o progresso tecnológico vai aumentando, as taxas de crescimento no estado estacionário ficam representadas por:

Variável	Símbolo	Taxa de Crescimento no estado estacionário
Capital por trabalhador efetivo	$k = K/(E \times L)$	0
Produção por trabalhador efetivo	$y = Y/(E \times L) = f(k)$	0
Produção por trabalhador	$Y/L = y \times E$	g
Produção total	$Y = y \times (E \times L)$	n+g

Tabela 1 — Taxa de crescimento no estado estacionário com tecnologia.

Fonte: Adaptado de Mankiw (2015)

Para Solow (1956), ao introduzir o progresso tecnológico no modelo consegue-se demonstrar como alguns países alcançam a riqueza e o crescimento sustentável, que é dependente do progresso tecnológico que cada país dispõe.

[...] mostramos que o progresso tecnológico pode acarretar o crescimento sustentável do produto por trabalhador. Em contrapartida, uma elevada taxa de poupança acarreta uma alta taxa de crescimento somente até que seja alcançado o estado estacionário. Uma vez que a economia se encontre no

estado estacionário, a taxa de crescimento do produto por trabalhador depende unicamente da taxa de progresso tecnológico (MANKIWI, 2012, p. 175).

Por mais que o modelo de Solow consiga nos explicar que o progresso tecnológico essencial para que haja crescimento econômico sustentável, o modelo não elucida de onde vem o progresso tecnológico, ele simplesmente surge, com este problema no modelo vários economistas formularam outras teses de crescimento econômico, tentando esclarecer de como se fomenta a tecnologia.

2.4.3.3 Modelo de crescimento endógeno

Como base teórica para o debate do crescimento endógeno usaremos o livro “Introdução a Teoria do Crescimento Econômico” de 2015, escrito por Charles I. Jones e Dietrich Vollarth. O livro nos elucida sobre as principais teorias do crescimento econômico.

2.4.3.3.1 Modelo de crescimento Romer

Os modelos de crescimento endógeno, surgiram na década de 1980, tendo como base os trabalhos de Paul Romer (1983) laureado com prêmio Nobel em 2018 por “por integrar inovações tecnológicas em análises macroeconômicas de longo prazo” e Robert Lucas (1988), tais modelos surgem para tentar explicar como surge a tecnologia na economia.

A primeira pergunta que esses teóricos tentam responder o que é tecnologia, para a ciência econômica. Que segundo Jones (2015, p. 70) “tecnologia é a maneira como os insumos do processo produtivo são transformados em produção”. Segunda pergunta que se propuseram a responder é como surge a tecnologia, ao responder essa pergunta foi descoberto a importância das ideias na economia, assim sendo a capacidade tecnologia é construída pelo conjunto de conhecimento e habilidades.

A importância das ideias para economia foi descrita por Romer (1980), que demonstrou a relação existente entre a economia das ideias e o crescimento econômico. As ideias segundo Romer (1980) são bens não rivais e por apresentarem

tais características, elas apresentam retornos crescentes de escala e um sistema de concorrência imperfeita.

Segundo Mankiw (2000), bens não rivais são aqueles que uma pessoa usando diminui a chance de outra pessoa usar, e um excludente é aquele que uma pessoa usando impede a outra de usar. Jones (2015), em seu livro, cita o exemplo da Toyota de da criação do modelo *just-in-time*, que o uso desta tecnologia pela Toyota não impede outras fabricantes de carro de usá-las.

Os modelos neoclássicos não foram capazes de explicar de onde vinha a tecnologia, os modelos de crescimento endógeno, vem com o intuito de explicar como surgia a tecnologia. Para Jones (2015), a maior contribuição da teoria de crescimento endógeno, “contribuição importante desse trabalho é o conhecimento de que o progresso tecnológico ocorre quando empresas ou inventores querem maximizadores de lucro procuram criar e melhores ratoeiras” (JONES, 2015, p. 85).

Romer em 1990 publica o seu artigo “*Endogenous Technological Change*”, no qual ele descreve o progresso tecnológico como o aumento de novos tipos de bens a disposição da economia. Para termos a compreensão do modelo de Romer (1990), precisa-se incorporar os elementos básico de seu modelo.

Um dos primeiros elementos do modelo de Romer (1990), o progresso técnico em países desenvolvidos ocorre devido a pesquisa e desenvolvimento (P&D), assim como no modelo de Solow (1956) o de Romer (1990), presente dois elementos principais, a função de produção e um conjunto de equações que descreve a os fatores de produção no longo prazo (JONES, 2015).

A função de produção agregada de Romer (1990) enuncia que o estoque de capital K , e o trabalho, L_y , se ajustam para gerar o produto, Y , empregando o estoque de ideias, A .

$$Y = K^\alpha (AL_y)^{1-\alpha}$$

A certo nível de tecnologia, A , a função de produção da equação terá retornos constantes de escala para K e L_y , admitindo-se que as ideias entrar como insumos da produção, a função expressará retornos crescentes (JONES, 2015).

Romer (1990) em sua teoria apresenta que a função de produção tem que apresentar retornos crescentes de escala em relação a “três insumos: se você duplicar

o capital, o trabalho e o estoque de ideias, obtendo assim o dobro do produto” (JONES, 2015, p. 87).

A equação da acumulação de capital é igual ao do modelo de Solow, que tem como pressuposto, que o acúmulo de capital, ocorre à medida que as pessoas renunciam do consumo a uma taxa, S_K , deprecia-se à taxa exógena δ (JONES, 2015).

$$\dot{K} = S_K Y - \delta K$$

Romer (1990) descreve em seu modelo que $A(t)$ é o estoque de conhecimento que ocorreram em qualquer ponto do tempo. \dot{A} representa a variável que representa o número de pessoas empenhadas para descobrir novas ideias, L_A .

$$\dot{A} = \bar{\theta} L_A$$

Na equação acima, pode-se observar que \dot{A} , é o número de pessoas que se esforçam para descobrir novas ideias é igual a θ a taxa que elas descobrem novas ideias multiplicado por L_A , sendo assim $\bar{\theta}$, é um função decrescente de A (JONES, 2015).

Para que se suceda o crescimento econômico no modelo de Romer (1990), é essencial que o produto per capita em razão do capital trabalho, e o estoque de ideias cresçam todos a mesma taxa, sem o progresso tecnológico não há crescimento econômico.

$$g_y = g_k = g_A$$

Em seu modelo, Romer (1990) pressupõe para que haja crescimento econômico, é essencial que o crescimento dos pesquisadores seja igual ao crescimento populacional, além dos fatores como crescimento populacional e de pesquisadores o aumento de capital também é essencial para o crescimento.

Na economia do modelo de Romer (1990) é dividida em três setores, o de bens finais, intermediários e de pesquisa. O setor de pesquisa é aquele que o inventor cria

ideias e com o uso da patente venda essas ideias para os monopolistas do setor intermediário, que por sua vez produz bens com essas ideias e vendem para o setor de bens finais, os empresários aqui fazem a combinam capital e trabalho para gerar um bem homogêneo (JONES, 2015).

Uma das grandes diferenças do modelo neoclássico para o endógeno é a formato da curva da função de produção enquanto no modelo neoclássico o produto marginal é decrescente, no modelo endógeno o produto marginal é constante e o capital é o único fator, a curva do modelo de Romer (1990) apresenta uma linha reta.

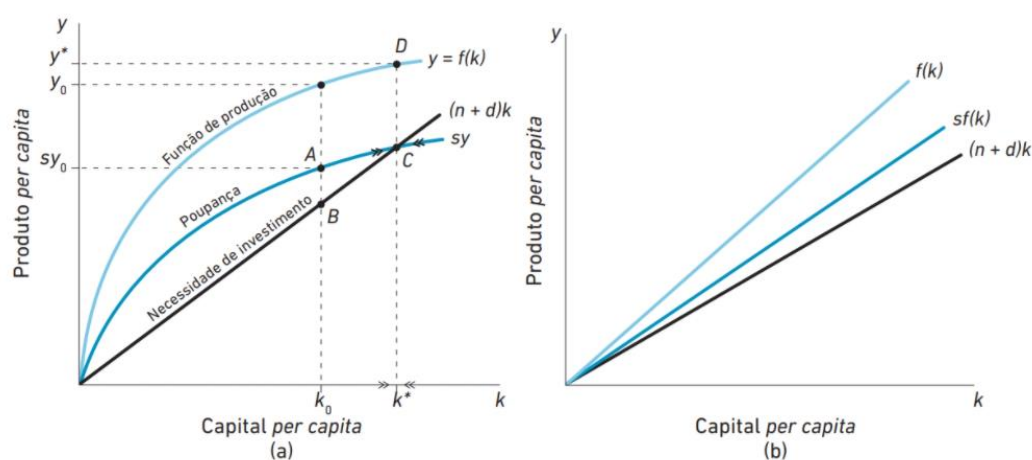


Figura 15 — Crescimento econômico modelo de Solow x Romer.

