

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**Ciência, Tecnologia e Inovação: Externalidades  
Econômicas e Ambientais no Brasil**

Autor: Gerson João Valeretto  
Orientador: Prof. Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira



Campo Grande  
Mato Grosso do Sul  
Julho - 2019

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**Ciência, Tecnologia e Inovação: Externalidades  
Econômicas e Ambientais no Brasil**

Autor: Gerson João Valeretto  
Orientador: Prof. Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira

"Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco - Área de concentração: Sustentabilidade Ambiental e Produtiva Aplicada ao Agronegócio e Produção Sustentável".



Campo Grande  
Mato Grosso do Sul  
Julho – 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca da Universidade Católica Dom Bosco - UCDB, Campo Grande, MS, Brasil)

VI62c Valeretto, Gerson João

Ciência, tecnologia e inovação: externalidades econômicas e ambientais no Brasil/ Gerson João Valeretto; Orientador: Prof. Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira.--  
Campo Grande, MS : 2019.  
138 p.; 27 cm

Tese (doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande-MS, 2019

Inclui bibliografias

1. Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais - Brasil. 2. Agropecuária - Aspectos ambientais. 3. Agricultura - Inovação. I.Oliveira, Michel Angelo Constantino de. II. Título.

CDD: Ed. 21 -- 333.715



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
*Inspira o futuro*

**Ciência, Tecnologia e Inovação: Externalidades Econômicas e Ambientais  
no Brasil**

Autor: Gerson João Valeretto

Orientador: Prof. Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira

**TITULAÇÃO:** Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária

**Área de Concentração:** Sustentabilidade Ambiental e Produtiva.

APROVADO em 30 de julho de 2019.

Prof. Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira - UCDB

Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa - UCDB

Profa. Dra. Grasiela Edith de Oliveira Porfírio - UCDB

Prof. Dr. Rafael Martins Noriller - UFGD

Prof. Dr. Caio Luis Colanelli - UFGD

*Dedico esta tese de doutorado a todos que de alguma forma cooperaram para a construção deste estudo, em especial à minha família, aos meus amigos do dia a dia, e aos meus colegas do curso.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas condições que a vida me proporciona. Agradeço, sem segundo lugar, a minha família, por todo apoio e incentivo que sempre me deram.

Também, agradeço ao meu orientador professor Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira pela dedicação, atenção dada, assim como, pelo companheirismo e profissionalismo demonstrado durante o processo de meus estudos e pelas orientações fornecidas em todos os momentos de dificuldades que passei no decorrer do curso e da confecção da minha tese.

Agradeço a Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD e aos colegas professores da Faculdade de Administração, Economia e Ciências Contábeis – FACE por me proporcionarem condições para a realização do curso de doutorado.

Agradeço, aos colegas do curso e aos professores do programa de doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da UCDB.

Agradeço em especial as secretárias do programa de doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da UCDB por toda paciência e orientações acadêmicas a mim prestadas durante o período em que estudei neste curso.

Agradeço aos professores da banca examinadora, professores: Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira; Dr. Caio Luis Chiariello; Dra. Grasiela Edith de Oliveira Porfírio; Dr. Rafael Martins Noriller; e Dr. Reginaldo Brito da Costa, que aceitaram contribuir para a análise crítica do trabalho realizado. Muito obrigado pelo apoio em mais uma etapa da minha vida.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1 Objetivos geral e específicos</b> .....	2
<b>1.2 Estrutura do Trabalho</b> .....	4
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	6
<b>2.1 Fragmentos históricos da evolução da política brasileira no contexto da Ciência, Tecnologia e Inovação</b> .....	6
<b>2.2 Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil</b> .....	8
<b>2.3 Crescimento Econômico</b> .....	10
<b>2.4 PIB – Produto Interno Bruto X Crescimento Econômico</b> .....	12
<b>2.5 Crédito Bancário - BNDES</b> .....	13
<b>2.6 Gases Efeito Estufa (GEE) e mudanças climáticas</b> .....	15
<b>3 REFERÊNCIAS</b> .....	19
<b>Capítulo 1 - ARTIGO 1: Análise do impacto dos dispêndios em Ciência Tecnologia &amp; Inovação no crescimento econômico do Brasil.</b>	29
<b>RESUMO</b> .....	29
<b>ABSTRACT</b> .....	30
<b>1 Introdução</b> .....	31
<b>2 Revisão Bibliográfica</b> .....	32
<b>2.1 Ciência Tecnologia &amp; Inovação</b> .....	32
<b>2.2 Evolução Tecnológica no Brasil</b> .....	34
<b>2.3 Crescimento Econômico</b> .....	35
<b>2.4 Sistema Financeiro / Crédito Financeiro</b> .....	38
<b>3 Materiais e Métodos</b> .....	41

<b>3.1 Dados</b> .....	41
<b>3.2 Método de estimação</b> .....	42
3.2.1 Modelos Teóricos .....	43
<b>4 Resultados e discussão</b> .....	43
<b>4.1 Análise descritiva dos dados</b> .....	43
<b>4.2 Análise e discussão dos resultados Econométricos</b> .....	48
4.2.1 Análise dos resultados do Modelo 1 .....	49
4.2.2 Análise dos resultados do modelo 2 .....	52
<b>5 Conclusões</b> .....	54
<b>6 Referências</b> .....	55
<b>5 ARTIGO 2: Os Dispendios em Pesquisa &amp; Desenvolvimento (P&amp;D) causam Externalidades no Meio Ambiente? Evidências empíricas para o Brasil</b> .....	66
<b>RESUMO</b> .....	66
<b>ABSTRACT</b> .....	67
<b>1 Introdução</b> .....	68
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	69
<b>2.1 Tecnologia e Inovação na Economia</b> .....	69
<b>2.2 Pesquisa &amp; Desenvolvimento</b> .....	70
<b>2.3 Economia e emissões de CO<sub>2e</sub></b> .....	75
<b>3 Materiais e métodos</b> .....	76
<b>3.1 Dados</b> .....	76
<b>3.2 Modelo teórico</b> .....	78
<b>3.3 Método de estimação</b> .....	78
<b>4 Resultados e discussão</b> .....	79
<b>4.1 Análise descritiva dos dados</b> .....	79
<b>4.2 Análise e discussão dos resultados econométricos</b> .....	82
4.2.1 Análise e discussão dos resultados dos modelo 1 e 2 .....	83
4.2.1.1 Impactos dos dispendios em P&D do setor público nas emissões de CO <sub>2</sub> Agro .....	83
4.2.1.2 Impactos dos dispendios em P\$D do setor privado nas emissões de CO <sub>2</sub> Agro.....	84
4.2.1.3 Impactos dos desembolsos com crédito do BNDES nas emissões de CO <sub>2</sub> Agro .....	86
4.2.1.4 Impactos do Produto Interno Bruto <i>per capita</i> nas emissões de CO <sub>2</sub> Agro .....	86
<b>5 Conclusões</b> .....	87

<b>6 Referências</b> .....	88
<b>6 ARTIGO 3: Estimativa do Impacto dos Setores Produtivos nas Emissões de CO<sub>2</sub>e: Evidências para o Brasil (2000-2015)</b> .....	94
<b>RESUMO</b> .....	94
<b>ABSTRACT</b> .....	95
<b>1 Introdução</b> .....	96
<b>2 Emissões dos Gases Efeito Estufa -GEE</b> .....	98
<b>2.1 Emissões dos Gases Efeito Estufa - GEE pelo setor Mudanças no Uso da Terra – MUT</b> .....	98
<b>2.2 Emissões dos Gases Efeito Estufa – GEE pelo setor Energia</b> .....	100
<b>2.3 Emissões pelo setor de Processos Industriais</b> .....	102
<b>2.4 Emissões pelo setor de Tratamento de Resíduos</b> .....	103
<b>2.5 Emissões de Gases Efeito Estufa – GEE pelo setor Agropecuário</b> .....	104
<b>3 Materiais e Métodos</b> .....	106
<b>3.1 Dados</b> .....	107
<b>3.2 Modelos Teóricos</b> .....	108
<b>3.3 Método de Estimação</b> .....	109
<b>4 Resultados e Discussões</b> .....	110
<b>4.1 Análise Descritiva dos Dados</b> .....	110
<b>4.2 Análise Econométrica</b> .....	115
4.2.1 Análise do Modelo de Emissões Totais .....	116
4.2.2 Análise dos Modelos de Emissões Setoriais .....	117
4.2.2.1 Análise do Modelo 2 .....	119
4.2.2.2 Análise do Modelo 3 .....	120
4.2.2.3 Análise do Modelo 4 .....	121
4.2.2.4 Análise do Modelo 5 .....	122
4.2.2.5 Análise do Modelo 6 .....	123
<b>5 Conclusões</b> .....	126
<b>6 Referências</b> .....	127
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS</b> .....	137

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>ARTIGO 1</b>	
Figura 1 – Evolução dos Dispendios com P&D Público X Privado no Brasil (2000-2015) .....	45
Figura 2 – Evolução dos desembolsos do BNDES X Dispendios com P&D (Público e Privado), Brasil (2000-2015) .....	46
 <b>ARTIGO 2</b>	
Figura 1 - Evolução anual das variáveis .....	81
 <b>ARTIGO 3</b>	
Figura 1 – Comparativo da evolução percentual entre 2000 a 2015 das emissões anuais de CO <sub>2</sub> et com a evolução do PIB dos setores: Agropecuário, Indústria e Serviços.....	113
Figura 2 – Comparativo da evolução do PIB: agropecuário, Indústria e serviços com as emissões anuais de CO <sub>2</sub> et pelos setores: Proc. industriais, tratamento de resíduos, mudança no uso da terra e agropecuária .....	115

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>TESE</b>	
Tabela nº 01 - Equivalência de CO <sub>2</sub> e no Potencial de Aquecimento Global .....	17
 <b>ARTIGO 1</b>	
Tabela 1 – Dados Econômicos de 2000 a 2015 utilizados nas análises Econométrica dos Modelos 1 e 2 .....	42
Tabela 2 – Estatística Descritiva das Variáveis: PIB; PIBpc; Pdpub.; Pdpriv.; e BNDES período de 2000 a 2015 .....	44
Tabela 3 – Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis .....	47
Tabela 4 – Resultados Econométricos dos Modelos 1 e 2 .....	48
 <b>ARTIGO 2</b>	
Tabela 1 – Séries Temporais para a Análise Econométrica dos Modelos 1 e 2 .....	77
Tabela 2 – Estatística Descritiva das Variáveis: CO <sub>2</sub> e; CO <sub>2</sub> Agro; Pdpub.; Pdpriv.; BNDES; e PIBpc período de 2000 a 2015 .....	79
Tabela 3 – Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis.....	80
Tabela 4 - Resultados Econométricos dos Modelos 1 e 2 .....	82
 <b>ARTIGO 3</b>	
Tabela 1 – Dados Econômicos utilizados na análise Econométrica.....	107
Tabela 2 – Dados de Emissões de CO <sub>2</sub> Total e por Setor Produtivo ..	108
Tabela 3 – Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis em estudo .....	111
Tabela 4 – Percentuais das Evoluções Mensais das Variáveis em estudo .....	112
Tabela 5 – Estatística Descritiva das Variáveis: PIBagro; PIBind; PIBserv; Pdpub; Pdpriv; BNDES .....	114
Tabela 6 – Estatística Descritiva das Variáveis: CO <sub>2</sub> et;; Energia; Procind; Resíduos; MUT; e Agro no período de 2000 a 2015 .....	114
Tabela 7 – Resultado Econométrico do Modelo de Emissões Totais.....	116
Tabela 8 – Resultados Econométricos dos Modelos Setoriais [2 a 6]...	118

## ÍNDICE DE SIGLAS

ACTC	- atividades científicas e técnicas correlatas
BNDE	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEDEAO	- Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental
C&T	- Ciência e Tecnologia
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CMMC	- Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas
CO <sub>2</sub> e	- Dióxido de Carbono equivalente
CO <sub>2</sub> et	- Dióxido de Carbono equivalente emissões totais Brasil
CT&I	- Ciência, Tecnologia e Inovação
DQO	- Demanda química de oxigênio
GEE	- gases de efeito estufa
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	- <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPCC	- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MCTI&C	- Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações e Comunicações
MENA	- Região do Oriente Médio e Norte da África
MQO	- Mínimos Quadrados Ordinários
NICs	- <i>Newly Industrialised Countries</i>
PNB	- Produto Nacional Bruto
PIB	- Produto Interno Bruto
P&D	- Pesquisa e Desenvolvimento
Pibpc	- PIB per capita
Pdpub	- Dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento para o setor público
Pdpriv	- Dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento para o setor privado
R <sup>2</sup>	- Coeficiente de determinação (R-quadrado)
SNCTI	- Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
SNI	- Sistema Nacional de Inovação
SCN	- Sistema de Contas Nacionais

SEEG	- Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
UNFCCC	- United Nations Framework Convention on Climate Change
I-PBDCT	- I Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
II-PBDCT	- II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

## RESUMO

Nas últimas décadas o ambiente; a Ciência, Tecnologia e Inovação; e a economia, têm sido temas frequentes nos debates no campo político e na academia. Os recursos naturais são escassos e as externalidades ambientais podem ser controladas com inovações tecnológicas. Assim, há consenso mundial que a sustentabilidade da humanidade depende da evolução tecnológica das nações. Este estudo é composto por três artigos que, por etapas, objetivam analisar as externalidades dos dispêndios em Ciência, Tecnologia e Inovação para os setores público e privado e dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social no meio ambiente e na economia. Em cada artigo foi utilizado: métodos quantitativos através de modelos econométricos, com dados do Brasil em formato de séries temporais, para o período desde o ano 2000 até o ano de 2015. Os resultados sugeriram que quanto maiores forem os dispêndios com P&D para os setores público e privado, maiores serão os impactos positivos no PIB nacional e PIB *per capita* e, menores serão as externalidades ambientais, pois promovem diminuição das emissões de CO<sub>2e</sub> totais no Brasil e, especificamente, nos setores agropecuário e de energia. Os desembolsos de crédito do BNDES somente apresentaram efeito estatístico no crescimento econômico (PIB *per capita*), e têm promovido reduções nas emissões de CO<sub>2e</sub> nos processos industriais, mas não tem influenciado as emissões nos demais setores. O PIB do setor do agronegócio promove aumentos das emissões de CO<sub>2e</sub> nos setores mudanças do uso da terra e na agropecuária. O PIB da indústria promove aumento das emissões de CO<sub>2e</sub> no setor agropecuário. O PIB do setor de serviços promove reduções nas emissões de CO<sub>2e</sub> do Brasil e nos setores: energia, mudanças no uso da terra e na agropecuária, mas promove aumento das emissões de CO<sub>2e</sub> no setor de produção de energia. Os resultados sugerem que, no Brasil, o aumento dos investimentos em P&D promoverá o crescimento econômico do país e, conseqüentemente, ao longo do tempo, com a evolução de tecnologias limpas serão reduzidas as emissões de CO<sub>2e</sub> no Brasil e, especificamente, no setor agropecuário.

**Palavras Chaves:** Agropecuária; Crescimento Econômico; Econometria; GEE; Pesquisa & Desenvolvimento.

## ABSTRACT

In recent decades the environment; Science, Technology and Innovation; and economics, have been frequent topics in debates in the political field and in academia. Natural resources are scarce and environmental externalities can be controlled with technological innovations. Thus, there is worldwide consensus that the sustainability of humanity depends on the technological evolution of nations. This study consists of three articles that, in stages, aim to analyze the externalities of expenditures on Science, Technology and Innovation for the public and private sectors and the credit disbursements made by the National Bank for Economic and Social Development on the environment and the economy. In each article we used: quantitative methods through econometric models, with data from Brazil in time series format, for the period from 2000 to 2015. The results suggested that the higher the R&D expenditures for the sectors, public and private, the greater the positive impacts on national GDP and per capita GDP, and the smaller the environmental externalities, as they promote a reduction in total CO<sub>2e</sub> emissions in Brazil and, specifically, in the agricultural and energy sectors. BNDES credit disbursements have only had a statistical effect on economic growth (GDP per capita), and have promoted reductions in CO<sub>2e</sub> emissions in industrial processes, but have not influenced emissions in other sectors. Agribusiness GDP promotes increases in CO<sub>2</sub> emissions in land-use change and agriculture sectors. Industry GDP promotes increased CO<sub>2e</sub> emissions in the agricultural sector. The GDP of the services sector promotes reductions in CO<sub>2e</sub> emissions from Brazil and in the sectors: energy, changes in land use and agriculture, but promotes an increase in CO<sub>2e</sub> emissions in the energy production sector. The results suggest that, in Brazil, the increase of investments in R&D will promote the economic growth of the country and, consequently, over time, the evolution of clean technologies will reduce CO<sub>2e</sub> emissions in Brazil and, specifically, in the agricultural sector.

Keywords: agriculture; Economic growth; Econometrics; GEE; Search.

# 1 INTRODUÇÃO

À medida que os recursos naturais e o meio ambiente sofrem intervenção dos seres humanos em decorrência de suas atividades produtivas, são aumentadas as emissões de gases efeito estufa (GEE), e conseqüentemente, são promovidas mudanças climáticas antropogênicas. Fatos que tem crescido nas últimas décadas e preocupam os cientistas do mundo inteiro.

As atividades humanas provocam a escassez dos recursos naturais, produzem as emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e em conseqüência, promovem o aquecimento da atmosfera. Estes fatores prejudicam fortemente a economia mundial (CHANGE, 2001; SMITH *et al.*, 2009; PBMC, 2013, 2014).

As mudanças climáticas afetam: a produção de alimentos; a saúde humana e de todos seres vivos; o nível populacional; as relações sociais; a economia; e outros fatores que dão sustentabilidade a vida (WHO *et al.*, 2003; MCMICHAEL *et al.*, 2006; O'BRIEN *et al.*, 2007; WHO *et al.*, 2009).

A Ciência, Tecnologia e Inovação<sup>1</sup> podem corroborar com a sustentabilidade do ambiente, da vida e de uma economia estável (PORTER, 1985; KIPERSTOK, *et al.*, 2002; PORTER, 2008; SILVA e ZEN, 2014). Para que ocorra esse processo de desenvolvimento sustentável de base tecnológica são necessários investimentos financeiros e de capital humano para que os setores produtivos proporcionem crescimento econômico a longo prazo a partir de tecnologias limpas (MATESCO e TAFNER, 1996; BASTOS, 2003; STAUB, 2010; SALLES e RIBEIRO, 2012;)

Atualmente o setor público<sup>2</sup> e o setor privado<sup>3</sup>, com recursos próprios, têm realizado investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (LUNA *et al.*, 2008).

---

<sup>1</sup> Nesta Tese o conceito de Ciência, Tecnologia e Inovação é sinônimo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

<sup>2</sup> O setor público, neste estudo, é composto pelos agentes governamentais (órgãos do município, do estado ou da União que cumprem funções de utilidade pública), e as empresas públicas (em que os agentes governamentais detêm parte ou todo o capital social).

<sup>3</sup> O setor privado, neste estudo, é composto pelos agentes produtivos em que o poder de comando não é realizado pelos agentes governamentais, ou seja, seu proprietário/criador/gestor possui todos os direitos sobre sua atividade e patrimônio, e mantém o controle de sua administração sem participação do setor público.

Ainda, especificamente o governo brasileiro, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento econômico e Social (BNDES), disponibiliza linhas de crédito a longo prazo para os agentes produtivos investirem em P&D e aquisição de tecnologias para se desenvolverem (PRATES *et.al.* 2000; BASTOS, 2003, 2004).

Seguindo o raciocínio exposto, é importante que o setor público em parceria com o setor privado promova ações para reduzir e mitigar as emissões de GEE e, conseqüente, o aquecimento global (MONZONI, 2009). Na promoção das ações do governo, devem ser inseridas: políticas públicas voltadas a motivar os setores públicos e privados a realizarem mais investimentos em desenvolvimento tecnológico e inovações, e aumento da disponibilidade de crédito financeiro aos agentes produtivos, os possibilitando investirem mais em tecnologia de produção; desenvolvimento de produtos e na inovação de processos produtivos, sempre com responsabilidade no melhor aproveitamento dos recursos naturais e na redução e mitigação das emissões de GEE (MONZONI, 2009; BUOSI, 2014).

Portanto, no contexto apresentado, este estudo pretende responder a seguinte questão de pesquisa: Quais são as externalidades geradas pelos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e pelos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e)<sup>4</sup> no Brasil e em seus setores produtivos? Para responder essa questão foi empregado os métodos quantitativos, utilizando modelos econométricos com dados do Brasil em formato de séries temporais para o período desde o ano 2000 até o ano de 2015.

### **1.1 Objetivos- Geral e Específicos**

O objetivo geral da presente pesquisa foi de analisar as externalidades dos dispêndios em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para os setores público e privado e dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no meio ambiente e na economia do Brasil.

---

<sup>4</sup> - O *carbon dioxide equivalent* (CO<sub>2</sub>eq ou CO<sub>2</sub>e), em português “Equivalência em dióxido de carbono”, é uma medida aceita internacionalmente, e expressa a quantidade de diversos gases de efeito estufa (GEEs) baseado na quantidade de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que teria o mesmo potencial de aquecimento global. Em termos equivalentes, considera que todos os GEEs fossem emitidos na proporção do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Os objetivos específicos consistem em:

- ⇒ Analisar o impacto dos dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado e os efeitos dos desembolsos de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no crescimento econômico brasileiro entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015;
- ⇒ Analisar o impacto: dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado; e da economia (desembolsos de crédito realizados pelo BNDES e PIB *per capita*) sobre as emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015; e
- ⇒ Analisar os impactos do crescimento econômico dos setores produtivos; dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado; dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) nas emissões de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) no Brasil e nos setores de emissões entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015.

Justifica-se este estudo devido a evolução da tecnologia e das inovações promoverem significativas alterações nas atividades humanas, no ambiente e na sustentabilidade da humanidade, e se intensificarem com o passar do tempo. Com o aumento do acervo de conhecimentos são desenvolvidas novas aplicações para os recursos existentes. Assim, com o tempo, muitas tecnologias inseridas nos equipamentos, nos processos, nos insumos, e em todos os meios produtivos se inovarão. Com as inovações poder-se-á propiciar mais e melhores resultados em benefício da humanidade.

Estas evoluções tecnológicas poderão, no futuro, ajudar ou prejudicar a sobrevivência de todo tipo de vida existente no planeta terra, pois são instrumentos que, direta ou indiretamente, participam das alterações que ocorrem no meio ambiente, inclusive gerando ou reduzindo as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e que são um dos causadores das alterações climáticas significativas.

Portanto, vê-se que com o aumento dos conhecimentos dos seres humanos pode-se propiciar a melhora da capacidade tecnológica para: inovar, aperfeiçoar ou

inventar novos produtos e/ou processos que incorporaram aos sistemas de produção e que podem resultar em impactos positivos ou negativos no ambiente.

Neste contexto, a análise dos desembolsos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para os setores públicos e privados e dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) destinados a custear a evolução tecnológica dos agentes produtivos podem propiciar alicerces que corroborem para confirmar se com estes investimentos ocorrem impactos nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) pelos setores produtivos e, conseqüentemente, se os impactos são favoráveis positivamente ou não ao crescimento econômico do Brasil.

## **1.2 Estrutura do Trabalho**

A organização do trabalho está composta pela Introdução e Revisão bibliográfica. Na sequência, este estudo se complementa com três capítulos. Cada capítulo se apresenta na forma de artigo científico e analisam, por etapas, as externalidades dos dispêndios em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para os setores público e privado e dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no meio ambiente e na economia, e na sequência são apresentadas as Considerações finais gerais.

Composição dos capítulos:

→ Capítulo 1- Artigo 1 – Se compõe pela Introdução e Revisão bibliográfica onde são tratadas as temáticas: Ciência, Tecnologia e Inovação, Evolução Tecnológica no Brasil, Crescimento Econômico e Sistema Financeiro / Crédito Financeiro. Na sequência são apresentados: materiais e métodos; os resultados e discussão que apresenta a análise dos dados e expõe os modelos teóricos a serem estimados, assim como o método de estimação e os resultados das estimativas. Por fim, na última seção, são apresentadas as conclusões do estudo.

→ Capítulo 2- Artigo 2 – É composto pela Introdução e Revisão bibliográfica onde se trata das temáticas: Tecnologia e Inovação na Economia; Pesquisa e Desenvolvimento; Economia e Emissões de CO<sub>2</sub>. Na sequência são apresentados os materiais e métodos. Em seguida são apresentados os resultados e discussão. Por fim, são apresentadas as conclusões sobre o estudo.

→ Capítulo 3 - Artigo 3 - Se compõe com a Introdução, Revisão Bibliográfica dedicada aos estudos relacionados com: Emissões de Gases Efeito Estufa - GEE pelos setores: Mudanças no Uso do Solo; Energia; Processos Industriais; Tratamento de Resíduos; e Agropecuário. Na continuidade são expostos os materiais e métodos. Em seguida, são apresentados os resultados e discussões. Por fim, na última seção são feitas as conclusões sobre o estudo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica apresenta os temas inerentes ao Histórico da evolução da política brasileira no contexto da ciência e tecnologia; Ciência e Tecnologia e Inovação no Brasil; Crescimento Econômico; Crédito Bancário – BNDES; Gases Efeito Estufa (GEE) e mudanças climáticas.

### **2.1 Fragmentos históricos da evolução da política brasileira no contexto da Ciência, Tecnologia e Inovação**

Em 1951, no Brasil, por meio da Lei nº 1310, foi criado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). De acordo com Brasil (1951), foram estabelecidas as funções primárias do CNPq como sendo: promover e estimular a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico em qualquer área do conhecimento. Mas, conforme Domingos (2006), os objetivos secundários do CNPq foram de formalizar a base para desenvolver a produção de energia nuclear, também se incumbir de financiar a pesquisa científica e formação de recursos humanos.

De acordo com Oliveira (2016) as ações do CNPq foram alinhadas com os diagnósticos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), atual Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), que a partir da identificação de forte demanda por tecnologias pelo setor produtivo, passou a identificar e avaliar quais investimentos adicionais poderiam ser realizados na economia para se tornar possível a importação de tecnologias em atendimento a necessidade de construir capacidade endógena para reduzir as insuficiências.

O BNDE, instituiu em 1958, via resolução 46, a chamada Cota de Educação e Treinamento Técnico, quando iniciou na área de fomento ao progresso técnico-científico. As empresas financiadas pelo BNDE, se desejassem, poderiam captar um empréstimo adicional de 3% de seu financiamento original para aplicar na formação e aprimoramento do nível técnico de seu corpo de funcionários, sendo está alternativa uma forma de incentivo ao aumento do conhecimento (FERRARI, 2010).

Conforme Amato Neto (2007), no início da década de 70, foi criado, via decreto, o I Plano Nacional de Desenvolvimento que corroborou para criar o I Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (I-PBDCT) com objetivos claros em termos de tecnologia aplicada a indústria, com foco nos setores de tecnologia de ponta.

No anos 70, do século XX, foi criada pelos organismos internacionais<sup>5</sup> uma nova categoria a *Newly Industrialised Countries* (NICs) entre as suas classificações de países. O termo NICs passou a identificar os Países recentemente industrializados e que se tornaram relevantes exportadores de bens manufaturados com preços competitivos. Conforme Velho *et al.* (2010), o Brasil integrava o grupo NICs.. De acordo com Amato Neto (2007), a década de 70 passou a ser conhecida como o período do “milagre econômico”, por conta da economia do Brasil ter crescido a taxas expressivas de até 12% ao ano.

As providencias políticas tomadas antes e durante a década de 70 pelo governo brasileiro, fez com que o Brasil estivesse em condições básicas necessárias, em termos tecnológicos, para ser um integrante do NICs. Os integrantes do NICs passaram por desafios extraordinários em razão da extrema competitividade, para tanto tiveram de desenvolver atividades intensivas em conhecimento, fato que demandou aumento do nível de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (EVANS e TIGRE, 1989).

O Decreto nº 77.355 de 31 de março de 1976 criou o II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (II-PBDCT). Este novo plano focou o desenvolvimento tecnológico com determinações específicas para o Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT) operar com políticas voltadas aos setores industrial e agrícola de forma a fortalecer os setores produtivos a âmbito nacional (SALLES FILHO, 2003).

Apesar das turbulências políticas e econômicas dos anos 70 e 80, o Brasil demonstrou sua capacidade de investir e criou uma infraestrutura que se adequasse ao apoio das atividades de P&D (DAGNINO e VELHO, 1998).

De acordo com Velho *et al.* (2010), na década de 90, do século XX, surgiu uma nova categoria de países que se enquadravam na classificação das economias baseadas no conhecimento exceto o Brasil. Estes países se destacaram por terem capacidade de criar, distribuir e explorar seus conhecimentos. Com este diferencial

---

<sup>5</sup> - Os organismos internacionais são: Nações Unidas, Banco Mundial, Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento – OCDE

mantinham vantagens competitivas no mercado, produziam mais riquezas e se desenvolviam economicamente.

No Brasil, em 1985, pelo Decreto nº 91.146, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), atualmente Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI&C) (OLIVEIRA, 2016). Conforme Velho *et al.* (2010), o MCTI&C ficou responsável pela formulação e implementação da Política Nacional de Ciência e tecnologia.

Portanto, desde sua criação o MCTI&C desenha e implementa diversos projetos com o intuito de motivar a interação entre os setores público de pesquisa e as instituições privadas com suas ações pautadas na Constituição Federal de 1988 (DAGNINO e VELHO, 1998). Assim sendo, diversas instituições com diversas áreas do conhecimento são vinculadas ao MCTI&C e desenvolvem suas pesquisas focando os interesses de desenvolvimento nacional (MCTI&C, 2016).

Recentemente, a Emenda Constitucional nº 85 incluiu o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) na Constituição Brasileira, assim como, também foi promulgada a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, que dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e dá outras providências (MCTI&C, 2016).

Mendes *et al.* (2013) avaliaram a evolução dos investimentos brasileiro em Pesquisa e Desenvolvimento de 2005 a 2009. Os resultados demonstraram que a partir da vigência das leis Lei da Inovação e Lei do Bem, verifica-se evolução positiva dos investimentos privados em P&D no Brasil.

De acordo com o MCTI&C (2016) a sociedade, a Academia e o Governo concordam que haverá crescimento econômico com o fortalecimento, expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. MCTI&C (2016) afirma ainda que, os países se desenvolvem economicamente se adotarem, cada vez mais, a inovação baseada no desenvolvimento científico e tecnológico.

## **2.2 Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**

O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação de um país depende do seu ambiente institucional. As políticas de ciência, tecnologia e inovação são fundamentais para sustentar o desenvolvimento econômico de um país a longo do tempo. Não é por acaso que vários países, como os Estados Unidos e a China,

colocaram a inovação no centro das suas estratégias de recuperação do crescimento desde a crise de 2008 (MCTI&C, 2015).

De acordo com Montibeller Filho (2007), a tecnologia está presente em todos processos e procedimentos que o homem realiza contra ou a favor do meio ambiente que ele mesmo é membro e dependente. Assim sendo, as ações do homem forçam o próprio homem a tomar decisões sobre ações que possibilitem manter a sustentabilidade para a sua sociedade.

Joseph Schumpeter (1883-1950), introduziu em 1942 o conceito de “destruição criativa” para descrever que a inovação é um processo que impulsiona a economia das sociedades capitalistas. Este conceito consiste em um processo de mutação industrial. Esta mutação ocorre com a abertura dos mercados, fato que revoluciona a sua estrutura econômica interna, influenciando na destruição do antigo com a inserção de criações novas. Assim, de acordo com Schumpeter (1962), o capitalismo é impulsionado com novos bens de consumo, novos métodos e processos de produção, novos mercados, enfim, de inovações de todos os tipos.

A tecnologia e a inovação não têm importância só no fenômeno econômico, mas se constituem num processo social, intimamente ligada à história, à cultura, à educação, às organizações institucionais e políticas, e à base econômica da sociedade. O processo tecnológico de inovar não é papel único atribuído às empresas, mas também a um conjunto de habilidades coletivas bem amplas, canalizadas para gerar, absorver e difundir o novo (MCTI&C, 2001; MCTI&C, 2002).

O critério básico para distinguir as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de outras atividades relacionadas, de acordo com Brasil (2009), é a presença de um novo elemento apreciável e a resolução de um problema científico e/ou tecnológico que não esteja disponível a sua solução no estoque de conhecimentos e técnicas básicas utilizadas naquela área.

Na pesquisa de Oliveira e Avellar (2009) que analisaram comparativamente os principais indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para os países membros do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), afirmam que a evolução tecnológica é fator determinante para a competitividade e para as estratégias de desenvolvimento de um país. Portanto, ainda de acordo com Oliveira e Avellar (2009), o processo de produção e difusão dos conhecimentos científicos e inovações geradas, precisa ser muito bem compreendido de modo a permitir o estabelecimento de políticas apropriadas para apoiar às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

## 2.3 Crescimento Econômico

Entre as diversas teorias de crescimento econômico estão: a corrente clássica, a corrente Keynesiana e a corrente neoclássica.

A corrente clássica, séculos XVIII e XIX, é representada pelo teórico do liberalismo econômico Adam Smith (pai da economia moderna). Em 1776, Smith com a sua obra "Uma investigação sobre a natureza e a causa da riqueza das nações" buscou demonstrar que a atuação dos indivíduos incentivados por seu próprio interesse (self-interest) promoviam com a inovação tecnológica o crescimento econômico, portanto a riqueza das nações. Smith foi seguido por Thomas Robert Malthus e David Ricardo (BRUE, 2006; BATISTA, 2012).

A corrente Keynesiana, século XX, John Maynard Keynes fundador da teoria da macroeconomia moderna, suas teorias fundamentam escola do pensamento, mais conhecida por Economia keynesiana que se ramifica em várias vertentes (ARRIGHI e EM PEQUIM, 2011).

As teoria de Keynes foram desenvolvidas e aplicadas na economia na década de trinta com Roy F. Harrod e Evsey Domar desenvolvedores independentes do modelo Harrod–Domar que é o precursor do modelo de crescimento exógeno (HERSCOVICI, 2006; BRUE, 2006). Harrod (1939) criou a base da "teoria dinâmica" e analisou a relação entre as taxas reais e as garantias de crescimento (YOSHIDA, 2007).

Também na corrente Keynesiana militou Nicholas Kaldor publicou em 1957 "A Model of Economic Growth" onde postula um modelo de crescimento, que seguiu a abordagem dinâmica de Harrodian e as técnicas de análise keynesiana e Frank P. Ramsey orientado por Keynes escreveu três artigos sobre a teoria econômica e um deles o "crescimento econômico ótimo de um setor" em 1928, modelo neoclássico (PEREIRA e GONÇALVES, 2016).

O artigo de Ramsey serviu de base para David Cass e Tjalling Koopmans que desenvolverem o "modelo de crescimento Ramsey" ou "modelo de Ramsey-Cass-Koopmans-RCK", que é um modelo canônico de crescimento ótimo que tem como objetivo apenas explicar o crescimento econômico a longo prazo, com um horizonte temporal de vida infinito. Este modelo se diferencia do modelo Solow-Swan desenvolvido por Robert Solow e T. W. Swan em 1956, que é o primeiro modelo de crescimento mainstream (DUARTE, 2004; BATISTA, 2012).

A corrente neoclássica surge no final do século XIX e início do século XX, com os economistas marginalistas, Carl Menger, William Stanley Jevons, Léon Walras dentre outros. Na continuidade destacaram-se Alfred Marshall, Vilfredo Pareto, Knut Wicksell e Irving Fisher (BRUE, 2006).

Os temas sobre desenvolvimento e crescimento econômico foram pouco tratados no início do século XX em favor do tema microeconomia, mas voltaram a ganhar importância após a depressão iniciada em 1929 (HOFFMANN, 2001). Mais recente Robert Merton Solow em parceria com T. W. Swan criaram o Modelo de Solow ou Solow-Swan. Esse modelo matemático demonstrou a contribuição da interação de vários fatores no crescimento econômico sustentado de um país. Desta feita, de forma inédita, demonstrou que os avanços do progresso tecnológico, em comparação ao aumento dos capitais ou da força de trabalho, contribuem mais para o crescimento econômico (BELLEFLAMME, 2013).

Solow (1957), em seu artigo *Technical Change and the Aggregate Production Function*, salientou que aumentos no capital e no trabalho não explicam metade do crescimento econômico, e atribui a diferença à inovação tecnológica que é denominada de “Resíduo de Solow”. Não obstante, na década de 1960, Solow tentou motivar os governos para acelerarem o crescimento econômico, para tanto, os orientava a aumentarem os investimentos em pesquisas tecnológicas.

Khan (2015) revisou os estudos teóricos e empíricos relevantes sobre os séculos XVII e XVIII, e analisou o papel da Pesquisa e Desenvolvimento no crescimento econômico de vários países de todo o mundo. Assim, em seu artigo concordou que há papel significativo de diferentes formas de P&D na produtividade e no crescimento econômico. Desta forma, concluiu que para alcançar o crescimento econômico sustentado, os países em desenvolvimento devem se concentrar na P&D.

Shaari *et al.* (2016) analisaram os efeitos das despesas com pesquisa e desenvolvimento (P&D) sobre o crescimento econômico e a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), utilizaram dados em painel correspondente ao período de 1996-2011 referente a 5 nações (Alemanha, Federação Russa, Reino Unido, Estados Unidos e Canadá). Os resultados mostraram que há uma relação de cointegração entre as variáveis (P&D, PIB, Uso de Energia e Emissão de Dióxido de Carbono). E, ainda, os resultados demonstraram que a P&D é importante para impulsionar o crescimento econômico, mas é necessário o controle das despesas em P&D para equilibrar o crescimento econômico e a conservação ambiental. Salientaram, que os resultados

indicam que o uso da energia, o aumento do PIB e a P&D podem apresentar efeitos deletérios sobre a emissão de dióxido de carbono.