Fonte: Dornbusch *et al.* (2013).

Esse modelo de crescimento econômico ficou conhecido como o modelo AK cujo produto é proporcional ao estoque de capital, transformando o produto marginal em uma constante α .

$$Y = aK$$

Neste modelo, a taxa de poupança é constante em s , não há crescimento populacional e nem depreciação, assim toda a poupança será direcionada para o estoque de capital. A taxa de crescimento do capital será igual à da poupança, e quanto maior a taxa da poupança maior será o crescimento do produto. Neste modelo o país sempre poderá crescer e não terá estado estacionário desde que os investimentos aumentem.

Uma das maiores contribuições de Romer (1990) e Lucas (1988), foi a incorporação do capital humano e dos *spillovers* (transbordamento de conhecimento) como fontes do crescimento econômico. O efeito do transbordamento de conhecimento é essencial para que ocorra o crescimento econômico, pois são por meio deles que um empresário pode se apropriar das novas ideias.

...treatment of knowledge spillovers from capital investment and assumed that each unit of capital investment not only increases the stock of physical capital but also increases the level of the technology for all firms in the economy through knowledge spillovers. I also assumed that an increase in the total supply of labor causes negative spillover effects because it reduces the incentives for firms to discover and implement labor-saving innovations that also have positive spillover effects on production throughout the economy (ROMER, 1994, p. 7).

2.4.3.3.2 Modelo de Crescimento Schumpeteriano

O modelo de crescimento schumpeteriano, foi desenvolvido por Aghion e Howitt (1992) e Grossman e Helpman, eles usaram como base a teoria de Joseph Schumpeter de 1930 que inseriu a teoria da destruição criativa e como as inovações tecnológicas.

Neste modelo a função de produção é semelhante à de Solow com a diferença que as ideias são indexadas por i , conforme i se eleva o A_i .

$$Y = K^\alpha (A_i L_y)^{1-\alpha}$$

Segundo Jones (2015), as inovações acontecem em etapas, por este motivo o desenvolvimento da variável A é descrito por duas partes. A primeira equação é para quantificar o tamanho da inovação que é constante, γ é o tamanho do aumento da produtividade.

$$A_{i+1} = (1 + \gamma)A_i$$

$$\frac{A_{i+1} - A_i}{A_i} = \gamma$$

A segunda equação é a representação da taxa de uma inovação para outra, como o crescimento ocorre somente quando há inovações então é necessário saber qual está sendo a taxa de crescimento das inovações (JONES, 2015).

O crescimento desse modelo é dependente do número de inovações que ocorram na economia e para as inovações ocorrerem é essencial o esforço de pesquisa. As inovações no modelo de Schumpeter ocorrem de forma diferente do que no modelo de Romer.

Na abordagem Schumpeteriana de crescimento endógeno, o progresso tecnológico não é mais tratado como um aumento no número de tipos de produtos (inovação horizontal), mas sim, como aperfeiçoamentos na qualidade ou na produtividade de cada tipo de produto (inovação vertical). (ARRAES; NOGUERIA, 2015, p. 645)

Como no modelo de Romer há três setores na economia, pesquisa, bens intermediários e bens finais, outra semelhança com deste modelo é que a concorrência é imperfeita e há presença de retornos crescentes de escala.

Os modelos de crescimento endógeno, serviram para elucidar como surge a tecnologia, e como a formação do capital humano e dos investimentos em educação são essenciais para que um país cresça.

2.5 PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES

Messa (s.d) descreve que a produtividade é a medida que verifica o grau de eficiência agregada dos fatores de produção que cada economia possui. A produtividade total por fatores (PTF) segundo Ferreira, *et al.* (2013, p. 8) “é uma medida da eficiência agregada da economia, que inclui a tecnologia e a eficiência da alocação dos fatores de produção”.

O surgimento da PTF, segundo Barreto (2014) ocorre no modelo de Solow (1956) em seu artigo Solow descreve que o estoque de capital possui retornos decrescentes de escala e a taxa de crescimento de longo prazo passa a ser determinada pela taxa exógena de crescimento da produtividade total de fatores (PTF), o aumento da produtividade total por fatores é o diferencial que faz com que uns países cresçam mais que os outros.

A descoberta da PTF e a sua importância foi descrita por Solow (1956) com a chamada teoria contabilidade do crescimento, em sua teoria Solow demonstra que a

produtividade total de fatores foi essencial para o crescimento de países e está medida é a que diferencia as taxas de crescimento das nações. Ferreira *et al.* (2013) demonstra a importância da PTF para o crescimento da China, “a taxa do crescimento da produtividade foi de 2,5% a.a. e contribuiu com 43% do crescimento do produto por trabalhador.”

Ao verificar a equação da renda per capita, pode-se observar a importância da produtividade, onde Y representa o produto, N é a população e L é a força de trabalho (FERREIRA *et al.*, 2013).

$$\frac{Y}{N} = \left(\frac{Y}{L}\right)\left(\frac{L}{N}\right)$$

Figura 16 — Equação renda per capita.

Fonte: FERREIRA *et al.* (2013, p. 8).

Para realizar o cálculo da PTF utilizar-se-á como base a função de produção do modelo de Solow.

$$y_t = A_t k_t^\alpha h_t^{1-\alpha}$$

Figura 17 — Equação do Modelo de Solow

Fonte: Ferreira *et al.* (2013, p.9)

Ao se decompor a equação de produção y descreve-se o produto por trabalhador, k o capital físico por trabalhador e h é o capital humano por trabalhador e A é a produtividade total de fatores, α simboliza a elasticidade do produto em relação ao capital (FERREIRA *et al.*, 2013).

Decompondo a equação novamente obtemos a equação da PTF que é calculada como o resíduo dos insumos usados para a produção de bens.

$$A_t = \frac{y_t}{k_t^\alpha h_t^{1-\alpha}}$$

Figura 18 — Equação decomposta da PTF.

Fonte: Ferreira *et al.* (2013, p. 9)

Segundo Ferreira *et al.* (2013), que o aumento da PTF faz com que ocorra o processo de acumulação de capital, conforme certa taxa de poupança a elevação do produto em consequência ao aumento da PTF faz com que ocorra uma expansão do investimento, para Solow (1956) esse é um efeito que ocorre por meio da expansão da PTF outro efeito derivado deste aumento é elevar a produtividade do trabalho, por meio do avanço tecnológico. Ao decompor toda a contabilidade do crescimento fica notável a importância da PTF para o crescimento dos países. Ferreira *et al.* (2013) apresenta uma tabela a qual demonstra a decomposição do crescimento e quanto cada variável contribuiu para que isso ocorresse.

Na tabela abaixo, pode-se notar como a PTF afetou o crescimento das regiões selecionadas, no Leste Asiático, o produto por trabalhador (y) foi de 4,3% e a PTF (A) foi de 2,5%, ou seja, ela contribuiu com 59% para o crescimento do produto, o capital humano contribuiu com 27% para este aumento.

Na América Latina, conforme mostra a Tabela, apresentou um produto por trabalhador de 1,0% e uma PTF de -0,4%. Ao ver a Tabela, verifica-se que quanto maior foi a PTF, o desempenho do produto por trabalhador aumentou.

TABELA 1.6 Decomposição alternativa do crescimento do produto por trabalhador (1960-2009) – regiões e países selecionados (em %)

	y	CONTRIBUIÇÃO PARA O CRESCIMENTO		
		k/y	h	A
Leste Asiático	4,3	0,6 (15)	1,1 (27)	2,5 (59)
Sul da Europa	2,9	0,5 (17)	1,2 (40)	1,2 (42)
Sul da Ásia	2,0	0,9 (44)	1,5 (73)	-0,3 (-17)
Europa Ocidental	2,0	0,3 (17)	0,8 (41)	0,8 (41)
Países de língua inglesa	1,6	0,3 (23)	0,6 (35)	0,7 (42)
Caribe	1,5	0,0 (-3)	1,0 (68)	0,5 (35)
Oriente Médio	1,4	0,6 (43)	1,5 (109)	-0,7 (-52)
América Latina	1,0	0,2 (16)	1,2 (118)	-0,4 (-34)
África Subsaariana	1,0	0,3 (31)	1,4 (132)	-0,7 (-63)
China	5,7	0,0 (1)	1,5 (27)	4,1 (72)
Coreia do Sul	4,3	1,5 (36)	1,5 (35)	1,3 (30)
Japão	3,2	1,4 (43)	0,6 (19)	1,2 (38)
Índia	3,0	0,6 (20)	1,4 (47)	1,0 (33)
Brasil	1,5	0,3 (22)	1,5 (101)	-0,4 (-24)
Estados Unidos	1,5	0,4 (29)	0,6 (42)	0,4 (29)
Mundo	1,8	0,4 (23)	1,2 (67)	0,2 (10)

Fonte: Penn World Table 7.0, Barro e Lee (2010) e cálculo dos autores.