Grossman e Helpman (1993/1994) no estudo *Endogenous Innovation* descreveram detalhes de um modelo de crescimento baseado no progresso tecnológico endógeno, e afirmaram que a realização de investimentos que objetiva o aumento do conhecimento desempenha uma função importante no processo de crescimento econômico a longo prazo.

Para Hoffmann (2001), o crescimento e desenvolvimento econômico estão relacionados com a maior geração de riquezas advindas da maior produção de bens e serviços, o que possibilita uma melhor distribuição de renda e conseqüentemente o aumento efetivo de bem-estar social. De acordo com MCTI&C (2001) a sustentabilidade da qualidade de vida é fundamentada com o crescimento econômico que é conseqüente da elevação da capacidade de geração de riquezas em um país.

#### **2.4 PIB – Produto Interno Bruto X Crescimento Econômico**

O indicador Produto Interno Bruto (PIB) foi desenvolvido, inicialmente, por Simon S. Kuznets, que ajudou a estabelecer as bases da economia moderna e criou medidas padrão de renda nacional e de crescimento econômico. Kuznets queria descobrir uma maneira de descrever o que estava acontecendo, tanto nas nações industrializadas, como nas nações em desenvolvimento, para tanto, fundamentou bem detalhadamente a sua pesquisa (BATISTA, 2012).

Kuznets destacou que não havia sinais de diminuição dos agregados com o aumento do estoque de conhecimento a uma taxa acelerada, ou seja, o potencial de crescimento econômico não teria limites devido a uma perda da taxa de mudança da tecnologia, que foi chamada por Kuznets de agregado. Cohen (2015) destacou que Kuznets considerava a evolução tecnológica como sendo um propulsor direto do crescimento econômico (BATISTA, 2012).

Conforme IBGE (2017) o objetivo do Produto Interno Bruto (PIB) é avaliar a produção de um país em comparação a de outros países. De acordo com ADVFN Brasil (2017) o PIB é um indicador mais utilizado pelos analistas econômicos para analisar, quantitativamente, o comportamento da atividade econômica de uma região, e representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais

produzidos em uma determinada região (país, estado ou cidade), durante um período (mês, trimestre, ano etc.).

De acordo com IPECE (2016) os economistas utilizam o PIB como sendo o principal indicador, sintetizado em um único número, para a medir e comparar, em um determinado período, da atividade econômica de um país com outros países e em relação ao tempo em termos de moeda corrente.

Portanto, a atividade economia de um país é medida pelo PIB, que é um bom indicador de crescimento econômico de uma localidade. O crescimento econômico, pode ser definido como um aumento de capacidade a longo prazo para fornecer bens econômicos, cada vez mais diversos à sua população (FANTINE e ALVIM, 2006). Essa crescente capacidade é baseada no avanço da tecnologia e dos ajustes institucionais e ideológicos que o crescimento exige (MLA, 2014).

Desse modo, nas economias modernas, os agentes econômicos são satisfeitos em suas demandas quando a capacidade de produção de bens e serviços de seus países é suficiente para atendê-los (IPECE,2016). Destaca-se que, se houver constância nas taxas de crescimento econômico, o nível do PIB cresce com suavidade, mas isso não ocorre por que os ciclos de negócios, bem como a volatilidade das economias, são originários das consideráveis variações nas taxas de crescimento econômico (IPECE,2016).

Conforme Cusinato *et al.* (2010) afirmam que: os agentes econômicos acompanham constantemente a evolução do PIB para poderem formular políticas econômicas; A última divulgação do dado do PIB referente ao período mais recente, é o mais relevante para a tomada de decisão; toda economia é limitada pela sua capacidade máxima de crescimento; e o crescimento econômico se baseia na performance dos seus principais fatores de produção.

## **2.5 Crédito Bancário - BNDES**

O sistema financeiro corrobora para o crescimento econômico de um país, e é responsável por injetar recursos no mercado por meio de diversas modalidades, e uma modalidade de injeção de recursos é com a disponibilidade de crédito para o financiamento de projetos de P&D, ou ainda, na modalidade de empréstimos para as empresas se manterem supridas de capital de giro, e conseqüentemente, continuarem

produzindo. Estes créditos de forma indireta contribuem para o aumento da produção e evolução do PIB do país (SIMONASSI *et al.*, 2017).

De acordo com Schumpeter (1997), um sistema financeiro possui condições de, indiretamente, promover a inovação tecnológica e o crescimento econômico quando disponibiliza seus serviços financeiros com a liberação de recursos, via empréstimos, para as pessoas ou empresas que possuem maior probabilidade de sucesso na produção de produtos e processos inovadores.

Simonassi *et al.* (2017) estudaram a oferta de crédito por meio das modalidades empréstimos e financiamentos realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) com o objetivo de conhecer o efeito sobre a sustentabilidade de crescimento do setor primário. Os resultados mostraram existir uma dinâmica linear e globalmente explosiva de crescimento do PIB primário quando ocorre desembolsos do BNDES com as ofertas de crédito.

No Brasil, portanto, o BNDES assumiu nas últimas décadas, praticamente monopolista, a função de ser fonte interna de fornecimento de recursos de longo prazo para a indústria e infraestrutura, dando apoio, também, ao desenvolvimento tecnológico em geral (Empresas de base tecnológica) e principalmente as micro, pequenas e médias empresas sob a modalidade de capital de risco "venture capital", como também, financiamentos de longo prazo apoiados na modalidade crescente de operações securitizadas (FERREIRA, 1995). De acordo com Machado *et al.* (2001), no Brasil, a falta de liquidez do mercado de capitais é grande restrição ao mecanismo de "Venture Capital".

Conforme Da Silva e Porto Junior (2006), com os recursos financiados, as empresas investem em sua expansão, em melhorias operacionais e em tecnologias, ou seja, quanto mais recursos financeiros disponibilizados aos agentes produtivos, maior é o crescimento econômico.

Paula (2011) analisou a relação entre financiamento e atividades de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) considerando alguns aspectos conceituais. O objetivo do estudo foi verificar a interação entre a abordagem de Schumpeter e a de Keynes e a interação entre a abordagem neoschumpeteriana e a perspectiva pós-keynesiana sobre financiamento, investimento e inovação. Concluiu que, as abordagens se interagem quando consideram que somente ocorrerá decisões de investimentos das empresas para introduzirem inovações quando existirem expectativas de longo prazo relacionadas as rendas futuras advindas do sucesso do

empreendimento inovador que é sujeita a incertezas. Mas, o autor Paula (2011), ainda, afirmou que o sistema financeiro de muitos países não tem estrutura para sustentar os investimentos em P&D em razão das incertezas existentes nos resultados. Salienta que os Estados Unidos da América (EUA), Alemanha e Japão são países com sistemas de inovação bem desenvolvido, portanto, com estruturas financeiras diferenciadas.

## **2.6 Gases Efeito Estufa (GEE) e mudanças climáticas**

De acordo com os cientistas, após uma grande explosão “Big Bang”, há 13 bilhões de anos, se deu o início do sistema solar, e neste iniciou a formação corpos com a atração gravitacional de grãos microscópicos de poeira que orbitavam ao redor do Sol. Estes corpos foram encorpendo com maiores quantidades de massa formando, inicialmente, os planetésimos e, no decorrer do tempo os planetas, inclusive a origem do planeta terra a aproximadamente 4,6 bilhões de anos, e desde então, tem passado por constante processo de transformação, tanto em seu interior como em sua superfície (PRESS, F. *et al.*, 2006, TAMDJIAN, 2012).

Nos oceanos, na terra e na atmosfera ocorrem uma série de complexos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o clima da terra. O estado biofísico da superfície da terra e a abundância atmosférica de uma variedade de constituintes vestigiais afetam fortemente um dos principais fatores de controle do clima da terra que são as propriedades radiativas da atmosfera. Os constituintes vestigiais se compõem pelos gases: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e outros constituintes radiativamente ativos como o ozono (O<sub>3</sub>) e diferentes tipos de partículas de aerossóis. Estes gases são denominados de Gases de Efeito Estufa (GEE) equivalente em Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>e) (MENON *et al.*, 2007, DENMAN e BRASSEUR, 2007).

No meio ambiente, os efeitos das mudanças climáticas resultantes da acumulação de gases de efeito estufa (GEE) tem sido o fato mais discutido nas últimas décadas pelos agentes envolvidos nas atividades econômicas. No protocolo de Quioto de 1997 foram estabelecidos os princípios gerais na United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) que consistem em metas específicas para cada estado individualmente de redução da produção de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2001).

Os países desenvolvidos ou não, em suas metas quantitativas de redução das emissões, para conquistarem no futuro a mudança do clima global, devem considerar o Plano de Ação de Bali, que se fundamenta na ampliação de ações nacionais de mitigação no contexto de desenvolvimento sustentável, com reduções mensuráveis, reportáveis e verificáveis sob o ponto de vista da ação em si, de modo que sejam efetivamente implementadas, incluindo na ação, portanto financiamento, capacitação e facilitação de transferência de tecnologia (KRUG, 2009).

No Brasil, foi criada pelo Congresso Nacional no Ato Conjunto nº 1, de 2007 de 28 de fevereiro de 2007, e oficialmente criada pela Resolução nº 4 de 30 de dezembro de 2008 a Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas-CMMC. O CMMC é um órgão colegiado em que une os esforços do Senado Federal e Câmara dos Deputados. A CMMC tem as funções de acompanhar, monitorar e fiscalizar, de modo permanente, as ações que interferem nas mudanças climáticas no Brasil (CMMC, 2008). De acordo com o Brasil (2008) a CMMC no exercício de suas competências desempenha apenas funções fiscalizatórias.

De acordo com MCTI&C (2013), os gases de efeito estufa direto que passaram a ser considerados após o II Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, de 2010, e estão apresentados na tabela 01 - Equivalência de CO<sub>2e</sub> no Potencial de Aquecimento Global. Os GEE indireto não estão sendo estimados.

A quando se trata das emissões antropogênicas, os GEE que mais contribuem para o efeito estufa de acordo com Alvim e de Lima Santin (2008, p.7) são: “Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>); Metano (CH<sub>4</sub>); Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O); os Halo Carbonos, constituídos por Carbono e Halogênios – Bromo; Cloro; Flúor e Iodo; Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>); e Ozônio (O<sub>3</sub>)”.

Bigarani *et al.* (2014) afirmaram que o gás Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) é o principal causador do aquecimento global e é o gás mais emitido nas atividades realizadas pelos humanos e equivale a mais de dois terços dos gases lançados à atmosfera.

Na tabela a seguir, está utilizada a métrica usual do Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potencial – GWP). Está métrica é utilizada como fator de ponderação para se chegar à unidade comum de equivalência de dióxido de carbono (CO<sub>2e</sub>) nos inventários nacionais MCTI&C (2013).

**Tabela 1 - Equivalência de CO<sub>2</sub>e no Potencial de Aquecimento Global**

Gás	Símbolo	GWP
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	310
Hidrofluorcarbonos	HFC-23	11.700
	HFC-125	2.800
	HFC-134a	1.300
	HFC-143a	3.800
	HFC-152a	140
Perfluorcarbonos	CF <sub>4</sub>	6.500
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9.200
Hexafluoreto de enxofre	SF <sub>6</sub>	23.900

**Fonte: MCTI&C (2013, p.10)**

O cálculo da tonelada de gases que causam o efeito estufa é feito pela multiplicação do total emitidos em gases por seu potencial de aquecimento global (GWP) (MCTI&C, 2013).

Conforme o MCTI&C (2013), os setores em que se divide o II Inventário Brasileiro, segundo suas diretrizes, são: energia, processos industriais, agropecuária, mudanças no uso da terra, e tratamento de resíduos. Os processos produtivos em que se inserem estes setores, seja da forma direta ou indireta, faz com que provoquem a emissão de gases do efeito estufa.

De acordo SEEG (2017a), as estimativas apresentadas pelo Banco de Dados de Emissões para a Pesquisa Atmosférica Global (Emission Database for Global Atmospheric Research ou EDGAR, do Joint Research Center, da Comissão Europeia) em 2015, as emissões totais dos gases de efeito estufa no mundo totalizaram próximo a 53 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Gt CO<sub>2</sub>e). Ainda, conforme SEEG (2017a), no ano de 2015, a contribuição do Brasil foi de 1,92 Gt CO<sub>2</sub>e, ou seja, 3,5% das emissões globais anuais (considerando emissões líquidas seria 2,6%) e a participação brasileira em 2004 representou 6%, o que mostrou que no Brasil as emissões estavam aumentando ano a ano.

No entanto, ao serem analisados os dados da SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2017b), pode-se concluir que no território brasileiro, entre o ano 2000 e 2014, houve uma redução nas emissões de gases do efeito estufa na ordem de 14.48%. Em 2000 as emissões totalizavam 2,091 bilhões de toneladas e em 2014 passou para 1,788 bilhões de toneladas. As regiões que mais

contribuíram para a redução de emissões de GEE, foram: região Centro Oeste com 49,55% e a região Norte com 42,31%. Infelizmente nas demais regiões houve aumento de emissões: região nordeste 44,47%; região Sudeste 42,04 %; e na região Sul 33,50

### 3 REFERÊNCIAS

ADVFN BRASIL. PIB - Produto Interno Bruto. **ADVFN Brasil**: 2017. Disponível em: < <http://br.advfn.com/indicadores/pib>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

ALVIM, Augusto Mussi; DE LIMA SANTIN, Maria Fernanda Cavalieri. Os impactos do crescimento econômico sobre o aquecimento terrestre: A contribuição dos países em desenvolvimento. **Estudos do CEPE**, nº 26, p. 05-29, 2008. Disponível em:< <http://online.unisc.br/seer/index.php/cepe/article/viewFile/406/235>>. Acesso em: 18 ago.2018.

ARRIGHI, Giovanni; EM PEQUIM, Adam Smith. origens e fundamentos do século XXI. **Araucária. Revista Iberoamericana de Filosofia, Política y Humanidades**, v. 13, n. 25, 2011. Disponível em: < <http://institucional.us.es/revistas/Araucaria/A%C3%B1o%2013%20%20N%C2%BA%2025%20%202011/Adam%20Smith.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

BASTOS, Valéria Delgado. Fundos públicos para ciência e tecnologia. **BNDES**, 2003. Disponível em:< <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13461>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

BASTOS, Valéria Delgado. Incentivo à inovação: tendências internacionais e no Brasil e o papel do BNDES junto às grandes empresas. **BNDES**, 2004. Disponível em:< <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11595>>. Acesso em: 10 jan.2019.

BATISTA, Marcos. A evolução da economia: uma abordagem histórica sobre os principais modelos, teorias e pensadores. **RENEFARA**, v. 2, n. 2, 2012. p. 286-302, Disponível em: < <http://www.fara.edu.br/sipe/index.php/renefara/article/view/68>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

BELLEFLAMME, Paul. Innovation and economic growth. **IPdigit**. 2013. Disponível em: < <http://www.ipdigit.eu/2013/09/innovation-and-economic-growth/>>. Acesso em 14 set. 2017.

BIGARANI, Fernando Artico *et al.*. Relação Mundial Per Capita entre Renda e Emissão de Dióxido de Carbono. **Economia & Região**, v. 2, nº 2, 2014. p. 25-47. Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/19559/15488>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

BRASIL, Lei nº 1.310, de 15 de janeiro de 1951. **Cria o Conselho Nacional de Pesquisas e dá outras providências**. Rio de Janeiro-RJ, 1951. Disponível em:< <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-1310-15-janeiro-1951-361842-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

BRASIL - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa de Inovação Tecnológica PINTEC – 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: < [http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/METODOLOGIA/Manual%20de%20Instrucoes%20para%20Preenchimento%20do%20Questionario/manual\\_de\\_instrucoes\\_pintec\\_2008.pdf](http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/METODOLOGIA/Manual%20de%20Instrucoes%20para%20Preenchimento%20do%20Questionario/manual_de_instrucoes_pintec_2008.pdf)>. Acesso em: 07 mai. 2018.

BRASIL- Congresso Nacional. Resolução nº 4 de 30 de dezembro de 2008 - CN. Cria, no âmbito do Congresso Nacional, Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas - CMMC. Congresso Nacional: Brasília-DF., 2008. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/rescon/2008/resolucao-4-30-dezembro-2008-585101-publicacaooriginal-108047-pl.html>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

BUOSI, Maria Eugenia dos Santos. Estudo de correlação e causalidade entre o desempenho financeiro e de eficiência no combate às emissões de gases de efeito estufa das empresas do mercado de capitais brasileiro. 2014. **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo**. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-22012015-155305/en.php>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BRUE, Stanley L.. História do pensamento econômico. 6ª ed. Tradução da versão norte-americana por: Luciana Penteadó Miquelino. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006.

CHANGE, Intergovernmental Panel on Climate. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. **Genebra, Suíça**, 2001. Disponível em: < <http://streitcouncil.org/uploads/PDF/Report-Climat%20Change%202007-20Impacts,%20Adaptation,%20and%20Vulnerability.pdf>>. Acesso em: 14 jan.2019.

CMMC - Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas. Relatório Final, Junho de 2008. Brasília- DF.: **Congresso Nacional**, 2008. Disponível em: < <http://legis.senado.leg.br/comissoes/comissao;jsessionid=A61D6A25BB501B71CEAC6A23553C043A?0&codcol=1450>>. Acesso em 19 mar. 2018.

COHEN, Patricia. Putting a Price on Simon Kuznets's Nobel in Economics. **The New York Times**: 2015. Disponível em: <[https://www.nytimes.com/2015/02/25/business/putting-a-price-on-simon-kuznetss-nobel-in-economics.html?\\_r=0](https://www.nytimes.com/2015/02/25/business/putting-a-price-on-simon-kuznetss-nobel-in-economics.html?_r=0)>. Acesso em: 12 mai. 2018.

CUSINATO, Rafael Tiecher; *et al.*. Hiato do Produto e PIB no Brasil: uma Análise de Dados em Tempo Real. **Departamento de Estudos e Pesquisas (Depep)**: Brasília – DF, 2010. Disponível em:< <https://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/wps203.pdf>>.: Acesso em: 30 abr. 2018.

DAGNINO, Renato; VELHO, Léa. University-industry-government relations on the periphery: the University of Campinas, Brazil. **Minerva**, v. 36, nº 3, p. 229-251, 1998. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1004335804375>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

DA SILVA, Everton Nunes; PORTO JÚNIOR, Sabino da Silva. Sistema financeiro e crescimento econômico: uma aplicação de regressão quantílica. **Economia Aplicada**, vol.10, nº 3, Ribeirão Preto - SP., July/Sept. 2006. Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-80502006000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502006000300007)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DENMAN, Kenneth L; BRASSEUR, Guy: Coordinating Lead Authors. Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. Chapter 7. In: Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. Lawrence Berkeley National Lab. (LBNL), **Berkeley**, CA (United States), 2007. Disponível em:< <https://www.osti.gov/servlets/purl/934721>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DOMINGOS, Manuel. **O militar e a ciência no Brasil: Os generais e o CNPQ**. 2006. Disponível em:< <https://www.anpocs.com/index.php/papers-30-encontro/gt-26/gt08-22/3279-mdomingos-o-militar/file>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

DUARTE, Adelaide. Teorias do Crescimento. Licenciatura de Economia. FEUC 2004-2005. Rio de Janeiro: Fundação Educacional Unificada Campo Grandense-FEUC. 2004. Disponível em:< [http://www4.fe.uc.pt/mapsd/l4\\_rck\\_tc\\_0405.pdf](http://www4.fe.uc.pt/mapsd/l4_rck_tc_0405.pdf)>. Acesso em: 17 dez.2018.

EVANS, Peter B.; TIGRE, Paulo Bastos. Going beyond clones in Brazil and Korea: a comparative analysis of NIC strategies in the computer industry. **World development**, v. 17, n. 11, p. 1751-1768, 1989. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305750X89901988>>. Acesso em: 19 set. 2018.

FANTINE, José, ALVIM, Carlos Feu. Um Modelo de Desenvolvimento Nacional. Economia e Energia – **e&e** . nº 57 Agosto-Setembro de 2006. Revista Economia e Energia: Rio de Janeiro-RJ., 2006. Disponível em: <[http://ecen.com/para\\_imprimir/eee57p.pdf](http://ecen.com/para_imprimir/eee57p.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2018.

FERRARI, Amílcar Figueira. O Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (Funtec) do BNDE. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 26, p. 299-322, 2010. Disponível em: < [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/313/307](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/313/307)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FERREIRA, Carlos K. leal. O financiamento da indústria e infra-estrutura no brasil: crédito de longo prazo e mercado de capitais. 255 f. Tese (Doutorado em economia), **Instituto de Economia da Unicamp**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1995. Disponível em:<[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286353/1/Ferreira\\_CarlosKawallLeal\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286353/1/Ferreira_CarlosKawallLeal_D.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2018.

GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. Endogenous Innovation. *In*: The Theory of Growth. Working Paper nº 4527, November 1993, **National bureau of Economic Research**: Cambridge, 1993. Disponível em:< <http://www.nber.org/papers/w4527.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2017.

GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. Endogenous Innovation. *in*: The Theory of Growth. Volume 8, Number 1, **Journal of Economic Perspectives**, 1994 -p. 23–44. Disponível em: <<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.8.1.23>>. Acesso em: 24 set. 2018.

HOFFMANN, Rodolfo. Distribuição de renda e crescimento econômico. *Estudos Avançados*, vol.15 nº 41, Jan./Apr. 2001, São Paulo: **Estudos Avançados**, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142001000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000100007)>. Acesso em: 20 abr. 2018.

HERSCOVICI, Alain. O modelo de Harrod: natureza das expectativas de longo prazo, instabilidade e não-linearidade. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 15, n. 1 (26), jan./jun. 2006. p. 29-55. Disponível em:< <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=601&tp=a>> Acesso em: 18 nov. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em Síntese - contas nacionais. **IBGE**: Brasília - DF. 2017. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais.html>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

IPCC, Intergovernmental Panel On Climate Change. *Third Assessment Report*. Climate Change 2001. Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 1. **IPCC**, Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/wg2TARchap1.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2018.

IPECE-Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. PIB do Ceará na Ótica da Produção - 2010-2013. Flávio Ataliba F. D. Barreto–Diretor Geral. Fortaleza-CE: **IPECE**, 2016. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/estudos\\_economicos/pib/PIB\\_do\\_Ceara\\_Producao\\_2010\\_2013\\_Agosto\\_2016.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/estudos_economicos/pib/PIB_do_Ceara_Producao_2010_2013_Agosto_2016.pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2018.

KHAN, Jangraiz. The Role of Research and Development in Economic Growth: A Review. Vol. 2. Issue 3, 2015. 128-133, **Journal of Economics Bibliography**: Istanbul: 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/282365490\\_The\\_Role\\_of\\_Research\\_and\\_Development\\_in\\_Economic\\_Growth\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/282365490_The_Role_of_Research_and_Development_in_Economic_Growth_A_Review)>. Acesso em: 21 mar 2018.

KIPERSTOK, Asher *et al.* Inovação como requisito do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 8, n. 6, 2002. Disponível em:< <https://www.seer.ufrgs.br/read/article/view/42724/27081>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

KRUG, Thelma. *In* CMMC - Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas. Relatório Anual nº 1/2009-CMMC, das Atividades desenvolvidas pela comissão na 3ª sessão legislativa da 53ª legislatura, 24 de novembro de 2009. Brasília- DF.: **Congresso Nacional**, 2009. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/comissoes/comissao;jsessionid=A61D6A25BB501B71CEAC6A23553C043A?0&codcol=1450>>. Acesso em 19 mar. 2018.

LUNA, Francisco *et al.*. Financiamento à inovação. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008. p. 229-262. Disponível em: < [https://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo05\\_27.pdf](https://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo05_27.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2019.

MACHADO, Solange Aparecida *et al.*. MPEs de Base Tecnológica: conceituação, formas de financiamento e análise de casos brasileiros. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas- SEBRAE. São Paulo: **SEBRAE-SP**, 2001. Disponível em: < [https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/base\\_tecnologica\\_financiamento.pdf](https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/base_tecnologica_financiamento.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2018.

MATESCO, Virene Roxo; TAFNER, Paulo. O estímulo aos investimentos tecnológicos: o impacto sobre as empresas brasileiras. **Repositório IPEA**, 1996. Disponível em: < [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1821/1/td\\_0429.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1821/1/td_0429.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2019.

MCMICHAEL, Anthony J. *et al.* Climate change and human health: present and future risks. **The Lancet**, v. 367, n. 9513, p. 859-869, 2006. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673606680793>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

MCTI&C - Ministério da Ciência e Tecnologia, Inovação e Comunicação. Livro Verde da Ciência, Tecnologia e Inovação. Projeto Diretrizes Estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenado por Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia Carvalho Pinto de Melo. Brasília, DF: **Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciências**, 2001. Disponível em: < [http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/859/1/ciencia,%20tecnologia%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o\\_%20desafios%20para%20a%20sociedade%20brasileira.%20livro%20verde.pdf](http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/859/1/ciencia,%20tecnologia%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o_%20desafios%20para%20a%20sociedade%20brasileira.%20livro%20verde.pdf)>. Acesso em 04 mai. 2017

MCTI&C - Ministério da Ciência e Tecnologia, Inovação & Comunicações. Livro Branco-Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: **Ministério da Ciência e Tecnologia**, 2002. Disponível em: < [http://www.cgee.org.br/arquivos/livro\\_branco\\_cti.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/livro_branco_cti.pdf)>. Acesso em: 02 mai. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Coordenação: **SEPED - Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento**. MCTI&C: Brasília, 2013. Disponível em: < [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0228/228468.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0228/228468.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Ciência Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional- proposta da estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2016-2019. **MCTI&C**, 2015. Disponível em: < <https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6756.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2016 2022 - **Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social**. Brasília, DF.: MCTI&C, 2016. Disponível em: <

[http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/publicacao/ciencia/ENCTI/MCTI\\_ENCTI\\_2016-2022\\_210x240mm\\_14.03.2017.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/publicacao/ciencia/ENCTI/MCTI_ENCTI_2016-2022_210x240mm_14.03.2017.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2018.

MENDES, Dany R.F *et al.*. Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: avaliação do marco regulatório e seus impactos nos indicadores de inovação.

**Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 2, n.1, p. 22-46, 2013. Disponível em: < <http://www.regepe.org.br/regepe/article/view/49>>.

Acesso em: 13 abr. 2018.

MENON, Surabi *et al.* Couplings between changes in the climate system and

biogeochemistry. **Lawrence Berkeley National Lab.**(LBNL), Berkeley, CA (United States), 2007. Disponível em: < <https://www.osti.gov/biblio/934721>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

MLA style. Simon Kuznets - Prize Lecture: Modern Economic Growth: Findings and Reflections. **Nobelprize.org**. Nobel Media AB 2014.

[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economic-sciences/laureates/1971/kuznets-lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1971/kuznets-lecture.html). Acesso em: 05 jun. 2018.

MONZONI, Mario. Diretrizes para formulação de políticas públicas em mudanças climáticas no Brasil. **Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP**, 2009.

Disponível em: < <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15412/Diretrizes%20para%20a%20Formula%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pol%C3%ADtica%20P%C3%BAblicas%20em%20Mudan%C3%A7as%20Clim%C3%A1ticas%20no%20Brasil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 jan.2019.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável**. 255 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas/Sociedade e Meio Ambiente). Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1999. Disponível em: <

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/81183/137926.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

AMATO NETO, João. As políticas industriais e tecnológicas e as pequenas e médias empresas: iniciativas na história recente da economia brasileira. **Revista Gestão Industrial**, v. 3, n. 1, 2007. Disponível em:<

<https://revistas.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/83/80>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

O'BRIEN, Karen *et al.* Human security, vulnerability and sustainable

adaptation. **Human development report**, v. 2008, p. 1-2, 2007. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/6248776.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

OECD - Organisation for Economic Co-Operation and Development. Foreign Direct Investment for Development - maximising benefits, minimising costs – Overview.

**OECD- Publications Service**: Paris-France, 2002. Disponível em: <

<https://www.oecd.org/investment/investmentfordevelopment/1959815.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

OLIVEIRA, Fernando Cardoso Boaventura; AVELLAR, Ana Paula M.. Análise do Desenvolvimento Tecnológico de Brasil, Rússia, Índia e China (Bric): Mapeamento Dos Indicadores de Ciência Tecnologia e Inovação. **Horizonte Científico** v. 3, nº 1 - dezembro 2009. Uberlândia-MG: UFU- Universidade Federal de Uberlândia, 2009. Disponível em: < [http://www.seer.ufu.br/index.php/horizonte\\_cientifico/article/view/4384/3215](http://www.seer.ufu.br/index.php/horizonte_cientifico/article/view/4384/3215) >. Acesso em: 01 abr. 2017.

OLIVEIRA, Joelmo Jesus de. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil: poder, política e burocracia na arena decisória. **Revista de Sociologia e Política**, v. 24, nº 59, p. 129-147, set. 2016. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rsocp/v24n59/0104-4478-rsocp-24-59-0129.pdf>>. Acesso em: 23 Jan. 2018.

PAIVA, Márcia de. BNDES: um banco de história e do futuro. Brasília-DF: BNDES, 2012. Disponível em: < <http://www.museudapessoa.net/public/editor/bndesport0113.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2018.

PAULA, Luiz Fernando de. Sistema Financeiro e o Financiamento da Inovação: Uma abordagem keynesiana-schumpeteriana. **39º Encontro nacional de economia**, 2011. Disponível em: < <https://www.anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-6135c1601d8e2b4bd8b96e15baf72c5d.pdf> >. Acesso em: 13 jul.2018.

PBMC- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil**, p. 28, 2013. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/profile/Nathan\\_S\\_Debortoli/publication/263653588\\_IMPACTOS\\_VULNERABILIDADE\\_E\\_ADAPTACAO\\_NA\\_ESFERA\\_REGIONAL\\_Centro-Oeste/links/0046353b6d600a4cc2000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nathan_S_Debortoli/publication/263653588_IMPACTOS_VULNERABILIDADE_E_ADAPTACAO_NA_ESFERA_REGIONAL_Centro-Oeste/links/0046353b6d600a4cc2000000.pdf) >. Acesso em: 15 jan. 2019.

PBMC- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. **Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**, Rio de Janeiro, RJ. 2014. 414 pp. Disponível em: < [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1\\_completo\\_vol2.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1_completo_vol2.pdf)>. Acesso em: 15 jan.2019.

PEREIRA, Hugo C. I.; e GONÇALVES, Flávio de O.. O Crescimento Econômico em Nicholas Kaldor e o Subdesenvolvimento em Celso Furtado: Progresso Tecnológico, Distribuição de Renda e Dualismo Estrutural. **XI Congresso Brasileiro de História Econômica. 14 a 16 de setembro de 2015. Vitória/Espírito Santo**. Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, 2015.

PORTER, M. E. Competitive advantage: creating and sustaining competitive performance. New York, **Free Press**, 1985. Disponível em: < [https://www.albany.edu/~gs149266/Porter%20\(1985\)%20-%20chapter%201.pdf](https://www.albany.edu/~gs149266/Porter%20(1985)%20-%20chapter%201.pdf) >. Acesso em: 16 jan. 2019.

PORTER, Michael E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. **Simon and Schuster**, 2008.

PRATES, Daniela Magalhães *et al.* O papel desempenhado pelo BNDES e diferentes iniciativas de expansão do financiamento de longo prazo no Brasil dos anos 90. **Economia e Sociedade**, v. 9, n. 2, p. 85-116, 2000. Disponível em: < <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8643113/10664>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

PRESS, F. *et al.*. Para entender a Terra. 4ª ed. Porto Alegre: Bookam, 2006.

SALLES FILHO, Sérgio. Política de Ciência e Tecnologia no II PBDCT (1976). **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 1, p. 179-211, 2003. Disponível em:< <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8648872>>. Acesso em: 24 ago.2018.

SALLES, Alexandre O. T.; RIBEIRO, Anna Paula L.. Instituições, desenvolvimento econômico e sustentabilidade: uma análise dos mecanismos de regulamentação das políticas de meio ambiente. **VI Encontro de Economia Catarinense**, 2012. Disponível em:< [http://www.apec.unesc.net/VI\\_EEC/sesoes\\_tematicas/Tema1-Desenvolvimento%20Meio%20Ambiente/Artigo-4-Autoria.pdf](http://www.apec.unesc.net/VI_EEC/sesoes_tematicas/Tema1-Desenvolvimento%20Meio%20Ambiente/Artigo-4-Autoria.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2019.

SCHUMPETER, Joseph Alois. Chapter VII: The Process of Creative Destruction. *In*: Capitalism, Socialism and Democracy, 3ª Edition, 1950. **Harper Torchbooks**, New York, 1962. Disponível em:< <https://msuweb.montclair.edu/~lebelp/SchumpeterChapter7.pdf>>. Acesso em: 25 nov.2018.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do Desenvolvimento Econômico uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico**. Tradução de Maria Sílvia Possas, disponibilizado por Ronaldo Dart Veiga. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda.1997. Título original: Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung Dunker & Humblot, Berlim, Alemanha, 1964. Disponível em: [http://www.ufff.br/oliveira\\_junior/files/2009/06/s\\_Schumpeter\\_-Teoria\\_do\\_Developimento\\_Econ%C3%B4mico\\_-Uma\\_Investiga%C3%A7%C3%A3o\\_sobre\\_Lucros\\_Capital\\_Cr%C3%A9dito\\_Juro\\_e\\_Ciclo\\_Econ%C3%B4mico.pdf](http://www.ufff.br/oliveira_junior/files/2009/06/s_Schumpeter_-Teoria_do_Developimento_Econ%C3%B4mico_-Uma_Investiga%C3%A7%C3%A3o_sobre_Lucros_Capital_Cr%C3%A9dito_Juro_e_Ciclo_Econ%C3%B4mico.pdf). Acesso em: 12 set. 2018

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Contexto. **SEEG**, 2017a. Disponível em:< <http://seeg.eco.br/contexto/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Bruto ou Líquido? **SEEG** , 2017b. Disponível em: <http://seeg.eco.br/2017/11/01/emissoes-do-brasil-sobem-9-em-2016/>. Acesso em: 23 jul. 2018.

SHAARI, Mohd Shahidan *et al.*. Positive and Negative Effects of Research and Development. **International Journal of Energy Economics and Policy**, vol.6, Issue 4, 767-770. 2016. Disponível em:< <http://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/2978>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

SILVA, Minelle Enéas da; ZEN, Aurora Carneiro. O contexto base da inovação rumo à transição para a sustentabilidade: um ensaio sob uma perspectiva complexa. **Revista de gestão & sustentabilidade ambiental**. Palhoça, SC. Vol. 3, n. 2 (out. 2014-mar. 2015), p. 61-86, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/109538>>. Acesso em: 12 jan.2019.

SIMONASSI, Andrei Gomes *et al.*. Política de Crédito do BNDES e Sustentabilidade de Crescimento do Setor Primário. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.55 n° 1, Brasília, Jan./Mar. 2017 Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032017000100031&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032017000100031&script=sci_arttext&lng=pt)>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SMITH, Joel B. *et al.* Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) “reasons for concern”. **Proceedings of the national Academy of Sciences**, v. 106, n. 11, p. 4133-4137, 2009. Disponível em:<<https://www.pnas.org/content/106/11/4133.abstract>>. Acesso 17 jan. 2019.

SOLOW, Robert M.. Technical Change and the Aggregate Production. **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 39, Nº 3, 1957, pp. 312-320. Disponível em:<<https://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Solow-Growth-Accounting.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

STAUB, Eugêneo. Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 13, p. 05-22, 2010. Disponível em:<[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/205/199](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/205/199)>. Acesso em: 16 jan. 2019.

TAMDJIAN, James Onnig. Geografia: estudos para a compreensão do espaço – como funciona o mundo. 6º ano. São Paulo: FTD, 2012.

WHO - World Health Organization *et al.* Climate change and human health: risks and responses. **World Health Organization (WHO)**. Geneva, CH., 2003. Disponível em:<[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42742/924156248X\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42742/924156248X_eng.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2019.

WHO - World Health Organization *et al.* Protecting health from climate change: connecting science, policy and people. **World Health Organization (WHO)**. Geneva, CH. 2009. Disponível em:<[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44246/9789241598880\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44246/9789241598880_eng.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2019.

VELHO, Léa *et al.*. P&D nos setores público e privado no Brasil: complementares ou substitutos? **Parcerias Estratégicas**, v. 9, n. 19, p. 87-128, 2010. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/251](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/251)>. Acesso em: 30 out. 2018.

YOSHIDA, Hiroyuki. Harrodian dynamics under imperfect competition: A growth cycle model. In: Time and Space in Economics. pp 29-40. Editors: Toichiro Asada & Toshiharu Ishikawa. College of Economics Nihon University. Misaki 1-3-2 Chiyoda-ku Tokyo, Japan. 2007. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.513.9970&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

Nos próximos capítulos são apresentados os artigos relativos aos objetivos específicos.