Obs.: A tabela apresenta a taxa de crescimento anual média do produto por trabalhador (y) e as contribuições anuais médias das fontes de crescimento: relação capital-produto (k/y), capital humano por trabalhador (h) e PTF (A). Valores entre parênteses indicam as contribuições relativas de cada fonte de crescimento.

Tabela 2 — Decomposição do crescimento econômico.

Fonte: Ferreira *et al.* (2013, p. 16)

Com a tabela 2, observa-se a importância da PTF para que os países possam crescer, tendo uma significância mostrando porque países possuem taxas diferentes de crescimento.

3 ANÁLISE DA INOVAÇÃO ENTRE 2005 E 2017 E SEUS EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O TEMA DE PESQUISA

A evolução do nível de crescimento econômico dos Estados brasileiros nos últimos anos é, sem dúvida, um dos objetos de análise mais instigantes que figuram entre publicações referentes a esta literatura e ramo da economia.

Os determinantes de tal evolução se tornam verdadeiras ferramentas de exploração para que economistas discutam sua importância relativa na contribuição para o desenvolvimento das unidades da Federação (AZZONI, 2000).

No cerne das teorias econômicas está a inovação, como um ponto de partida para a compreensão da existência de estados ou regiões mais desenvolvidas e outras mais pobres dada a existência de determinada endogeneidade de fatores e não pelas variáveis exógenas, normalmente abordadas nos modelos de crescimento (AZZONI, 2000).

O crescimento econômico exógeno é descrito como sendo de longo-prazo, considerando uma taxa determinada por forças externas ao sistema econômico, sendo que, os agentes econômicos (empresas e consumidores) consideram que a tecnologia disponível não é afetada pelas ações das empresas, incluindo Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) (JONES, 1998).

No mesmo contexto, o crescimento econômico endógeno é também de longo-prazo, mas, a uma taxa que é determinada por forças internas ao sistema econômico, particularmente, as forças governam as oportunidades e os incentivos para a criação de conhecimento tecnológico (JONES, 1998).

3.1.1 Os Investimentos sobre Inovação no Brasil

Os investimentos sobre inovação no Brasil segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, se divide em duas áreas em dispêndios com P&D e com ACTC, são essas áreas que completam os gastos com ciência e tecnologia no Brasil, os dispêndios feitos com C&T são a somatória do dispêndio público e empresariais.

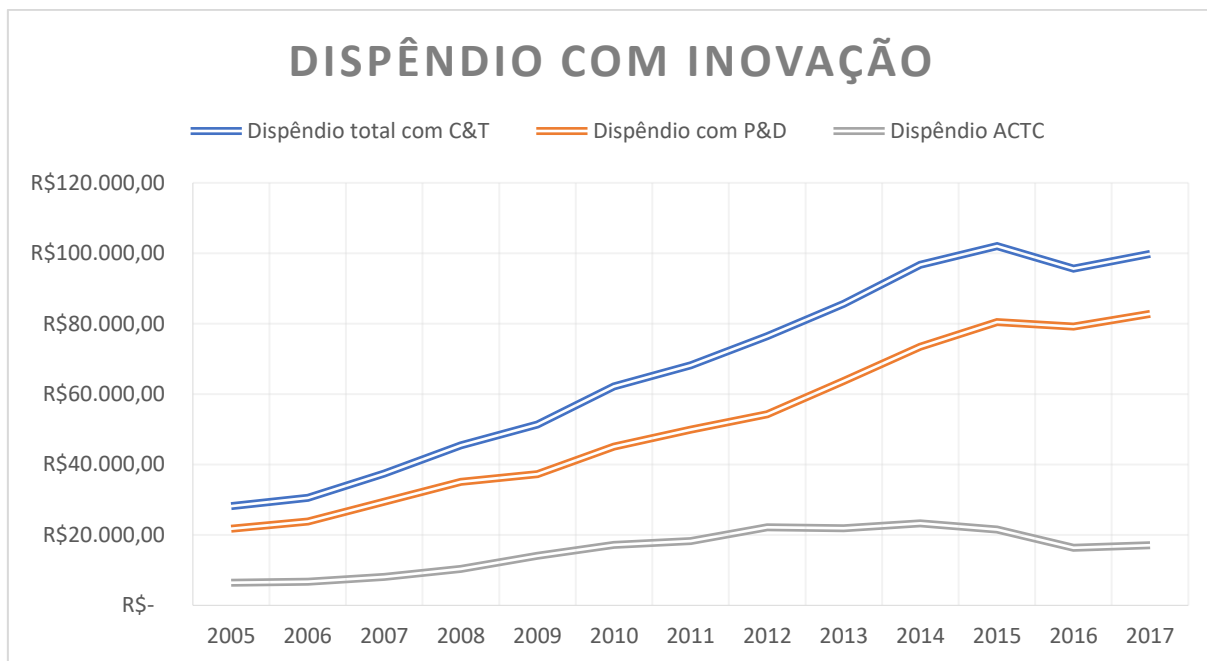


Figura 19 — Dispêndio com inovação

Fonte: adaptado de MTCI (2020)

Os dispêndios com C&T, no Brasil, aumentaram nos anos estudados, o aumento destes investimentos deve a mudança da economia mundial a guerra entre países e empresas para saber quem vai investir mais em tecnologia para impulsionar a sua economia, se tornar mais competitivo e líder de mercado, impulsionou os investimentos em inovação no mundo a cada vez mais países traçam políticas públicas para impulsionar a inovação.

No Brasil, percebe-se que houve um aumento nos investimentos com C&T, entretanto o número de patentes no Brasil não aumentou tanto quanto os investimentos (MCTI, 2019). A política de fomento no Brasil ainda apresenta muitas falhas, por mais que o Brasil gaste mais com inovação do que o Canadá, ele apresenta um número muito inferior de patentes registradas (MCTIC, 2019). O caso de sucesso do Brasil na área de fomento a inovação foi a Embrapa que cria tecnologias voltada para o aumento da produtividade na agricultura.

3.1.1.1 Investimentos com P&D

O P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) “é uma atividade ligada a certo número de outras atividades fundamentadas” (MANUAL FRASCATI, 2013, p. 24). O manual de Oslo considera o P&D um insumo, em setores como o de alta tecnologia a pesquisa

e desenvolvimento detêm um papel cardial em atividades de inovação. O Manual Frascati (2000, p. 99-101) distingue o P&D em três categorias:

- Pesquisa Básica: “são os trabalhos experimentais ou teóricos realizados com o objetivo de adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos dos fenômenos e fatos observáveis, sem considerar uma determinada aplicação ou um uso em particular, ela analisa as propriedades e estruturas.”
- Pesquisa Aplicada:” igualmente em trabalhos originais empreendidos com a finalidade de adquirir conhecimentos novos. No entanto, ela é dirigida principalmente a um objetivo ou um determinado propósito prático”.
- Desenvolvimento experimental: “consiste em trabalhos sistemáticos baseados nos conhecimentos existentes obtidos por pesquisa e/ou experiência prática, tendo em vista a fabricação de novos materiais, produtos ou dispositivos, para estabelecer novos processos, sistemas e serviços ou melhorar consideravelmente os já existentes.”

A pesquisa e desenvolvimento ganhou um grande destaque com os estudos de Romer (1990), em sua teoria Romer cita a importância dos gastos em P&D para que um país obtenha um crescimento econômico de longo prazo sustentável, seria por meio do capital humano e do estoque de conhecimento, que países desenvolvidos se tornam cada vez mais desenvolvidos.

Os maiores dispêndios são com inovação no Brasil são feitos para na área de P&D consomem a maior parte do dinheiro gasto com ciência e tecnologia os dispêndios feitos em P&D são de suma importância para o crescimento de empresas segundo (MORAES, 2018, p. 31):

Investir em Pesquisa e Desenvolvimento está relacionado com a capacidade da empresa de ser inovadora, a qual proporciona uma base de sustentação para a viabilização dos projetos inovadores que necessitam desenvolver, resultando em benefícios econômicos, como a elevação nas vendas e nos lucros (MORAES, 2018, p. 31).

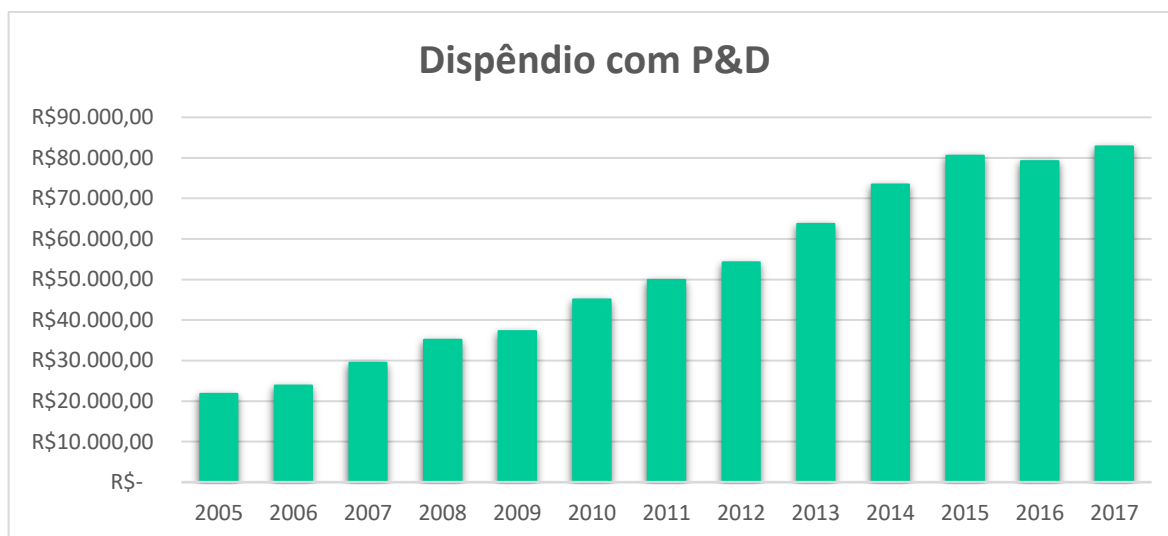


Figura 20 — Dispêndio com P&D

Fonte: adaptado de MTIC (2020)

Em comparação a outros países, o Brasil apresenta um baixo nível investimento em P&D, a somatória dos investimentos em inovação do Brasil representa cerca de 1% do PIB, sendo que a maior parte é financiada pelo Estado, dados do MTIC demonstram a trajetória do investimento em inovação se manteve em alta até 2015 tendo uma leve queda em 2016 devido à crise econômica enfrentada pelo país, mas os investimentos retornaram a subir em 2017.

Segundo Romer (1990), Aghion e Howitt, teóricos que criaram os modelos endógenos de crescimento para explicar as falhas do modelo neoclássico, dissertaram em suas teorias a importância dos investimentos em P&D são necessários para o crescimento econômico.

3.1.1.2 Investimentos com Atividades Científicas e Técnicas Correlatadas

As atividades científicas e técnicas correlatadas (ACTC), são os dispêndios que segundo os manuais da OCDE e da UNESCO não entram na conta dos gastos com P&D, que representam os gastos com serviços de informação científica e técnica, coleta de dados de interesse geral, ensaios de trabalhos normativos, estudo da viabilidade, cuidados especializados, tratados relativos as marcas e patentes, estudos de natureza política, outras atividades industriais e de inovação, produção e atividades técnicas conexas, administração e outras atividades de suporte, atividades limitadas ao financiamento para P&D e atividades de apoio indireto.

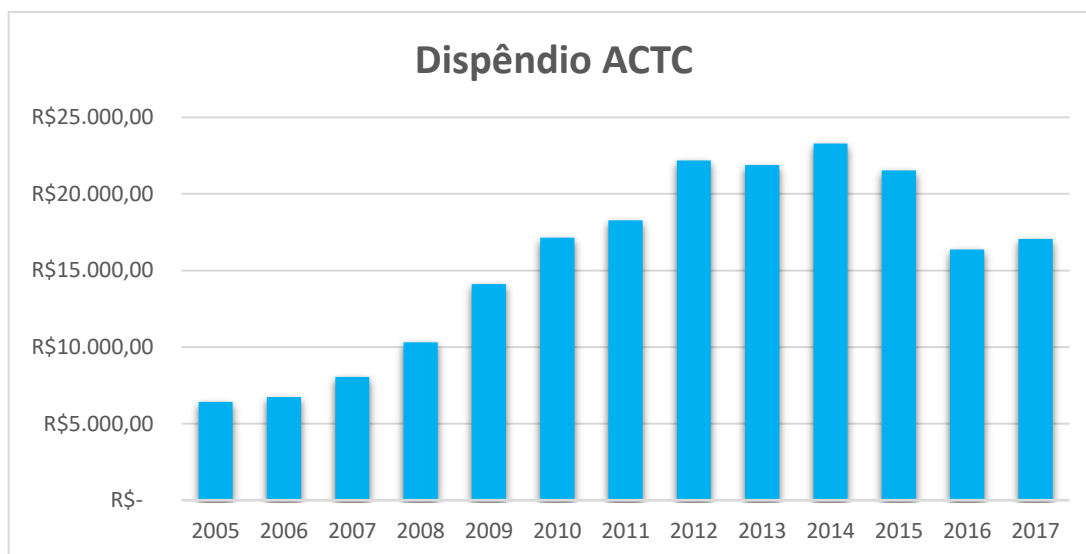


Figura 21 — Dispêndio ACTC

Fonte: Adaptado de MTCI (2020)

As ACTC são de suma importância para a manutenção das atividades de inovação, são elas que mantêm que mantêm a estrutura do desenvolvimento da C&T.

3.2 O CRESCIMENTO ECONÔMICO DO BRASIL NOS ANOS DE 2005 A 2017

O PIB real é a soma de todos os bens produzidos no Brasil descontada a inflação, ao observar Gráfico 22, verificou-se que o PIB brasileiro, durante esses anos o crescimento da economia brasileiro foi impulsionado pelo aumento da demanda, e expansão do mercado de crédito e de trabalho. Tais incentivos econômicos só funcionam no curto prazo, como pode-se observar no Gráfico 22, o crescimento brasileiro desacelerou depois a crise de 2008, mesmo o governo aumentando a demanda agregada, com a criação de programas de incentivo a construção civil, e empresas estatais. Os efeitos dessas políticas econômicas tornaram-se a causa da crise econômica de 2014.

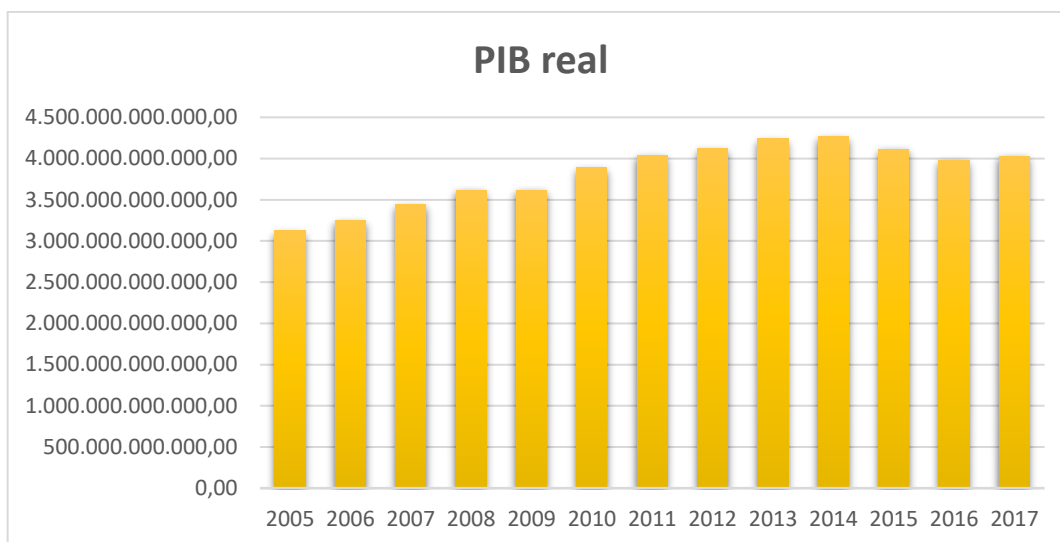


Figura 22 — PIB real

Fonte: Adaptado de OCDE DATA (2020)

O crescimento da economia brasileira, na última década, foi de -0,1%, segundo a FMI enquanto outras economias emergentes alcançaram um crescimento de 4%. Outro grande efeito da política expansionista, foi o alto endividamento do Estado e da população brasileira, com todos os problemas no baixo desempenho econômico brasileiro o debate sobre a produtividade brasileira.

Por mais que o Brasil tenha enfrentado uma época de crescimento econômico boa durante 2000-2013, quando se olha para os outros países do BRICS observamos que o crescimento brasileiro não foi tão alto assim.

Mendes (2014), em seu livro “Por que o Brasil cresce pouco”, cita as fontes do baixo crescimento econômico, entre essas fontes estão o aumento do gasto público, tributação alta, infraestrutura ruim e baixo nível de mão de obra.

Segundo Giambiagi (2017), para que o Brasil cresça e consiga se desenvolver é necessário implementar várias reformas, como a da previdência, tributária, administrativa, e a abertura do comércio para acabar com os monopólios e com empresas que são ineficientes e continuam funcionando, tornando a economia de países subdesenvolvidos pouco produtiva.

Nos países subdesenvolvidos, a excessiva proteção de empresas menos eficientes deprime a produtividade. No caso do Brasil, por exemplo, a distribuição de empresas por tamanho revela uma concentração surpreendente de empresas pequenas, antigas e pouco produtivas. O resultado é a menor produtividade média na maioria dos setores e a menor geração de renda por trabalhador (GIAMBIAGI, 2017, s.p).