**4. ARTIGO I - Análise do impacto dos dispêndios em Ciência Tecnologia & Inovação no crescimento econômico do Brasil;**

**5. ARTIGO II - Os Dispendios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) causam externalidades no meio ambiente? Evidências empíricas para o Brasil;**

**6. ARTIGO III - Estimativa do impacto dos setores produtivos nas emissões de CO<sub>2</sub>e: Evidências para o Brasil (2000-2015)**

## **4 Artigo 1: Análise do impacto dos dispêndios em Ciência Tecnologia & Inovação no crescimento econômico do Brasil**

### **RESUMO**

Os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) envolvem importantes recursos para o desenvolvimento econômico de um país. No Brasil o maior investidor em CT&I é o governo central, neste contexto, o presente artigo teve por objetivo analisar o impacto dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado e os efeitos dos desembolsos de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no crescimento econômico brasileiro entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015. Para as análises adotou-se dois modelos econométricos, no modelo 1 foi considerado como variável dependente e *proxy* para o crescimento econômico o “PIB” e o “PIB *per capita*”. Os resultados do modelo 1 foram:  $R^2$  de 0,994; impacto positivo e significativo dos dispêndios em P&D públicos e privados com  $p$ -valor $<0,01$ ; e a variável BNDES não teve efeito estatístico no crescimento econômico. Os resultados do modelo 2 foram:  $R^2$  de 0,991; todas as variáveis foram positivas e significativas, dispêndios em P&D público e privado com  $p$ -valor $<0,05$  e BNDES com  $p$ -valor $<0,1$  evidenciando haver impactos positivos dos dispêndios em P&D públicos e privados no PIB e PIB *per capita*, e dos dispêndios do BNDES no PIB *per capita*. Resultados que corroboram com estudos anteriores que obtiveram resultados semelhantes.

**Palavras-chave:** BNDES, Economia; Econometria; Pesquisa & Desenvolvimento;

# **Analysis of the Impact of Expenditures on Science Technology & Innovation on Brazil's economic growth**

## **ABSTRACT**

Investments in science, technology and innovation (CT&I) involve important resources for the economic development of a country. In Brazil, the largest investor in CT&I is the central government. In this context, the aim of this article was to analyze the impact of R&D expenditures on the public and private sectors and the effects of credit disbursements from the National Bank of Brazil. Economic and Social Development (BNDES) in the Brazilian economic growth between 2000 and 2015. For the analysis, two econometric models were adopted, in the model 1 was considered as dependent variable and proxy for the economic growth the "GDP" and "GDP per capita". The results of model 1 were:  $R^2$  0,994; positive and significant impact of public and private R&D expenditures with p-value  $<0,01$ ; and the BNDES variable had no statistical effect on economic growth. The results of model 2 were:  $R^2$  of 0,991; all variables were positive and significant, public and private R&D expenditures with p-value  $<0,05$  and BNDES with p-value  $<0,1$  showing positive impacts of public and private R&D expenditures on GDP and per capita GDP, and BNDES expenditure on GDP per capita. Results that corroborate previous studies that obtained similar results.

Keywords: BNDES; Economics; Econometrics; Search;

## 1 Introdução

Os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), ou seja, em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) são importantes fontes para o crescimento econômico das nações. O arcabouço teórico que baliza os estudos de Pesquisa e Desenvolvimento usa como base conceitual o Manual de Oslo<sup>6</sup> e as métricas de comparação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (OECD, 2002).

A OCDE adotou metas quantitativas para avaliar o desempenho da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) a partir de investimentos, dispêndios ou gastos em P&D. Os valores e volumes das despesas em P&D são analisados em séries temporais e comparados frequentemente em percentual do Produto Interno Bruto – PIB (OECD, 2002).

O trabalho pioneiro na análise do impacto da inovação no crescimento econômico foi Griliches (1990;1998) que afirmou que os gastos com P&D, chamados no seu estudo de inovação, são insumos para a produção de novos conhecimentos que, em algum momento, pode se traduzir em inovações. Alguns trabalhos indicam que há uma correlação entre P&D e aumento do Capital Humano, traduzindo em inovações e conseqüentemente crescimento econômico<sup>7</sup>. Em linha com a evolução conceitual apresentada por Mendes *et al.* (2013) as medidas de análise utilizadas seguem os números de investimentos em P&D, quantidade de depósitos de patentes e o papel das empresas públicas e privadas.

O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação de um país depende do seu ambiente institucional. As políticas de ciência, tecnologia e inovação são fundamentais para sustentar o desenvolvimento econômico brasileiro no longo do

---

<sup>6</sup> “O Manual de Oslo tem o objetivo de orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de P&D de países industrializados.” (OCDE, 2005, p.9).

<sup>7</sup> Sobre a importância do capital humano para explicar o crescimento ou as diferenças de crescimento entre os países (ver, por exemplo, Lucas, 1988; Mulligan e Sala-i-Martin, 1993; Barro e Sala-i-Martin, 1995). Existem estudos empíricos que confirmam que o capital humano é importante para o crescimento a longo prazo (ver, por exemplo, Romer, 1989; Barro, 2001; Levine e Renelt, 1992; Mankiw, Romer & Weil, 1992; Barro e Lee, 1993; Bassanini e Scarpetta, 2001; Krueger e Lindahl, 2001; Baldacci *et al.*, 2004).

tempo. Não é por acaso que vários países, como os Estados Unidos e a China, colocaram a inovação no centro das suas estratégias de recuperação do crescimento desde a crise de 2008 (MCTI&C, 2015).

Neste sentido, embora a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) tenham sido reconhecidas como elementos fundamentais do crescimento econômico e desenvolvimento nacional, no Brasil o maior investidor no desenvolvimento da CT&I é o governo central (MCTI&C,2015).

Neste contexto, o objetivo do presente artigo é analisar o impacto dos dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado e os efeitos dos desembolsos de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)<sup>8</sup> no crescimento econômico brasileiro entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015.

## **2 Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Ciência Tecnologia & Inovação**

A Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) é fundamental para a sociedade alcançar os objetivos de crescimento econômico, bem-estar social e sustentabilidade ambiental, tão importantes para o futuro da humanidade (MILLER *et al.*,1998; FLOROS *et al.*, 2010; STEINGRABER e GONÇALVES, 2013b; MARTINE e ALVES, 2015).

É consenso que há uma relação entre o avanço tecnológico e o crescimento econômico, ou seja, o nível tecnológico em que um país se encontra é determinante para o desempenho do seu crescimento econômico (SOLOW,1956; DOSI, 1982, 1984; RIVERA-BATIZ e ROMER, 1990; GROSSMAN e HELPMAN, 1993; GRILICHES, 1998).

Na visão de Schumpeter (1997) a virtude central de uma economia de mercado é sua capacidade de inovar, em outras palavras, com alto nível de tecnologia pode-se alcançar taxas expressivas de crescimento econômico. Assim sendo, a ciência, o progresso tecnológico e a inovação são determinantes e amplamente responsáveis

---

<sup>8</sup> O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES no Brasil é uma fonte financeira com objetivo de fomentar o processo de desenvolvimento.

pelo progresso e crescimento econômico dos países (SOLOW, 1956; SCHUMPETER, 1962; STEINGRABER E GONÇALVES, 2013a).

Schumpeter (1997), afirmou que, se houver uma constância no nível de tecnologia haverá interrupção no processo de crescimento econômico, isso porque a economia se mantém em movimento com o progresso tecnológico. No entanto, há evidências empíricas mostrando que quando as taxas de crescimento econômico são decrescentes, os dispêndios diminuem, criando descontinuidade das ações, das políticas e das pesquisas fundamentais para a sociedade e para a ciência (SOLOW, 1956).

Shaari *et al.* (2016) afirmaram que a tecnologia é vital para o desenvolvimento econômico, pois as indústrias se tornam dependentes da inovação, e sem a evolução tecnológica, o desempenho econômico mudaria e poderia, até mesmo, se tornar pior do que antes. Steingraber; Gonçalves (2013) afirmam que com a inovação das empresas as possibilita conquistarem vantagens competitivas frente aos demais concorrentes no mercado.

Conforme, Roco e Bainbridge (2003) os avanços evolutivos das ciências e tecnologias propiciam a melhora, tanto no desempenho humano, quanto na produtividade do país. Nesta linha de raciocínio, Shaari *et al.* (2016), afirmaram que nos países desenvolvidos a tecnologia tem proporcionado efeitos positivos sobre suas economias.

A pesquisa e desenvolvimento (P&D), um braço da Ciência, Tecnologia e Inovação são recursos oriundos da atividade empresarial, que destinam a promoção da inovação de produtos e processos, pois, produzir mais com custos mais baixos e com produtos inovados, tornam a empresa mais competitiva (ETZKOWITZA *et al.*, 2005; TUNA *et al.*, 2015; SHAARI *et al.*, 2016).

Com um mundo interligado nas grandes redes comerciais e financeiras, a alta competitividade, desencadeou a criação de políticas públicas no campo da Ciência, Tecnologia e Inovação dos países, sendo importante indutor do desenvolvimento socioeconômico (ROCHA e FERREIRA, 2004; BALBACHEVSKY e BOTELHO, 2011; OLIVEIRA, 2016).

Na metade do século passado, Solow (1956) já defendia, assim como Gonda (2005) defendeu, e Oliveira (2016) defende a tecnologia com o argumento de que: os problemas ecológicos provocados pelo crescimento econômico serão superados com o progresso tecnológico, isto por que cria recursos novos para atender novas ou

antigas necessidades, ou substitui os recursos escassos e/ou economiza recursos existentes. De forma contraditória, as conclusões de Krautkraemer (2005), o progresso tecnológico tem evitado a escassez de muitos recursos naturais, mas afirma que as fontes de recursos se tornaram mais escassas, e é improvável que a tecnologia sozinha possa remediar isso.

## **2.2 Evolução tecnológica no Brasil**

As políticas de ciência e tecnologia no Brasil tiveram várias fases distintas. Após a segunda guerra mundial, se deu o seu início evolutivo com a criação em 1951 de duas relevantes agências de ciência federais o Conselho Nacional de Pesquisas-CNPq (Lei nº 1.310), com o objetivo de “fomento à pesquisa e formação de pessoal”, e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES (Decreto nº 29.741), com o objetivo de "assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país". O CNPq efetivamente se fortaleceu com o apoio financeiro do BNDE-Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico após a Resolução do BNDE nº 46/1958 com a “Cota de Educação e Treinamento Técnico” (VARGAS, 2001; CILONI e BERBERT, 2013; OLIVEIRA, 2016).

No Brasil, com a chegada da família real portuguesa no Rio de Janeiro, nas primeiras décadas do século XIX, houve o início do desenvolvimento científico e tecnológico, que infelizmente ocorreu muito depois dos países centrais. Mas, mesmo assim, proporcionou crescimento expressivo nos indicadores de desenvolvimento científico brasileiro, o que evidencia que os investimentos em P&D realizados pelo governo têm propiciado efeitos positivos nos mais diversificados setores produtivos e conseqüentemente na economia (SILVEIRA e BAZZO, 2005; CILONI e BERBERT, 2013).

Em 1964 foram criados o Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), o Fundo de financiamento de Projetos de Programas, transformado em 1967 na Empresa Pública Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). A FUNTEC em 1969 passa a ser Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. A partir de 1971 a FINEP torna-se a Secretaria Executiva do FNDCT (LEMONS e CÁRIO, 2013; OLIVEIRA, 2016).

Após 1971 até o início da nova república em 1990, foi um período que as políticas de C&T evoluíram e se consolidaram. Nos anos pós 1990, a inovação lentamente se incorporou às políticas de Ciência e Tecnologia (C&T). Estas políticas foram se encorpando e conquistando novos espaços na agenda de discussões. Em 1999 com a criação dos fundos setoriais, a inovação no Brasil é incorporada definitivamente dentro das políticas governamentais relacionadas a C&T que passam a utilizar a denominação com o trinômio Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). As evoluções destas políticas se refletem satisfatoriamente nas políticas de desenvolvimento regional em todos territórios estaduais e municipais (BALBACHEVSKY e BOTELHO, 2011; LEMOS e CÁRIO, 2013; OLIVEIRA, 2016).

Em 2014, o governo brasileiro, como parte da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), no período 2016 a 2019, com muita semelhança a outros países, estabeleceu metas ambiciosas para aumentar as Despesas Internas Brutas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), base 2% do PIB-Produto Interno Bruto até 2019. Tais metas não foram atingidas, em 2014 as despesas atingiram 1,17% do PIB, inferior aos 1,20% de 2013. Mas, em termos reais estão diminuindo os gastos não governamentais com P&D em razão da crise financeira global dos últimos anos (CROSS *et al.*, 2017).

Na realização de pesquisa e desenvolvimento e inovação no Brasil, diferentes atores estão envolvidos, entre as maiores contribuições para a obtenção dos resultados positivos estão os trinta e três institutos que desenvolvem pesquisas nas mais diversificadas áreas do conhecimento e que estão vinculados ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações- MCTI&C, criado em 15 de março de 1985, pelo Decreto nº 91.146 para ter a responsabilidade de formular e implementar a Política Nacional de Ciência e Tecnologia (BALBACHEVSKY e BOTELHO, 2011; CILONI e BERBERT, 2013; LEMOS e CÁRIO, 2013).

### **2.3 Crescimento Econômico**

Entre as diversas teorias de crescimento econômico estão: a corrente clássica, a corrente Keynesiana e a corrente neoclássica.

A corrente clássica, séculos XVIII e XIX representada por Adam Smith considerado o pai da economia moderna, teórico do liberalismo econômico no século XVIII, em 1776 com a obra “Uma investigação sobre a natureza e a causa da riqueza das nações”. Nesta obra foi demonstrado que a atuação dos indivíduos incentivados

por seu próprio interesse (self-interest) promoviam com a inovação tecnológica o crescimento econômico, portanto a riqueza das nações. Smith foi seguido por Thomas Robert Malthus e David Ricardo (BRUE, 2006; BATISTA, 2012).

A corrente Keynesiana, século XX, John Maynard Keynes fundador da teoria da macroeconomia moderna, suas teorias fundamentam escola do pensamento, mais conhecida por Economia keynesiana que se ramifica em várias vertentes (ARRIGHI e EM PEQUIM, 2011).

As teoria de Keynes foram desenvolvidas e aplicadas na economia na década de trinta com Roy F. Harrod e Evsey Domar, desenvolvedores independentes do modelo Harrod–Domar que é o precursor do modelo de crescimento exógeno (HERSCOVICI, 2006; BRUE, 2006). De acordo com Yoshida (2007), em 1939 Harrod criou a base da “teoria dinâmica” e analisou a relação entre as taxas reais e as garantias de crescimento.

Também na corrente Keynesiana militou Nicholas Kaldor que publicou em 1957 “A Model of Economic Growth” onde postula um modelo de crescimento, que seguiu a abordagem dinâmica de Harrodian e as técnicas de análise keynesiana e Frank P. Ramsey orientado por Keynes escreveu três artigos sobre a teoria econômica e um deles o “crescimento econômico ótimo de um setor” de 1928, modelo neoclássico (PEREIRA e GONÇALVES, 2016).

O artigo de Ramsey serviu de base para David Cass e Tjalling Koopmans que desenvolverem o “modelo de crescimento Ramsey” ou “modelo de Ramsey-Cass-Koopmans-RCK”, que é um modelo canônico de crescimento ótimo que tem como objetivo apenas explicar o crescimento econômico de longo prazo, com um horizonte temporal de vida infinito. Este modelo se diferencia do modelo Solow-Swan desenvolvido por Robert Solow e T. W. Swan em 1956, que é o primeiro modelo de crescimento mainstream (DUARTE, 2004; BATISTA, 2012).

A corrente neoclássica surge no final do século XIX e início do século XX, com os economistas marginalistas, Carl Menger, William Stanley Jevons, Léon Walras dentre outros. Na continuidade destacaram-se Alfred Marshall, Vilfredo Pareto, Knut Wicksell e Irving Fisher (BRUE, 2006).

Os temas sobre desenvolvimento e crescimento econômico foram pouco tratados no início do século XX em favor do tema microeconomia, mas voltaram a ganhar importância após a depressão iniciada em 1929 (HOFFMANN, 2001). Mais recente Robert Merton Solow em parceria com T. W. Swan criaram o Modelo de Solow

ou Solow-Swan. Esse modelo matemático demonstrou a contribuição da interação de vários fatores no crescimento econômico sustentado de um país. Desta feita, de forma inédita, demonstrou que os avanços do progresso tecnológico, em comparação ao aumento dos capitais ou da força de trabalho, contribuem mais para o crescimento econômico (BELLEFLAMME, 2013).

Solow (1957), em seu artigo *Technical Change and the Aggregate Production Function*, salientou que aumentos no capital e no trabalho não explicam metade do crescimento econômico e, atribui a diferença à inovação tecnológica que é denominada de “Resíduo de Solow”. Não obstante, na década de 1960, Solow tentou motivar os governos para acelerarem o crescimento econômico, para tanto, os orientava a aumentarem os investimentos em pesquisas tecnológicas.

Khan (2015) revisou os estudos teóricos e empíricos relevantes sobre os séculos XVII e XVIII, e analisou o papel da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no crescimento econômico de vários países de todo o mundo. Assim, em seu artigo concordou que há papel significativo de diferentes formas de P&D na produtividade e no crescimento econômico. Desta forma, concluiu que para alcançar o crescimento econômico sustentado os países em desenvolvimento devem se concentrar na P&D.

Shaari *et al.* (2016) analisaram os efeitos das despesas com pesquisa e desenvolvimento (P&D) sobre o crescimento econômico e a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e<sup>9</sup>), utilizaram dados em painel correspondente ao período desde o ano de 1996 até o ano de 2011 referente a cinco nações (Alemanha, Federação Russa, Reino Unido, Estados Unidos e Canadá). Os resultados mostraram que há uma relação de cointegração entre as variáveis (P&D, PIB, Uso de Energia e Emissão de Dióxido de Carbono). O teste FMOLS evidenciou que o consumo de energia e P&D são os determinantes do PIB, assim como, o consumo de energia e o PIB são o determinante para a emissão de CO<sub>2</sub>. Já o resultado do DOLS mostrou que a P&D são importantes para impulsionar o crescimento econômico, e que o consumo de energia, o aumento do PIB e os investimentos em P&D podem promover a emissão de CO<sub>2</sub>. E ainda, os resultados demonstraram que a P&D é importante para impulsionar

---

<sup>9</sup> - O *carbon dioxide equivalent* (CO<sub>2</sub>eq ou CO<sub>2</sub>e), em português “Equivalência em dióxido de carbono”, é uma medida aceita internacionalmente, e expressa a quantidade de diversos gases de efeito estufa (GEEs) baseado na quantidade de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que teria o mesmo potencial de aquecimento global. Em termos equivalentes, considera que todos os GEEs fossem emitidos na proporção do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

o crescimento econômico, mas é necessário o controle das despesas em P&D para equilibrar o crescimento econômico e a conservação ambiental.

Grossman e Helpman, (1993, 1994) em seus estudos, descreveram detalhes de um modelo de crescimento baseado no progresso tecnológico endógeno, e afirmaram que a realização de investimentos que objetiva o aumento do conhecimento desempenha uma função importante no processo de crescimento econômico no longo prazo.

Seguindo os estudos de Griliches (1990/1998), Oliveira *et al.* (2015); e Shaari *et al.* (2016), o presente artigo tem como objetivo avaliar o impacto dos dispêndios em CT&I e os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES no crescimento econômico brasileiro, contribuindo para o debate científico neste campo empírico de estudo, com dados mais recentes e incluindo o papel do BNDES no modelo.

#### **2.4 Sistema Financeiro / Crédito Financeiro**

Um sistema financeiro é considerado importante nos fundamentos econômicos, isto porque propicia para a economia condições de aumentar a taxa de crescimento do seu Produto Interno Bruto (PIB) (VON BOROWSKI DODL, 2011; TIMOTIO, 2018). Assim, de acordo com Costa e Manolescu (2004), o crédito financeiro, na maioria das pesquisas científicas tem se apresentado como um fator que desempenha um papel importante no crescimento de uma economia.

De acordo com Schumpeter (1997), um sistema financeiro possui condições de, indiretamente, promover a inovação tecnológica e o crescimento econômico quando disponibiliza seus serviços financeiros com a liberação de recursos via empréstimos para as pessoas ou empresas que possuem maior probabilidade de sucesso na produção de produtos e processos inovadores.

No entanto, alguns economistas discordam sobre o papel do setor financeiro no crescimento econômico, ou seja, em alguns estudos abordam incoerências acerca da função e eficácia dos créditos financeiros disponibilizados no setor produtivo para o crescimento econômico, justificam que o sistema financeiro depende de outros fatores associados para que o crescimento econômico aconteça (COSTA e MANOLESCU, 2004; MISSIO *et al.*, 2015; LEITÃO, 2012).

Demetriades e Hussein (1996) fizeram testes de causalidade entre o desenvolvimento financeiro e o PIB real usando técnicas de séries temporais. Os

resultados por eles encontrados forneceram pouco apoio à visão de que o financiamento é um fator líder no processo de desenvolvimento econômico.

Da Silva e Porto Junior (2006), defendem a posição de que quanto maiores forem a quantidade de recursos financeiros disponibilizados aos agentes produtivos, maior é o crescimento econômico, pois com os recursos financiados as empresas investem em sua expansão, em melhorias operacionais e tecnológicas.

Stefani (2007) fez um estudo sobre a relação entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico no Brasil entre 1986 e 2006 usando um modelo VAR cointegrado. Os resultados indicaram a existência de uma forte relação positiva entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico, sendo as variáveis de desenvolvimento financeiro as forças motrizes do sistema.

Esso (2010) reexaminou a relação cointegrante e causal entre o desenvolvimento financeiro e o crescimento econômico na Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental (CEDEAO). Com dados do Banco Mundial referente ao período de desde o ano de 1960 até o ano de 2005. Os resultados mostraram a existência de uma relação positiva entre indicadores de desenvolvimento do setor financeiro e crescimento da economia, mas o inverso se apresenta verdadeiro, pois também concluiu que, quando o crescimento da economia é positivo, há aumento da demanda por serviços financeiros, levando ao crescimento do setor financeiro.

Samanhya *et al.* (2014) investigaram o efeito de longo prazo do desenvolvimento do setor financeiro sobre o crescimento em Gana, a conclusão é de que, quando o setor financeiro de um país é bem organizado corrobora com a melhora da economia e com a eficiência deste setor, assim, contribui para o crescimento econômico. Mas, em seus estudos concluíram, ainda, que analisando o crédito do setor privado em relação ao PIB ou o crédito do setor privado em relação ao crédito total, encontra-se efeito negativo e estatisticamente significativo do desenvolvimento do setor financeiro sobre o crescimento.

Os resultados de Samanhya *et al.* (2014) são corroborados pelo estudo de Leitão (2012) que analisou a ligação entre crescimento econômico e crédito bancário na União Europeia (UE-27) durante o período a partir do ano de 1990 até o ano de 2010. Foi aplicado dados de painel dinâmico (estimador GMM-System) para permite resolver os problemas de correlação serial, heterocedasticidade e endogeneidade das variáveis explicativas: crédito interno, poupança, comércio bilateral e inflação. Os

resultados mostraram que os modelos endógenos têm maior potencial para explicar o crescimento econômico. Ainda, sugeriram que o crescimento econômico é um processo dinâmico. No estudo foi confirmado que a poupança promove o crescimento. A inflação tem um impacto negativo no crescimento econômico como estudos anteriores. Nossos resultados mostram que o crédito interno desestimula o crescimento.

Missio *et al.* (2015) analisaram teórica e empiricamente a relação entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico para as unidades federativas do Brasil. Analisaram econometricamente os dados com o auxílio da técnica de regressão quantílica para o período de 1995 a 2004. Os resultados sugeriram evidências, no geral, uma relação positiva entre desenvolvimento do sistema financeiro e crescimento econômico e a possibilidade de efeitos regionais distintos. Saliem os autores de que: devido ao sistema financeiro ser um importante instrumento de desenvolvimento econômico, o governo deve ser mais do que apenas um órgão regulador, deve manter uma participação ativa nessa atividade econômica por meio de participação acionária junto aos bancos privados e/ou via bancos públicos estatais.

De acordo com Bastos (2004); Calazans (2005) e De Melo (2010), o sistema financeiro é responsável por injetar recursos no mercado, e também fazem injeções de recursos na modalidade de crédito no financiamento de projetos de P&D, ou ainda, fazem empréstimos para as empresas se manterem supridas de capital de giro e conseqüentemente continuarem produzindo, o que de forma indireta contribui para o aumento da produção do país e conseqüentemente influencia a evolução do PIB.

No tocante a oferta de recursos, via crédito por empréstimos e/ou financiamentos no âmbito do Brasil, Simonassi *et al.* (2017), investigaram o efeito da oferta de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) sobre a sustentabilidade de crescimento do setor primário. Os autores, inferiram que a dinâmica de crescimento da razão entre os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES e o PIB primário é linear e globalmente explosiva. Ainda os resultados sugeriram que a política de desembolsos do BNDES para o setor primário não é consistente com a manutenção de uma trajetória de crescimento econômico sustentável no longo prazo, em razão de indícios de ineficiência na concessão e alocação do crédito ofertado.

### 3 Materiais e Métodos

Os valores dos dispêndios em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC) e especificamente em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) foram coletados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTI&C, considerando a referência metodológica do Manual de Frascati (OECD, 2002), da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico.

Os valores do Produto Interno Bruto (PIB) e Produto Interno Bruto *per capita* (PIBpc) foram coletados no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Já, os valores de desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foram coletados do site do próprio banco. Os valores das variáveis estão expressos em milhões de Reais e em valores correntes com exceção da variável PIB *per capita* (PIBpc) que está expresso em mil Reais.

#### 3.1 Dados

As séries de dados analisadas neste estudo foram: o Produto Interno Bruto (PIB); Produto Interno Bruto *per capita* (PIBpc); Dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) para o setor público (PDpub) e para o setor privado (Pdpriv); e Desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional Desenvolvimento Social (BNDES), correspondentes ao período desde o ano de 2000 até ano de 2015 em razão de somente a partir ano de 2000 as instituições produtoras destes dados passarem a uniformizar suas metodologias de cálculos e suas formas de divulgação.

Os dados estão em formato de séries temporais, e vão até o ano de 2015 devido serem estes os últimos dados divulgados até a data do início desta pesquisa.

Os dados para análise foram organizados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Dados Econômicos de 2000 a 2015 utilizados nas análises Econométricas dos Modelos 1 e 2**

Ano	PIBagro <sup>[1]</sup>	PIBind <sup>[2]</sup>	PIBserv <sup>[3]</sup>	Pdpub <sup>[4]</sup>	Pdpriv <sup>[5]</sup>	BNDES <sup>[6]</sup>
2000	56.962,39	275.870,54	698.493,45	6.493,84	6.066,81	23.046,00
2001	63.169,99	297.880,83	759.371,06	7.447,79	6.525,23	25.216,52
2002	81.515,19	334.907,57	853.791,88	7.760,89	7.271,02	37.419,27
2003	105.949,17	396.568,54	968.199,53	8.825,99	8.343,02	33.533,59
2004	110.912,71	475.863,21	1.075.206,19	9.335,28	9.526,30	39.833,90
2005	100.957,55	524.686,24	1.217.174,61	10.371,21	11.388,10	46.980,24
2006	105.294,02	567.281,42	1.376.714,57	11.911,11	11.895,90	51.318,02
2007	120.151,71	629.071,16	1.570.305,40	15.184,84	14.231,55	64.891,80
2008	142.051,18	717.907,18	1.766.519,35	17.680,75	17.430,08	90.877,91
2009	149.212,64	729.222,10	1.971.328,10	19.498,13	17.787,17	136.356,36
2010	159.932,00	904.158,00	2.238.750,00	23.039,23	22.033,63	168.422,75
2011	190.024,00	1.011.034,00	2.519.403,00	26.382,62	23.493,24	138.873,44
2012	200.695,00	1.065.682,00	2.827.882,00	29.802,88	24.451,71	155.992,27
2013	240.290,00	1.131.626,00	3.181.844,00	36.783,75	26.964,85	190.419,04
2014	249.975,00	1.183.094,00	3.539.665,00	38.742,60	34.645,00	187.836,87
2015	258.967,00	1.160.772,00	3.735.862,00	38.394,40	38.137,40	135.942,05

Fontes: IBGE (2017); BNDES (2017); MCTI&C (2017b)

<sup>[1]</sup> PIBagro = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Agronegócios (Milhões de Reais);

<sup>[2]</sup> PIBind = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Industria (Milhões de Reais);

<sup>[3]</sup> PIBserv = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor de Serviços (Milhões de Reais);

<sup>[4]</sup> Pdpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais);

<sup>[5]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais); e

<sup>[6]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES (Milhões de Reais).

### 3.2 Método de estimação

Para a análise empírica, a modelagem econométrica de regressão linear foi definida como procedimento metodológico. Foram elaborados dois modelos teóricos e a forma de estimação foi a equação de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Com base nos dois modelos teóricos, o objetivo é analisar a correlação linear entre variáveis de crescimento econômico e com os dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento P&D para os setores público e privado e com os desembolsos em crédito do BNDES.

As *proxies*<sup>10</sup> utilizadas para crescimento econômico foram “Produto Interno Bruto (PIB)” e “Produto Interno Bruto *Per Capita* (PIBpc)”. Os dados com a P&D foram coletados no Ministério da Ciência Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTI&C) e

<sup>10</sup> As variáveis Proxy são variáveis utilizadas para substituir outra de difícil mensuração e que se resume a guardar com ela uma relação de pertinência (ABNT, 2011).

os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES foram coletados no site do próprio BNDES.

A qualidade e os ajustes dos valores obtidos na regressão são medidos com o coeficiente de determinação denominado “R<sup>2</sup>” (R-quadrado). O R<sup>2</sup> é uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado. Como a regressão linear, em relação aos valores observados no R<sup>2</sup> varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, quanto o modelo pode explicar os valores observados. Quanto maior o R<sup>2</sup>, mais explicativo é o modelo, ou seja, quanto melhor o modelo se encaixa na amostra (GUJARATI e PORTER, 2011).

### 3.2.1 Modelos teóricos

O modelo 1, analisa o impacto dos dispêndios em P&D públicos (PDpub), P&D privados (PDpriv) e desembolsos de crédito realizados pelo BNDES (BNDES) no PIB nacional a valores correntes.

Modelo 1:

$$PIB_t = c + \beta_1 PDpub_t + \beta_2 PDpriv_t + \beta_3 BNDES_t + \varepsilon_t$$

O modelo 2, analisa o impacto dos dispêndios em P&D públicos (PDpub), P&D privados (PDpriv) e desembolsos de crédito realizados pelo BNDES (BNDES) no PIB *per capita* nacional.

Modelo 2:

$$PIBpc_t = c + \beta_1 PDpub_t + \beta_2 PDpriv_t + \beta_3 BNDES_t + \varepsilon_t$$

Onde,

$PIB_t$  = PIB total nacional de 2000-2015

$c$  = Constante do modelo

$\beta$  = Coeficiente Angular

$PIBpc_t$  = PIB per capita nacional de 2000-2015.

$PDpub_t$  = Dispêndios públicos

$PDpriv_t$  = Dispêndios privados

$BNDES_t$  = Desembolsos BNDES

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Análise descritiva dos dados

Verificou-se que a média dos dispêndios com P&D para o setor público foi de 19.228,46 milhões de Reais e para ao setor privado foi de 17.511,94 milhões de Reais, mas tiveram variações anuais bem distintas entre elas, enquanto as médias do

período tiveram resultados bem próximos, ou seja, os dispêndios com P&D públicos tiveram a média percentual de 12,80%, enquanto a média dos dispêndios com P&D privado foi de 13,30% (Tabela 2).

**Tabela 2 – Estatística Descritiva das Variáveis: PIB; PIBpc; Pdpub; Pdpriv; e BNDES período de 2000 a 2015**

	PIB <sup>[1]</sup>	PIBpc <sup>[2]</sup>	PDpub <sup>[3]</sup>	PDpriv <sup>[4]</sup>	BNDES <sup>[5]</sup>
Média	3225662,98	16607,10	19228,46	17511,94	95435,00
Erro padrão	406467,13	1902,89	2903,45	2497,49	15473,70
Mediana	2915033,01	15298,56	16432,80	15830,82	77884,85
Desvio padrão	1625868,52	7611,55	11613,80	9989,96	61894,78
Variância	2643448441470,65	57935705,98	134880348,04	99799346,56	3830964179,54
Mínimo	1199092,07	6913,25	6493,84	6066,81	23046,00
Máximo	6000570,46	29117,47	38742,60	38137,40	190419,04
Contagem	16	16	16	16	16

**Fonte: Os autores com base nos dados do:  
BNDES (2017); IBGE (2017); MCTI&C (2017)**

<sup>[1]</sup> PIB = Produto Interno Bruto (Milhões de Reais)

<sup>[2]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto *Per Capita* (Mil Reais)

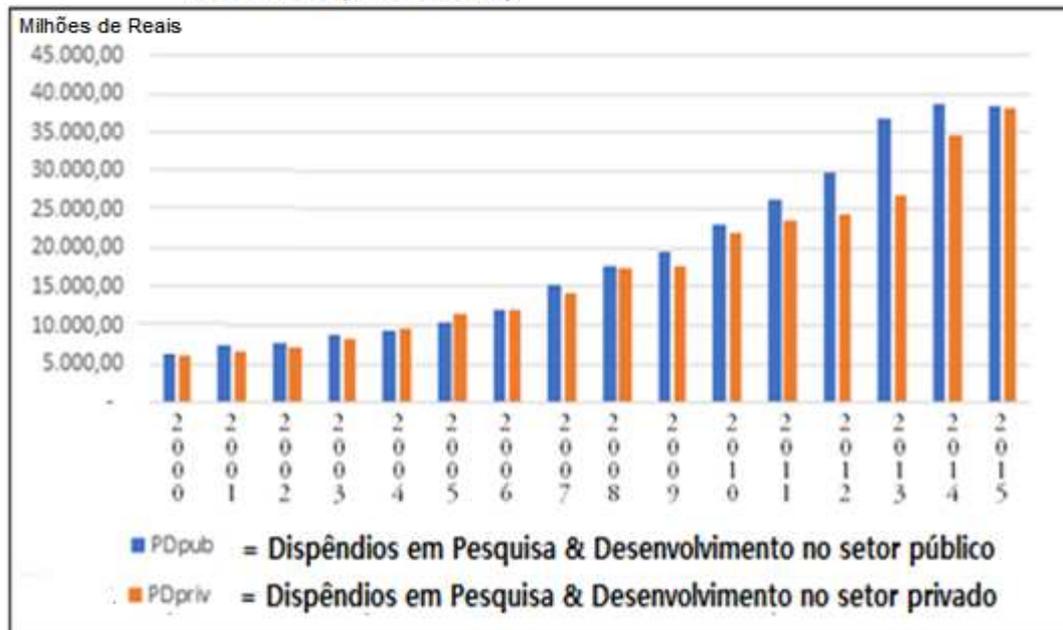
<sup>[3]</sup> PDpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais)

<sup>[4]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais)

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais)

O comportamento dos dispêndios com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado estão demonstrados na Figura 1, onde pode-se verificar que na maioria dos anos os desembolsos com P&D para o setor público foram maiores em comparação aos valores desembolsados com P&D para o setor privado.

**Figura 1 – Evolução dos Dispêndios com P&D Público X Privado no Brasil (2000-2015)**

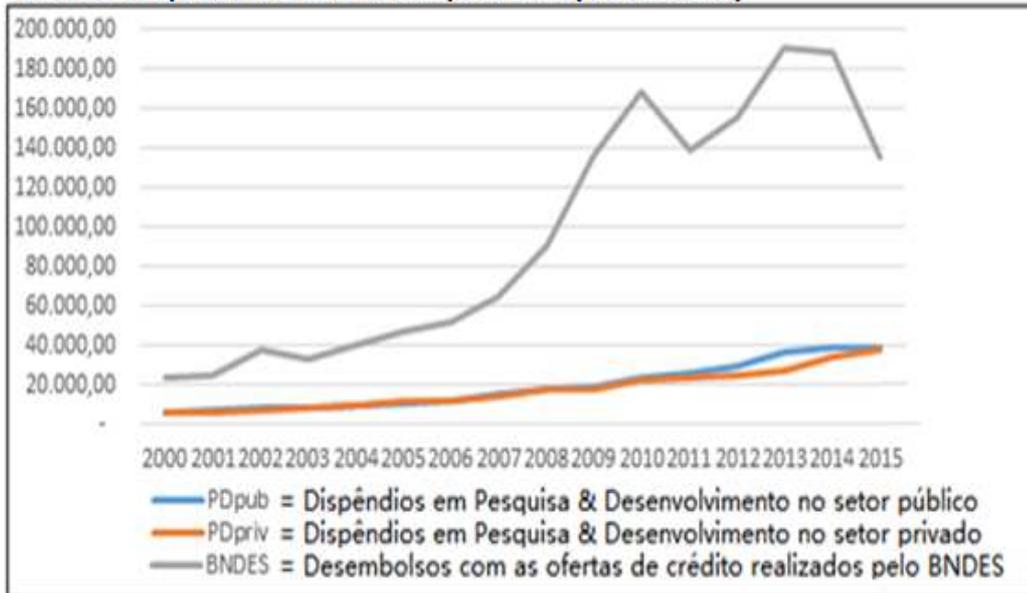


**Fonte: O autor com base nos dados do MCTI&C (2017)**

Em 2015 os valores dos dispêndios em P&D para os dois setores praticamente se igualaram, setor público 38.394,40 milhões de Reais e setor privado 38.137,40 milhões de Reais, de acordo com a tabela 1, o que mostra um equilíbrio entre os desembolsos para os dois setores neste período.

Os desembolsos de crédito pelo BNDES no mercado, em termos de quantidade monetária, foram muito maiores comparativamente aos desembolsos com P&D individualmente, e também, maiores aos valores do resultado da soma dos dois desembolsos, conforme é demonstrado na figura 2 e tabela 1. A média do período dos desembolsos de crédito pelo BNDES, conforme tabela 2, foi de 95.435,00 milhões de Reais. A partir do ano de 2000 até 2007 os desembolsos de crédito pelo BNDES foram tímidos, ou seja, a média deste período foi de 40.279,92 milhões de Reais, contra 150.590,08 milhões de Reais nos anos seguintes, de 2008 até 2015, período em que o BNDES fez desembolsos maiores.