Para que o Brasil volte a crescer é necessário fazer reformas profundas, para que transformem o ambiente econômico brasileiro, melhorar a infraestrutura e aumentar a produtividade.

A agenda para a retomada do crescimento passa por reformas no regime tributário e trabalhista, nas normas de comércio exterior, na regulação dos setores de infraestrutura e na redefinição do estímulo à inovação, além de um ambiente de negócios que permita maior eficiência na abertura e fechamento das empresas (GIAMBIAGI *et al.*, 2017, s.p).

O grande desafio do Brasil é a implementação dessas reformas e fazer uma política pública voltada para o fomento da inovação.

3.3 PRODUTIVIDADE TOTAL POR FATORES NO BRASIL

Como já descrito na seção dois deste trabalho, a PTF tem uma ligação com o crescimento econômico e com o aumento da renda per capita.

Giambiagi em seu livro “O Desenvolvimento econômico uma perspectiva brasileira” de 2013, nos mostra como a PTF foi substancial para o desenvolvimento dos tigres asiáticos, para os autores Ferreira *et al.* (2013, p. 13) a “PTF teve papel fundamental para explicar diferenças de crescimento entre os países e, em particular, foi determinante para a trajetória de sucesso dos países do Leste Asiático”.

Além de explicar o aumento de renda dos países do leste asiático a PTF, demonstra porque o crescimento brasileiro está estagnado enquanto na Coreia do Sul o crescimento da PTF foi de 4,4 nos anos de 1980-2009, no Brasil essa taxa foi de -0,6. No gráfico abaixo podemos ver a PTF por pessoal ocupado e a sua trajetória durante os anos de 2005-2017 (FERREIRA *et al.*, 2013).

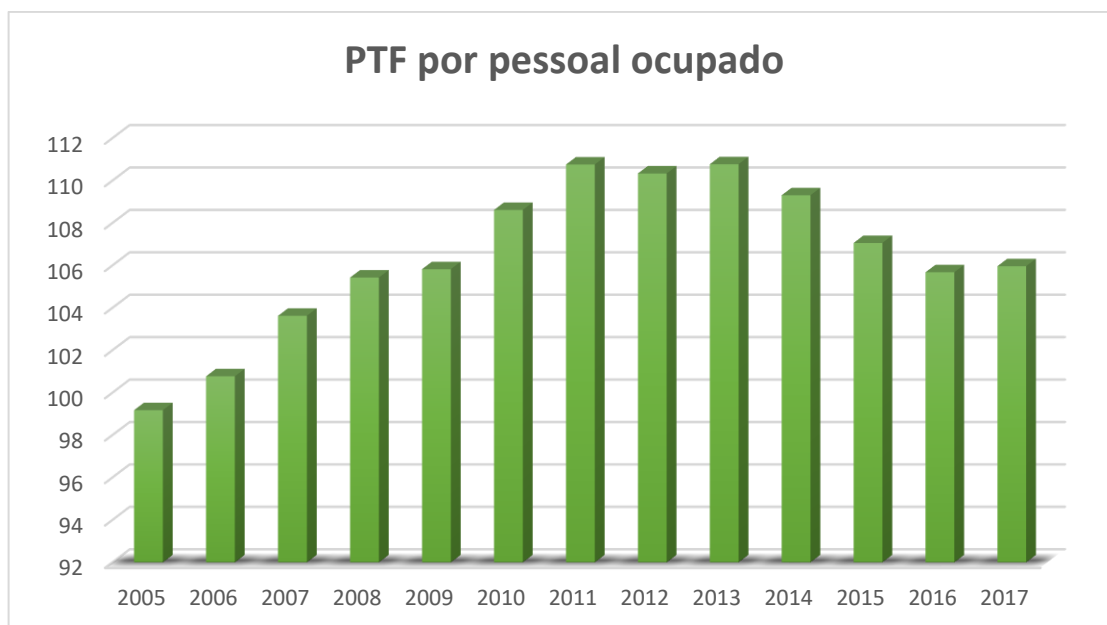


Figura 23 — Evolução da PTF.

Fonte: adaptado de IBRE.

A PTF brasileira aumentou durante os anos de 2005 – 2011, porém quando olhamos para o cenário internacional um trabalhador brasileiro produz $\frac{1}{4}$ do que um americano, segundo Giambiagi (2017) um dos fatores para que isso ocorra é que o Brasil tem pouca abertura comercial.

A evidência empírica indica a relevância do comércio exterior para ganhos de produtividade. A redução de barreiras tarifárias e não tarifárias permite que as empresas tenham acesso a insumos e bens de capital mais eficientes, e resultam em maior competitividade das empresas locais, com aumento da sua participação nas exportações (GIAMBIAGI, 2017, s.p).

O aumento da produtividade brasileira depende de fatores como a diminuição da taxa de importação, e permitir que empresas pouco eficientes possam falir é com esse ciclo que a economia brasileira irá progredir.

A retomada do crescimento requer reformas que retirem as restrições ao processo, ainda que nem sempre fácil, de criação e destruição de empresas e de empregos, estimulando o aumento da produtividade. Essa agenda implica valorizar a concorrência, permitindo que empreendedores explorem novas oportunidades e que os consumidores sejam protegidos nos conhecidos casos de falhas de mercado (GIAMBIAGI *et al.*, 2017, s.p).

3.4 METODOLOGIA

Este trabalho se propõe a explicar como os investimentos em inovação e a PTF impactaram o crescimento do Brasil. A pesquisa ocorreu nos anos de 2005 a 2017 e a metodologia utilizada foi a regressão linear simples. Os dados dos investimentos em C&T foram retirados do site do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI, 2020), os dados do PIB brasileiro foram obtidos por meio da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento (OCDE, 2020).

3.4.1 Modelo de Regressão Linear Múltipla

Um dos métodos usados para se estimar qual a correlação presente entre as variáveis investimento em inovação, produtividade total dos fatores (PTF) e o crescimento brasileiro que utilizamos o PIB como variável para se metrificar tal parâmetro, foi a regressão linear múltipla, que é muito empregada por estatísticos e economistas para medir o grau de correlação das variáveis presentes no modelo.

O modelo de regressão linear foi criado por Francis Galton, ao fazer um estudo sobre a altura de pais e filhos tendem a média universal, que foi confirmada por Karl Pearson (GUJARATI, 2011).

Segundo Gujarati (2011), a interpretação da regressão linear mudou bastante da primeira visão apresentada por Galton e Pearson.

A análise de regressão diz respeito ao estudo da dependência de uma variável, a variável dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as variáveis explanatórias, visando estimar e/ou prever o valor médio (da população) da primeira em termos dos valores conhecidos ou fixados (em amostragens repetidas) das segundas (GUJARATI, 2011, p. 39).

A equação da regressão linear múltipla é composta por duas variáveis uma explicativa e uma dependente e um termo de erro.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon_i$$

$Y_t =$ Variável dependente

β_0 = Intercepto

β_1 = Coeficiente da inclinação

X_1 = Variável independente

β_2 = Coeficiente da inclinação

X_2 = Variável independente

ε_i = Erro aleatório

A análise de regressão múltipla é muito usada para a análise econômica, pois podemos fazer uma análise mais completa, para Wooldridge (2016, p.70) “[...] o instrumento mais extensamente usado da análise empírica em economia e em outras ciências sociais”.

[...] é mais receptiva à análise ceteris paribus, pois nos permite controlar explicitamente muitos outros fatores que, de maneira simultânea, afetam a variável dependente. Isso é importante tanto para testar teorias econômicas quanto para avaliar efeitos da política quando devemos nos basear em dados não experimentais (WOOLDRIDGE, 2016, p. 70).

As variáveis dependentes são as variáveis a serem estimadas por meio de um modelo de regressão; portanto, são variáveis endógenas. Variáveis explicativas são variáveis independentes, utilizadas para prever as variáveis dependentes. No modelo utilizado para fazer a análise dos dados, a variável dependente é o PIB do brasileiro e a explicativa são os investimentos feitos em C&T e a produtividade total por fatores (PTF).

Para se fazer a estimação dos parâmetros em modelos econométricos o método mais usado é o dos mínimos quadrados ordinários (MQO). O MQO foi criado por Carl Friedrich Gauss um matemático alemão, com o intuito de diminuir os resíduos, otimizando a soma dos quadrados e diferentes conjuntos.

Na segunda parte da análise dos dados foi executado uma série de teste para verificar se o nosso modelo era válido, teste como o Durbin-Watson, Jarque-Bera, homocedasticidade e multicolineariedade. Tais testes são de suma importância para o modelo, pois são eles que irão validar ou não.

3.4.2 Histograma e Teste de Normalidade

O teste de normalidade dos resíduos é importante para observarmos se os resíduos possuem uma distribuição normal, além da visualização do histograma também se utiliza o teste Jarque-Bera, que mede a normalidade dos resíduos, esses testes são essenciais para verificar se os resíduos são aleatórios, se sim o nosso modelo pode ser validado.

3.4.3 Teste de Homocedasticidade

O teste de homocedasticidade tem como objetivo condicional às variáveis explicativas, a variância do erro é constante. A homocedasticidade é importante pois quando os resíduos não apresentam pode afetar os estimadores de MQO. Como podemos observar na Figura 23(a) abaixo quando há presença de homocedasticidade as variâncias dos erros seguem constantes já na Figura 23(b) a variância dos erros são:

(a): Homocedasticidade

(b): Heterocedasticidade

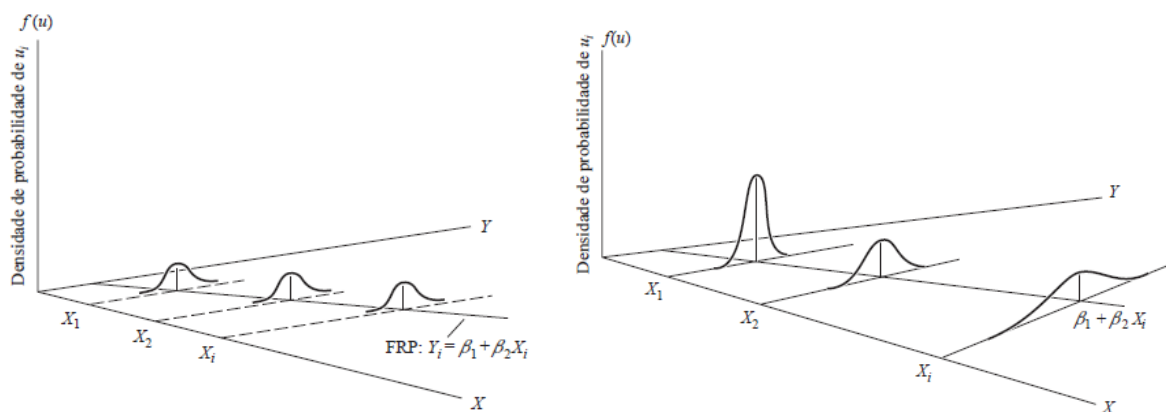


Figura 24 — Homocedasticidade e Heterocedasticidade.

Fonte: Gujarati (2011, p. 87-88)

O teste que foi utilizado para testar a hipótese de homocedasticidade, foi o Teste White que é um dos mais utilizados pois é de fácil aplicabilidade e não exige a hipótese de normalidade (GUJARATI, 2011).

3.4.4 Teste Durbin-Watson

O teste Durbin-Watson demonstra se há auto correlação entre os resíduos garantindo que os nossos resultados não sejam afetados. Segundo Gujarati (2011 *apud* Kendal *et al.*, 2011) diz que a autocorrelação é a “correlação entre integrantes de séries de observações ordenadas no tempo [como as séries temporais] ou no espaço [como nos dados de corte transversal]”.

Para Sobral e Mendes (2019, p. 11), a existência de autocorrelação “não afetará a ausência de tendenciosidade ou a consistência dos estimadores pelo MQO, mas interfere na eficiência, ou seja, eles deixam de ter variância mínima”.

O teste mais usado para demonstrar se há autocorrelação nos erros é o teste Durbin-Watson, criado pelos estatísticos Durbin e Watson, o teste é “a razão da soma das diferenças, elevadas ao quadrado, entre resíduos sucessivos e a SQR. ” (GUJARATI, 2011, p. 435), na Figura 25 pode-se ver as zonas de decisão do teste Durbin-Watson.

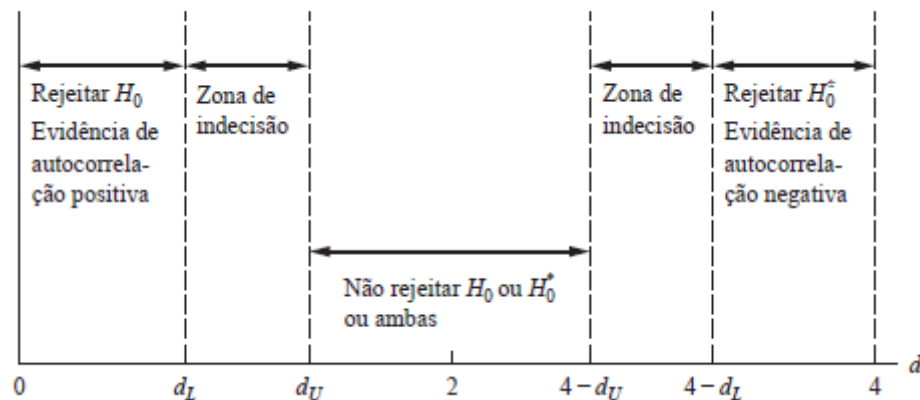


Figura 25 — Estatística d Durbin-Watson

Fonte: (GUJARATI, 2011. p. 436)

3.4.5 Teste Multicolinearidade

O teste de multicolinearidade tem como objetivo verificar se há correlação entre as variáveis independentes, podendo prejudicar a nossa interpretação do modelo.

Gujarati (2011, p. 330) refere se a multicolinearidade como “a existência de uma relação linear “perfeita” ou exata entre algumas ou todas as variáveis explanatórias do modelo de regressão. ” O termo foi transcrito pela primeira vez com

Ragnar Frish, no entanto o conceito de multicolinearidade sofreu algumas alterações a relação linear não precisa ser mais “perfeita”, atualmente utiliza-se em um sentido mais amplo, para verificar se há algum tipo de relação linear entre as variáveis independentes.

Para se fazer o diagnóstico de multicolinearidade, utilizar-se-á o teste de fator de inflação da variância (FIV), que retrata o aumento da variância por conta da multicolinearidade.

$$FIV = \frac{1}{(1 - r_{23}^2)}$$

Figura 26 — Equação FIV.

Fonte: Gujarati (2011, p. 337)

O valor do FIV varia de 1 até o infinito, quando o resultado é 1 significa que não existe multicolinearidade, maior que 1 significa multicolinearidade perfeita, Gujarati (2011, pág. 337) “... r_{23}^2 aproxima-se de 1, o FIV aproxima-se do infinito.”

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

O software utilizado para fazer o tratamento os dados foi o Eviews da 11ª edição, que é um software estatístico criado para auxiliar no processo de modelagem econométrica, podendo ser feitos todos os testes no mesmo ambiente.

4 RESULTADOS

Para a modelagem da amostra, utilizar-se-á regressão linear múltipla, o tratamento de dados será feito com o software Eviews da 11ª edição. Ao aplicar os dados na equação da regressão linear múltipla a representação matemática do modelo fica descrita como:

$$Pibreal = \beta_0 + \beta_{1inovação} + \beta_{2PTF} + \varepsilon$$

O Pib real vai depender dos investimento em inovação mais a produtividade total por fatores (PTF) e somando o termo de erros.

Estimando os dados de investimento em C&T, a PTF e o PIB real no modelo de regressão linear multiplica, e usando o software para tratamento de dados Eviews, obtém-se a seguinte representação do modelo.

Dependent Variable: PIB_REAL
 Method: Least Squares
 Date: 10/15/20 Time: 21:09
 Sample: 2005 2017
 Included observations: 13

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PTF	5.59E+10	3.32E+09	16.86356	0.0000
INOV	7674326.	446543.9	17.18605	0.0000
C	-2.65E+12	3.34E+11	-7.925501	0.0000
R-squared	0.994112	Mean dependent var	3.82E+12	
Adjusted R-squared	0.992934	S.D. dependent var	3.78E+11	
S.E. of regression	3.17E+10	Akaike info criterion	51.39884	
Sum squared resid	1.01E+22	Schwarz criterion	51.52921	
Log likelihood	-331.0924	Hannan-Quinn criter.	51.37204	
F-statistic	844.1784	Durbin-Watson stat	1.398639	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Figura 27 — Resultados Regressão Linear Múltipla.

O modelo aceito demonstra que , a produtividade por fatores e os investimentos em inovação como variáveis explicativas do PIB real, apresenta um R de 0,993, ou seja, isso expressa que há uma correlação positiva alta entre tais variáveis, sendo assim podemos dizer que as variáveis usadas conseguem explicar 99,3% do PIB real, ao nível de 5% de significância. Para que possa validar o modelo e dizer que os

investimentos em inovação e a produtividade por fatores, são correlacionados com o PIB real, tem-se que aplicar os pressupostos para a validação do modelo.

4.1 TESTE DE NORMALIDADE

Um dos pressupostos para a validação do modelo é que os resíduos tenham uma distribuição normal, como pode-se observar no gráfico acima os resíduos graficamente possuem uma distribuição normal, o teste Jarque-Bera também serve para demonstrar se há esta normalidade, porém, o teste perde a sua eficiência quando o número de amostrar é superior a 40.