**Figura 2 – Evolução dos desembolsos do BNDES X Dispêndios com P&D (Público e Privado), Brasil (2000-2015)**



**Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do BNDES (2017); MCTI&C (2017)**

Na Tabela 3 foram demonstrados os percentuais das variações anuais das variáveis: dispêndios com Pesquisa e Desenvolvimento dos setores públicos e privados, dos desembolsos do BNDES em crédito ao mercado, do PIB e PIB *per capita*.

De acordo com a tabela 2, a média do período em estudo do PIB nacional foi de 3.225.662,98 milhões de Reais, e sua evolução teve aumentos na média de 11,38% ao ano durante o período desde o ano 2000 até 2015 (16 anos). Já, os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES, no mesmo período, tiveram a média de 95.435,00 milhões de Reais e uma média percentual de aumentos correspondente a 14,75%. Esta diferença das médias percentuais está relacionada ao comportamento de cada variável. O PIB obteve aumentos em todos os anos, variando entre 3,83% (2015 - menor aumento no período) e 16,59% (2010 - maior aumento no período). Já os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES tiveram oscilações com aumentos e reduções nos valores disponibilizados no mercado durante o período em estudo, sendo que nos anos 2001 e 2002 os aumentos foram de 9,42% e 48,39%, respectivamente. Mas no ano de 2003 houve decréscimo de 10,38%, para após do ano 2004 até 2010 ocorrerem aumentos na média de 26,57%. Nos anos de 2008 e 2009 os aumentos foram de 40,04% e 50,04% respectivamente. Assim estes percentuais expressivos contribuíram para o resultado da média nos aumentos no período de 14,75%.

**Tabela 3 - Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis**

Ano	PIB <sup>[1]</sup>	PIBpc <sup>[2]</sup>	Pdpub <sup>[3]</sup>	Pdpriv <sup>[4]</sup>	BNDES <sup>[5]</sup>
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	9,73	8,20	14,69	7,56	9,42
2002	13,15	11,63	4,20	11,43	48,39
2003	15,39	13,90	13,72	14,74	-10,38
2004	13,96	12,53	5,77	14,18	18,79
2005	10,87	9,54	11,10	19,54	17,94
2006	11,00	9,71	14,85	4,46	9,23
2007	12,90	11,63	27,48	19,63	26,45
2008	14,32	13,08	16,44	22,47	40,05
2009	7,18	6,06	10,28	2,05	50,04
2010	16,59	15,42	18,16	23,87	23,52
2011	12,62	11,54	14,51	6,62	-17,54
2012	10,02	8,99	12,96	4,08	12,33
2013	10,73	9,75	23,42	10,28	22,07
2014	8,39	7,46	5,33	28,48	-1,36
2015	3,83	2,17	-0,90	10,08	-27,63
Média	11,38	10,11	12,80	13,30	14,75

**Fonte: Os autores com base nos dados do: BNDES (2017); IBGE (2017); MCTI&C (2017)**

<sup>[1]</sup> PIBagro = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor do Agronegócios;

<sup>[2]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto Per Capita

<sup>[3]</sup> Pdpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas;

<sup>[4]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas; e

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos com crédito do BNDES

Verificou-se que o PIB e o PIB *per capita* tiveram variações em seu comportamento muito semelhantes entre si, mas as variações percentuais do PIB *per capita*, anualmente, foram menores comparativamente ao PIB. Esse fato ocorre devido ao aumento demográfico que ocorre em percentual maior que o PIB (IBGE, 2017). Em resumo, o PIB e PIB *per capita*, no período em análise, tiveram percentuais médios menores, comparativamente aos percentuais médios das variáveis dos Dispêndios com Pesquisa e Desenvolvimento para os setores públicos e privados, e Desembolso de crédito do BNDES.

No período a partir do ano 2000 até o ano de 2015, o PIB *per capita* teve aumentos na média de 10,11% no período, enquanto os desembolsos para a P&D público e privado tiveram aumentos na média de 12,80% e 13,30%, no período, respectivamente. Dados que demonstram terem sido maiores os investimentos em P&D comparativamente ao PIB *per capita*. Esta diferença a maior nos investimentos em P&D com o passar dos anos se torna significativa para a alavancagem do PIB e consequentemente o próprio PIB *per capita*. Porém, observa-se que desde o início do

período em estudo os desembolsos em P&D para os dois setores, público e privado, foram tímidos, com reações mais significativas a partir de 2007 até 2014. Em 2015 verifica-se que, de acordo com a Tabela 3, a variação dos investimentos no setor público foi de -0,90% (negativo), no entanto os dispêndios em P&D para o setor privado foi positivo em 13,30%, apresentando uma alavancagem muito boa, já os desembolsos com crédito do BNDES o aumento foi de -27,63% negativo, o que mostra ter havido uma retração drástica, fatos que acompanham os problemas políticos e econômicos que viveu o Brasil neste ano.

#### 4.2 Análise e discussão dos resultados econométricos

Os modelos 1 e 2 foram propostos para atender os objetivos deste estudo. Na Tabela 4 são apresentados os resultados dos cálculos econométricos.

**Tabela 4: Resultados Econométricos dos Modelos 1 e 2**

Variáveis	<i>Dependent variable:</i>	
	<sup>[1]</sup> Pib Modelo 1	<sup>[2]</sup> Pibpc Modelo 2
<sup>[3]</sup> PDpub	74.677*** (20.997)	0.329** (0.114)
<sup>[4]</sup> PDpriv	61.889*** (19.699)	0.281** (0,107)
<sup>[5]</sup> BNDES	2501 (1.686)	0.017* (0.009)
Constant	467.227.700*** (76,714.050)	3,717.627*** (415.042)
Observations	16	16
R <sup>2</sup>	0.994	0.991
Adjusted R <sup>2</sup>	0.992	0.989
Residual Std. Error (df = 12)	145,643.700	787.968
F Statistic (df = 3; 12)	619.100***	462.550***
<i>Note:</i>	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

<sup>[1]</sup> PIB = Produto Interno Bruto (Milhões de Reais);

<sup>[2]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto Per Capita (Mil Reais);

<sup>[3]</sup> PDpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais);

<sup>[4]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais); e

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais)

No modelo 1 é investigado o impacto dos dispêndios em P&D públicos (PDpub), P&D privados (PDpriv) e desembolsos de crédito do BNDES (BNDES) no PIB nacional a valores correntes (Pib). Os coeficientes dos dispêndios públicos e privados foram positivos e significantes com  $p\text{-valor} < 0,01$ , e a variável BNDES não teve efeito estatístico no crescimento econômico. A qualidade de ajustes dos valores obtidos na regressão, apresentou alto  $R^2$  0,994.

No modelo 2 é analisado o impacto dos dispêndios em P&D públicos, P&D privados e desembolsos de crédito realizados pelo BNDES no PIB *per capita* nacional. A variável dependente analisada é o PIB *per capita* (PIBpc), e apresentou diferenças importantes em relação do modelo 1. Todas as variáveis foram positivas e significativas, PDpub e PDpriv com  $p\text{-valor} < 0,05$  e BNDES com  $p\text{-valor} < 0,1$ . O  $R^2$  resultou em coeficiente alto de 0,991.

Conclui-se, portanto, que os resultados dos coeficientes das três variáveis explicativas apontaram impacto no PIB *per capita*, com aumentos marginais positivos.

#### 4.2.1 Análise dos resultados do Modelo 1

Na análise econométrica do impacto dos dispêndios em: P&D públicos e P&D privados (Pdpriv) no PIB, os coeficientes dos dispêndios públicos e privados foram positivos e significantes com  $p\text{-valor} < 0,01$ . Esse resultado evidencia que os dispêndios em P&D, tanto público como privado, impactam positivamente o crescimento econômico.

Este resultado é solidário com os estudos de Jones e Williams (1998). Os autores enfatizaram que o progresso tecnológico desempenha um papel central como motor do crescimento econômico nas economias modernas, e também, é solidário com o estudo de Grossman e Helpman, (1993, 1994) e de Shaari *et al.* (2016) que mostraram ser a P&D importante para impulsionar o crescimento econômico.

As evidências de que a P&D impactam o crescimento econômico como apresentado neste estudo, também pode ser encontrado no estudo de Zachariadis (2004). A autor usou dados agregados do setor manufatureiro referentes ao período desde o ano de 1971 até o ano de 1995 de dez países da OCDE (Canadá, Finlândia, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Noruega, Suécia e Estados Unidos). Foram encontradas evidências de um impacto positivo da intensidade agregada de P&D nas taxas de crescimento de produtividade e produção, ou seja, o impacto da P&D é muito maior para a economia agregada em comparação com o setor manufatureiro e suas

indústrias. Verificou que há possíveis transbordamentos do setor manufatureiro, onde são feitas as P&D para o restante da economia.

Portanto, constata-se com o estudo de Zachariadis (2004) que há aumento de produtividade e produção quando são realizados investimentos em P&D, mas também há efeitos colaterais positivos nas demais áreas, de forma que, a riqueza gerada é maximizada proporcionando melhores resultados no crescimento econômico.

Já Coccia (2010) analisou a relação entre os gastos com pesquisa pública e privada com objetivo de suprir com importantes informações aos formuladores de políticas de modo a possibilitar a melhora do desempenho econômico do país. Os resultados permitiram concluir que: a despesa pública em P&D é um complemento para as despesas privadas em P&D, devendo a última ser maior do que a primeira para ser um determinante do crescimento da produtividade de um país; e cada país tem sua própria composição para os investimentos em P&D nos setores público e privado que depende do nível de seu desenvolvimento econômico.

No estudo de Griffith *et al.* (2004) foi destacado que nos tempos contemporâneos a pesquisa científica tem demandado por recursos bem consideráveis em termos de valores, uma vez que os recursos corroboram com o aumento do progresso tecnológico. Neste sentido, os resultados do estudo de Coccia (2010), assim como este estudo, revelaram que os dispêndios em P&D públicos devem ser complementares ao total dos dispêndios em P&D, mas ambos, dispêndios em P&D público e privado, favorecem desempenho econômico do país.

A pesquisa de Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) corrobora com o resultado deste estudo que apresentou impactos fortes dos dispêndios em P&D, pois nos estudos destes autores, os resultados da análise dos dispêndios em P&D realizado por diferentes setores: privado, público e de ensino superior nos Estados Unidos tiveram diferentes impactos na inovação e no crescimento econômico durante o período desde o ano de 1980 até o ano de 2000. Os resultados indicaram a presença de uma ligação positiva entre as atividades de P&D e a gênese da inovação. Assim, constataram que há a transformação dos investimentos em P&D em inovações e, conseqüentemente, as inovações promovem o crescimento econômico. Mas, os autores salientaram que nem todos os setores pesquisados são igualmente produtivos em termos de produção de inovação. As atividades de pesquisa realizadas pelo setor privado têm taxas de retorno mais altas do que as pesquisas realizadas por qualquer outro setor, fato que neste estudo não foi constatado.

A análise econométrica do impacto dos desembolsos de crédito realizados pelo BNDES (Modelo 1) mostrou que a variável BNDES não teve efeito estatístico no crescimento econômico. Esse resultado sugere que os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES não impactam o crescimento econômico.

Ao serem analisados os valores desembolsados de crédito realizados pelo BNDES a partir do ano de 2008 (Tabela 1 e 2) observou-se que os valores passaram a ser consideravelmente maiores, mesmo com a redução ocorrida em 2012 e depois, novamente em 2015 na sequência da evolução dos desembolsos. Conforme Singer (2009) no Brasil, após a crise econômica mundial de 2008, ocorrida em decorrência dos efeitos da bolha imobiliária dos EUA, o governo fez os bancos públicos estenderem créditos aos setores não privilegiados pelos bancos privados e, ainda, concederem taxas de juros adequadas.

O fato de ter ocorrido aumentos expressivos dos desembolsos de crédito pelo BNDES com créditos disponibilizados no mercado Brasileiro nos anos de 2008 e 2009 confirma o que Ferraz *et al.*(2013) afirmaram, ou seja, aumentos da disponibilidade de crédito no mercado interno dos países reflete o papel anticíclico dos bancos de Desenvolvimento no período de crise financeira internacional como ocorrida durante estes dois anos no Estados Unidos da América.

No período desde o ano de 2008 até o ano de 2015 os desembolsos de crédito pelo BNDES no mercado foram expressivos e sugerem que corroboraram com o crescimento econômico neste período. Estes dados reforçam o argumento de Soihet e Cabral (2016) de que o governo central brasileiro utiliza nos momentos de pouca liquidez ou elevada incerteza os bancos públicos na promoção de políticas anticíclica.

Mas ao ser analisado o resultado econométrico do modelo 1, verifica-se que a variável BNDES não teve efeito estatístico no crescimento econômico no período em estudo. Esse resultado apresentou-se oposto aos estudos de Goldsmith (1959); Demirguc-Kunt e Levine (2001); Boulila e Trabelsi (2004); Stefani (2007); Ezzo (2010); Samanhyia *et al.*(2014), entre outros pesquisadores e economistas da economia moderna que defendem a posição de que o crescimento econômico é maximizado com o financiamento aos agentes produtivos.

Salienta-se que, de acordo com os estudos de Stefani (2007), há uma relação positiva forte entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico. Já, opostamente aos resultados de Stefani (2007), os estudos de Cecchetti e Kharroubi (2012) corroboram com o resultado deste estudo. Os autores investigaram como o

crescimento agregado da produtividade é afetado pelo desenvolvimento financeiro no período de 1980 a 2009. Utilizaram uma amostra de 50 economias de mercado avançadas e emergentes. Os autores afirmaram que a economia é penalizada quando os setores financeiros crescem rapidamente e/ou são muito grandes, pois o crescimento a nível agregado é prejudicado quando o sistema financeiro atrai recursos escassos. Portanto, defenderam que o financiamento, definitivamente, não é sempre a melhor solução para a economia.

Por outro lado, Demirguc-Kunt e Levine (2001) em seus estudos afirmaram que o desenvolvimento financeiro de um país acelera o crescimento econômico ao facilitar novas aberturas de empresas, acesso a financiamentos externos e impulsionar o desenvolvimento e crescimento das empresas aumentando a produção e consequentemente o PIB.

No estudo de Boulila e Trabelsi (2004) há coerência de suas conclusões com os resultados deste estudo, os autores exploraram a questão da causalidade entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico e estudaram a região do Oriente Médio e Norte da África (MENA) por diferentes períodos de 1960 a 2002. Os resultados evidenciaram empiricamente, em apoio à hipótese, de que a causalidade está ocorrendo do real para o setor financeiro. Mostrou, ainda haver pouco apoio à visão de que o financiamento é um setor líder na determinação do crescimento de longo prazo na região do MENA.

#### 4.2.2 Análise dos resultados do modelo 2

Na análise econométrica do impacto dos dispêndios em P&D públicos, P&D privados e desembolsos com crédito realizados pelo BNDES no PIB *per capita* nacional (Modelo 2) os resultados apresentaram diferenças importantes em relação a análise do Modelo 1. Todas as variáveis foram positivas e significativas, PDpub e PDpriv com p-valor<0,05 e BNDES com p-valor<0,1.

O  $R^2$  resultou em coeficiente alto de 0,991, ou seja, os resultados indicaram que todas as variáveis em estudo impactam o PIB *per capita*. Assim sendo, observa-se que o dispêndio em P&D pública e privado são significantes na contribuição com o crescimento econômico. Assim sendo, os resultados apresentados nos Modelos 1 e 2 corroboram com os estudos dos autores Hoffmann (2001); Khan (2015) e Shaari *et al.*(2016) que salientam ser a P&D importante para impulsionar o crescimento

econômico. Portanto, este estudo evidencia que os dispêndios em P&D são importantes no contexto econômico.

Para confirmar a importância da P&D no contexto econômico, os estudos de Griffith *et al.* (2004) exploraram a ideia de que a pesquisa e desenvolvimento (P&D) tem duas faces: papel de estimular a inovação e proporcionar o aumento da transferência de tecnologia. Assim, por meio de um estudo empírico, em um painel de indústrias de doze países da OCDE no período a partir de 1971 até o ano de 1990 concluíram que a P&D estatisticamente e economicamente são importantes para a atualização tecnológica, assim, como, para a inovação.

A conclusão de Griffith *et al.* (2004) nos direciona ao raciocínio de que, com mais dispêndios em P&D, mais inovações tecnológicas são inseridas no processo produtivo e conseqüentemente, há aumento da produtividade. Neste sentido, Coccia (2009) analisou a relação entre o crescimento da produtividade e os níveis de investimentos em P&D utilizando análise econométrica. Os resultados mostraram que mais de 65% da variância do crescimento da produtividade se deve à sua dependência da despesa interna bruta em P&D (Gross Expenditures on Research and Development-GERD) expressa em porcentagem do PIB. Ainda, identificou que se o GERD ficar entre 2,3% e 2,6% do PIB o impacto de longo prazo sobre o crescimento da produtividade é maximizado.

No mesmo sentido, Heshmati e Lööf (2005) analisaram empiricamente a relação causal bidirecional entre investimento em P&D e desempenho no nível da empresa. Para tanto, examinaram a interação de um grande conjunto de dados de painel de empresas manufatureiras suecas durante o período 1992-2000. Os resultados evidenciaram uma forte e alta significância na relação entre P&D e produtividade através da produção de inovação medida como parte das vendas associadas a novos produtos e processos. Além de a P&D ser um bom preditor de crescimento futuro em termos de lucro e emprego, mas também vendas, valor agregado e fluxos de caixa.

Com base nos resultados dos estudos de Griffith *et al.* (2004); Heshmati e Lööf (2005); e Coccia (2009) verifica-se que os dispêndios em P&D promovem maior produtividade, e desta maneira pode-se inferir de que a economia é favorecida diretamente. Fato que é confirmado nos estudos de Bozkurt (2014) que investigou a relação de longo prazo entre o gasto em P&D e o crescimento econômico. Os resultados indicaram haver uma relação causal unidirecional que vai do crescimento econômico à P&D. Os investimentos em P&D apresentaram coeficiente de longo

prazo estatisticamente significativo e positivo. A tendência da taxa do PIB aumentar foi de 0,2630% para cada 1% de investimentos em P&D.

Atualmente com a globalização, os investimentos em tecnologia são essenciais e obrigatórios para promover competitividade no sistema produtivo e comercial global. Assim sendo, para que o processo de crescimento da economia seja maximizado a realização de investimentos em P&D são importantes e prioritários. Deste modo, há um consenso entre os pesquisadores de que a P&D impactam positivamente no desempenho das empresas aferidos pelo acompanhamento do crescimento da produtividade, lucratividade e seu próprio crescimento.

Não diferente dos dispêndios em P&D para os setores públicos e privados, os desembolsos com crédito realizados pelo BNDES, também impactam positivamente para o crescimento econômico conforme afirmam Demetriades e Hussein (1996), Da Silva e Porto Junior (2006), Stefani (2007), Esso (2010), Leitão (2012) e Samanhyia *et al.*(2014).

Conclui-se, portanto, que neste estudo os resultados dos coeficientes das três variáveis apontaram evidências que há impacto positivo no PIBpc, com aumentos marginais positivos nas variáveis explicativas.

## 5 Conclusões

Nos dois Modelos, os Dispêndios com Pesquisa e Desenvolvimento para o setor público e para o setor privado, se mostram impactantes positivamente, tanto no PIB quanto no PIB *per capita*, ou seja, os resultados evidenciam que os aumentos dos dispêndios com P&D, tanto público como privado, promovem o crescimento econômico. Fato que confirma que os dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nos setores público e privado, estatisticamente e economicamente, são importantes para o desenvolvimento tecnológico, assim, como, para a inovação, e evidencia que também são importantes no contexto econômico brasileiro

No entanto, no Modelo 1, os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES apresentaram coeficiente p-valor>0,10, ou seja, não impactam o PIB. A variável BNDES não apresentou efeito estatístico relevante no crescimento econômico. Este resultado apresentou-se antagônico aos resultados de os outros estudos.

. Já no Modelo 2, a variável BNDES contribui para a evolução do PIB *per capita*, pois apresentou efeito estatístico no crescimento econômico *per capita* com

significância de 10%, fato que corrobora com muitos estudos que afirmam haver uma relação positiva forte entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico.

Sugere-se, portanto, como uma possível discussão para trabalhos futuros, analisar os impactos dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no setor Público e Privado e dos desembolsos com os desembolsos de crédito realizados pelo BNDES nas emissões de CO<sub>2</sub>e no Brasil.

## 6 Referências

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14653-2 / 2011 Avaliação de Bens Parte 2: Imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: < <http://bittarpericias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Avaliacao-Bens-Imoveis-Urbanos-Procedurementos-Gerias-NBR-14653-2.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2019.

ARRIGHI, Giovanni; EM PEQUIM, Adam Smith. origens e fundamentos do século XXI. **Araucária. Revista Iberoamericana de Filosofia, Política y Humanidades**, v. 13, n. 25, 2011. Disponível em: < <http://institucional.us.es/revistas/Araucaria/A%C3%B1o%2013%20%20N%C2%BA%2025%20%202011/Adam%20Smith.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

BALBACHEVSKY, Elizabeth et al. Science and Innovation policies in Brazil: a framework for the analysis of change and continuity. In: **IPSA-ECPR Joint Conference: Whatever Happened to North-South**. 2011. Disponível em:< [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31425079/IPSA2011\\_\\_Balbachevsky\\_and\\_Botelho\\_Revised.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIPSA2011\\_Balbachevsky\\_and\\_Botelho\\_Revised.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190627%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20190627T232203Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=60f560971e53b041c0e5ef6acf0dd38d028998d0db8e33d528ba6d75eb48b011](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31425079/IPSA2011__Balbachevsky_and_Botelho_Revised.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIPSA2011_Balbachevsky_and_Botelho_Revised.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190627%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190627T232203Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=60f560971e53b041c0e5ef6acf0dd38d028998d0db8e33d528ba6d75eb48b011)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BALDACCI, Mr Emanuele *et al.*. Social spending, human capital, and growth in developing countries: Implications for achieving the MDGs. **International Monetary Fund**, 2004. 39 p. Disponível em: < <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp04217.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

BARRO, Robert J.; LEE, Jong-Wha. International comparisons of educational attainment. **Journal of monetary economics**, v. 32, n. 3, p. 363-394, 1993. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304393293900239>>. Acesso em: 29 out. 2018.

BARRO, Robert J. Human capital and growth. **American economic review**, v. 91, n. 2, p. 12-17, 2001. Disponível em:< <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.91.2.12>>. Acesso em: 29 out. 2018.

- BARRO, Robert J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. **Technological diffusion, convergence, and growth**. National Bureau of Economic Research, 1995. Disponível em: < <https://www.nber.org/papers/w5151.pdf>>. Acesso em: 16 nov.2018.
- BASSANINI, Andrea & SCARPETTA, Stefano. The Driving Forces of Economic Growth: Panel Data Evidence for the OECD Countries. **OECD Economic Studies**, 2001, 33 (2), pp.9-56. Disponível em:< <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00168383/document>>. Acesso em: 29 out. 2018.
- BASTOS, Valéria Delgado. Incentivo à inovação: tendências internacionais e no Brasil e o papel do BNDES junto às grandes empresas. 2004. Disponível em: < <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11595>>. Acesso em: 21 out.2018.
- BATISTA, Marcos. A evolução da economia: uma abordagem histórica sobre os principais modelos, teorias e pensadores. **RENEFARA**, v. 2, n. 2, 2012. p. 286-302, Disponível em: < <http://www.fara.edu.br/sipe/index.php/renefara/article/view/68>>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- BELLEFLAMME, Paul. **Innovation and economic growth**. IPdigit. 2013. Disponível em: < <http://www.ipdigit.eu/2013/09/innovation-and-economic-growth/>>. Acesso em 14 set. 2017.
- BILBAO-OSORIO, Beñat; RODRÍGUEZ-POSE, Andrés. From R&D to innovation and economic growth in the EU. **Growth and Change**, v. 35, n. 4, p. 434-455, 2004. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1468-2257.2004.00256.x>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento. **Evolução dos desembolsos-Desempenho-201701\_series\_setoriais.xlsx**. 2017. Disponível em: < <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/desembolsos>>. Acesso em: 26 dez. 2017.
- BOULILA, Ghazi; TRABELSI, Mohamed. The causality issue in the finance and growth nexus: empirical evidence from Middle East and North African countries. **Review of Middle East Economics and Finance**, v. 2, n. 2, p. 123-138, 2004. Disponível em:< <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1475368042000262820>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- BOZKURT, Cuma. R&D expenditures and economic growth relationship in Turkey. **International Journal of Economics and Financial Issues**, v. 5, n. 1, p. 188-198, 2014. Disponível em:< <http://econjournals.com/index.php/ijefi/article/view/1038>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- BRUE, Stanley L.. História do pensamento econômico. 6ª ed. Tradução da versão norte-americana por: Luciana Penteadó Miquelino. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006.

CALAZANS, André Chamun. Escassez de crédito no Brasil como principal obstáculo ao investimento em inovação através de capital de risco. 119f. Monografia de Pós-Graduação–Lato Sensu MBA em Controladoria e Finanças. **Universidade Federal Fluminense**, Niterói, 2005. Disponível em: <

[http://gpi.aedb.br/seget/artigos05/14\\_capital%20de%20risco.pdf](http://gpi.aedb.br/seget/artigos05/14_capital%20de%20risco.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2018.

CECCHETTI, Stephen G.; KHARROUBI, Enisse. Reassessing the impact of finance on growth. 2012. Disponível em: < [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2117753](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2117753)>. Acesso em: 20 dez.2018.

CILONI, Arquimedes Diógenes, BERBERT, Carlos Oití. As unidades de pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) no contexto da ciência brasileira. **Parcerias Estratégicas**. • Ed. Esp. • Brasília-DF • v. 18 • n. 37 • p. 83-102 • jul-dez 2013. Disponível em: < [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/725/665](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/725/665)>. Acesso em: 14 dez. 2018.

COCCIA, Mario. What is the optimal rate of R&D investment to maximize productivity growth?. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 3, p. 433-446, 2009. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162508000383>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

COCCIA, Mario. Public and private investment in R&D: complementary effects and interaction with productivity growth. **European Review of Industrial Economics and Policy**, v. 1, 2010. p. 1-21. Disponível em: < <http://revel.unice.fr/eriep/pdf.php?id=3085&revue=eriep>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

COSTA, Erika Alcino; MANOLESCU, Friedhilde Maria Kustner. A importância do crédito na economia. **Anais do Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**, 2004. Disponível em: < [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-5.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-5.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2018.

CROSS, Di; *et al.*. Research in Brazil. How does Brazilian research perform on certain key metrics? An overview of Brazilian research performance in recent years. **Clarivate Analytics**. 2017. Disponível em: < <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/diversos/17012018-CAPES-InCitesReport-Final.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

DA GAMA CERQUEIRA, Hugo EA. Adam Smith e seu contexto: o Iluminismo escocês. **Economia e sociedade**, v. 15, nº 1, 2006. p. 1-28. Disponível em: < <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8642918>>. Acesso em: 17 de nov.2018.

DA SILVA, Everton Nunes; PORTO JÚNIOR, Sabino da Silva. **Sistema financeiro e crescimento econômico: uma aplicação de regressão quantílica**. Economia Aplicada, vol.10, no 3, Ribeirão Preto - SP., July/Sept. 2006. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-80502006000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502006000300007)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DE MELO, Luiz Martins. O financiamento das empresas inovadoras: alternativas para discussão. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 6, n. 1, 2010. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/ret/article/view/27029>>. Acesso em: 19 out. 2018.

DEMETRIADES, Panicos O.; HUSSEIN, Khaled A.. Does financial development cause economic growth? Time-series evidence from 16 countries. **Journal of Development Economics**, Volume 51, Issue 2, December 1996, pp. 387-411. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438789600421X>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

DEMIRGUC-KUNT, Asli; LEVINE, Ross. Financial structure and economic growth: perspectives and lessons. **Financial structure and economic growth: A cross-country comparison of banks, markets, and development**, p. 3-14, 2001. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/profile/Ross\\_Levine/publication/237527798\\_Financial\\_Structure\\_and\\_Economic\\_Growth\\_Perspectives\\_and\\_Lessons/links/53f345cd0cf256ab87b085c9.pdf#page=11](https://www.researchgate.net/profile/Ross_Levine/publication/237527798_Financial_Structure_and_Economic_Growth_Perspectives_and_Lessons/links/53f345cd0cf256ab87b085c9.pdf#page=11)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. Volume 11, Issue 3, June 1982. p.147-162. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048733382900166>>. Acesso em: 14 dez. 2018.

DOSI, Giovanni. **Technical Change and Industrial Transformation - The Theory and an Application to the Semiconductor Industry**. London: Macmilian, 1984. Disponível em: [http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/Dosi\\_TechChange\\_and\\_IndustrialTransf.pdf](http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/Dosi_TechChange_and_IndustrialTransf.pdf)>. Acesso em: 23 mai 2018.

DUARTE, Adelaide. Teorias do Crescimento. Licenciatura de Economia. FEUC 2004-2005. Rio de Janeiro: Fundação Educacional Unificada Campo Grandense-FEUC. 2004. Disponível em: < [http://www4.fe.uc.pt/mapsd/l4\\_rck\\_tc\\_0405.pdf](http://www4.fe.uc.pt/mapsd/l4_rck_tc_0405.pdf)>. Acesso em: 17 dez.2018.

ESSO, Loesse Jacques. Re-examining the finance- Growth Nexus: structural break, threshold cointegration and causality evidence from the ECOWAS. **Journal of Economic Development**, Volume 35, n° 3, September 2010. p. 57-79. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/6338662.pdf>>. Acesso em: 06 mai.2018.

ETZKOWITZA, Henry *et al.*. Towards “meta-innovation” in Brazil: The evolution of the incubator and the emergence of a triple helix. **Research Policy**, Volume 34, Issue 4, May 2005, Pages 411-424. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873330500034X>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

FERRAZ, João C.; ALÉM, Ana C. Duarte de; MADEIRA, Rodrigo F.. A contribuição dos bancos de desenvolvimento para o financiamento de longo prazo. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 40, p. 5-42, dez. 2013. Disponível em: < <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2284>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

FLOROS John D., *et al.* Feeding the World Today and Tomorrow: The Importance of Food Science and Technology. **Comprehensive Review sin Food Science and Food Safety** Vol.9, 2010. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1541-4337.2010.00127.x>>. Acesso em: 06 Jan. 2018.

GOLDSMITH, Raymond W. Financial structure and development as a subject for international comparative study. In: **The Comparative Study of Economic Growth and Structure**. NBER, 1959. p. 114-123. Disponível em:< <https://www.nber.org/chapters/c4417.pdf>>. Acesso em: 20 dez.2018.

GONDA, Vladimir. Profiles of world economists Robert M. Solow. **BIATEC**, Volume XIII, 11/2005. P.22-25. Disponível em: < [https://www.nbs.sk/\\_img/Documents/BIATEC/BIA11\\_05/22\\_25.pdf](https://www.nbs.sk/_img/Documents/BIATEC/BIA11_05/22_25.pdf)>. Acesso em: 29 dez.2018.

GRIFFITH, Rachel *et al.*. Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. **Review of economics and statistics**, v. 86, n. 4, p. 883-895, 2004. Disponível em: < <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/0034653043125194>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

GRILICHES, Zvi. **Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey**. Working Paper n° 3301, Part I, Massachusetts: National Bureau of Economic Research – NBER, 1990. Disponível em: < <http://www.nber.org/papers/w3301.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

GRILICHES, Zvi. **Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey**. In: R&D and Productivity: The Econometric Evidence. University of Chicago Press. 1998. p. 287 – 343. Disponível em: < <http://www.nber.org/chapters/c8351.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. **Endogenous Innovation**. In: The Theory of Growth. Working Paper n° 4527, November 1993, National bureau of Economic Research: Cambridge, 1993. Disponível em:< <http://www.nber.org/papers/w4527.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2018.

GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. **Endogenous Innovation**. *in*: The Theory of Growth. Volume 8, Number 1, Journal of Economic Perspectives, 1994 -p. 23–44. Disponível em: <<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.8.1.23>>. Acesso em: 24 set. 2018.

GUJARATI, Damodar; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**, 5ª Ed., versão original Mcgraw Hill Companies, New York, NY-EUA, Tradução de Denise Durante, Mônica Rosemberg, Maria Lúcia G. L. Rosa; Revisão de Claudio D. Shikida, Ari Francisco de Araújo Junior, Márcio Antônio Salvato. Porto Alegre-RS: AMGH, 2011.

HARROD, Roy F. An essay in dynamic theory. The economic journal, v. 49, n. 193, 1939. p. 14-33. Disponível em: < <http://piketty.pse.ens.fr/files/Harrod1939.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

HERSCOVICI, Alain. O modelo de Harrod: natureza das expectativas de longo prazo, instabilidade e não-linearidade. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 15, n. 1 (26), jan./jun. 2006. p. 29-55. Disponível em: < <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=601&tp=a>> Acesso em: 18 nov. 2018.

HESHMATI, Almas; LÖÖF, Hans. Sources of finance, R&D investment and productivity: correlation or causality?. **The Royal Institute of Technology Centre of Excellence for Science and Innovation Studies**, 2005. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/profile/Hans\\_Loeoef/publication/5094332\\_Sources\\_of\\_Finance\\_RD\\_Investment\\_and\\_Productivity\\_Correlation\\_or\\_Causality/links/53d0269c0cf2f7e53cfb6f5c.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hans_Loeoef/publication/5094332_Sources_of_Finance_RD_Investment_and_Productivity_Correlation_or_Causality/links/53d0269c0cf2f7e53cfb6f5c.pdf)>. Acesso em: 20 dez.2018.

HOFFMANN, Rodolfo. Distribuição de renda e crescimento econômico. **Estudos Avançados**, vol.15 nº 41, Jan./Abr. 2001, São Paulo: Estudos Avançados, 2001. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142001000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000100007)>. Acesso em: 20 abr. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em Síntese - contas nacionais. **IBGE**: Brasília - DF. 2017. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais.html>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

JONES, Charles I.; WILLIAMS, John C. Measuring the social return to R&D. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 113, n. 4, p. 1119-1135, 1998. Disponível em: < <https://www.federalreserve.gov/pubs/feds/1997/199712/199712pap.pdf> >. Acesso em: 20 dez. 2018.

KHAN, Jangraiz. The Role of Research and Development in Economic Growth: A Review. Vol. 2. Issue 3, 2015. 128-133, **Journal of Economics Bibliography**: Istanbul: 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/282365490\\_The\\_Role\\_of\\_Research\\_and\\_Development\\_in\\_Economic\\_Growth\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/282365490_The_Role_of_Research_and_Development_in_Economic_Growth_A_Review)>. Acesso em: 21 mar. 2018.

KRAUTKRAEMER, Jeffrey A.. Economics of Natural Resource Scarcity: The State of the Debate. Discussion Paper 05–14, April 2005, **Resources for the Future**: Washington, 2005. Disponível em: < <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-05-14.pdf>>. Acesso em: 04 Fev. 2018.

KRUEGER, Alan B.; LINDAHL, Mikael. Education for growth: Why and for whom?. **Journal of economic literature**, v. 39, n. 4, p. 1101-1136, 2001. Disponível em: < <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.39.4.1101>>. Acesso em: 15 jun.2018.

LEITÃO, Nuno Carlos. Bank credit and economic growth. **Polytechnic Institute of Santarem and CEFAGE, Evora University**; MPRA Paper, 2012. Disponível em: < [https://mpra.ub.uni-uenchen.de/42664/1/Credit\\_Bank\\_and\\_Economic\\_Growth.pdf](https://mpra.ub.uni-uenchen.de/42664/1/Credit_Bank_and_Economic_Growth.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2018.

LEMOS, Dannyela da Cunha; CÁRIO, Silvio Antonio Ferraz. A Evolução das Políticas de Ciência e Tecnologia no Brasil e a Incorporação da Inovação. Conferência Internacional LALICS 2013 “**Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas de CTI para um Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável**” 11 e 12 de novembro, 2013. Rio de Janeiro: Lalics, 2013. Disponível em: <[http://www.redesist.ie.ufrj.br/lalics/papers/20\\_A\\_Evolucao\\_das\\_Politicas\\_de\\_Ciencia\\_e\\_Tecnologia\\_no\\_Brasil\\_e\\_a\\_Incorporacao\\_da\\_Inovacao.pdf](http://www.redesist.ie.ufrj.br/lalics/papers/20_A_Evolucao_das_Politicas_de_Ciencia_e_Tecnologia_no_Brasil_e_a_Incorporacao_da_Inovacao.pdf)>. Acesso em 13 dez. 2018.

LEVINE, Ross; RENELT, David. A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. **The American economic review**, p. 942-963, 1992. Disponível em:<[https://www.jstor.org/stable/2117352?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2117352?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 13 set. 2018.

LUCAS, R. Jr., On the Mechanics of Economic Development, **Journal of Monetary Economics**, 22, 1988. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304393288901687>>. Acesso em: 21 jun.2018.

MANKIW, N. Gregory; ROMER, David. WEIL, David N.. **A Contribution to the Empirics of Economic Growth**. Working Paper n° 3541, December 1990, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1990. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w3541.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

MARTINE, George; ALVES, José E. Diniz. **Economy, society and environment in the 21st century: three pillars or trilemma of sustainability?**. Revista Brasileira de Estudos de População vol. 32, n° 3, São Paulo: R.B.E.P., 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982015000300433&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982015000300433&script=sci_arttext&tlng=en)>. Acesso em: 07 jan. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Ciência Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional- proposta da estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2016-2019**. MCTI&C, 2015. Disponível em: <<https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6756.pdf>>. Acesso em 12 Nov. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Tabela 2.1.2 - Dispêndio nacional em ciência e tecnologia (C&T)(1), em valores correntes, em relação ao total de C&T e ao produto interno bruto (PIB), por setor institucional, 2000-2015**. 2017. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos\\_aplicados/indicadores\\_consolidados/2\\_1\\_2.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_2.html)>. Acesso em: 26 dez. 2018.

MENDES, Dany R.F. *et al.*. Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: avaliação do marco regulatório e seus impactos nos indicadores de inovação. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 2, n.1, p. 22-46, 2013. Disponível em: <<http://www.regepe.org.br/regepe/article/view/49>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MILLER, Riel *et al.*. The Promises and Perils of 21st Century Technology: an overview of the issues. *In: OECD- Organisation for Economic Co-Operation and Development. 21st Century Technologies Promises and Perils of a Dynamic Future*. 1998. p. 211 a 229. Disponível em: <<https://www.oecd.org/futures/35391210.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2018.

MISSIO, Fabrício José *et al.*. Desenvolvimento Financeiro e Crescimento Econômico: Teoria e Evidência Empírica para as Unidades Federativas do Brasil (1995-2004). **Análise Econômica**, Porto Alegre, ano 33, n. 63, p. 191-227, mar. 2015. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/39374>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

MULLIGAN, Casey B.; SALA-I-MARTIN, Xavier. Transitional dynamics in two-sector models of endogenous growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 739-773, 1993. Disponível em:< <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/108/3/739/1881863>>. Acesso em: 13 set. 2018.

OECD- Organisation for Economic Co-Operation and Development. **Frascati Manual 2002 - The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed standard practice for surveys on Research and Experimental Development**. Ed. 6ª, Paris: OCDE, 2002. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9202081e.pdf?expires=1495115138&id=id&accname=guest&checksum=ADB45A18C6D73BEB78CA0EE9443DBF27>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

OLIVEIRA, Michel A. Constantino; MENDES, Dany R. Fonseca; MOREIRA, Tito B. Silva; CUNHA, George H. de Moura. Análise econométrica dos dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) no Brasil. **RAI –Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, nº 3. 2015. p. 268-286. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rai/article/download/101896/105534>>. Acesso em: 28 jul. 2018.

OLIVEIRA. Joelmo Jesus de. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil: poder, política e burocracia na arena decisória. **Revista de Sociologia e Política**, v. 24, nº 59, p. 129-147, set. 2016. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rsocp/v24n59/0104-4478-rsocp-24-59-0129.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

OCDE, Manual de Oslo. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. **Organizações para cooperação e desenvolvimento econômico e gabinete estatístico das comunidades Européias: 3ª edição**, 2005. Disponível em:< <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

PEREIRA, Hugo C. I.; e GONÇALVES, Flávio de O.. O Crescimento Econômico em Nicholas Kaldor e o Subdesenvolvimento em Celso Furtado: Progresso Tecnológico, Distribuição de Renda e Dualismo Estrutural. **XI Congresso Brasileiro de História Econômica. 14 a 16 de setembro de 2015. Vitória/Espírito Santo**. Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, 2015.

RIVERA-BATIZ, Luis A.; ROMER, Paul M.. Economic Integration and Endogenous Growth Working. Paper n° 3528, December 1990, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1990. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w3528.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CTel nos estados brasileiros. Brasília: **Ciência da Informação**, v.33, n° 3, p.61-68, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v33n3/a08v33n3.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

ROCO, M. C., BAINBRIDGE, W.S.. **Overview Converging Technologies For Improving Human Performance - Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science (NBIC)**. In: Roco M.C., Bainbridge W.S. (eds) *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Springer, Dordrecht. 2003. pp 1-27. Disponível em: < [http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf)>. Acesso em 16 dez. 2018.

SAMANHYIA, Solomon *et al.*. **Financial Development and Economic Growth in a Post Financial Liberalization Era in Ghana: Does the Measure of Financial Development Matter?** *Journal of Economics and Sustainable Development*. vol.5, n° 25, 2014. Disponível em: <<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEDS/article/view/17526/17910>>. Acesso em: 22 nov.2018.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Chapter VII: The Process of Creative Destruction**. In: *Capitalism, Socialism and Democracy*, 3ª Edition, 1950. Harper Torchbooks, New York, 1962. Disponível em: < <https://msuweb.montclair.edu/~lebelp/SchumpeterChapter7.pdf>>. Acesso em: 25 nov.2018.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do Desenvolvimento Econômico uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico**. Tradução de Maria Sílvia Possas, disponibilizado por Ronaldo Dart Veiga. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda.1997. Título original: *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung* Dunker & Humblot, Berlim, Alemanha, 1964. Disponível em: [http://www.ufjf.br/oliveira\\_junior/files/2009/06/s\\_Schumpeter\\_-Teoria\\_do\\_Desenvolvimento\\_Econ%C3%B4mico\\_-Uma\\_Investiga%C3%A7%C3%A3o\\_sobre\\_Lucros\\_Capital\\_Cr%C3%A9dito\\_Juro\\_e\\_Ciclo\\_Econ%C3%B4mico.pdf](http://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2009/06/s_Schumpeter_-Teoria_do_Desenvolvimento_Econ%C3%B4mico_-Uma_Investiga%C3%A7%C3%A3o_sobre_Lucros_Capital_Cr%C3%A9dito_Juro_e_Ciclo_Econ%C3%B4mico.pdf). Acesso em: 12 set. 2018.

SHAARI, Mohd Shahidan *et al.*. Positive and Negative Effects of Research and Development. **International Journal of Energy Economics and Policy**, vol.6, Issue 4, pp. 767-770, Montpellier Business School: Montpellier, France, 2016. Disponível em: < <http://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/2978>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

SILVEIRA, Rosemari M. C. F.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência e Tecnologia: Transformando a relação do ser humano com o mundo. In: **IX Simpósio Internacional Processo Civilizador- Tecnologia e Civilização- 24 a 26 de novembro de 2005**. Ponta Grossa-PR: 2005. Disponível em: < [http://www.uel.br/grupo-estudo/proc\\_essoscivilizadores/portugues/sites/anais/ana\\_is9/artigos/workshop/art19.pdf](http://www.uel.br/grupo-estudo/proc_essoscivilizadores/portugues/sites/anais/ana_is9/artigos/workshop/art19.pdf) >. Acesso em: 04 mai. 2018.

SIMONASSI, Andrei Gomes *et al.*. Política de Crédito do BNDES e Sustentabilidade de Crescimento do Setor Primário. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.55 n° 1, Brasília, Jan./Mar. 2017 Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032017000100031&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032017000100031&script=sci_arttext&lng=pt) > . Acesso em: 10 mai. 2018

SINGER, Paul. **Latin America in the Global Crisis**. Estudos Avançados, vol. 23, n° 66, 2009. p.91-102. Disponível em: < <http://www.periodicos.usp.br/eav/article/view/10412/12126> >. Acesso em: 12 jan. 2018.

SOIHET, Elena; CABRAL, Cesar Murilo Nogueira. Insights on monetary policy and public banking in Brazil (2008-2012). v.26 n.1, **Nova Economia**. 2016. p.43-67. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/neco/v26n1/1980-5381-neco-26-01-00043.pdf> >. Acesso em: 06 fev. 2018.

SOLOW, Robert M. **A Contribution to the Theory of Economic Growth**. The Quarterly Journal of Economics, vol. 70, n° 1, 1956. p. 65-94. Disponível em: < <https://www.econ.nyu.edu/user/debraj/Courses/Readings/Solow.pdf> >. Acesso em: 20 jul. 2018.

SOLOW, Robert M.. Technical Change and the Aggregate Production. **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 39, N° 3, 1957. pp. 312-320. Disponível em: < <https://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Solow-Growth-Accounting.pdf> >. Acesso em: 21 jul. 2018.

STEFANI, Patricia. **Financial Development and Economic Growth in Brazil: 1986-2006**. Economics Bulletin, vol. 3, n° 69, 2007. pp. 1-13. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.556.754&rep=rep1&type=pdf> >. Acesso em: 12 mai. 2018.

STEINGRABER, Ronivaldo; GONÇALVES, Flávio de Oliveira. Ganhos de produtividade da cooperação para inovar nas empresas industriais brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 4, p. 599-621, 2013a. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-80502013000400004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-80502013000400004&script=sci_arttext) >. Acesso em: 21 jan. 2019.

STEINGRABER, Ronivaldo; GONÇALVES, Flávio de Oliveira. A Heterogeneidade Do Processo De Inovação Na Indústria Brasileira: Análise A Partir De Fatos Estilizados. **Geografares**, n. 15, p. 181-226, 2013b. Disponível em: < <http://www.periodicos.ufes.br/geografares/article/view/5617> >. Acesso em: 21 jan. 2019.

TIMOTIO, João Guilherme Magalhães. Inclusão financeira no Brasil: investigação a partir da construção de indicadores. **XVIII USP International Conference in Accounting - Moving Accounting Forward**. 25 a 27 de julho de 2018. São Paulo: USP, 2018. Disponível em: <  
[https://congressosp.fipecafi.org/anais/Anais2018/Artigos\\_Download/849.pdf](https://congressosp.fipecafi.org/anais/Anais2018/Artigos_Download/849.pdf)>.  
 Acesso em: 12 dez. 2018.

TUNA, Kadir; *et al.*. The Relationship Between Research & Development Expenditures and Economic Growth: The Case of Turkey. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 195, 2015, 501-507, , Istanbul, Turkey: Faculty of Economics, Istanbul University, 2015. Disponível em: <  
[https://www.researchgate.net/publication/282556669\\_The\\_Relationship\\_Between\\_Research\\_Development\\_Expenditures\\_and\\_Economic\\_Growth\\_The\\_Case\\_of\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/282556669_The_Relationship_Between_Research_Development_Expenditures_and_Economic_Growth_The_Case_of_Turkey)>. Acesso em: 25 set. 2018.

VARGAS, Milton. **História da ciência e tecnologia no Brasil: uma súmula**. São Paulo: Humanitas; FFLCH/USP, Centro Interunidade de História da Ciência, 2001.

VON BOROWSKI DODL, Alessandra. Desafios para a inclusão financeira no Brasil: o caso das sociedades de crédito ao microempreendedor e da empresa de pequeno porte, *in*: **Desafios do sistema financeiro nacional: O que falta para colher os benefícios da estabilidade conquistada**, Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2011 – p. 256.

YOSHIDA, Hiroyuki. **Harrodian dynamics under imperfect competition: A growth cycle model**. In: Time and Space in Economics. pp 29-40. Editors: Toichiro Asada & Toshiharu Ishikawa. College of Economics Nihon University. Misaki 1-3-2 Chiyoda-ku Tokyo, Japan. 2007. Disponível em:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.513.9970&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

ZACHARIADIS, Marios. R&D-induced Growth in the OECD?. **Review of Development Economics**, v. 8, n. 3, p. 423-439, 2004. Disponível em: <  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-9361.2004.00243.x>>. Acesso em: 20 dez.2018.

## 5 Artigo 2: Os Dispendios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) causam Externalidades no Meio Ambiente? Evidências empíricas para o Brasil

### RESUMO

Reconhecendo que os investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) podem contribuir para o desenvolvimento do Brasil, investimentos consideráveis e importantes foram disponibilizados a partir da década de 1940. Para alavancar a economia a partir da década de 1990 foram implementadas as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) liberando recursos que devem garantir, ao longo do tempo, um processo de desenvolvimento de acordo com os objetivos e padrões de sustentabilidade econômica, social e ambiental. Neste contexto, o presente artigo objetivou analisar o impacto: dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores públicos e privados; e da economia (desembolsos de crédito realizados pelo BNDES e PIB *per capita*) sobre as emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil, entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015. Para o procedimento de análise, foram utilizados dois modelos distintos, o primeiro que conta com dispêndios em P&D dos setores público e privado na forma linear e quadrática, para investigar o impacto nas emissões de CO<sub>2</sub>e no setor agropecuário do Brasil. E, no segundo modelo, foram inseridos além da P&D dos setores público e privado, os desembolsos de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social – BNDES e o PIB *per capita*. O método de estimação utiliza uma abordagem econométrica para dados em séries temporais. A variável dependente dos dois modelos são as emissões de CO<sub>2</sub> no setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil. Os resultados dos modelos sugerem que os dispêndios com P&D geram externalidades positivas para o meio ambiente e, especificamente, reduzem os impactos nas emissões de CO<sub>2</sub>e no setor agropecuário. Na análise linear do impacto dos aumentos dos dispêndios em P&D no setor privado, verificou-se que corroboram com o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>e Agropecuário. No entanto, na análise do impacto não linear há a sugestão da existência de um ponto de máximo, e a partir deste ponto, as emissões de CO<sub>2</sub> Agropecuário passam a diminuir a cada unidade investida em P&D no setor privado. A variável desembolsos com crédito do BNDES promove redução das emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário com baixa significância estatística. Mas, a variável PIB *per capita* corrobora fortemente no aumento das emissões em CO<sub>2</sub>e agropecuário. Desta forma, os resultados sugerem que com o desenvolvimento do país, e a partir de recursos públicos, sejam geradas tecnologias limpas ao longo do tempo, objetivando redução das emissões de CO<sub>2</sub> no setor agropecuário que é um setor muito importante da economia brasileira.

**Palavras chave:** Crescimento econômico; Gases de Efeito Estufa; Pesquisa e Desenvolvimento; PIB *per capita*; Setor Agropecuário.

## **Does Research & Development (R&D) Expenditure cause Externalities in the Environment? Empirical evidence for Brazil.**

### **ABSTRACT**

Recognizing that R&D investments can contribute to Brazil's development, considerable and important investments were made available in the 1940s. In order to leverage the economy since the 1990s, the policies of Science, Technology and Innovation (CT&I), releasing resources that must guarantee, over time, a development process in accordance with the objectives and standards of economic, social and environmental sustainability. In this context, the present article aimed to analyze the impact of R&D expenditures for the public and private sectors; and the economy (credit disbursements made by the BNDES and GDP per capita) on CO<sub>2e</sub> emissions from the agricultural sector (CO<sub>2</sub>Agro) in Brazil, between the period from the year 2000 to the year 2015. For the analysis procedure, two the first one that counts on R&D expenditures of the public and private sectors in linear and quadratic form, to investigate the impact on CO<sub>2e</sub> emissions in the agricultural sector of Brazil. And, in the second model, the R&D of the public and private sectors included the credit disbursements of the National Bank for Economic and Social Development (BNDES) and GDP per capita. The estimation method uses an econometric approach for time series data. The dependent variable of the two models is the CO<sub>2</sub> emissions in the agricultural sector (CO<sub>2</sub>Agro) in Brazil. The results of the models suggest that R&D expenditures generate positive externalities for the environment and, specifically, reduce the impacts on CO<sub>2e</sub> emissions in the agricultural sector. In the linear analysis of the impact of increases in R&D expenditures in the private sector, they were corroborated by the increase in CO<sub>2e</sub> emissions from agriculture and livestock. However, in the analysis of the non-linear impact there is a suggestion of the existence of a maximum point, and from this point onwards, the emissions of agricultural CO<sub>2</sub> decrease in each unit invested in R&D in the private sector. The variable disbursements with BNDES credit promotes reduction of agricultural CO<sub>2</sub> emissions with low statistical significance. However, the GDP per capita variable corroborates strongly in the increase of emissions in CO<sub>2e</sub> and agriculture. Thus, the results suggest that with the development of the country, and from public resources, clean technologies are generated over time, aiming to reduce CO<sub>2</sub> emissions in the agricultural sector which is a very important sector of the Brazilian economy.

**Keywords:** Economic growth; Greenhouse gases; Research and Development; GDP per capita; Agricultural Sector.

## 1 Introdução

As economias desenvolvidas investem cada vez mais em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D). Esses investimentos são oriundos de recursos governamentais e de instituições privadas, este último representa a maior parcela em países como os EUA, Austrália e Japão, enquanto nos países em desenvolvimento o fomento é realizado principalmente pelo Governo Federal (GRIFFIN, 2012).

No Brasil os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) que englobam os recursos com Pesquisa e Desenvolvimento, são chamados de dispêndios, e são divididos entre os setores público e privado. Esses dispêndios são fontes de recursos e fomentam a economia para a inovação tecnológica, com objetivo de aumentar a competitividade e alavancar o desenvolvimento (GRIFFITH *et al.*, 2004; GRIFFIN, 2012).

Na literatura é consenso que os dispêndios com P&D impactam positivamente na economia, e tem papel fundamental no processo de desenvolvimento, principalmente nos aspectos científicos e tecnológicos. Esses investimentos foram respostas para a teoria malthusiana e a revolução verde provou que a tecnologia proporcionada pelo progresso tecnológico a lá Romer, permitiram aumentar a produção com menores fatores naturais como terra e capital humano (HESHMATI E LÖÖF, 2005; COCCIA, 2009, 2010; SHAARI *et al.*, 2016).

Neste contexto, o Brasil, com uma economia baseada na produção agrícola, fez investimentos importantes ao longo do tempo a partir da década de 1940 em políticas de CT&I, elevou seus índices de produtividade agrícolas e transformou sua matriz econômica, que foi além da produção de milho e soja. A partir deste cenário a presente pesquisa foi motivada pela questão: Os dispêndios com P&D geram Externalidades<sup>11</sup> positivas ou negativas ao meio ambiente? E quais essas externalidades especificamente no setor agropecuário? Pois, este é um setor que apresenta enorme

---

<sup>11</sup> - As externalidades referem-se ao impacto de uma decisão sobre aqueles que não participaram dessa decisão, e podem ter efeitos positivos ou negativos, isto é, podem representar um custo para a sociedade, ou podem gerar benefícios à mesma (PERO, 2018).

importância entre os setores produtivos e merece receber atenção especial das políticas públicas de fomento.

Neste seguimento, o objetivo do estudo foi de analisar o impacto: dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores públicos e privados; e da economia (desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES); e do Produto Interno Bruto *per-capita* (PIB-*per capita*) sobre as emissões de CO<sub>2</sub>e<sup>12</sup> do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Tecnologia e Inovação na Economia

Os recursos tecnológicos devem garantir ao longo do tempo, um processo de desenvolvimento de acordo com os objetivos e padrões de sustentabilidade econômica, social e ambiental. De acordo com Gaspar (2015) as tecnologias evoluem e propiciam mais e melhores resultados em benefício da humanidade. Estas evoluções tecnológicas poderão, no futuro, ajudar ou prejudicar a sobrevivência de todo tipo de vida existente no planeta terra. Assim sendo, as tecnologias influenciam nas alterações que ocorrem na humanidade (GASPAR,2015).

A Revolução Industrial iniciada entre o final do século XVIII e início do século XIX, promoveu evoluções tecnológicas que permitiram o avanço econômico e potencializou as grandes inovações.

A humanidade em suas atividades demanda por constantes inovações tecnológicas para atender o seu consumo. Numa economia baseada no consumo as inovações tecnológicas são as principais propulsoras da elevação do mercado, pois promove o surgimento de novas necessidades nos seres humanos e se apresenta como o principal fator de progresso e de desenvolvimento (SILVEIRA E BASSO, 2005; GASPAR, 2015).

---

<sup>12</sup> - O *carbon dioxide equivalent* (CO<sub>2</sub>eq ou CO<sub>2</sub>e), em português “Equivalência em dióxido de carbono”, é uma medida aceita internacionalmente, e expressa a quantidade de diversos gases de efeito estufa (GEEs) baseado na quantidade de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que teria o mesmo potencial de aquecimento global. Em termos equivalentes, considera que todos os GEEs fossem emitidos na proporção do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

De acordo com Griffin (2012) a tecnologia é fator colaborativo para incrementar a economia, a produção de bens e serviços e o bom uso dos mais diversos recursos em prol de promover a sustentabilidade da humanidade.

Nelson e Phelps (1966) e Romer (1990) afirmam que a evolução tecnológica corrobora no aumento da produção. No mesmo contexto, Rattner (1967) destaca que o aumento de produção desempenha um papel importante no desenvolvimento e crescimento econômico.

A tecnologia e a inovação, são importantes para a economia, e se constituem fundamentais para o processo social, intimamente ligada à história, à cultura, à educação, às organizações institucionais e políticas, e à base econômica da sociedade. O processo tecnológico de inovar não é papel único atribuído às empresas, mas também a um conjunto de habilidades coletivas bem amplas, canalizadas para gerar, absorver e difundir o novo (MCTI&C, 2001; MCTI&C, 2002).

Verspagen (2000) analisou um modelo de crescimento evolutivo e observou que a convergência baseada na assimilação de tecnologia estrangeira estava se tornando um processo mais ativo. Constatou que a P&D é crucial para recuperação do atraso das nações e não é mais uma atividade inequivocamente associada à mudança da fronteira tecnológica mundial. Constatou ainda que, as diferenças entre os países em termos de competências tecnológicas puras são importantes para explicar os diferenciais de crescimento.

## **2.2 Pesquisa & Desenvolvimento**

As diferenças do desempenho econômico entre os países, de acordo com a perspectiva neoschumpeteriana<sup>13</sup>, são explicadas, em sua maioria, por meio da complexa interação das instituições públicas e privadas participantes do Sistema Nacional de Inovação (SNI) e a coordenação entre elas. Reconhecendo que os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) podem contribuir para o desenvolvimento do Brasil, foram implementadas a partir da década de 1990 políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para alavancar a economia.

---

<sup>13</sup> - Os neoschumpeterianos entendem a inovação como um determinante primordial da dinâmica econômica, pois é fundamental para definir os padrões de competitividade econômica, em especial no neste processo de globalização contemporâneo (FELIPE, 2008).

Para Mazzucato e Penna (2016) todos os países do mundo buscam conseguir um crescimento econômico inteligente (subsidiado pela inovação), inclusivo e sustentável. Para tanto, as políticas de inovação devem desenvolver, implementar e monitorar, estrategicamente, um programa de inovação baseado nos pontos fortes do sistema de inovação de modo a vencer as fragilidades da nação, enfrentando os desafios, aproveitando as potencialidades e oportunidades disponíveis em termos de recursos no país. Ainda, Mazzucato e Penna (2016) afirmaram que os investimentos públicos em P&D e inovação são recursos que geram melhores efeitos multiplicadores na economia em comparação a outros gastos governamentais. Estes investimentos promoverem a inclusão de tecnologias inovadoras que maximizam a produção e conseqüentemente a criação de novas vagas de emprego e qualidade de vida humana.

Para Tuna *et al.* (2015) o crescimento sustentado nas nações desenvolvidas é atribuído por maioria dos economistas contemporâneos nas atividades intensivas por elas realizadas em P&D. Metcalfe (2005) afirma que o principal objetivo da política científica é administrar e financiar a produção e a acumulação de conhecimentos em relação ao fenômeno natural pela criação e apoio de organizações apropriadas - laboratórios de pesquisa e universidades.

Sobre Ciência, Tecnologia e Inovação, Salami e Soltanzadeh (2012) salienta que existe diferenças entre os objetivos da política tecnológica e a política científica. Estas políticas representam considerações filosóficas mais amplas para um foco mais instrumental no prestígio nacional e nos objetivos econômicos. As políticas de inovação são abordadas por ambas como uma infra-estrutura para ajudar as organizações e instituições envolvidas na elaboração de políticas de Ciência e Tecnologia (C&T), sendo comum entre elas a divulgação com uso de marketing das novas tecnologias.

Mazzucato e Penna (2016) estudaram as políticas de inovação explícitas brasileira (políticas formuladas pelo Ministério da Fazenda e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTI) e incluídas nos planos de políticas de ciência, tecnologia e inovação) para poderem sugerir iniciativas políticas que permitam o Sistema Nacional de Inovação (SNI) ficar mais instruído para realizarem políticas propositivas promovidas pelo Estado em parceria direta com o setor privado. Neste estudo os autores concluíram que as políticas de inovação executadas nas últimas décadas do século XX foram falhas devido a terem sido baseadas em uma perspectiva restritiva

de falha de mercado, e que para os próximos anos, com políticas de inovação direcionadas, passe a ser eficiente na definição da direção e ambições sobre sua trajetória tecnológica em prol do desenvolvimento econômico.

Mendes *et al.* (2013) examinaram os possíveis impactos da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil, especialmente na parte do seu marco regulatório, nos indicadores do processo inovativo. Analisaram as prováveis relações entre as leis: Lei da Inovação e Lei do Bem e ainda, analisaram os dispêndios privados em P&D durante o período inicial do ano de 2005 até o ano de 2009. Os resultados confirmaram ter havido evolução significativa nos indicadores de inovação após a vigência das Leis: da Inovação e do Bem, e verificou ter havido uma evolução positiva dos dispêndios privados em P&D.

Mesmo com a evolução positiva dos dispêndios privados em P&D conforme Mendes *et al.* (2013), ainda não foi significativo o crescimento da produtividade das empresas brasileiras. No estudo de Zuniga *et al.* (2016) que teve o objetivo de identificar formas de promover um Sistema Nacional de Inovação (SNI) mais eficaz, e propor um melhor desempenho da inovação por parte do setor privado, foi feito um exame da situação brasileira com relação as suas atividades de pesquisa, transferência de tecnologia e inovação para comparar com as economias semelhantes e, também, com alguns países desenvolvidos. Neste contexto, os autores afirmaram que houve nas últimas décadas progressos econômicos e sociais expressivos no Brasil, fato que participou na diminuição da pobreza e desigualdades, e salientaram que, mesmo com progressos econômicos consideráveis, o Brasil nas últimas seis décadas teve baixo crescimento da produtividade nas indústrias dos setores de manufaturas e serviços.

No entanto, até com o baixo crescimento da produtividade, conforme afirmou Zuniga *et al.* (2016), ainda as empresas brasileiras procuram inovar para melhor competir no mercado. De acordo com Resende *et al.* (2014) que avaliaram as políticas de inovação no contexto da indústria brasileira em 2003. Focaram nos testes de complementaridade e substituíbilidade para os obstáculos à inovação. Encontraram evidências de que a concorrência internacional promove as empresas a terem maior propensão a inovação e ainda, encontraram evidências que sugerem e favorecem a adoção de políticas de incentivo mais direcionadas à inovação.

Nos mercados internacionais, maioria dos concorrentes se inovam e se mantêm competitivos, fato que não se observa com o Brasil. Neste contexto, Erber (2004)

afirma que as empresas localizadas no Brasil investem limitadamente em P&D e importam tecnologia para introduzirem em seus novos produtos e processos.

As empresas brasileiras para investirem em P&D precisam de estímulos. Assim, de acordo com Quadros *et al.* (2001) que analisou os dados coletados em mais de 10.000 empresas industriais do Estado de São Paulo referentes ao ano de 1996, constatou que as empresas controladas total ou parcialmente por estrangeiros são mais propensas para introduzir novos processos e produtos, além de serem as empresas que mais empregam cientistas e engenheiros para realizarem as atividades de P&D.

Mas, quando as empresas brasileiras não motivadas a investirem em P&D por algum fator, uma grande parte destas empresas adquirem inovações para se manterem mais competitivas. De acordo com Quadros *et al.* (2001) as empresas transnacionais dos países industrializados que mantem centros de P&D transferem suas inovações inseridas nos produtos e processos para o mercado sul-americano de forma a adaptá-los as necessidades do mercado local ou às restrições técnicas ao fornecimento de materiais e componentes.

Parte dos problemas existentes no Brasil relacionados a falta de eficiência dos dispêndios em P&D realizados pelo governo são descritos nos argumentos de Gupta *et al.* (2013). Os autores afirmaram que os recursos públicos investidos em P&D não beneficia grande parte dos setores privados. Salientaram que a pesquisa básica realizada pelas universidades não está sendo transferida para a comunidade produtora privada, fato que faz com que os benefícios das pesquisas impactem a economia.

Gupta *et al.* (2013) ressaltaram, ainda, que as inovações realizadas no Brasil são adaptadas amplamente para as demandas locais e regionais e não são compartilhadas a nível global. Mesmo assim, o Brasil tem um forte setor manufatureiro, domina a região da América do Sul como um líder regional, e tem mantido uma econômica crescente.

A adaptação das tecnologias internacionais no Brasil é observada por Ribeiro (2016). O autor estudou as transferências de técnicas para o ramo semiárido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a partir do início dos anos 90. O resultado do estudo identificou que a política de CT&I do Brasil foi ajustada em grande parte pela colaboração internacional e identificou lacunas e áreas de preocupação, em especial uma fragmentação da cooperação em nível macro e micro

que requer um gerenciamento eficaz na eventualidade da colaboração em C&T for consolidar o papel internacional do Brasil e seus interesses geopolíticos.

Afirma Erber (2004) que no Brasil a maior parte dos investimentos em pesquisa científica e técnica são realizados por fundos governamentais e, ainda, são consumidos acima de 40% dos gastos com P&D na manutenção e a expansão do sistema de pós-graduação. As empresas investem apenas 36% do total dos dispêndios em P&D, participação percentual que equivalente aproximadamente a metade da média dos investimentos na OCDE. Afirma, ainda, Erber (2004) que os governos Brasil e Coréia do Sul investem em P&D uma parcela do PIB (Brasil 0,57% e Coreia do Sul 0,7%) e o setor privado investem a diferença dos investimentos totais em P&D e que correspondem em percentual do PIB, no Brasil 0,9% e na Coreia do Sul 2,5%.

Para se ter conhecimento de como são gerenciados outros países no tocante as inovações, Salami e Soltanzadeh (2012) analisaram as políticas e experiências com CT&I dos países: Brasil; Índia; China; África do Sul; e Coreia do Sul, considerados bem-sucedidos no gerenciamento de sua mudança tecnológica. Observaram que o governo de cada país desempenhou seu papel na concepção e formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação de seus países. Em cada um destes países foi criada uma infra-estrutura adequada para implantar políticas de CTIs para lhes permitir a conquista de sucesso em seu desenvolvimento tecnológico nacional geral de suas nações. Concluíram que com a análise dos países estudados os formuladores de políticas dos países menos desenvolvidos devem adotar políticas de CT&I que se integrem ao seu desenvolvimento nacional.

Oliveira *et al.* (2015) analisaram o impacto dos dispêndios em P&D no Brasil nos pedidos de patentes nacionais e no Produto Interno Bruto (PIB) do País, e os resultados dos modelos econométricos confirmam que os dispêndios públicos e privados são importantes para o crescimento do PIB, e de que o registro da patente é uma forma de garantir propriedade intelectual.

De acordo com o contexto apresentado observa-se que no Brasil está ocorrendo uma lenta evolução das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), mesmo assim, tem ocorrido progresso no desempenho das inovações e conseqüente crescimento econômico. Estes fatores poderiam estarem melhores para permitir a redução da dependência tecnológica externa que ainda prevalece no País.

### 2.3 Economia e emissões de CO<sub>2</sub>e

O crescimento das nações deve garantir, ao longo do tempo, um processo de desenvolvimento de acordo com os objetivos e padrões de sustentabilidade econômica, social e ambiental. Pesquisadores elaboram diariamente estudos para determinar em quais condições e quais os fatores que contribuem para o aumento ou diminuição das emissões de gases do efeito estufa. Estes dois fatores: sustentabilidade econômica, social e ambiental e aumento ou redução das emissões de gases efeito estufa (GEE) são fatos que estão sendo estudado por diversos pesquisadores e são a preocupação constante dos governos de cada país.

Neste sentido, Boopen e Vinesh (2010), analisaram a relação entre o PIB e as emissões de dióxido de carbono para as Maurícias e vice-versa para o ano 1975-2009. Usaram as propriedades de séries temporais e análise econométrica, e os resultados sugeriram que a emissão de dióxido de carbono está intimamente relacionada com o PIB no tempo.

A relação íntima das emissões de CO<sub>2</sub> com o crescimento econômico (PIB) são consequentes do aumento da produtividade e do consumo. Para se ter produtividade, em consequência há o consumo de energia. A energia para ser produzida emite CO<sub>2</sub>. Nesse seguimento de raciocínio, Soares e Lima (2013) analisaram a relação entre a produção de energia, a renda e as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no Brasil, no período desde o ano de 1962 até o ano de 2007, constataram que o Brasil, mesmo contando com uma matriz energética relativamente limpa não está conseguindo reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>.

Na mesma temática de Soares e Lima (2013), os pesquisadores Zhang e Cheng (2009) investigaram a existência de causalidade de Granger entre crescimento econômico, consumo de energia e emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na China no período desde o ano de 1960 até o ano de 2007, aplicaram um modelo multivariado de crescimento econômico e encontraram evidências que nem as emissões de carbono nem o consumo de energia promovem o crescimento econômico na China.

Portanto, de acordo com Zhang e Cheng (2009), as emissões de CO<sub>2</sub> e o consumo de energia não promovem o crescimento econômico na China. Neste mesmo seguimento Wang *et al.* (2011) fizeram um estudo com outro objetivo, examinaram as relações causais entre emissões de dióxido de carbono, consumo de energia e produção econômica real em 28 províncias na China durante o período

desde o ano de 1995 até o ano de 2007. Os resultados mostraram que as emissões de CO<sub>2</sub>, o consumo de energia e o crescimento econômico parecem estar cointegrados. Constataram que o consumo de energia e o crescimento econômico causam a emissão de CO<sub>2</sub>. Portanto, concluíram que as emissões do CO<sub>2</sub> na China não reduzirão e poderão prejudicar o crescimento econômico do país.

Assim sendo, o aumento da produtividade, a produção de energia, o consumo de energia, o aumento do consumo de bens e, conseqüente crescimento econômico são emissões de CO<sub>2</sub>. Assim, muitos pesquisadores têm realizado estudos para verificarem se a evolução tecnológica pode ser a solução para evitar ou reduzir as emissões de GEE, assim como, sequestrá-los. Neste sentido, Shaari *et al.* (2016) analisaram os efeitos positivos e negativos da tecnologia em países desenvolvidos (Alemanha, Reino Unido, França, Estados Unidos e Canadá) no período de 1996 a 2011. Os resultados da cointegração mostraram que existe uma relação de longo prazo entre as variáveis (P&D, PIB, Uso da Energia e Emissão de Dióxido de Carbono).

Portanto, no estudo de Shaari *et al.* (2016) ficou evidenciado de que o uso da energia e o crescimento econômico emitem GEE e, em conseqüencia, a P&D influencia positiva e negativamente nas emissões de CO<sub>2</sub>. Já em um novo estudo de Shaari *et al.* (2014), os autores investigaram os efeitos do crescimento econômico e do investimento estrangeiro direto-IDE sobre as emissões de CO<sub>2</sub> de 15 países em desenvolvimento no período desde o ano de 1992 até o ano de 2012. Os resultados mostraram a existência de relação cointegrada entre as variáveis (IDE, CO<sub>2</sub> e PIB), Analisaram o FMOLS e constataram que, a longo prazo, o IDE direto não tem efeito sobre a emissão de CO<sub>2</sub>. Assim sendo, Shaari *et al.* (2016) afirmaram que os aumentos no crescimento econômico podem intensificar as emissões de CO<sub>2</sub>.

### **3 Materiais e Método**

#### **3.1 Dados**

A análise econométrica utilizou dados secundários em séries temporais coletadas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação- MCTI&C que adota a metodologia conforme OECD (2002) "Manual de Frascati" da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, para os valores dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES é responsável pelos dados dos desembolsos de crédito.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) calcula o PIB e divulga no primeiro semestre de cada ano o PIB anual referente ao período anterior. O SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa calcula os valores estimados das emissões dos Gases Efeito Estufa (GEE) do Brasil usando os fatores de emissão do quinto relatório de avaliação (AR5) de 2013 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas-IPCC. O IPCC adota a sigla CO<sub>2e</sub> para o gás carbônico equivalente para se referir ao total dos Gases Efeito Estufa GEE (SEEG, 2017).

Os valores das variáveis P<sub>pub</sub>, P<sub>priv</sub>, BNDES estão expressos em milhões de Reais e em valores correntes. A variável PIB per capita (Pibpc) está expressa em mil reais e a variável CO<sub>2</sub>Agro está expressa em toneladas, entre 2000-2015.

Os dados para análise foram organizados na Tabela 1 para proporcionar uma melhor visão das evoluções que tiveram no período em estudo.

**Tabela 1 – Séries Temporais para a Análise Econométrica dos Modelos 1 e 2**

	Ano	CO <sub>2e</sub> <sup>[1]</sup>	CO <sub>2</sub> Agro <sup>[2]</sup>	PD <sub>pub</sub> <sup>[3]</sup>	PD <sub>priv</sub> <sup>[4]</sup>	BNDES <sup>[5]</sup>	PIBpc <sup>[6]</sup>
1	2000	2.246.338.610,49	384.605.797,46	6.493,84	6.066,81	23.046,00	6.913,25
2	2001	2.231.782.360,62	398.106.835,13	7.447,79	6.525,23	25.216,52	7.480,35
3	2002	2.490.316.648,38	412.154.021,62	7.760,89	7.271,02	37.419,27	8.350,46
4	2003	3.703.761.245,57	435.326.856,74	8.825,99	8.343,02	33.533,59	9.511,04
5	2004	3.929.252.165,35	453.609.253,20	9.335,28	9.526,30	39.833,90	10.703,18
6	2005	3.261.774.332,79	459.307.531,49	10.371,21	11.388,10	46.980,24	11.723,76
7	2006	2.875.364.993,65	458.547.385,27	11.911,11	11.895,90	51.318,02	12.862,61
8	2007	2.681.721.585,19	445.269.796,82	15.184,84	14.231,55	64.891,80	14.359,12
9	2008	2.806.913.074,72	453.033.595,63	17.680,75	17.430,08	90.877,91	16.237,99
10	2009	2.003.105.249,55	460.430.021,97	19.498,13	17.787,17	136.356,36	17.222,52
11	2010	1.924.983.500,34	472.207.175,68	23.039,23	22.033,63	168.422,75	19.877,68
12	2011	1.926.895.069,33	483.930.348,29	26.382,62	23.493,24	138.873,44	22.170,80
13	2012	1.947.464.822,56	478.163.670,37	29.802,88	24.451,71	155.992,27	24.165,02
14	2013	2.106.776.356,05	483.146.335,18	36.783,75	26.964,85	190.419,04	26.520,06
15	2014	2.022.249.199,96	487.909.422,84	38.742,60	34.645,00	187.836,87	28.498,21
16	2015	2.091.294.970,58	490.923.397,59	38.394,40	38.137,40	135.942,05	29.117,47

**Fontes:** BNDES (2017); IBGE (2017a); MCTI&C (2017); SEEG (2018)

<sup>[1]</sup> CO<sub>2e</sub> = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente – quantidade total bruta no Brasil (Ton.)