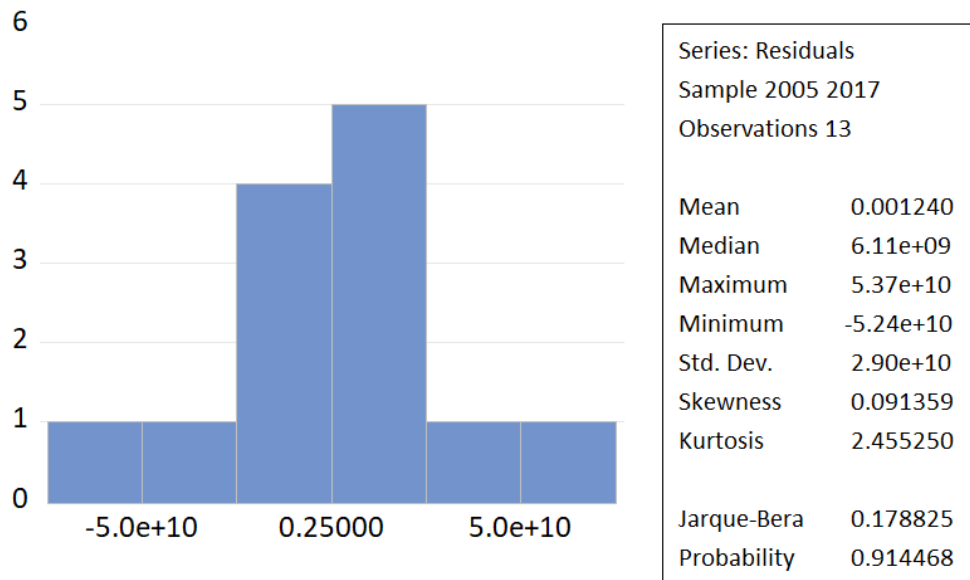


Figura 28 — Histograma e Jarque-Bera.

Fonte: Eviews

Como pode-se observar na Figura 28 do modelo possui uma distribuição normal quando olhamos para o histograma e o teste Jarque-Bera também nos mostra isso com uma probabilidade de 0.91.

4.2 TESTE HOMOCEASTICIDADE

O segundo teste a ser feito é o teste de homocedasticidade, ou seja, os erros têm que apresentar homogeneidade, e como pode-se notar, na Figura 29, que o p-

value é maior que 5% de significância, sendo assim o nosso modelo apresenta homocedasticidade, a variâncias dos erros são constantes.

Heteroskedasticity Test: White				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	1.046117	Prob. F(5,7)	0.4605	
Obs*R-squared	5.559636	Prob. Chi-Square(5)	0.3515	
Scaled explained SS	2.393686	Prob. Chi-Square(5)	0.7924	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/15/20 Time: 22:57				
Sample: 2005 2017				
Included observations: 13				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-9.65E+23	5.21E+23	-1.854691	0.1060
PTF^2	-1.04E+20	5.42E+19	-1.911139	0.0976
PTF*INOV	2.81E+16	1.45E+16	1.942110	0.0932
PTF	2.00E+22	1.06E+22	1.885275	0.1014
INOV^2	-3.13E+12	2.46E+12	-1.270945	0.2444
INOV	-2.53E+18	1.28E+18	-1.978138	0.0884
R-squared	0.427664	Mean dependent var	7.75E+20	
Adjusted R-squared	0.018853	S.D. dependent var	9.73E+20	
S.E. of regression	9.64E+20	Akaike info criterion	99.77695	
Sum squared resid	6.50E+42	Schwarz criterion	100.0377	
Log likelihood	-642.5502	Hannan-Quinn criter.	99.72335	
F-statistic	1.046117	Durbin-Watson stat	3.028516	
Prob(F-statistic)	0.460498			

Figura 29 — Teste Homocedasticidade.

4.3 TESTE DURBIN-WATSON

Para verificar se os nossos dados apresentam autocorrelação ou não, utilizar-se-á os dados na Figura 29. Observa-se que o nosso DW deu 1,39 ao fazer a consulta na tabela com o nível de significância 0,05, para um $k'=3$, obtém-se $dl=0,715$ e $du=1,81$. Como pode-se observar na Figura 30, o resultado se apresenta Durbin Watson está na zona de indecisão e não se pode dizer se há ou não autocorrelação nos erros.

Hipótese nula	Decisão	Se
Não há autocorrelação positiva	Rejeitar	$0 < d < d_L$
Não há autocorrelação positiva	Sem decisão	$d_L \leq d \leq d_U$
Não há autocorrelação negativa	Rejeitar	$4 - d_L < d < 4$
Não há autocorrelação negativa	Sem decisão	$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$
Nenhuma autocorrelação, positiva ou negativa	Não rejeitar	$d_U < d < 4 - d_U$

Figura 30 — Durbin-Watson.

Fonte: Gujarati (2011, p. 437)

4.4 TESTE FIV

Ao aplicar o teste FIV no modelo para verificar se há presença de correlação entre as variáveis independentes do nosso modelo, como pode-se observar na Figura 31 há presença de multicolineariedade em nosso modelo.

Variance Inflation Factors
Date: 10/20/20 Time: 09:22
Sample: 2005 2017
Included observations: 13

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
PTF	1.10E+19	1608.830	1.758050
INOV	1.99E+11	13.53986	1.758050
C	1.12E+23	1439.142	NA

Figura 31 — Teste de FIV.

Fonte: Eviews

O resultado da FIV foi de 1,75, sendo assim, o modelo possui multicolinearidade pequena, se o modelo obtivesse um valor entre 5 e 10 seria multicolinearidade alta. Segundo Gujarati (2011), a presença de multicolinearidade não afeta os estimadores de MQO são não viesados, não destrói a propriedade da variância mínima e é um fenômeno amostral. Leamer, Achen e Goldberger dissertam sobre o número de amostras e que o fato de ser um pequeno número de amostrar isso pode causar a multicolineariedade.

5 CONCLUSÃO

A inovação vem transformando o cenário do Brasil e do mundo, com mais investimentos nesta área países estão conseguindo alavancar o seu crescimento econômico, tem-se o exemplo da Coreia do Sul e a China que nos últimos anos alavancou o seu crescimento econômico, com investimentos na área de educação e inovação tecnológica, transformando os seus sistemas nacionais de inovação, aumentando a produtividade e assim impulsionando o crescimento econômico.

Este trabalho teve como objetivo compreender os efeitos dos investimentos em inovação e a produtividade total por fatores sobre o crescimento econômico brasileiro nos anos de 2005 a 2017. Como pode-se observar nos resultados há uma correlação positiva de 0,99 com o PIB real. O segundo objetivo deste trabalho foi mensurar os investimentos em inovação no Brasil. Observou-se que os investimentos em inovação vêm crescendo no Brasil, exceto nos anos de 2016 e 2017 por conta da crise econômica vivenciada.

Ao analisar todas as variáveis inseridas para fazer a modelagem desta teoria, notou-se que o impacto dos investimentos em inovação e a produtividade total por fatores, auxiliaram para o crescimento econômico, porém não se pode afirmar que são os únicos responsáveis para que o crescimento ocorra, há uma série de fatores que acarretam o crescimento econômico.

Tem-se que pontuar que o modelo utilizado no estudo apresenta falhas em algum teste como o de multicolaridade e o Durbin Watson, sendo assim o nosso modelo necessita de um arcabouço de amostras maiores, com mais variáveis que afetam o crescimento econômico, apresentar um teste de causalidade para que a nossa tese seja validada.

O levantamento de dados sofreu com algumas limitações falta de dados de variáveis que iriam ser empregadas no modelo, a população economicamente ativa e uma maior amostragem de dados e com mais anos a serem analisados e dados que foram utilizados no trabalho como PIB e PIB per capita, foram difíceis de achar a série histórica em sites oficiais brasileiros como o IBGE, os dados utilizados no trabalho tiveram que ser retirados do site da OCDE.

O Brasil é um país que inova pouco, pois há uma falta de investimento nessa área e de gestão, há falta de políticas públicas voltadas para o fomento da inovação.

Outro ponto importante é a alta volatilidade política e econômica brasileira que afetam ainda mais o cenário de inovação, pois como os investimentos exigidos para a implementação das inovações são de alto risco, empresários e investidores preferem um país cujo as flutuações econômicas e políticas não sejam tão severas.

Vale ressaltar que para melhorar as inovações no Brasil, é preciso entender o cenário brasileiro de inovação e ter o entendimento de quais são os pontos fortes e fracos, para que assim possam criar um sistema de inovação eficiente, que tragam todos os benefícios que as inovações causam para os países.

REFERÊNCIAS

..., Pedro Ferreira. **Desenvolvimento econômico: uma perspectiva brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

ABVCAP. **Dados da indústria de PE&VC referentes ao período 2011-2019**. Disponível em: <https://www.abvcap.com.br/Download/Estudos/4494.pdf>. Acesso em: 6 out. 2020.

AMAURY PATRICK GREMAUD, M. A. S. D. V. R. T. J. **Economia brasileira contemporânea**. São Paulo: Atlas, 2017.