<sup>[2]</sup> CO<sub>2</sub>Agro = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente – quantidade total bruta na agropecuária (Ton.)

<sup>[3]</sup> PD<sub>pub</sub> = Dispendios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais)

<sup>[4]</sup> PD<sub>priv</sub> = Dispendios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais)

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais)

<sup>[6]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto Per Capita (Mil Reais)

### 3.2 Modelo Teórico

O Modelo (1) estima o impacto de forma linear e não linear dos dispêndios em P&D públicos ( $PD_{pub}$ ), P&D privados ( $PD_{priv}$ ); ( $PD_{pub}^2$ ;  $PD_{priv}^2$ ) nas Emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro<sub>2</sub>) no Brasil.

$$CO_2Agro_2 = \beta_0 + \beta_1 PD_{pub}_t + \beta_2 PD_{priv}_t + \beta_3 PD_{pub}_t^2 + \beta_4 PD_{priv}_t^2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

O Modelo (2) analisou o impacto: dos dispêndios em P&D para os setores público (Pdpub) e privado (Pdpriv), os desembolsos de crédito do BNDES (BNDES); e do PIB *per capita* (BIPpc) sobre as Emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil.

$$CO_2Agro_2 = \beta_0 + \beta_1 PD_{pub}_t + \beta_2 PD_{priv}_t + \beta_3 BNDES_t + \beta_4 BIPpc_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

### 3.3 Método de Estimação

Para a análise empírica, a modelagem econométrica foi definida como um procedimento metodológico e o método de estimação aplicado foi o Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Para o procedimento de análise, foram elaborados dois modelos distintos, o primeiro que conta com os dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) do setor público e do setor privado na forma linear e quadrática, para investigar o impacto nas emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro<sub>2</sub>) no Brasil. E, no segundo modelo, foram inseridos além dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) dos setores público e privado, os desembolsos de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social – BNDES e o produto interno bruto (PIB) *per capita* para investigar o impacto nas emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil. O método de estimação utiliza uma abordagem econométrica para dados em séries temporais no período entre 2000-2015. A variável dependente dos dois modelos são as emissões de CO<sub>2</sub> do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil.

Todas as variáveis foram convertidas em logaritmos naturais na análise econométrica, de forma a evitar os efeitos de variáveis que poderiam afetar os dados. O uso de logaritmos melhora a interpretação dos coeficientes permitindo que a avaliação seja em base percentual.

Para a análise do ajuste do modelo, foi utilizado o  $R^2$ . O coeficiente de determinação, denominado  $R^2$  que é uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado, como a regressão linear, em relação aos valores observados  $R^2$  varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, quanto o modelo pode explicar os valores observados. Quanto maior o  $R^2$ , mais explicativo é o modelo, ou seja, quanto melhor o modelo se encaixa na amostra (GUJARATI e PORTER, 2011).

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Análise Descritiva dos Dados

As emissões de CO<sub>2</sub>e no decorrer do período de 2000 a 2015 teve crescimento médio de 0,74% com uma média de 2.515.624.636,6 toneladas de CO<sub>2</sub>e (Tabela 2), enquanto as emissões de CO<sub>2</sub>Agro teve crescimento médio de 1,66% (Tabela 3) e média de 453.541.965,3 toneladas de CO<sub>2</sub>e (Tabela 2). O PIB *per-capita* no mesmo período teve aumento médio de 10,11% e média de R\$ 16.607,10 (Tabela 2), o que sugere que o crescimento das emissões de GEE não evoluíram proporcionalmente ao PIB-*per capita*. No entanto, nos anos de 2004 até 2010 houve uma redução nas emissões estimadas totais no Brasil de 3.929.252.165,35 toneladas para 1.924.983.500,34 toneladas. No mesmo período, as emissões estimadas totais do setor agropecuário tiveram aumento de 453.609.253,20 toneladas para 472.207.175,68 toneladas, enquanto o PIB-*per capita* passou de R\$ 10.703,18 em 2004 para R\$ 19.877,68 em 2010.

**Tabela 2 – Estatística Descritiva das Variáveis: CO<sub>2</sub>et; CO<sub>2</sub>Agro; Pdpub; Pdpriv; e BNDES; e PIBpc período de 2000 a 2015**

	CO <sub>2</sub> et <sup>[1]</sup>	CO <sub>2</sub> Agro <sup>[2]</sup>	Pdpub <sup>[3]</sup>	Pdpriv <sup>[4]</sup>	BNDES <sup>[5]</sup>	PIBpc <sup>[6]</sup>
Média	2515624636,6	453541965,3	19228,5	17511,9	95435,0	16607,1
Mediana	2239060485,6	458927458,4	16432,8	15830,8	77884,9	15298,6
Desvio padrão	644665080,3	32018139,2	11613,8	9990,0	61894,8	7611,6
Variância	4,15593E+17	1,02516E+15	134880348	99799360,2	3830964320	57935705,7
Mínimo	1924983500	384605797,5	6493,8	6066,8	23046,0	6913,3
Máximo	3929252165	490923397,6	38742,6	38137,4	190419,0	29117,5
Contagem	16	16	16	16	16	16

Fonte: o autor com base no BNDES (2017); IBGE (2017); e MCTI&C (2017)

<sup>[1]</sup> CO<sub>2</sub>et = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente – quantidade total bruta no Brasil (Ton.)

<sup>[2]</sup> CO<sub>2</sub>Agro = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente – quantidade total bruta na agropecuária (Ton.)

<sup>[3]</sup> Pdpub = Dispendios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais)

<sup>[4]</sup> Pdpriv = Dispendios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais)

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais)

<sup>[6]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto Per Capita (Mil Reais)

Na inferência destes dados, constata-se que o setor agropecuário está emitindo gases efeito estufa, proporcionalmente, muito superiores às emissões de CO<sub>2</sub>e totais do Brasil.

Os dispêndios com P&D para as instituições públicas e para as privadas tiveram no período de 2000 a 2015 aumento médio de 12,80% e 13,30% (Tabela 3) e médias de 19.228,5 e 17.511,9 (milhões de Reais) respectivamente (Tabela 2), o que mostra um equilíbrio entre os dispêndios para os dois setores. Os de crédito realizados pelo BNDES no período em estudo resultaram na média percentual de 14,75% (Tabela 3) e média de 95.435,0 (milhões de Reais) (Tabela 2), enquanto o BIP *per capita* teve 10,11% de aumento médio no mesmo período(Tabela 3).

As três variáveis PDpub, PDpriv, BNDES, e PIBpc tiveram aumentos médios de 12,80%, 13,30%, 14,75%, 10,11% (Tabela 3) respectivamente, enquanto as variáveis CO<sub>2</sub>Agro e CO<sub>2</sub>e tiveram aumento médio de 1,66% e 0,74%. Diante de tais dados pode-se inferir que as variáveis em estudo podem influenciar na estabilização das emissões de Gases de Efeito Estufa.

**Tabela 3 - Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis**

Ano	CO <sub>2</sub> e <sup>[1]</sup>	CO <sub>2</sub> Agro <sup>[2]</sup>	Pdpub <sup>[3]</sup>	Pdpriv <sup>[4]</sup>	BNDES <sup>[5]</sup>	PIBpc <sup>[6]</sup>
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	-0,65	3,51	14,69	7,56	9,42	8,20
2002	11,58	3,53	4,20	11,43	48,39	11,63
2003	48,73	5,62	13,72	14,74	-10,38	13,90
2004	6,09	4,20	5,77	14,18	18,79	12,53
2005	-16,99	1,26	11,10	19,54	17,94	9,54
2006	-11,85	-0,17	14,85	4,46	9,23	9,71
2007	-6,73	-2,90	27,48	19,63	26,45	11,63
2008	4,67	1,74	16,44	22,47	40,05	13,08
2009	-28,64	1,63	10,28	2,05	50,04	6,06
2010	-3,90	2,56	18,16	23,87	23,52	15,42
2011	0,10	2,48	14,51	6,62	-17,54	11,54
2012	1,07	-1,19	12,96	4,08	12,33	8,99
2013	8,18	1,04	23,42	10,28	22,07	9,75
2014	-4,01	0,99	5,33	28,48	-1,36	7,46
2015	3,41	0,62	-0,90	10,08	-27,63	2,17
Média	0,74	1,66	12,80	13,30	14,75	10,11

**Fonte: Os autores com base nos dados do: BNDES (2017); IBGE (2017); MCTI&C (2017)**

<sup>[1]</sup> CO<sub>2</sub>et = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente total do Brasil

<sup>[2]</sup> CO<sub>2</sub>Agro2 = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente Setor Agropecuário

<sup>[3]</sup> PDpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas

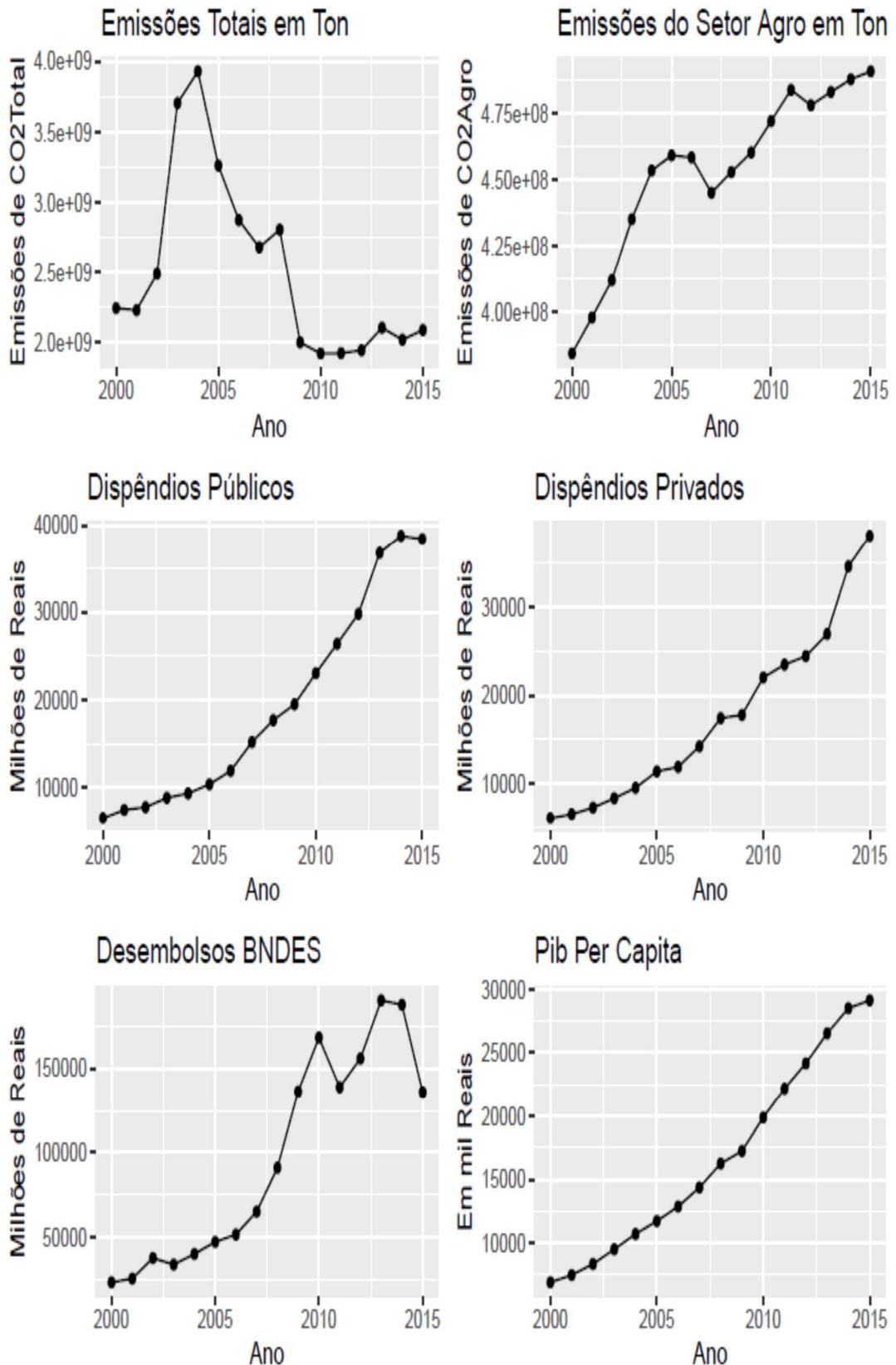
<sup>[4]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES para Empresas

<sup>[6]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto *Per Capita*

A evolução das variáveis deste estudo está demonstrada na Figura 1.

**Figura 1 - Evolução anual das variáveis**



**Fonte: Os autores, base dados do: BNDES (2017); IBGE (2017a); MCTI&C (2017); SEEG (2018)**

## 4.2 Análise e discussão dos resultados econométricos

Os modelos propostos foram estimados com intuito de analisar o impacto: dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores públicos e privados e da economia (desembolsos de créditos pelo BNDES e PIB *per capita*) sobre as emissões de CO<sub>2</sub> do setor agropecuário (CO<sub>2</sub>Agro) no Brasil entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015.

A Tabela 4 apresenta os resultados econométricos.

**Tabela 4: Resultados Econométricos dos Modelos 1 e 2**

Variável	Dependent variable:	
	log(CO <sub>2</sub> Agro) <sup>[1]</sup>	
	Modelo 1	Modelo 2
<sup>[2]</sup> log(PDpub)	-0.373** (0.137)	-353*** (0.049)
<sup>[3]</sup> log(PDpriv)	0.522*** (0.134)	-0.078 (0,058)
<sup>[4]</sup> PDpub <sup>2</sup>	-0.000* (0.000)	
<sup>[5]</sup> PDpriv <sup>2</sup>	-0.000** (0.000)	
<sup>[6]</sup> log(BNDES)		-0.003 (0,018)
<sup>[7]</sup> log(Pibpc)		0.697*** (0,093)
Constant	18.546*** (0.230)	17.445*** (0.189)
Observations	16	16
R <sup>2</sup>	0.922	0.977
Adjusted R <sup>2</sup>	0.893	0.969
Residual Std. Error (df = 11)	0.024	0.013
F Statistic (df = 4; 11)	32.367***	118.533***

**Note:**

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

[1] Log(CO<sub>2</sub>Agro) = Logaritimo de Dioxido de Carbono equiv. – qdde. total bruta na agropecuária (Ton.)

[2] Log(Pdpub) = Logaritimo de Dispêndios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais);

[3] Log(PDpriv) = Logaritimo de Dispêndios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais); e

[4] Pdpub<sup>2</sup> = Dispêndios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais) ao quadrado;

[5] PDpriv<sup>2</sup> = Dispêndios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais) ao quadrado; e

[6] Log(BNDES) = Logaritimo de Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais)

[7] Log(PIBpc) = Logaritimo de Produto Interno Bruto Per Capita (Mil Reais)

#### 4.2.1 Análise e discussão dos resultados dos Modelos 1 e 2

Na Tabela 4, são apresentados os resultados econométricos dos dois modelos. No Modelo 1 é analisado o impacto linear e não linear dos dispêndios em P&D públicos e privados nas emissões de CO<sub>2</sub>Agro. No Modelo 2 é analisado o impacto linear: dos dispêndios em P&D públicos e privados; dos desembolsos em crédito realizados pelo BNDES; e do Produto Interno Bruto *Per capita* nas emissões de CO<sub>2</sub>Agro. O ajuste dos modelos apresentou um ótimo nível, no Modelo 1 o R<sup>2</sup> foi de 0,922 e no Modelo 2 o R<sup>2</sup> foi de 0,977.

##### 4.2.1.1 Impactos dos dispêndios em P&D do setor público nas emissões de CO<sub>2</sub>Agro

No Modelo 1, o logaritmo dos dispêndios em P&D para o setor Público - log(Pdpub) resultou em -0,373 (negativo) e significativo com p-valor < 0,05. Este resultado sugere que, os aumentos dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento no setor público promovem a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>e no setor agropecuário de forma linear. Na forma não linear o coeficiente foi de -0.000 e p-valor < 0,10 significativo.

No Modelo 2, o coeficiente dos dispêndios em P&D para o setor Público - log(Pdpub) resultou em -353 (negativo) e significativo com p-valor < 0,01. Este resultado sugere que, quanto maiores forem os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento no setor público, menores serão as emissões de CO<sub>2</sub>e no setor agropecuário.

Portanto, os dois modelos apresentaram resultados semelhantes, mas o modelo 2 apresenta um resultado mais significativo devido apresentar maior coeficiente e significância estatística. Assim sendo, estes resultados sugerem que os dispêndios em P&D para o setor público contribuem para a redução nas emissões de CO<sub>2</sub>e agropecuário. Portanto, há evidências de que os dispêndios em P&D públicos impactam positivamente as emissões de CO<sub>2</sub>e agropecuário.

O estudo de Raulino (2018) corrobora com os resultados desta análise. O autor afirma que, quanto maiores os investimentos em tecnologias, principalmente nas tecnologias que possibilitam a mitigação da emissão de GEE e redução dos impactos ambientais, melhores serão as condições do bem estar social.

Ainda, este resultado compactua com os estudos de Yii e Geetha (2017) que examinaram a relação causal entre inovação tecnológica e emissões de CO<sub>2</sub>e com crescimento econômico, consumo de eletricidade e preço de energia na Malásia. Os

dados ao longo do período desde o ano de 1971 até o ano de 2013 foram analisados usando os testes de causalidade VECM e TYDL granger. Os resultados indicaram que a inovação tecnológica está negativamente relacionada às emissões de CO<sub>2</sub>e em curto prazo, enquanto nenhuma relação de longo prazo foi encontrada, ou seja, o estudo sugere que inovação tecnologia promove, a curto prazo, a redução das emissões de CO<sub>2</sub>e.

O resultado ainda vai de encontro com Fernández *et al.* (2018) que, em seu estudo, verificaram empiricamente se os esforços em inovação têm um efeito positivo na redução das emissões de CO<sub>2</sub>e na União Europeia, nos Estados Unidos e China entre os anos de 1990 até o ano de 2013. A estimativa foi realizada utilizando uma regressão linear por mínimos quadrados ordinários, utilizando como variáveis independentes os dispêndios com P&D e o consumo de energia. Os resultados apoiam a hipótese de que a redução das emissões de CO<sub>2</sub> nos países desenvolvidos podem ser consequentes da contribuição dos dispêndios com Pesquisa e Desenvolvimento.

A título de exemplo de que a P&D corrobora com a redução das emissões de CO<sub>2</sub> está sugerido no estudo de Burchart-Korol *et al.* (2016) que objetivou divulgar as inovações tecnológicas que mais participam na redução das emissões de gases efeito estufa no decorrer da produção de aço. O resultado apresentou as tecnologias inovadoras de produção de aço que reduzem entre 25 a 35% das emissões dos Gases Efeito Estufa (GEE).

#### 4.2.1.2 Impactos dos dispêndios em P&D do setor privado nas emissões de CO<sub>2</sub>Agro

O modelo 1 o logaritmo dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para o setor privado resultou no coeficiente de 0,522 (positivo), com p-valor<0,01 com alta significância. Ou seja, na análise linear do impacto, os aumentos dos dispêndios em P&D no setor privado corroboram com o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> Agropecuário, isso no primeiro momento, porém, na análise não linear do impacto, o coeficiente resultou em -0,000 (negativo) e com significância p-valor<0,05, dados que sugerem a existência de um ponto de máximo, e a partir deste ponto, as emissões de CO<sub>2</sub> Agropecuário passam a diminuir a cada unidade investida em P&D do setor privado. Este resultado sugere que os dispêndios com P&D privado pode contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>e agropecuário ao longo do tempo. Resultado

semelhante a este, em que sugere que os dispêndios em P&D no setor privado contribuem para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário não foi encontrado nenhum outro estudo.

No modelo 2, inversamente ao resultado do modelo 1, os dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para o setor privado, quando analisado em conjunto com logaritmo dos desembolsos com crédito do BNDES e com o Produto Interno Bruto *per capita*, apresentou um coeficiente -0,078 (negativo) e com p-valor > 0,10 sem significância estatística. Mas, pelo fato de o coeficiente ser negativo, demonstra que os aumentos dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento no setor privado promove redução do CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário, mas com pouca intensidade. Este resultado compactua com os estudos de Fernández *et al.* (2018) e de Burchart-Korol *et al.* (2016), que afirmaram que os investimentos em P&D contribui para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>e.

Portanto, o resultado do impacto dos dispêndios em P&D privado no Modelo1 apresentou opostamente ao impacto dos dispêndios em P&D do setor público, ou seja, a P&D do setor público promove redução das emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário e a P&D do setor privado aumenta as emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário, mas até um certo momento, e após passa, também, a reduzir as emissões.do setor

Desta forma, pode-se recomendar que os dispêndios em P&D do setor privado poderiam apresentar resultados favoráveis à redução das emissões de CO<sub>2</sub>e se fossem realizados em montante maior, para poderem possibilitar os mesmos efeitos dos recursos dispendidos em P&D com o setor público.

Neste contexto, Zuniga *et al.* (2016) asseguram que o setor privado brasileiro investe pouco em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) em várias áreas críticas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), ou em outros ativos intangíveis, quando comparado aos seus pares e aos países da OCDE. Erber (2004) em seu estudo afirmou que o governo brasileiro realiza a maior parte dos investimentos em P&D, já o setor público investe somente 36%.

Conforme considerações elencadas, qualquer dispêndio em P&D pode corroborar com a redução das emissões de CO<sub>2</sub>e, fato que compactua com os autores Solow (1956) e Gonda (2005) que defenderam a tecnologia com o argumento de que os problemas ecológicos provocados pelo crescimento econômico serão superados com o progresso tecnológico que cria recursos novos para atender novas ou antigas necessidades, ou substitui os recursos escassos e/ou economiza recursos existentes.

#### 4.2.1.3 Impactos dos desembolsos com créditos do BNDES nas emissões de CO<sub>2</sub>Agro

No Modelo 2, a variável  $\log(\text{BNDES})$  teve o mesmo comportamento dos dispêndios em P&D para o setor privado, com o coeficiente -0,003 (negativo) e não significativo estatisticamente com  $p\text{-valor} > 0,10$ . Este resultado demonstra ter baixa relevância para corroborar nos aumentos ou reduções nas Emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário. Mas, de acordo com Muhammad *et al.* (2013) que examinaram as ligações entre o crescimento econômico, consumo de energia, desenvolvimento financeiro, abertura comercial e emissões de CO<sub>2</sub>e durante o período desde o ano de 1975 até o ano de 2011 na Indonésia. Os resultados empíricos sugeriram que o crescimento econômico e o consumo de energia aumentam as emissões de CO<sub>2</sub>e, mas o desenvolvimento financeiro e a abertura comercial o compactam e podem desempenhar seu papel na melhoria da qualidade ambiental. Assim, de acordo com os resultados do estudo de Muhammad *et al.* (2013), podemos considerar que o BNDES desempenha um papel significativo no desenvolvimento financeiro, que por sua vez, corrobora na compactação das emissões de CO<sub>2</sub>e.

De acordo com os estudos elencados neste item, infere-se de que com o desenvolvimento financeiro e conseqüente aumento da oferta de recursos no mercado, da forma como é realizado pelo BNDES, é possibilitada a redução ou intensificação das emissões.

#### 4.2.1.4 Impactos do Produto Interno Bruto *per capita* nas emissões de CO<sub>2</sub>Agro

No Modelo 2, o Pib *per capita*, apresentou o coeficiente 0,697 (positivo) e com significância estatística  $p\text{-valor} < 0,01$ . Este resultado demonstra que o Pib *per capita* impacta as emissões com aumentos do CO<sub>2</sub> Agropecuário. Este resultado demonstra alta relevância desta variável, mas se apresenta oposto aos resultados das demais variáveis deste Modelo, isto em razão de o PIB *per capita* corroborar para o aumento das emissões do CO<sub>2</sub>Agro.

Este resultado confirma os estudos de Shaari *at al.* (2014) quando afirmaram que os aumentos no crescimento econômico podem intensificar as emissões de CO<sub>2</sub>. E corrobora, ainda, com os estudos de Cederborg e Snöbohm (2016) que examinaram a relação entre o PIB *per capita* e as emissões *per capita* de CO<sub>2</sub>e. O estudo foi realizado em 69 países industrializados e em 45 países pobres usando dados transversais. O resultado empírico do estudo transversal apontou que existe uma

relação entre o PIB *per capita* e as emissões de CO<sub>2e</sub> *per capita*. A correlação apresentou-se positiva, o que sugeriu que o crescimento do PIB *per capita* leva ao aumento das emissões de CO<sub>2e</sub>.

Portanto, o resultado da análise do impacto do PIB *per capita* nas emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário sugere que esta variável promove aumentos das emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário.

## 5 Conclusões

No contexto do estudo, verificou-se que com os aumentos dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nos setores público e privado promovem redução das emissões de CO<sub>2e</sub>. Portanto, os dispêndios com P&D geram externalidades positivas para o meio ambiente e, neste estudo, especificamente, são as reduções dos impactos nas emissões de CO<sub>2e</sub> no setor agropecuário. Mas deve-se salientar que na análise linear do impacto dos aumentos dos dispêndios em P&D no setor privado, verificou-se que corroboram com o aumento das emissões de CO<sub>2e</sub> Agropecuário, isso no primeiro momento, porém, na análise do impacto não linear há a sugestão da existência de um ponto de máximo, e a partir deste ponto, as emissões de CO<sub>2</sub> Agropecuário passam a diminuir a cada unidade investida em P&D no setor privado.

O comportamento das variáveis econômicas (desembolsos com crédito do BNDES e Produto Interno Bruto *per capita*) não são semelhantes, ou seja, os desembolsos do BNDES promovem redução das emissões de CO<sub>2</sub> agropecuário com baixa significância estatística, o PIB *per capita* apresentou alta significância estatística no impacto das emissões, ou seja, corrobora fortemente no aumento das emissões em CO<sub>2e</sub> agropecuário.

Portanto, os resultados sugerem que com o desenvolvimento do país, e a partir do aumento dos dispêndios em P&D para os dois setores, tanto público quanto privado, sejam geradas tecnologias limpas ao longo do tempo, objetivando redução das emissões de CO<sub>2e</sub> no setor agropecuário. Setor este que é muito importante para a economia brasileira e mundial.

Sugere-se, portanto, como uma possível discussão para trabalhos futuros, analisar os impactos dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Público e Privado nas emissões de CO<sub>2e</sub> pelos demais setores produtivos na América do Sul.

## 6 Referências

- BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento. Evolução dos desembolsos-Desempenho-201701\_series\_setoriais.xlsx. **BNDES**, 2017. Disponível em: < <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/desembolsos>>. Acesso em: 26 dez. 2017.
- BOOPEN, Seetanah, VINESH, Sannassee. On the Relationship Between CO<sub>2</sub> Emissions And Economic Growth: The Mauritian Experience. **University Of Mauritius**: Réduit, Moka, 2010. Disponível em:< <http://www.dl.icdst.org/pdfs/files/35983d7b0f9ae1d0d649a5c96b267272.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2018.
- BURCHART-KOROL, D. *et al.*. Innovative technologies for greenhouse gas emission reduction in steel production. **Metalurgija**, v. 55, n. 1, p. 119-122, 2016. Disponível em:< <https://hrcak.srce.hr/141851>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- CEDERBORG, Jenny; SNÖBOHM, Sara. Is there a relationship between economic growth and carbon dioxide emissions?. 2016. Disponível em: < <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1076315/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- COCCIA, Mario. What is the optimal rate of R&D investment to maximize productivity growth?. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 3, p. 433-446, 2009. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162508000383>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- COCCIA, Mario. Public and private investment in R&D: complementary effects and interaction with productivity growth. **European Review of Industrial Economics and Policy**, v. 1, 2010. p. 1-21. Disponível em: < <http://revel.unice.fr/eriep/pdf.php?id=3085&revue=eriep>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- ERBER, Fabio Stefano. Innovation and the development convention in Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, p. 35-54, 2004. Disponível em:<<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8648891/15437>> Acesso em: 20 dez. 2018.
- FELIPE, E. Silva. As instituições e os neo-schumpeterianos: a noção de aprendizado a partir do pilar cognitivo das instituições. **Pesquisa & Debate. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política.**, v. 19, n. 1 (33), 2008.
- FERNÁNDEZ, Y. Fernández *et al.*. Innovation for sustainability: The impact of R&D spending on CO<sub>2</sub> emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3459-3467, 2018. Disponível em :< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617326513>>. Acesso em: 20 dez.2018.

GASPAR, Ricardo Carlos. A trajetória da economia mundial: da recuperação do pós-guerra aos desafios contemporâneos. **Cadernos Metrópole**. vol.17 nº 33, p. 265-296 2015, São Paulo-SP., 2015. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2236-99962015000100265](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962015000100265) >. Acesso em: 26 Fev. 2017.

GONDA, Vladimir. Profiles of world economists Robert M. Solow. **BIATEC**, Volume XIII, 11/2005. p.22-25. Disponível em: < [https://www.nbs.sk/\\_img/Documents/BIATEC/BIA11\\_05/22\\_25.pdf](https://www.nbs.sk/_img/Documents/BIATEC/BIA11_05/22_25.pdf)>. Acesso em: 29 dez.2017.

GRIFFIN, Emma Alice. The 'industrial revolution': interpretations from 1830 to the present. **Vereinigtes Königreich**: Clio Oline, 2012. Disponível em: < <http://www.uea.ac.uk/documents/1006128/1446434/Emma+Griffin+industrialrevolution.pdf/816bcd4c-ac9b-4700-aae4-ee6767d4f04a> >. Acesso em: 23 fev. 2017.

GRIFFITH, Rachel *et al.*. Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. **Review of economics and statistics**, v. 86, n. 4, p. 883-895, 2004. Disponível em: < <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/0034653043125194>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

GUPTA, Nayanee *et al.*. Innovation Policies of Brazil. **Institute for Defense Analyses**. 2013. Disponível em: < <https://www.ida.org/idamedia/Corporate/Files/Publications/STPIPubs/2014/ida-p-5039.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

HESHMATI, Almas; LÖÖF, Hans. Sources of finance, R&D investment and productivity: correlation or causality?. **The Royal Institute of Technology Centre of Excellence for Science and Innovation Studies**, 2005. Disponível em:< [https://www.researchgate.net/profile/Hans\\_Loeoef/publication/5094332\\_Sources\\_of\\_Finance\\_RD\\_Investment\\_and\\_Productivity\\_Correlation\\_or\\_Causality/links/53d0269c0cf2f7e53cfb6f5c.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hans_Loeoef/publication/5094332_Sources_of_Finance_RD_Investment_and_Productivity_Correlation_or_Causality/links/53d0269c0cf2f7e53cfb6f5c.pdf)>. Acesso em: 20 dez.2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Síntese - contas nacionais**. IBGE: Brasília - DF. 2017. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais.html>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

KHAN, Jangraiz. The Role of Research and Development in Economic Growth: A Review. Vol. 2. Issue 3, 2015, 128-133, **Journal of Economics Bibliography**: Istanbul: 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/282365490\\_The\\_Role\\_of\\_Research\\_and\\_Development\\_in\\_Economic\\_Growth\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/282365490_The_Role_of_Research_and_Development_in_Economic_Growth_A_Review)>. Acesso em: 21 mar. 2017.

LIMA FILHO, Luiz M. A.. Correlação e Regressão. Aula 9 - EAD. **Universidade Federal da Paraíba (UFP)**, Paraíba, 2018. Disponível em: < <http://www.de.ufpb.br/~luiz/AED/Aula9.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. **The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal**. 2016.p.06 a 15 Disponível em:< [http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/61974/1/The\\_Brazilian\\_Innovation\\_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf](http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/61974/1/The_Brazilian_Innovation_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf)>. Acesso em 20 dez. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência e Tecnologia, Inovação e Comunicação. **Livro Verde da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Projeto Diretrizes Estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenado por Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia Carvalho Pinto de Melo. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciências, 2001. Disponível em: < [http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/859/1/ciencia,%20tecnologia%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o\\_%20desafios%20para%20a%20sociedade%20brasileira.%20livro%20verde.pdf](http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/859/1/ciencia,%20tecnologia%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o_%20desafios%20para%20a%20sociedade%20brasileira.%20livro%20verde.pdf) >. Acesso em 04 mai. 2017

MCTI&C - Ministério da Ciência e Tecnologia, Inovação & Comunicações. **Livro Branco-Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. Disponível em:< [http://www.cgee.org.br/arquivos/livro\\_branco\\_cti.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/livro_branco_cti.pdf)>. Acesso em: 02 mai. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Tabela 2.1.2 - Dispêndio nacional em ciência e tecnologia (C&T)(1), em valores correntes, em relação ao total de C&T e ao produto interno bruto (PIB), por setor institucional, 2000-2015**. 2017. Disponível em: < [http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos\\_aplicados/indicadores\\_consolidados/2\\_1\\_2.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_2.html)>. Acesso em: 26 dez. 2017.

MENDES, Dany R.F. *et al.*. Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: avaliação do marco regulatório e seus impactos nos indicadores de inovação. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 2, n.1, p. 22-46, 2013. Disponível em: < <http://www.regepe.org.br/regepe/article/view/49>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

METCALFE, J.. Science, technology and innovation policy. *In Ganeshan Wignaraja, Competitiveness strategy in developing countries* (pp. 95-130). New York: Routledge pub. LTD. 2005. p.198.

MUHAMMAD, Shahbaz *et al.*, **Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO<sub>2</sub> Emissions, in Indonesia**. 2013. Disponível em:< <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/43722/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

NELSON, Richard R.; PHELPS, Edmund S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. **The American economic review**, v. 56, n. 1/2, p. 69-75, 1966. Disponível em:< [http://federation.ens.fr/wheberg/parischoeco/formation/fcses/\\_boitdocu/0607s1\\_lect02\\_a.pdf](http://federation.ens.fr/wheberg/parischoeco/formation/fcses/_boitdocu/0607s1_lect02_a.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2018.

OLIVEIRA, Michel A. Constantino; MENDES, Dany R. Fonseca; MOREIRA, Tito B. Silva; CUNHA, George H. de Moura. Análise econométrica dos dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) no Brasil. **RAI –Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n.3 p. 268-286, jul./set. 2015. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/rai/article/download/101896/105534>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

OECD- Organisation for Economic Co-Operation and Development. **Frascati Manual 2002 - The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed standard practice for surveys on Research and Experimental Development**. Ed. 6ª, Paris: OCDE, 2002. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9202081e.pdf?expires=1495115138&id=id&accname=guest&checksum=ADB45A18C6D73BEB78CA0EE9443DBF27>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

PERO, Valéria. Externalidades. **Apostila de Graduação, Curso de Microeconomia Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ**: 2018. Disponível em:< [http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/051220163218\\_cap33externalidades2\\_com\\_ex.pdf](http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/051220163218_cap33externalidades2_com_ex.pdf)>. Acesso em 23 dez. 2018.

QUADROS, Ruy *et al.* Technological innovation in Brazilian industry: an assessment based on the São Paulo innovation survey. **Technological forecasting and social change**, v. 67, n. 2-3, p. 203-219, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162500001232>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

RATTNER, Heinrich. Produtividade e desenvolvimento. **Revista de Administração de Empresas**. vol.7, no 25, São Paulo: 1967. Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75901967000400002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901967000400002) >. Acesso em: 23 mar. 2017.

RAULINO, Petrus S. Emissões de Gases de Efeito Estufa e o Setor Elétrico Brasileiro—O Caso CPFL Energia. **Programa de Pós-Graduação em Administração da FEA/USP**. 2018. Disponível em:< <https://www.usp.br/mudarfuturo/cms/?p=603>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

RESENDE, Marcelo *et al.*. Complementarity of innovation policies in Brazilian industry: An econometric study. **International Journal of Production Economics**, v. 158, p. 9-17, 2014. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527314002266>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

RIBEIRO, Maria Clotilde. Brazilian Science and Technology Policy and the Case of Embrapa Semiárid. **Contexto Internacional**, v. 38, n. 2, p. 685-710, 2016. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-85292016000200685](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-85292016000200685)>. Acesso em: 20 dez. 2108.

ROMER, P. M. Endogenous Technological Change. **Journal of Political Economy**, October. 1990. Disponível em:< <http://pages.stern.nyu.edu/~promer/Endogenous.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

SALAMI, Reza; SOLTANZADEH, Javad. Comparative analysis for science, technology and innovation policy; Lessons learned from some selected countries (Brazil, India, China, South Korea and South Africa) for other LdCs like Iran. **Journal of technology management & innovation**, v. 7, n. 1, p. 211-227, 2012.

SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Bruto ou Líquido?** 2017. Disponível em: <http://seeg.eco.br/2017/11/01/emissoes-do-brasil-sobem-9-em-2016/>. Acesso em: 23 jul. 2018.

SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Total Emissions, base de dados de 18/10/2017- **SEEG-5-COMPLETA**, 2018. Disponível em: <http://seeg.eco.br/tabela-geral-de-emissoes/>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SHAARI, Mohd Shahidan; HUSSAIN, Nor Ermawati; ABDULLAH, Hussin; KAMIL, Syahida. Relationship among Foreign Direct Investment, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emission: A Panel Data Analysis. **International Journal of Energy Economics and Policy**, vol. 4, Issue 4, pp.706-715, Montpellier Business School: Montpellier, France, 2014. Disponível em: <http://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/887>. Acesso em: 03 mai. 2017.

SHAARI, Mohd Shahidan *et al.*. Positive and Negative Effects of Research and Development. **International Journal of Energy Economics and Policy**, vol.6, Issue 4, pp. 767-770, Montpellier Business School: Montpellier, France, 2016. Disponível em: <http://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/2978>. Acesso em: 03 mai. 2018.

SILVEIRA, Rosemari M. C. Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência e Tecnologia: Transformando a relação do ser humano com o mundo. Categoria: Workshop, **IX Simpósio Internacional processo Civilizador - Tecnologia e Civilização**, de 24 a 26 de novembro de 2005. Ponta Grossa-PR., 2005. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sites/anais/anais9/artigos/workshop/art19.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2018.

SOARES, Thiago Costa; LIMA, João Eustáquio de. Uma análise entre a energia, renda e emissões de CO<sub>2</sub>: evidências para o Brasil, 1962-2007. **Revista Textos de Economia**. v. 16, n° 1, Florianópolis, SC: UFSC, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/2175-8085.2013v16n1p11/27341>. Acesso em: 05 jun. 2018.

SOLOW, Robert M.. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 70, n° 1, 1956. p. 65-94. Disponível em: <https://www.econ.nyu.edu/user/debraj/Courses/Readings/Solow.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

TUNA, Kadir et al.. The Relationship Between Research & Development Expenditures and Economic Growth: The Case of Turkey. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 195, 2015, 501-507, , Istanbul, Turkey: Faculty of Economics, Istanbul University, 2015. Disponível em:<

[https://www.researchgate.net/publication/282556669\\_The\\_Relationship\\_Between\\_Research\\_Development\\_Expenditures\\_and\\_Economic\\_Growth\\_The\\_Case\\_of\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/282556669_The_Relationship_Between_Research_Development_Expenditures_and_Economic_Growth_The_Case_of_Turkey)>. Acesso em: 25 set. 2017.

WANG, S. S. *et al.* CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. **Energy Policy**, v. 39, n. 9, p. 4870-4875, 2011.

Disponível em:<

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511004885>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

YIL, Kwang-Jing; GEETHA, Caroline. The nexus between technology innovation and CO<sub>2</sub> emissions in Malaysia: evidence from granger causality test. **Energy Procedia**, v. 105, p. 3118-3124, 2017. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217307087>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

VERSPAGEN, Bart. Economic growth and technological change: an evolutionary interpretation MERIT. **Maastricht, Working Paper**, 2000. Disponível em:<

<https://translate.google.com/translate?hl=pt-BR&sl=en&tl=pt&u=https%3A%2F%2Fresearch.tue.nl%2Fen%2Fpublications%2Feconomic-growth-and-technological-change-an-evolutionary-interpre-2&anno=2>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

ZUNIGA, Pluvia *et al.* Conditions for Innovation in Brazil: A review of key issues and policy challenges. **Discussion Paper 218**, p. 9 a 40. Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/ingles/dp\\_218.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/ingles/dp_218.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

ZHANG, Xing-Ping; CHENG, Xiao-Mei. Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. **Ecological Economics**, v. 68, n. 10, p. 2706-2712, 2009. Disponível em:<

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180090900216X>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

## **6 Artigo 3: Estimativa do Impacto dos Setores Produtivos nas Emissões de Gases Efeito Estufa-GEE: Evidências para o Brasil (2000-2015)**

### **RESUMO**

As mudanças climáticas resultantes das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) antropogênicos aparecem no topo das discussões acadêmicas e de políticas públicas internacionais, neste contexto o objetivo do presente artigo foi estimar o impacto do desenvolvimento dos setores produtivos nas emissões de CO<sub>2</sub>e entre o período de 2000-2015, utilizando abordagem econométrica e dados em formato de séries temporais coletados de fontes secundárias oficiais. Os resultados evidenciaram que o crescimento do agronegócio promove impactos com aumentos consideráveis nas emissões totais de CO<sub>2</sub>e no Brasil, assim como nos setores de emissões de CO<sub>2</sub>e: mudanças do uso da terra na agropecuária. Nos demais setores de emissões, as externalidades foram nulas nas emissões de GEE. O crescimento econômico da indústria promove significativos aumentos das emissões de CO<sub>2</sub>e no setor de emissões na agropecuária. Ao serem analisadas as variáveis que contribuem para com o avanço tecnológico, observou-se indícios de que os dispêndios em P&D no setor público corroboram para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>e no setor de emissões na agropecuária, mas, opostamente, promovem aumentos das emissões no setor de energia e, não se mostra impactante nas emissões de GEE nos demais setores. Com relação aos aumentos dos desembolsos de crédito pelo BNDES, há evidências de que promove reduções nas emissões de CO<sub>2</sub>e nos processos industriais, mas não influência nas emissões nos demais setores de emissões.

Palavras chave: aquecimento global; clima; GEE; PIB; tecnologia.

## **Estimating the Impact of Productive Sectors on GHG Emissions Greenhouse-GHG: Evidence for Brazil (2000-2015)**

### **ABSTRACT**

Climate change resulting from anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHG) appears at the top of the academic and international public policy discussions, in this context the objective of this article was to estimate the impact of the development of productive sectors on CO<sub>2e</sub> emissions between the period of 2000-2015, using an econometric approach and time series data collected from official secondary sources. The results showed that agribusiness growth promotes impacts with considerable increases in total CO<sub>2e</sub> emissions in Brazil, as well as in the sectors of CO<sub>2e</sub> emissions: land use changes in agriculture. In the other emissions sectors, externalities were zero in GHG emissions. The economic growth of the industry promotes significant increases in CO<sub>2e</sub> emissions in the emissions sector in agriculture. When analyzing the variables that contribute to the technological advance, there have been indications that R&D expenditures in the public sector corroborate the reduction of CO<sub>2e</sub> emissions in the emissions sector in agriculture, but, conversely, they promote emissions increases in the energy sector, and is not impacting GGE emissions in other sectors. With respect to increases in credit disbursements by the BNDES, there is evidence that it promotes reductions in CO<sub>2e</sub> emissions in industrial processes, but does not influence emissions in the other emission sectors.

**Keywords:** global warming; climate; GEE; GDP; technology.

## 1 Introdução

Externalidades<sup>14</sup> ambientais e mudanças climáticas são temas recorrentes entre ciência e políticas públicas. As pesquisas científicas apontam evidências controversas no tocante às mudanças climáticas, um lado reconhecendo o impacto gerado pela ação direta do homem e outro lado discute os ciclos naturais do planeta.

Os pesquisadores Tol e De Vos (1998) afirmaram que existe uma relação estatística robusta entre os registros da temperatura média global do ar na superfície e a concentração atmosférica de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2e</sub><sup>15</sup>).

De acordo com Ozkan e Ozkan (2012), a ocorrência das emissões de CO<sub>2e</sub> durante o processo produtivo é um problema ambiental e econômico comum nos países desenvolvidos e, principalmente nos países em desenvolvimento. Um exemplo em destaque pelos autores é a Turquia, que em 2004, as emissões de CO<sub>2e</sub> na produção de energia (eletricidade e geração de calor) foi de 26% aproximadamente, na produção industrial 19%, na agricultura 14%, no uso da terra e transformação do solo 17%, no transporte 13%, nos setores residencial, comercial e de serviços 8% e, finalmente, nos resíduos 3%.

Uma das fontes mais importantes de produção de energia, também, é o carvão mineral ou vegetal. Há uma tendência de expansão do seu uso nas próximas décadas, particularmente em países em rápido desenvolvimento, como a China e a Índia. Mas, na produção e no uso do carvão são gerados custos ambientais e em consequência, para a saúde humana (FISCHER E BUSCH,2002).

Entre os custos ambientais gerados pelo carvão, um deles é quando ocorre a extração do carvão é mineral. As atividades de mineração levam a movimentos de

---

<sup>14</sup> - As externalidades referem-se ao impacto de uma decisão sobre aqueles que não participaram dessa decisão, e podem ter efeitos positivos ou negativos, isto é, podem representar um custo para a sociedade, ou podem gerar benefícios à mesma (PERO, 2018).

<sup>15</sup> - O *carbon dioxide equivalent* (CO<sub>2eq</sub> ou CO<sub>2e</sub>), em português “Equivalência em dióxido de carbono”, é uma medida aceita internacionalmente, e expressa a quantidade de diversos gases de efeito estufa (GEEs) baseado na quantidade de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que teria o mesmo potencial de aquecimento global. Em termos equivalentes, considera que todos os GEEs fossem emitidos na proporção do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

terra na superfície, resultando em mudanças da situação topográfica e hidrológica. Quando ocorre a extração carvão é vegetal a colheita de biomassa é insustentável e o processo de produção, via, queima, produz gases efeito estufa. E no consumo de ambos tipos de carvão gera emissão de gases efeito estufa. Portanto, os impactos ambientais e sociais da produção e consumo de carvão vegetal são extensos e interligados, de modo que uma visão integrada é essencial na formulação de políticas (KAMMEN e LEW, 2005).

Ainda, sobre o consumo de carvão mineral, a sua combustão em usinas de energia polui o ar, quando o carvão é utilizado no aquecimento residencial geram, também, poluentes que afetam a saúde humana e contribuem para as mudanças climáticas. Assim, os diversos tipos de usos de carvão afetam o aquecimento global de várias maneiras inter-relacionadas e seu uso é essencial para o crescimento econômico (BURT *et al.*, 2013).

O crescimento econômico tem sido relacionado como promovedor de emissões de GEE, neste contexto Jayanthakumaran e Liu (2012) investigaram na China a relação entre comércio, crescimento econômico e emissões usando dados de nível provincial para água (demanda química de oxigênio: DQO) e ar (dióxido de enxofre: SO<sub>2</sub>) no período desde o ano de 1990 até 2007. Os resultados mostraram que a nível provincial, a subida dos rendimentos através do aumento dos níveis do comércio internacional esteve associada à queda da demanda química de oxigênio devido ao efeito da técnica, de modo que, o aumento do rendimento entre as províncias tendeu a associar-se as emissões mais baixas. Assim, no estudo de Jayanthakumaran e Liu (2012) o aumento do comércio e conseqüente crescimento econômico produzem pouca emissão de gases efeito estufa.

O crescimento econômico é o processo de geração de riquezas no país, para tanto são exploradas várias atividades produtivas que podem impactar de forma negativa o ambiente. Neste contexto, com resultados contraditórios aos estudos de Jayanthakumaran e Liu (2012), Wang *et al.* (2013) analisaram a relação entre CO<sub>2</sub> e crescimento econômico na China, Província de Jiangsu, durante o período desde o ano de 1995 até o ano de 2009. Os resultados evidenciaram que o crescimento econômico é um fator crítico no processo de aumento das emissões de CO<sub>2</sub>.

Assim sendo, as emissões dos GEE, que é uma das externalidades negativas promovidas pelo crescimento da economia, após serem calculadas e com base no resultado nestes cálculos, os governos, as empresas e outras entidades no Brasil têm

procurado por alternativas viáveis que possibilitem a adoção de medidas para a mitigação desses gases, como as descobertas, a evolução tecnológica e a eficiência dos setores produtivos (REZAI *et al.* 2009).

A divulgação das emissões dos Gases Efeito Estufa no Brasil considera a métrica usual do Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP). Esta métrica é utilizada como fator de ponderação para se chegar à unidade comum de equivalência de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) nos inventários nacionais MCTI&C (2017a).

Neste contexto, o objetivo geral do presente artigo é analisar os impactos do crescimento econômico dos setores produtivos; dos dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para os setores público e privado; dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) nas emissões de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) no Brasil e nos setores de emissões entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015.

## **2 Emissões dos Gases Efeito Estufa -GEE**

O Observatório do Clima elabora anualmente, segundo as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), um conjunto de relatórios analíticos do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) que dispõe sobre a evolução das emissões no Brasil, com base nos dados dos Inventários Brasileiros de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTI&C), e em dados obtidos junto a relatórios governamentais, institutos, centros de pesquisa, entidades setoriais e organizações não governamentais.

Nos relatórios do observatório do Clima são apresentados dados sobre cinco setores produtivos emissores de GEE – Agropecuária, Energia, Mudanças de Uso da Terra, Processos Industriais e Tratamento de Resíduos (SEEG, 2018).

### **2.1 Emissões dos Gases Efeito Estufa - GEE pelo setor Mudanças no Uso da Terra - MUT**

A superfície da terra, especificamente as mudanças nos padrões de uso da terra e cobertura do solo, tem sido tema de muitas pesquisas dentro e fora do meio científico. As mudanças no uso e cobertura da terra nas últimas décadas foram promovidas pelos processos de desmatamento, expansão agropecuária,

desertificação e urbanização. Estes processos são responsáveis pelos possíveis impactos ambientais e socioeconômicos que causam preocupações de diversos agentes dos setores públicos e privados desde o nível local até o global (CGEE, 2016).

As características do uso e da cobertura da terra são distintas, mas interagem. O uso da terra se caracteriza pelas atividades de exploração, produtivas ou não, realizadas sobre a terra, como exemplo: agricultura, agropecuária, urbanização etc.. Já a cobertura do solo é consequência do uso do solo: como exemplo: a vegetação consequente das culturas temporárias e permanentes, das florestas e dos pastos; as construções como as estradas e os edifícios; o represamento para produção de energia elétrica, peixes e outros fins. Havendo mudanças no uso da terra, em geral, ocorrem mudanças na cobertura da terra, mas pode ocorrer alterações na cobertura sem alterar o uso da terra (ALVES, 2004).

Para Riebsame *et al.* (1994) as mudanças ambientais no mundo compostas pelos impactos na biodiversidade, na radiação e nos orçamentos da água são promovidas, em grandes proporções, quando há mudanças no uso e na cobertura da terra, e conseqüentemente, provocam as emissões de gases e a ação de outros processos que, cumulativamente, afetam o clima e a biosfera. Ainda, Riebsame *et al.* (1994) afirmaram que os padrões adotados para o uso do solo nas últimas décadas têm promovido mudanças na cobertura da terra e, conseqüentemente, tem afetado cumulativamente a biosfera e o clima global.

Don *et al.* (2011) analisaram qual o impacto do uso da terra com relação as perdas de biomassa e carbono orgânico do solo. Os autores afirmaram que com a ocorrência das perdas de biomassa e carbono orgânico do solo há a emissão de CO<sub>2</sub>. Constataram que as maiores perdas de biomassa e carbono orgânico do solo ocorrem na conversão de florestas primárias em culturas agrícolas (-25%) e em culturas perenes (-30%). Já os estoques de biomassa e carbono orgânico do solo foram reduzidos em 12% na conversão de florestas em pastagens.

Zanoni *et al.* (2015) investigaram se a construção de represas pode aumentar a emissão do gás metano (CH<sub>4</sub>) e de outros gases do efeito estufa (GEE) pela decomposição anaeróbica dos resíduos florestais após a inundação do solo. Construíram unidades experimentais contento solo e diferentes materiais cobertos por água de rio. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial e três repetições. Monitoraram as taxas de emissão de CH<sub>4</sub> em 19 eventos durante um ano (Fev/2012 a Mar/2013). Cerca de 75 dias após a incubação do solo

com resíduos florestais verificou-se aumento das emissões de CH<sub>4</sub>, ocorrendo dois picos de emissão, aos 111 e aos 249 dias. A emissão acumulada de CH<sub>4</sub> no primeiro ano de alagamento foi de 200 g C m<sup>-2</sup> na dose zero, passando a valores próximos a 400 g C m<sup>-2</sup> nas doses de 21,2 Mg ha<sup>-1</sup> e maiores, não havendo efeito do tipo de resíduo, apenas da dose, como fator isolado. Os autores concluíram que a mudança do uso da terra com represamento emite GEE, principalmente gás metano (CH<sub>4</sub>).

## **2.2 Emissões dos Gases Efeito Estufa – GEE pelo setor Energia**

A sociedade, com o uso das fontes de energia e das tecnologias modernas, passou a ter mais qualidade de vida. As tecnologias modernas só foram possíveis em decorrência da existência de energia. A produção de bens e serviços, o desenvolvimento econômico e o bem-estar da população são, em parte, resultantes dos serviços gerados pela energia.

Para que a produção da energia venha promover emissões de GEE em quantidades cada vez menores, alguns países estão, em suas políticas públicas, promovendo ações que estimulem os produtores de energia a mudarem seus processos produtivos para emitirem menores quantidades de GEE. Com este entendimento, Góralczyk (2003) relatou que na Polônia a preocupação com o meio ambiente e com as medidas contra a emissão de GEE tem evoluído. As empresas polonesas estão avaliando se seus produtos influenciam o meio ambiente, procuram também, possibilidades para melhorarem as tecnologias nos processos produtivos para poder reduzir impactos ambientais. Com o mesmo objetivo, a indústria de energia polonesa está sendo obrigada a aumentar a extração da energia que vende aos seus clientes de fontes renováveis.

Já com relação as emissões de GEE com o consumo de energia, Prado *et al.* (2017) apresentaram novas evidências da “curva ambiental de Kuznets”, e estimaram a eficiência das emissões, através de um painel de dados com 80 países entre os anos 1990-2013. Os resultados indicaram que o consumo de energia contribui para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>e.

Com a intenção de analisar a influência do uso de energia com a produção de riquezas nas emissões de GEE, Ang (2007) examinou as relações causais dinâmicas entre as emissões de poluentes, o consumo e a produção de energia para a França. Os resultados da causalidade endossaram as afirmações de que o crescimento

econômico promovido pela produção de riquezas influencia no aumento do uso de energia e no aumento das emissões de GEE no longo prazo.

Com os mesmos fins dos estudos de Ang (2007), Shahbaz *et al.* (2013), investigaram a relação entre crescimento econômico, consumo de energia e emissões de CO<sub>2</sub> para o período de 1980-2010 na Romênia. Os resultados confirmaram a relação de longo prazo entre o crescimento econômico, o consumo de energia e os poluentes energéticos.

Assim, devido a importância do uso da energia no crescimento econômico, Neil *et al.* (2007) apresentou resultados sobre a indústria de geração de energia, e concluiu que é uma das maiores produtoras de emissões de GEE. As atividades de geração de energia representam mais de 27% do total de emissões de CO<sub>2</sub> no mundo.

Um dos principais responsáveis pela emissão de GEE é a queima de combustíveis fósseis que compõem a matriz energética de muitos países industrializados. No setor de energia no Brasil, com o uso de combustíveis fósseis, os setores responsáveis pela emissão de GEE em 2014 foram: o transporte (40,1%), industrial (19,5%), geração de energia elétrica (17,4%) e produção de combustíveis (setor energético) (6,8%) e demais setores (16,2%) (MME/EPE, 2015).

No Brasil, a matriz energética conta com várias alternativas de fontes renováveis, ou seja, matriz de baixo carbono. Mas para o Brasil poder atingir padrões socioeconômicos equiparados aos de países desenvolvidos há, ainda, um caminho longo, pois mesmo com a ampla participação de fontes renováveis, estima-se crescimento no consumo de energia *per capita* e consequente aumento das suas emissões de gases efeito estufa (SIMIONI, 2006).

De acordo com Brasil (2016a), a capacidade instalada total de geração de energia elétrica no Brasil, no mês de dezembro de 2015, atingiu 140.858 MW., maior em 6.945 MW. Comparado com o mês de dezembro de 2014, sendo 2.457 MW de geração de fonte hidráulica, de 1.737 MW de fontes térmicas e de 2.745 MW de geração eólica. A produção de gás natural e de petróleo teve aumento de 10,1% e 7,7% respectivamente em comparação ao ano de 2014 (BRASIL, 2016b).

Para minimizar às mudanças climáticas com a mitigação da emissão de GEE em um país, há de ser realizadas ações estratégicas na composição da matriz energética de modo a priorizar as fontes renováveis de energia (RAULINO, 2018).

### 2.3 Emissões pelo setor de Processos Industriais

Nos processos industriais, as emissões de GEE são consequências diretas da produção bruta de cada ramo de atividade industrial. Os ramos que foram responsáveis por 97% das emissões industriais de gases de efeito estufa no mundo em 2012, quando contabilizadas as emissões de GEE destes ramos juntas são: siderurgia, alumínio, cimento, químico, cal, vidro e de produção de gases de refrigeração não controlados pelo Protocolo de Montreal (HFC, PFC e SF<sub>6</sub>). Estes ramos da indústria são quem fornece insumos e materiais para as demais indústrias da cadeia produtiva industrial e estão relacionadas ao crescimento de outros segmentos de indústrias (SEEG, 2014).

Xian-Zheng *et al.* (2003) analisaram a relação entre o crescimento econômico e a poluição industrial de 1990 a 2001 na província de Anhui, utilizaram a hipótese da curva ambiental de Kuznets (EKC) as análises indicaram que não existe uma relação significativa entre a curva de Kuznets ambiental (EKC) entre os indicadores de poluição industrial e o PIB *per capita*.

Worrell *et al.* (2009), debateram sobre a contribuição potencial das tecnologias e políticas de eficiência energética industrial para reduzir o uso de energia e as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) até 2030. Os autores afirmaram que a indústria tem melhorado a sua eficiência energética continuamente em decorrência da evolução tecnológica adotada. Salientaram que as novas tecnologias têm possibilitado a indústria diminuir as emissões de GEE com o uso de energia direta e indireta em suas atividades. A contribuição da indústria nas emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE) é de aproximadamente 37%. Destas emissões 80% são em decorrência do uso de energia. Os autores defendem que o meio mais eficaz em termos de custos para mitigar as emissões de gases efeito de estufa da indústria é ter eficiência energética.

Ozkan e Ozkan (2012) investigaram o efeito das atividades de produção industrial sobre as emissões de CO<sub>2</sub> na Turquia com o objetivo de apontar para os danos substanciais infligidos ao meio ambiente pelas atividades de produção industrial e enfatizar a necessidade de serem feitas revisões tecnológicas para adequação da fabricação para atender a teoria de “desenvolvimento sustentável”. Utilizaram dados anuais das indústrias: de cimento (CP), siderúrgico (SP) e produção de eletricidade (EP) e o índice agregado de produção industrial real (IPI) para o período de 1990 a

2010 e concluíram que a indústria do cimento é responsável por 8% das emissões nacionais de CO<sub>2</sub>. Ozkan e Ozkan (2012) salientam que o crescimento da demanda do cimento supera a tecnologia de redução das emissões de CO<sub>2</sub> por tonelada de produto e a tendência é de aumento da demanda, portanto as emissões absolutas de CO<sub>2</sub> devem continuar a aumentando.

No Brasil, em 2012, as indústrias dos ramos de siderurgia, o cimento, a produção de cal e a química, foram responsáveis por mais de 81% do total das emissões industriais na contabilização das emissões de GEE por processos industriais e por queimas de combustíveis (SEEG, 2014).

Camoto *et al.* (2014) avaliaram a eficiência dos setores industriais brasileiros de 1996 a 2009, consideraram o consumo de energia e suas respectivas contribuições para os aspectos econômicos e sociais do país. Utilizaram o método de programação DEA, que possibilitou, a partir do modelo SBM e da análise de janelas, avaliar a capacidade das indústrias em reduzir o consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub> com o uso de combustível fóssil, bem como para aumentar o Produto Interno Bruto (PIB) por setores. Os resultados indicaram que o setor têxtil é o setor industrial mais eficiente no Brasil, de acordo com as variáveis utilizadas, seguido dos seguintes setores: Alimentos e Bebidas, Química, Mineração, Papel e Celulose, Não Metálico e Metalúrgico.

## **2.4 Emissões pelo setor de Tratamento de Resíduos**

O setor de tratamento de resíduos sólidos é composto por serviços de disposição em aterros controlados, aterros sanitários, lixões, reciclados ou incinerados e a incineração de resíduos sólidos industriais, o tratamento de efluentes domésticos e o tratamento de efluentes industriais.

No estudo feito por Ayalon *et al.* (2001) foi constatado que o setor de tratamento de resíduos em Israel contribui com 13% das emissões totais de gases de efeito estufa (GEE). Verificaram que a alta quantidade de componentes orgânicos degradáveis contidos nos resíduos de Israel favorece o tratamento destes componentes com a compostagem aeróbica. Levantaram quais os custos dos investimentos para o uso dessa tecnologia, e concluíram que ficavam menos de US \$ 10 para reduzir a emissão de uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente por ano, e pode ser implementado a curto prazo.

A gestão inadequada de resíduos aumenta os problemas ambientais e corrobora com o aquecimento global. Com manejo sustentável da fração orgânica dos resíduos os impactos podem ser minimizados. Nos aterros sanitários os resíduos sólidos podem ser convertidos em biogás. Os autores Ayalon *et al.* (2001) concluíram que com a utilização destas tecnologias, possibilita o setor de resíduos creditar-se de cotas de CO<sub>2</sub> e promover uma gestão de resíduos adequada e rentável.

No Brasil, de acordo com SEEG (2016b), a quantidade de resíduos sólidos tem aumentado significativamente nos últimos anos, em 2014 apenas 27% dos resíduos gerados no país foram encaminhados para aterros sanitários, 40% ainda se destinaram para lixões e aterros controlados, e o reaproveitamento de resíduos apresentou valores extremamente baixos. Os resíduos sólidos são emissores de Gases Efeito Estufa (GEE). Os gases metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) são resultantes do tratamento e disposição de resíduos. A crescente emissão de GEE pelo setor pode estar associada com esse conjunto de fatores.

A gestão de resíduos sólidos, quando feita apropriadamente, evita que os resíduos sejam despejados no ambiente de forma esparsa. Se os resíduos sólidos forem depositados em aterros controlados ou aterros sanitários propicia a fermentação anaeróbica reduzindo a emissão de GEE. Os resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários possuem potencial de geração de metano do 20% maior do que a disposição em aterros controlados. A utilização de mecanismos de coleta e aproveitamento do metano na geração de energia reduz as emissões em torno de 70% (SEEG, 2016b).

## **2.5 Emissões de Gases Efeito Estufa – GEE pelo setor Agropecuário**

A área rural brasileira se posiciona no quinto lugar no mundo em termos de dimensões territoriais. Ocupa 38% do território nacional com cerca de 3,3 milhões de quilômetros quadrados com a exploração da agricultura e da pecuária (IBGE,2018).

O rebanho bovino brasileiro tinha 226 milhões de cabeças em 2017, ou seja, 22,64% do rebanho bovino mundial, e se posicionava como o segundo maior rebanho do mundo. A atividade agropecuária é a terceira maior fonte das emissões brutas de GEE do Brasil. A agropecuária brasileira foi em 2015 responsável por 23,48% das emissões totais de CO<sub>2</sub>et do Brasil. (SEEG, 2018).

Na criação de animais, no processo natural de os bovinos se alimentarem e na produção de dejetos, assim com a digestão de alimentos liberam o gás metano (CH<sub>4</sub>) na atmosfera. A quantidade de CH<sub>4</sub> liberada pelo rebanho brasileiro correspondeu em 2014 a 57% das emissões de GEE (CO<sub>2e</sub>) na agropecuária brasileira (SEEG, 2016<sup>a</sup>; SEEG, 2018).

Entre os setores econômicos, comparativamente, a agricultura sofre diretamente com as mudanças climáticas. Em razão das emissões de GEE lançadas na atmosfera e a conseqüente alteração climática que as gases provocam, há preocupações com o futuro relacionadas à segurança alimentar no mundo (ISERMANN, 1994). A atividade agrícola depende fundamentalmente do clima (NELSON *et al.*, 2014). Assim, estudos científicos estão sendo feito para analisarem as conseqüências do clima sobre o setor agropecuário no futuro próximo.

Os insumos climáticos (temperatura, radiação solar disponível para o plantio e precipitações) e insumos não climáticos em combinação são transformados em produtos agrícolas. A variabilidade nos insumos climáticos desajusta a combinação de insumos e prejudica a produção (NELSON *et al.* 2014). Sendo assim, mudanças climáticas atingem diretamente a produção agrícola e põe em risco a segurança alimentar.

Sanghi e Mendelsohn (2008) estimaram a sensibilidade climática da agricultura brasileira e indiana. Fizeram análise transversal usando dados de painel dos dois países. O estudo mediu a renda líquida das fazendas e como os valores das propriedades variam com o clima e, conseqüentemente, como os agricultores da Índia e do Brasil reagem e se adaptam ao clima. E as conclusões indicaram que o aquecimento global pode causar danos anuais no Brasil e na Índia, até o final do próximo século, entre 1% e 39% e entre 4% e 26%, respectivamente.

Seo (2010) analisou se uma fazenda integrada que explora agricultura e pecuária é mais resilientes ao aquecimento global do que uma fazenda especializada somente em agricultura. Utilizou cerca de 9.000 pesquisas agrícolas em toda a África para verificar como os agricultores escolhem um dos tipos de fazendas e como a receita líquida de cada tipo varia ao longo do clima na África. Os resultados indicaram que aumentam a quantidade de explorações de fazendas integradas, enquanto as fazendas especializadas em agricultura diminuem na África sob as previsões climáticas para 2060. Dependendo dos cenários climáticos, os impactos das

mudanças climáticas nas fazendas integradas variam de 9% de perda a 27% de ganho.

Burke e Emerick (2016) fizeram estudos para entender os possíveis impactos da mudança climática nos resultados agrícolas e na produtividade da cultura de milho e soja nos Estados Unidos. Exploraram a variação nas mudanças de temperatura e precipitações no longo prazo e verificaram se os agricultores estavam procurando adaptar-se as mudanças com a exposição extrema ao calor. Os resultados apontaram os agricultores não parecem estarem alterando os insumos que usam nem as suas culturas em resposta as mudanças climáticas. Concluíram que a produtividade será prejudicada. Wang *et al.* (2009) examinaram como poderá ser afetada a agricultura na China com as mudanças climáticas esperadas. Usaram dados transversais de 8.405 domicílios em 28 províncias e analisaram os efeitos da temperatura e precipitação sobre a produtividade das fazendas de sequeiro e irrigadas. Os resultados sugeriram que provavelmente o aquecimento será prejudicial as fazendas de sequeiro e benéfico para as fazendas irrigadas.

As pesquisas apresentadas utilizaram métodos quantitativos e investigaram evidências empíricas em diferentes países e regiões. O campo empírico do presente estudo é o Brasil ao longo dos anos desde o ano 2000 até o ano 2015, e os detalhes dos procedimentos metodológicos estão na próxima seção.

### **3 Materiais e Método**

O presente estudo utilizou dados em formato de séries temporais entre 2000-2015, coletados de fontes secundárias oficiais. Os valores do Produto Interno Bruto (PIB) foram disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados referentes à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são disponibilizados no site do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI&C) considerando a referência metodológica do Manual de Frascati, da Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD, 2002). No tocante aos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento-BNDES são divulgados mensalmente no site do banco.

As variáveis PIB do setor agropecuário (PIBagro), PIB do setor da Indústria (PIBind), PIB do setor de Serviços (PIBserv), Dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento para o setor público (Pdpub), Dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento para o setor privado (Pdpriv), Desembolsos com créditos pelo

BNDES (BNDES) estão expressas em milhões de Reais e em valores correntes. As Emissões de Gases Efeito Estufa-GEE estimados estão expressos em toneladas. O observatório do Clima, por meio do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa- SEEG, realiza os cálculos das estimativas das emissões de GEE para o Brasil, como um todo, e os setores emissores dos GEE desde o ano de 1990. Nas estimativas são incluídas as emissões de todos os gases previstos nos Inventários de gases.

### 3.1 Dados

Os dados utilizados nos cálculos econométricos dos Modelos 1 até 6 foram organizados nas Tabelas 1 e 2 a seguir:

**Tabela 1 – Dados Econômicos de 2000 a 2015 utilizados nas análises Econométricas dos Modelos 1 e 6**

Ano	PIBagro <sup>[1]</sup>	PIBind <sup>[2]</sup>	PIBserv <sup>[3]</sup>	Pdpub <sup>[4]</sup>	Pdpriv <sup>[5]</sup>	BNDES <sup>[6]</sup>
2000	56.962,39	275.870,54	698.493,45	6.493,84	6.066,81	23.046,00
2001	63.169,99	297.880,83	759.371,06	7.447,79	6.525,23	25.216,52
2002	81.515,19	334.907,57	853.791,88	7.760,89	7.271,02	37.419,27
2003	105.949,17	396.568,54	968.199,53	8.825,99	8.343,02	33.533,59
2004	110.912,71	475.863,21	1.075.206,19	9.335,28	9.526,30	39.833,90
2005	100.957,55	524.686,24	1.217.174,61	10.371,21	11.388,10	46.980,24
2006	105.294,02	567.281,42	1.376.714,57	11.911,11	11.895,90	51.318,02
2007	120.151,71	629.071,16	1.570.305,40	15.184,84	14.231,55	64.891,80
2008	142.051,18	717.907,18	1.766.519,35	17.680,75	17.430,08	90.877,91
2009	149.212,64	729.222,10	1.971.328,10	19.498,13	17.787,17	136.356,36
2010	159.932,00	904.158,00	2.238.750,00	23.039,23	22.033,63	168.422,75
2011	190.024,00	1.011.034,00	2.519.403,00	26.382,62	23.493,24	138.873,44
2012	200.695,00	1.065.682,00	2.827.882,00	29.802,88	24.451,71	155.992,27
2013	240.290,00	1.131.626,00	3.181.844,00	36.783,75	26.964,85	190.419,04
2014	249.975,00	1.183.094,00	3.539.665,00	38.742,60	34.645,00	187.836,87
2015	258.967,00	1.160.772,00	3.735.862,00	38.394,40	38.137,40	135.942,05

Fontes: IBGE (2017); BNDES (2017); MCTI&C (2017b)

<sup>[1]</sup> PIBagro = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Agronegócios (Milhões de Reais);

<sup>[2]</sup> PIBind = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Indústria (Milhões de Reais);

<sup>[3]</sup> PIBserv = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor de Serviços (Milhões de Reais);

<sup>[4]</sup> Pdpub = Dispendios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais);

<sup>[5]</sup> PDpriv = Dispendios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais); e

<sup>[6]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES (Milhões de Reais).

**Tabela 2 – Dados de Emissões de CO<sub>2</sub> Total entre o período de 2000 a 2015 por Setor Produtivo utilizados nas análises Econométricas dos Modelos 1 a 6**

Ano	CO <sub>2</sub> et <sup>[1]</sup>	Energia <sup>[2]</sup>	Proclnd <sup>[3]</sup>	Resíduos <sup>[4]</sup>	MUT <sup>[5]</sup>	Agro <sup>[6]</sup>
2000	2.246.338.610,00	289.998.929,00	74.133.207,00	58.314.185,00	1.439.286.491,00	384.605.797,00
2001	2.231.782.360,00	299.607.545,00	71.719.612,00	60.191.278,00	1.402.157.088,00	398.106.835,00
2002	2.490.316.648,00	297.659.523,00	75.557.821,00	63.040.951,00	1.641.904.330,00	412.154.021,00
2003	3.703.761.245,00	290.206.494,00	76.594.082,00	65.721.709,00	2.835.912.101,00	435.326.856,00
2004	3.929.252.165,00	306.177.623,00	81.158.262,00	67.422.077,00	3.020.884.948,00	453.609.253,00
2005	3.261.774.332,00	317.531.805,00	80.493.655,00	69.709.673,00	2.334.731.666,00	459.307.531,00
2006	2.875.364.993,00	321.103.705,00	80.808.712,00	71.907.678,00	1.942.997.511,00	458.547.385,00
2007	2.681.721.585,00	334.470.063,00	84.267.198,00	73.257.023,00	1.744.457.502,00	445.269.796,00
2008	2.806.913.074,00	354.700.642,00	83.688.812,00	74.180.167,00	1.841.309.857,00	453.033.595,00
2009	2.003.105.249,00	342.458.816,00	76.137.837,00	78.827.815,00	1.045.250.757,00	460.430.021,00
2010	1.924.983.500,00	373.313.981,00	95.548.483,00	83.905.431,00	900.008.427,00	472.207.175,00
2011	1.926.895.069,00	386.702.192,00	99.817.935,00	86.315.127,00	870.129.465,00	483.930.348,00
2012	1.947.464.822,00	420.934.924,00	100.861.781,00	87.403.355,00	860.101.091,00	478.163.670,00
2013	2.106.776.356,00	455.421.686,00	100.989.466,00	90.471.736,00	976.747.131,00	483.146.335,00
2014	2.022.249.199,00	481.002.096,00	102.594.176,00	91.936.667,00	858.806.836,00	487.909.422,00
2015	2.091.294.970,00	456.947.640,00	101.574.258,00	92.635.217,00	949.214.456,00	490.923.397,00

**Fontes: SEEG (2018)**

<sup>[1]</sup> CO<sub>2</sub>et = Estimativa das emissões de GEE - Total Brasil (em toneladas)

<sup>[2]</sup> Energia = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Energia (em toneladas)

<sup>[3]</sup> Proclnd = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Processos Industriais (em toneladas)

<sup>[4]</sup> Resíduos = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Resíduos (em toneladas)

<sup>[5]</sup> MUT = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Mudanças de Uso da Terra ( em ton.)