ANDREASSI, T. **Gestão da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

ANDRESSA KAREN ROSSI, G. B. J. P. H. C. H. INOVAÇÃO FECHADA X INOVAÇÃO ABERTA: UMA ANÁLISE SOB O PONTO DE VISTA DO DESIGN, OUTUBRO 2017. Disponível em < http://www.coloquiomoda.com.br/coloquio2017/anais/anais/13-Coloquio-de-Moda_2017/CO/co_1/co_1_INOVACAO_FECHADA_INOVACAO_ABERTA.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2020

AZZONI, C. R.; et al. **Geografia e convergência de renda entre estados brasileiros**. Org. HENRIQUES, R. Desigualdade e pobreza no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 2000.

BARENGHEH, A.; ROWLEY, J.; SAMBROOK, S. **Rumo a uma ferramenta de mapeamento do tipo inovação**. 2011. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/002517411094446/full/html>>. Acesso em: 25 mai.2020.

BLANCHARD, O. **Macroeconomia**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BRASIL. **Lei nº 8.248/1991 DE 23 OUTUBRO DE 1991**. Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF Seção 1 - 24/10/1991, Página 23433. Coleção de Leis do Brasil - 1991, Página 2232 Vol. 5

BRASIL. **Lei nº10.973/2004 DE 2 DE DEZEMBRO 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF Seção 1 - 3/12/2004, Página 2

CARMEN FEIJÓ, R. L. **Contabilidade Social: a nova referência das contas nacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: the new imperative for creating and**. Boston: Harvard Business School, 2003.

CYRIL DEMARIA, R. S. **Introdução ao Private Equity**. São Paulo: Atlas, 2015.

DAMODAR N. GUJARATI, D. C. P. **Econometria Básica**. New York: AMGH, 2011.

DATA WORLD BANK. **GDP (constant LCU) - Brazil**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KN?locations=BR>. Acesso em: 19 fev. 2020.

DATA WORLD BANK. **GDP per capita (constant LCU) - Brazil**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KN?locations=BR>. Acesso em: 18 fev. 2020.

DUCKER, P. F. **Inovação e o Espírito Empreendedor**. São Paulo: Pioneira THOMSON, 2002.

DRUCKER, P. F. **A administração na próxima sociedade**. São Paulo: Nobel, 2002.

ELENICE DA SILVA MORAES, J. E. S. R. D. S. M. L. D. A. L. A RELAÇÃO DOS DISPÊNDIOS EM P&D E O CRESCIMENTO ECONÔMICO DO BRASIL: UMA ANÁLISE POR VETORES AUTO REGRESSIVOS. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, p. 27-43, 2018. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/RBGI/article/view/5704>>. Acesso em: 20 out. 2020

EUROSTAT, O. E. **MANUAL DE OSLO DIRETRIZES PARA COLETA E INTERPRETAÇÃO**. [S.l.]. 2005.

FEIJÓ, R. **Desenvolvimento econômico**. São Paulo: Atlas, 2007.

FURTADO, C. **Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico estrutural**. 3. ed., São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HANUSCH, Horst; CHAKRABORTY, Lekha S.; KHURANA, Swati. **Fiscal Policy, Economic Growth and Innovation: An Empirical Analysis of G20 Countries**. Working Paper, n. 883, p. 1-15, fev./2017. Disponível em: <http://www.levyinstitute.org/publications/fiscal-policy-economic-growth-and-innovation-an-empirical-analysis-of-g20-countries>. Acesso em: 29 jun. 2020.

HENRY CHESBROUGH, W. V. J. W. **Novas fronteiras em inovação aberta**. São Paulo: Edgard Blücher, 2017.

HOWITT, P. A. A. P. **THE ECONOMICS OF GROWTH**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2009.

JOE TIDD, J. B. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KALR MARX, F. E. **O Manifesto Comunista**. São Paulo: BOITEMPO, 1998.

KEITH PAVITT, J. B. T. **Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change**. West Sussex : John Wiley & Sons, 2005.

LEDA MARIA PAULANI, M. B. B. **A nova contabilidade social: uma introdução à macroeconomia**. São Paulo: Saraiva, 2012.

LEILYANNE VIANA NOGUEIRA, R. D. A. E. A. FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DE IDEIAS E CRESCIMENTO NO BRASIL E SUAS REGIÕES. **Economia Aplicada**, p. 641-678, 2015. Disponível em < <http://www.revistas.usp.br/ecoa/article/view/110728>>. Acesso em: 25 mar. 2020

LONGO, W. P. E. **O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DO BRASIL E SUAS PERSPECTIVAS FRENTE AOS DESAFIOS DO MUNDO MODERNO**: Coleção Brasil: 500 anos. 2. ed. Belém: Universidade da Amazônia, 2000.

MANKIW, N. G. **Introdução à economia**. São Paulo: Cengage, 2020.

MANKIW, N. G. **Macroeconomia**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARCELA BARBOSA DE MORAES, A. L. E. L. Expectations of FINEP and São Paulo Anjos Agents concerning the use of venture capital in technology-based small and medium enterprises. **Journal of technology management & innovation**, p. 64-64, 2013.. Disponível em < <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jotmi/v8s1/art64.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2020

MARCOS LISBOA, J. A. S. As dores do crescimento. In: FABIO GIAMBIAGI, M. F. D. A. J. **Retomada do crescimento: diagnóstico e propostas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

MARINS, L. M. **Economia, tecnologia e inovação: da teoria da firma à gestão da inovação tecnológica**. 2006. In: 30º Encontro da ANPAD. Salvador, set./2006. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2006-gctb-0794.pdf>>. Acesso em: 25 mai.2020.

MARINS, Luciana. **A mensuração da inovação: indicadores básicos**. 1. ed. Maputo: UNESCO, 2013.

MCGRAW, T. K. **O Profeta da Inovação**. Rio de Janeiro: Record, 2012.

MCTIC- MINISTÉRIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Indicadores C&T**. Disponível em: http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html. Acesso em: 26 fev. 2020.

MENDES, M. J. **Por que o Brasil cresce pouco?:** desigualdade, democracia e baixo crescimento no país do futuro. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MESSA, Alexandre. **Indicadores de Produtividade: uma breve revisão dos principais métodos de cálculo.** RADAR, Brasília, v. 28, n. 1, p. 17-26, ago./2013. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/130911_radar28.pdf. Acesso em: 29 out. 2020.

MILTONS, M. M. **Macroeconomia.** São Paulo: Saraiva, 2016.

OBSERVATÓRIO DA PRODUTIVIDADE REGIS BONELLI.IBRE FGV. **Indicadores anuais de produtividade total dos fatores 1981-2019.** Disponível em: <https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade/temas/indicadores-anuais-de-produtividade-total-dos-fatores-1981-2019>. Acesso em: 1 out. 2020.

OCDE. **Manual de Frascati: Metodologia proposta para levantamentos sobre pesquisa e desenvolvimento experimental.** [S.l.]. 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013

REIS, D. R. D. **Gestão da inovação tecnológica.** Barueri: Manole, 2008.

RESENDE, M. F. D. C.; GONCALVES, F. Uma extensão ao modelo Schumpeteriano de Crescimento Endógeno. **Estud. Econ.**, São Paulo, v. 36, p. 67-86, março 2006. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/ee/v36n1/v36n1a03.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

RICARDO, David; SANDRONI, Paulo. **Principios de economia politica e tributacao.** 2. ed. São Paulo: Nova Cultura, 1985.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ROMER, Paul M.. **Endogenous Technological Change.** The Journal of Political Economy, CHICAGO, v. 98, n. 5, p. 71-102, out./1990. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2937632?seq=1>. Acesso em: 10 set. 2020.

ROMER, Paul M.. **The Origins of Endogenous Growth.** The Journal of Economic Perspectives, Winter, v. 8, n. 1, p. 3-22, jan./1994. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2138148?seq=1>. Acesso em: 14 set. 2020.

RUDIGER DORNBUSCH, S. F. S. **Macroeconomia.** Porto Alegre: AMGH, 2013.

SCHERER, F. O.; CARLOMAGNO, M. S. **Gestão da inovação na prática: como aplicar conceitos e ferramentas para alavancar a inovação.** São Paulo: Atlas, 2016.

SMITH, Adam. **A Riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. 2. ed. São Paulo: Nova Cultura, 1985.

SOLOW, Robert M.. **A Contribution to the Theory of Economic Growth**. The Quarterly Journal of Economics, USA, v. 70, n. 1, p. 65-94, fev./1956. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1884513?origin=JSTOR-pdf&seq=1>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

SCHUMPETER, J. A. **TEORIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE LUCROS, CAPITAL, CRÉDITO, JURO E O CICLO ECONÔMICO**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

TROSTER, Tomás Roberto. **Indução e ciência em Aristóteles. 2015**. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.8.2016.tde-19082016-133155. Acesso em: 8 set.2020.