<sup>[6]</sup> Agro = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Agropecuária (em toneladas)

### 3.2 Modelos Teóricos

Cada modelo teórico possui um objetivo, neste estudo são analisados 6 modelos, sendo:

Modelo 1 – Equação 01 que estima o impacto do crescimento econômico dos setores do Agronegócio (*PIBAgro*), da indústria (*PIBInd*) e dos serviços (*PIBServ*) em relação às emissões totais de CO<sub>2</sub>et no Brasil.

$$\text{LogCO2et}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{LogPIBAgro}_t + \beta_2 \text{LogPIBInd}_t + \beta_3 \text{LogPIBServ}_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Os Modelos 2 a 6 apresentados na Tabela 6, denominados como Modelos de Emissões Setoriais, contam com as equações que estimam o impacto do crescimento econômico dos setores do Agronegócio (*LogPIBAgro*), da indústria (*LogPIBInd*) e dos serviços (*LogPIBServ*) em conjunto com os dispêndios com Pesquisa e

Desenvolvimento (P&D) nos setores público (*LogPDPub*) e privado (*LogPDPriv*) e com os desembolsos do BNDES (*LogBNDES*), nas emissões de CO<sub>2</sub>e pelos setores: Energia *Log(Energia)*; Processos Industriais *Log(Proclnd)*, Tratamento de resíduos *Log(Resíduo)*, Mudanças no Uso da Terra *Log(MUT)* e agropecuária *Log(Agro)*.

As equações do Modelo de Emissões Setoriais são:

$$\text{LogEnergia}_t = \beta_o + \beta_1 \text{LogPIBagro}_t + \beta_2 \text{LogPIBInd}_t + \beta_3 \text{LogPIBServ}_t + \beta_4 \text{LogPDpub}_t + \beta_5 \text{LogPDpriv}_t + \beta_6 \text{LogBNDES}_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{LogProclnd}_t = \beta_o + \beta_1 \text{LogPIBagro}_t + \beta_2 \text{LogPIBInd}_t + \beta_3 \text{LogPIBServ}_t + \beta_4 \text{LogPDpub}_t + \beta_5 \text{LogPDpriv}_t + \beta_6 \text{LogBNDES}_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\text{LogResiduo}_t = \beta_o + \beta_1 \text{LogPIBagro}_t + \beta_2 \text{LogPIBInd}_t + \beta_3 \text{LogPIBServ}_t + \beta_4 \text{LogPDpub}_t + \beta_5 \text{LogPDpriv}_t + \beta_6 \text{LogBNDES}_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\text{LogMUT}_t = \beta_o + \beta_1 \text{LogPIBagro}_t + \beta_2 \text{LogPIBInd}_t + \beta_3 \text{LogPIBServ}_t + \beta_4 \text{LogPDpub}_t + \beta_5 \text{LogPDpriv}_t + \beta_6 \text{LogBNDES}_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\text{LogAgro}_t = \beta_o + \beta_1 \text{LogPIBagro}_t + \beta_2 \text{LogPIBInd}_t + \beta_3 \text{LogPIBServ}_t + \beta_4 \text{LogPDpub}_t + \beta_5 \text{LogPDpriv}_t + \beta_6 \text{LogBNDES}_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

### 3.3 Método de Estimação

Para a análise empírica, a modelagem econométrica foi definida como um procedimento metodológico, e o método de estimação foi os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Todas as variáveis foram convertidas em logaritmos naturais na análise econométrica de forma a evitar os efeitos de variáveis que poderiam afetar os dados. O uso de logaritmos melhora a interpretação dos coeficientes permitindo que a avaliação seja em base percentual.

Serão analisados: o R<sup>2</sup> que é o coeficiente de determinação e que varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados, e o coeficiente de correlação que pode variar em termos de valor de -1 a +1. Assim, quanto maior for o valor absoluto do coeficiente, mais forte é a relação entre as variáveis.

As análises foram fracionadas em seis modelos econométricos, sendo que no Modelo 1 foi estimado o impacto do crescimento econômico dos setores produtivos agronegócios, indústria e serviços nas emissões de Dióxido de Carbono equivalente totais (CO<sub>2</sub>et) no Brasil entre o período desde o ano de 2000 até o ano de 2015; e nos Modelos 2 ao 6 foram estimados os impactos do crescimento econômico dos setores produtivos: agronegócios, indústria e serviços e analisados os efeitos dos dispêndios

em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) públicos e privados; dos desembolsos de crédito realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) nas emissões de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2e</sub>) nos setores de emissões: Energia, processos industriais, resíduos, mudanças no uso da terra e agropecuária entre o período desde o ano 2000 até o ano 2015.

A qualidade e os ajustes dos valores obtidos na regressão são medidos com o índice “R<sup>2</sup>” (R-quadrado)<sup>16</sup>. O coeficiente de determinação, denominado R<sup>2</sup>, é uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado, como a regressão linear, em relação aos valores observados R<sup>2</sup> varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, quanto o modelo pode explicar os valores observados. Quanto maior o R<sup>2</sup>, mais explicativo é o modelo, ou seja, quanto melhor o modelo se encaixa na amostra (GUJARATI e PORTER, 2011).

## **4 Resultados e Discussão**

### **4.1 Análise Descritiva dos Dados**

As emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) estimados em tonelada (CO<sub>2et</sub>) no Brasil durante o período desde o ano de 2000 até o ano de 2015 apresentou uma média de 2.515.624.636,06 toneladas (Tabela 6) e teve um aumento médio de 0,74% (Tabela 4), mas o maior aumento ocorrido na série (Tabela 4) foi de 48,7% (2.490.316.648, CO<sub>2et</sub> em 2002 para 3.703.761.245, CO<sub>2et</sub> em 2003) ocorrido no ano de 2003.

O PIB agropecuário no período desde o ano de 2000 até o ano de 2015 apresentou média de 146.0003,72 milhões de Reais (Tabela 5). Do ano 2002 para o ano 2003 o aumento do PIB agropecuário foi de 29,97% (Tabela 3), consequente do aumento das exportações de commodities, enquanto o PIB da indústria aumentou 18,41%, o PIB dos serviços aumentou 13,40% (Tabela 3). Portanto, o setor agropecuário do ano 2002 com aumento de 29,04% (Tabela 3) e de 2002 para o ano 2003 teve aumento de 29,97% (Tabela 3) sendo este o maior percentual de aumento no PIB agropecuário no período em estudo. Este período de 2002 e 2003 ocorreu os maiores aumento de emissões de CO<sub>2</sub> no setor agropecuário 3,53% e 5,62% (Tabela

---

<sup>16</sup> - O coeficiente de determinação (R<sub>2</sub>) é uma medida descritiva da proporção da variação de Y que pode ser explicada por variações em X, segundo o modelo de regressão especificado (LIMA FILHO, 2018).

4) respectivamente, enquanto nos processos industriais e no setor de energia o aumento nas emissões foi de 1,37% e de 2,50% (Tabela 4) respectivamente no ano de 2003.

O PIB corrente do Brasil apresentou uma média de 11,38% (Tabela 3) no período desde o ano de 2000 até o ano de 2015. No ano de 2008 para o ano de 2009 houve uma queda na evolução do PIB de 14,32% para 7,18% (Tabela 3) , no mesmo período, as emissões de GEE acompanhou esta queda, de 4,67% em 2008 diminuiu em 2009 para -28,64% (Tabela 4), ou seja de 2.806.913.074, toneladas de CO<sub>2</sub>e em 2008 para 2.003.105.249, toneladas de CO<sub>2</sub>e em 2009 (Tabela 2). As emissões de GEE de 2008 para 2009 nos setores produtivos (Tabela 4) foram: energia 3,45%; processos industriais 9,02%; tratamento de resíduos 6,27%; mudanças no uso da terra 43,23%; e agropecuária 1,63%.

**Tabela 3 - Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis em estudo**

Ano	PIB <sup>[1]</sup>	PIBagro <sup>[2]</sup>	PIBind <sup>[3]</sup>	PIBserv <sup>[4]</sup>	Pdpub <sup>[5]</sup>	Pdpriv <sup>[6]</sup>	BNDES <sup>[7]</sup>
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	9,73	10,90	7,98	8,72	14,69	7,56	9,42
2002	13,15	29,04	12,43	12,43	4,20	11,43	48,39
2003	15,39	29,97	18,41	13,40	13,72	14,74	-10,38
2004	13,96	4,68	20,00	11,05	5,77	14,18	18,79
2005	10,87	-8,98	10,26	13,20	11,10	19,54	17,94
2006	11,00	4,30	8,12	13,11	14,85	4,46	9,23
2007	12,90	14,11	10,89	14,06	27,48	19,63	26,45
2008	14,32	18,23	14,12	12,50	16,44	22,47	40,05
2009	7,18	5,04	1,58	11,59	10,28	2,05	50,04
2010	16,59	7,18	23,99	13,57	18,16	23,87	23,52
2011	12,62	18,82	11,82	12,54	14,51	6,62	-17,54
2012	10,02	5,62	5,41	12,24	12,96	4,08	12,33
2013	10,73	19,73	6,19	12,52	23,42	10,28	22,07
2014	8,39	4,03	4,55	11,25	5,33	28,48	-1,36
2015	3,83	3,60	-1,89	5,54	-0,90	10,08	-27,63
Média	11,38	11,08	10,26	11,85	12,80	13,30	14,75

**Fonte: Os autores**

<sup>[1]</sup> PIBagro = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Agronegócios;

<sup>[2]</sup> PIBind = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Indústria;

<sup>[3]</sup> PIBserv = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor de Serviços;

<sup>[4]</sup> Pdpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas;

<sup>[5]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas; e

<sup>[6]</sup> BNDES) = Desembolsos BNDES para Empresas.

No período de 2000 a 2015, as emissões anuais de CO<sub>2</sub>e em toneladas apresentou aumento médio anual de 0,74% (Tabela 4) e o total das emissões em 2015 foi de 2.091.294.970 (Tabela 2), sendo inferior à média no período das emissões que ficou de 2.515.624.636 (Tabela 6), indicando que as emissões de GEE no Brasil estão em queda.

**Tabela 4 - Percentuais das Evoluções Anuais das Variáveis em estudo**

Ano	CO <sub>2</sub> e <sup>[1]</sup>	Energia <sup>[2]</sup>	Proclnd <sup>[3]</sup>	Resíduos <sup>[4]</sup>	MUT <sup>[5]</sup>	Agro <sup>[6]</sup>
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	-0,65	3,31	-3,26	3,22	-2,58	3,51
2002	11,58	-0,65	5,35	4,73	17,10	3,53
2003	48,73	-2,50	1,37	4,25	72,72	5,62
2004	6,09	5,50	5,96	2,59	6,52	4,20
2005	-16,99	3,71	-0,82	3,39	-22,71	1,26
2006	-11,85	1,12	0,39	3,15	-16,78	-0,17
2007	-6,73	4,16	4,28	1,88	-10,22	-2,90
2008	4,67	6,05	-0,69	1,26	5,55	1,74
2009	-28,64	-3,45	-9,02	6,27	-43,23	1,63
2010	-3,90	9,01	25,49	6,44	-13,90	2,56
2011	0,10	3,59	4,47	2,87	-3,32	2,48
2012	1,07	8,85	1,05	1,26	-1,15	-1,19
2013	8,18	8,19	0,13	3,51	13,56	1,04
2014	-4,01	5,62	1,59	1,62	-12,07	0,99
2015	3,41	-5,00	-0,99	0,76	10,53	0,62
Média	0,74	3,17	2,35	3,15	0,00	1,66

**Fonte: Os autores**

[1] CO<sub>2</sub>e = Estimativa das emissões de GEE - Total Brasil

[2] Energia = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Energia

[3] Proclnd = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Processos Industriais

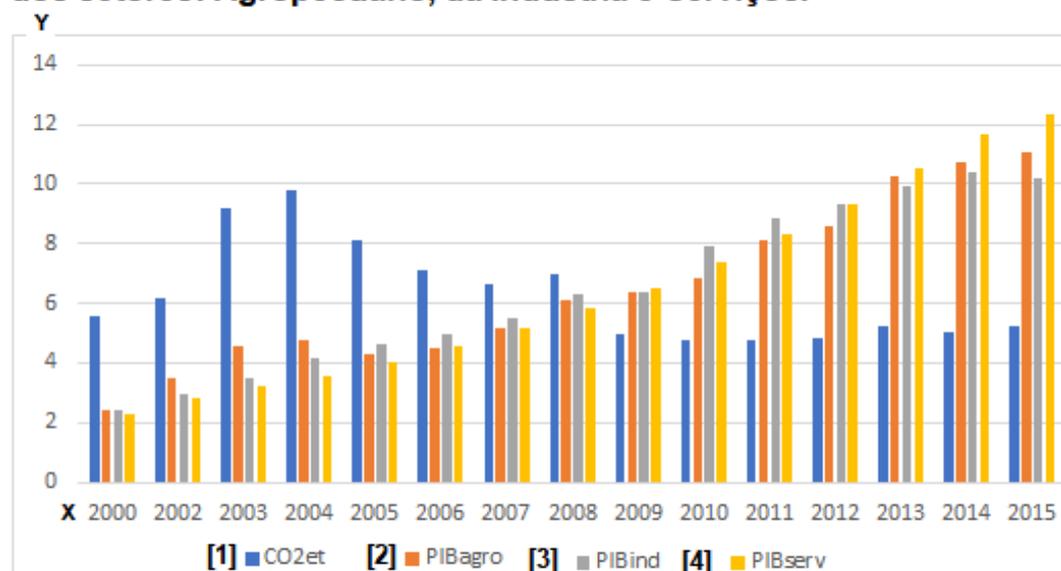
[4] Resíduos = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Resíduos

[5] MUT = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Mudanças de Uso da Terra

[6] Agro = Estimativa das Emissões de GEE - Setor de Agropecuária

Na Figura 1 é demonstrado a evolução dos três setores da economia e as emissões de CO<sub>2</sub> total entre 2000 e 2015.

**Figura 1 – Comparativo da evolução percentual entre 2000 a 2015 das emissões anuais de CO<sub>2</sub>et com a evolução percentual do PIB dos setores: Agropecuário, da Indústria e Serviços.**



Eixo Y = Percentuais da evolução das variáveis

Eixo x = Anos (período de 2000 a 2015)

[1] CO<sub>2</sub>et = Dioxido de Carbono equivalente total Brasil (Ton.)

[2] PIBagro = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Agronegócios (Milhões de Reais)

[3] PIBind = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Indústria (Milhões de Reais);

[4] PIBserv = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor de Serviços (Milhões de Reais);

**Fonte: Os autores com base no IBGE (2017) e SEEG (2018)**

De acordo com os resultados apresentados na Figura 1, as emissões foram reduzindo a partir de 2004 e que as demais variáveis tiveram aumento quase linear de 2000 a 2015. Os dados apontam, uma relação inversa entre crescimento econômico e emissões de CO<sub>2</sub>et. Nos anos de 2009 e 2010 houve aumento no PIB dos três setores econômicos e, opostamente, houve redução das emissões de CO<sub>2</sub>et de 6,97% para 4,98% (2009) e de 4,98% para 4,78% (2010). De 2011 até 2015 as emissões tiveram crescimento, mas os aumentos das emissões foram menores percentualmente, comparados aos aumentos percentuais do PIB dos três setores.

**Tabela 5 – Estatística Descritiva das Variáveis: PIBagro; PIBind; e PIBserv; PDpub; PDpriv; BNDES**

	PIBagro <sup>[1]</sup>	PIBind <sup>[2]</sup>	PIBserv <sup>[3]</sup>	Pdpub <sup>[4]</sup>	Pdpriv <sup>[5]</sup>	BNDES <sup>[6]</sup>
Média	146003,72	712851,55	1893781,88	19228,46	17511,94	95435,00
Mediana	131101,45	673489,17	1668412,38	16432,80	15830,82	77884,86
Desvio padrão	65191,28	323855,49	1010616,80	11613,80	9989,96	61894,78
Variância	4249902362	1,04882E+11	1,02135E+12	134880348	99799360,21	3830964320
Mínimo	56962,39	275870,54	698493,45	6493,84	6066,81	23046,00
Máximo	258967,00	1183094,00	3735862,00	38742,60	38137,40	190419,04
Contagem	16	16	16	16	16	16

**Fonte: Os autores**

<sup>[1]</sup> PIBagro = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Agronegócios;

<sup>[2]</sup> PIBind = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Indústria;

<sup>[3]</sup> PIBserv = Prod. Inter.Bruto(PIB) setor de Serviços;

<sup>[4]</sup> Pdpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas;

<sup>[5]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas; e

<sup>[6]</sup> BNDES) = Desembolsos BNDES para Empresas.

Com intuito de analisar as evoluções anuais das variáveis: PIB do Agronegócio, PIB da Indústria e o PIB de Serviços e das emissões de CO<sub>2</sub>et pelos setores: energia, processos industriais, tratamento de resíduos, mudanças no uso da terra e agropecuária foi elaborada a Figura 2.

**Tabela 6 – Estatística Descritiva das Variáveis: CO<sub>2</sub>et; CO<sub>2</sub>Agro; Pdpub; Pdpriv; e BNDES; e PIBpc período de 2000 a 2015**

	CO <sub>2</sub> et <sup>[1]</sup>	CO <sub>2</sub> Agro <sup>[2]</sup>	Pdpub <sup>[3]</sup>	Pdpriv <sup>[4]</sup>	BNDES <sup>[5]</sup>	PIBpc <sup>[6]</sup>
Média	2515624636,6	453541965,3	19228,5	17511,9	95435,0	16607,1
Mediana	2239060485,6	458927458,4	16432,8	15830,8	77884,9	15298,6
Desvio padrão	644665080,3	32018139,2	11613,8	9990,0	61894,8	7611,6
Variância	4,15593E+17	1,02516E+15	134880348	99799360,2	3830964320	57935705,7
Mínimo	1924983500	384605797,5	6493,8	6066,8	23046,0	6913,3
Máximo	3929252165	490923397,6	38742,6	38137,4	190419,0	29117,5
Contagem	16	16	16	16	16	16

Fonte: o autor com base no BNDES (2017); IBGE (2017); e MCTI&C (2017)

<sup>[1]</sup> CO<sub>2</sub>et = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente – quantidade total bruta no Brasil (Ton.)

<sup>[2]</sup> CO<sub>2</sub>Agro = Gases Efeito Estufa (GEE) equivalente – quantidade total bruta na agropecuária (Ton.)

<sup>[3]</sup> Pdpub = Dispêndios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais)

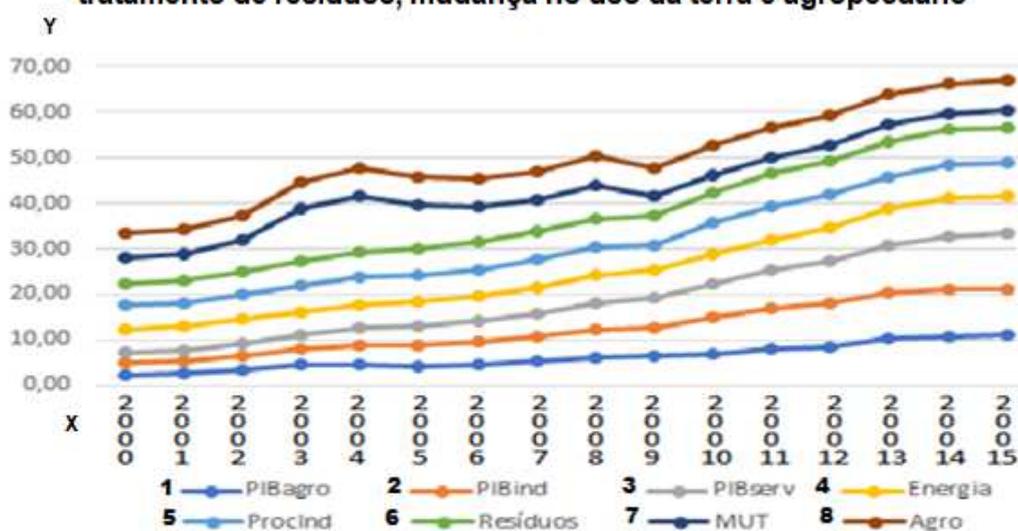
<sup>[4]</sup> PDpriv = Dispêndios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais)

<sup>[5]</sup> BNDES = Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais)

<sup>[6]</sup> PIBpc = Produto Interno Bruto Per Capita (Mil Reais)

Os dados apresentados indicam que os valores do PIB agropecuária, Indústria e serviços tiveram comportamentos muito próximos em seus aumentos durante o período em estudo. O comportamento das emissões anuais de CO<sub>2</sub>e pelos setores: Energia, Processos industriais, tratamento de resíduos, mudanças no uso da terra e agropecuária foram muito semelhantes aos das variáveis referente ao PIB, com exceção no ano de 2008 para 2009 em que o PIB teve aumento e as emissões pelos setores de energia, processos industriais e mudanças no uso da terra tiveram reduções.

**Figura 2 – Comparativo da evolução do PIB: agropecuário, Indústria e serviços com as emissões anuais de CO<sub>2</sub>e pelos setores: Proc.industriais, tratamento de resíduos, mudança no uso da terra e agropecuário**



Eixo Y = Percentuais da evolução das variáveis

Eixo x = Anos (período de 2000 a 2015)

1 - PIBagro = PIB setor da Agropecuária (Milhões de Reais);

2 - PIBind = PIB setor da Indústria (Milhões de Reais);

3 - PIBserv = PIB setor de Serviços (Milhões de Reais);

4 - Energia = Estimativa GEE - Setor de Energia (em toneladas);

5 - Procind = Estimativa GEE - Setor de Proc.Industr.(em toneladas)

6 - Resíduos = Estimativa GEE - Setor de Resíduos (em toneladas)

7 - MUT = Estimativa GEE - Setor de Mud. do Uso da Terra ( em ton.)

8 - Agro = Estimativa GEE - Setor de Agropecuária (em toneladas)

**Fonte: Os autores com base no IBGE (2017) e SEEG (2018)**

Essas variáveis foram tratadas e utilizadas nos modelos econométricos estimados.

## 4.2 Análise Econométrica

Os modelos empíricos em séries temporais consideraram os setores produtivos da economia brasileira, durante o período de 2000 a 2015, e as variáveis foram

logaritmizadas. Os modelos foram estimados com o objetivo de investigar o impacto dos setores produtivos nas emissões de CO<sub>2e</sub> a partir de regressão linear múltipla.

#### 4.2.1 Análise e discussão do Modelo de emissões totais

No Modelo de Emissões Totais (Modelo 1) o objetivo foi de estimar o impacto do crescimento econômico dos três setores produtivos principais, em relação às emissões totais de CO<sub>2</sub>. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 7: Resultado Econométrico do Modelo de Emissões Totais**

<i>Dependent variable:</i>	
Variáveis	log(CO <sub>2et</sub> ) <sup>[1]</sup>
log(PIBAgro) <sup>[2]</sup>	1.326*** (0.411)
log(PIBInd) <sup>[3]</sup>	0.902 (0.563)
log(PIBServ) <sup>[4]</sup>	-2.133*** (0.552)
Constant	24.453*** (1.020)
Observations	16
R <sup>2</sup>	0.702
Adjusted R <sup>2</sup>	0.627
Residual Std. Error	0144 (df = 12)
F Statistic	9.402*** (df = 3; 12)
<i>Note:</i>	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

<sup>[1]</sup> Log(CO<sub>2et</sub>) = Logaritmo de Dioxido de Carbono equiv. – qde. total Brasil (Ton.)

<sup>[2]</sup> Log(PIBAgro) = Logaritmo Produto Interno Bruto Agronegócios

<sup>[3]</sup> Log(PIBInd) = Logaritmo Produto Interno Bruto Indústria

<sup>[4]</sup> Log(PIBServ) = Logaritmo Produto Interno Bruto Serviços

Os resultados apresentam evidências de impacto linear e positivo do crescimento econômico gerado pelo setor do agronegócio (PIBAgro) nas emissões de CO<sub>2et</sub> do Brasil. Destaca-se que a análise é linear, limitando-se ao efeito marginal primário, que pode ser melhor investigado a partir de estudos não lineares de Kusnetz

em Xian-Zheng *et al.* (2003) e Ang (2007) que descobriram efeitos negativos na segunda derivada.

Para o setor da indústria, quando investigado em conjunto com os setores do Agronegócio e de Serviços no Brasil, apresentou efeito linear não significativo com p-valor  $> 10\%$ . Esse resultado indica que as externalidades geradas pelo setor industrial são nulas, não impactando de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub> totais, e essa conclusão evidencia tecnologias mais limpas de acordo com Ozkan e Ozkan (2012), Ang (2007) e Wang *et al.* (2009).

O setor de serviços, apresentou evidências de contribuição positiva para as emissões de CO<sub>2</sub> totais, pois obteve coeficiente negativo e significativo com p-valor  $< 0,01$ . Os estudos a lá Kuznets já indicavam resultados positivos para o meio ambiente com economias voltadas ao serviço, e segue mesmos padrões de Prado *et al.* (2017).

Observou-se, ainda, que o modelo adotado tem alto ajuste sugerido pelo R<sup>2</sup> de 70%, seguindo as recomendações de (ARELLANO e BOND, 1991). Em relação às estimativas, visualiza-se que nem todos os coeficientes apresentaram sinais esperados conforme a literatura de Ozkan e Ozkan (2012); Prado *et al.* (2017). Os resultados são antagônicos à Jayanthakumaran e Liu (2012) e Shahbaz *et al.* Mutascu e Azim (2013). Porém, Ang (2007) afirma que o Brasil tem uma particularidade importante, que é a energia limpa produzida pelas hidrelétricas e podem justificar esse resultado.

#### 4.2.2 Análise dos Modelos de Emissões Setoriais

A Tabela 8 apresenta os resultados das estimações previstas nas equações de 2 a 6 que teve por objetivo compreender o impacto gerado pelo crescimento econômico medido pelo PIB e créditos do BNDES e pelo crescimento dos dispêndios em P&D público e privado.

Tabela 8: Resultados Econométricos dos Modelos de Emissões Setoriais [2 a 6]

Variáveis	<i>Dependent variable:</i>				
	log(Energia) <sup>[1]</sup>	log(ProcInd) <sup>[2]</sup>	log(Res) <sup>[3]</sup>	log(MUT) <sup>[4]</sup>	log(Agro) <sup>[5]</sup>
	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
log(PIBAgro) <sup>[6]</sup>	-0.032 (0.117)	0.019 (0.155)	0.032 (0.044)	1603** (0.526)	0.103** (0.035)
log(PIBInd) <sup>[7]</sup>	-0.124 (0.198)	0.481 (0,263)	0.057 (0,074)	1.583 (0,893)	0.209*** (0,059)
log(PIBServ) <sup>[8]</sup>	0,033 (0.473)	-0.600 (0,629)	0,327* (0,177)	-1.205 (2,134)	0.213 (0,141)
log(PDpub) <sup>[9]</sup>	0,502* (0.232)	0,504 (0,309)	-0,062 (0.087)	-1.699 (1,048)	-0.287*** (0,069)
log(PDpriv) <sup>[10]</sup>	-0,030 (0.213)	0,005 (0,283)	-0.084 (0.080)	0.446 (0,961)	-0.038 (0,063)
log(BNDES) <sup>[11]</sup>	-0,100 (0.062)	-0,153* (0.083)	0.024 (0.023)	-0.503 (0,281)	-0.003 (0,019)
Constant	17.788*** (2.026)	16.985*** (2.692)	13.459*** (0.758)	16.061 (9.138)	16.031*** (0.602)
Observations	16	16	16	16	16
R <sup>2</sup>	0.968	0.903	0.994	0.900	0.984
Adjusted R <sup>2</sup>	0.947	0.838	0.991	0.834	0.974
Residual Std. Error (df = 9)	0.040	0.053	0.015	0.178	0.012
F Statistic (df = 6; 9)	46.091***	13.942***	270.376***	13.524***	95.055***

Note:

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

[1] Log(Energia) = Logaritmo do setor de Energia (em toneladas de CO<sub>2</sub>e)

[2] Log(ProcInd.) = Logaritmo do setor de Processos Industriais (em toneladas de CO<sub>2</sub>e);

[3] Log(Resid) = Logaritmo do Setor de Resíduos (em toneladas de CO<sub>2</sub>e);

[4] Log(MUT) = Logaritmo do Setor de Mudanças do Uso do Solo (em toneladas de CO<sub>2</sub>e);

[5] Log(Agro) = Logaritmo do Setor de Agropecuária (em toneladas de CO<sub>2</sub>e);

[6] Log(PIBAgro) = Logaritmo do Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Agronegócios (Milhões de Reais);

[7] Log(PIBInd) = Logaritmo do Prod. Inter.Bruto(PIB) setor da Indústria (Milhões de Reais);

[8] Log(PIBServ) = Logaritmo do Prod. Inter.Bruto(PIB) setor de Serviços (Milhões de Reais);

[9] Log(Pdpub) = Logaritmo de Dispendios em P&D por instituições públicas (Milhões de Reais);

[10] Log(PDpriv) = Logaritmo de Dispendios em P&D por instituições privadas (Milhões de Reais); e

[11] Log(BNDES) = Logaritmo de Desembolsos BNDES para Empresas (Milhões de Reais).

#### 4.2.2.1 Análise do Modelo 2

O modelo 2 apresentou alto ajuste sugerido de  $R^2$  de 96,8%, contudo, ao serem analisados os coeficientes de cada variável independente, que se apresentaram bem próximo a zero, observa-se que: o crescimento econômico dos setores do agronegócio, indústria, e serviços apresentaram efeito linear não significativo com  $p$ -valor  $> 10\%$ . Os resultados indicam que as externalidades geradas pelos três setores não impactam de forma direta nas emissões de  $CO_2e$  do setor de Energia. O que dá consistência ao raciocínio de que o crescimento econômico depende da energia para ser maximizado e não é ocasionador das emissões de  $CO_2e$  no setor de energia. Mas ao contrário é verdadeiro, conforme estudos de Neil (2007), a indústria de geração de energia é uma das maiores produtoras de emissões de GEE. Assim sendo, o setor de energia para atender a demanda dos setores produtivos, em seu processo produtivo, assim como, também, o seu produto, a energia, ao ser consumido, corroboram com a emissão de  $CO_2e$ . Neste sentido, Arouri *et al.* (2012); Farhani e Ben Rejeb (2012a; 2012b); Charfeddine e Khediri (2016); e Aye e Edoja (2017), afirmaram que o consumo de energia tem um impacto significativo positivo nas emissões de  $CO_2$ . e, também, salientam que um aumento no consumo de energia leva ao aumento do crescimento econômico e conseqüente aumento nas emissões de  $CO_2$ .

Na estimação do impacto do crescimento dos dispêndios em P&D no setor público (Pdpub) nas emissões de  $CO_2e$  do setor de Energia, observou-se que apresentou efeito linear significativo com  $p$ -valor  $> 5\%$  o que indica que as externalidades geradas com dispêndios em P&D público impactam de forma direta nas emissões de  $CO_2e$  no setor de energia. Este resultado não é condizente com os estudos de Raulino (2018) que afirma que quanto maiores os investimentos em tecnologia na mitigação da emissão de GEE reduzem os impactos ambientais. Aye e Edoja (2017), afirmaram que para serem reduzidas as emissões de  $CO_2e$  com crescimento econômico sustentável há a necessidade de evoluir e de transformar as tecnologias de baixo carbono, ou seja, a energia renovável deve substituir a energia não renovável com a mesma eficiência energética.

O impacto dos dispêndios em P&D privados e os Desembolsos com crédito realizados pelo BNDES nas emissões de  $CO_2e$  pelo setor energia, ao serem investigados, apresentaram efeito linear não significativo com  $p$ -valor  $> 10\%$ . Esse resultado indica que as externalidades geradas por estas duas variáveis são nulas,

não impactando de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub>e totais. Os resultados dos impactos dos dispêndios em P&D privados são contraditórios aos resultados do estudo de Salami e Soltanzadeh (2012) observaram que a política de inovação deve sempre buscar soluções para alcançar o desenvolvimento econômico e eliminar problemas relacionados à falta de energias renováveis e aos aumentos das emissões de CO<sub>2</sub>e. No tocante ao resultado do impacto dos Desembolsos com crédito realizados pelo BNDES nas emissões de CO<sub>2</sub>e pelo setor energia, Muhammad *et al.* (2013) em seu estudo afirma que o desenvolvimento financeiro compacta as emissões de CO<sub>2</sub>e, e podem desempenhar seu papel na melhoria da qualidade ambiental.

#### 4.2.2.2 Análise do Modelo 3

No modelo 3 (Tabela 6) apresentou alto ajuste sugerido pelo R<sup>2</sup> de 90,3%. O crescimento dos setores agronegócios, indústria e serviços apresentaram efeito linear não significativo com p-valor>10%. Estes resultados indicam que as externalidades geradas pelos três setores não impactam de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub> e do processo industrial. Nos processos industriais, as emissões de GEE são consequências diretas da produção bruta de cada ramo de atividade. Assim, o resultado apresentado pelos três setores contradiz o resultado de vários estudos: Conforme Rezai *et al.* (2009) as emissões dos GEE é uma das externalidades negativas do crescimento da economia; e conforme Xian-Zheng *et al.* (2003) que afirmam que há relação entre os indicadores de poluição industrial e o crescimento econômico.

Os dispêndios com P&D dos setores público e privado apresentaram efeito linear não significativo com p-valor>10%. Este resulta sugere que não são geradas externalidades pelos dispêndios em P&D. Desta forma não há impacto direto nas emissões de CO<sub>2</sub> nos processos industriais. Mas, opostamente é defendido na literatura científica que o desenvolvimento de tecnologias e inovações possibilitam reduzir emissões nos processos produtivos. Neste contexto, Mazzucato e Penna (2016) afirmam que os investimentos em P&D promovem efeitos multiplicadores na economia com a inclusão de tecnologias inovadoras que maximizam a produção e inserem processos inovadores de redução das emissões de CO<sub>2</sub>e.

Os desembolsos de créditos do BNDES apresentou coeficiente negativo e significativo com p-valor<0,05, indicando que com aumentos dos desembolsos, as emissões de CO<sub>2</sub> nos processos industriais são reduzidos, fato que corrobora com

Ferraz *et al.* (2013) que afirmaram que o crédito para muitos setores que demandam de capital os tornam viáveis economicamente, pois os possibilita atenderem as especificidades de seus projetos de crescimento, inovação e enfrentamento das externalidades como exemplo, a redução de emissões de GEE. Abbasi e Riaz (2013) afirmaram que quando há maior grau de liberalização e desenvolvimento do setor financeiro, as variáveis financeiras desempenharam um papel influenciador na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>.

#### 4.2.2.3 Análise do Modelo 4

O modelo 4 (Tabela 6) apresentou alto ajuste sugerido de R<sub>2</sub> de 99,4%. Os setores do agronegócio e da indústria, quando investigados em conjunto com o PIB do setor de Serviços, dispêndios em P&D público e privado, e com os desembolsos em crédito pelo BNDES no Brasil, apresentaram efeito linear não significativo com p-valor > 10%. Com esse resultado, pode-se inferir que o crescimento econômico do setor do agronegócio e industrial não geram externalidades por estes dois setores no setor de tratamento de resíduos. Portanto, não impactam de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub>e do setor de tratamento de resíduos. Esse resultado é conflitante com outros estudos, pois de acordo com Shaari *at al.* (2014) afirmaram que os aumentos no crescimento econômico podem intensificar as emissões de CO<sub>2</sub>e. Shafik (2014) afirma que o aumento do crescimento econômico, também, aumentam os indicadores sobre os resíduos sólidos e emissões de CO<sub>2</sub>e. Bogner *et al.* (2008) afirma que contribuição dos resíduos e efluentes pós-consumo é pequena nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), participa de cerca de 3% para o total de emissões globais de GEE antropogênicas.

O setor de serviços apresentou evidências de contribuição negativa para as emissões de CO<sub>2</sub> do setor de tratamento de resíduos, pois obteve coeficiente positivo e significativo com p-valor < 0,10. Este resultado demonstra que o crescimento do setor de serviços colabora nas emissões de CO<sub>2</sub>e do setor de tratamento de resíduos.

Este resultado corrobora com o estudo de Ge e Lei (2014) que desenvolveram uma avaliação do subsistema de insumo-produto para estudar as emissões de carbono associadas ao setor de serviços. Os autores salientaram que as atividades de serviços são consideradas como emissores de baixo carbono. Mas em suas conclusões, destacam que, os serviços de transporte, armazenamento, correio e telecomunicações é responsável por um alto nível de emissões diretas e os serviços

de estudos científicos, serviços técnicos, hotéis, restaurantes e os serviços de saúde, seguridade social e assistência social contribuem significativamente para as emissões indiretas. Evidenciam que essas atividades de serviços são negligenciadas por regulamentações destinadas a reduzir as emissões.

No mesmo sentido, Ribeiro *et al.* (2018) destacam que uma parte significativa do setor de serviços contribui para aumento das emissões de gases de efeito estufa a partir do consumo de combustíveis fósseis. Butnar e Llop (2011) salientam que os serviços na Espanha têm aumentado suas emissões de CO<sub>2</sub>, principalmente devido a um aumento nas emissões geradas por outros setores para cobrir a demanda final por serviços.

Os dispêndios com P&D público e privado e os desembolsos de créditos do BNDES, quando investigados se impactam na emissão de CO<sub>2</sub>e do setor de tratamento resíduos, apresentaram efeito linear não significativo com p-valor >10%. Mas este resultado apresentado é contraditório com vários estudos que afirmam: quanto maiores forem os dispêndios em P&D, mais inovadoras serão as tecnologias que ajudarão a diminuir e mitigar as emissões de CO<sub>2</sub>e (OZKAN E OZKAN, 2012; ANG, 2007; WANG *et al.*, 2009). E com relação aos dispêndios de crédito, com mais disponibilidade de recursos financeiros, maiores serão os investimentos em tecnologias que reduzirão as emissões de CO<sub>2</sub>e (MUHAMMAD *et al.*, 2013; FERRAZ, ALÉM e MADEIRA; 2013).

#### 4.2.2.4 Análise do Modelo 5

O modelo 5 (Tabela 6) apresentou alto ajuste sugerido de R<sub>2</sub> de 90,0%. Como esperado, o crescimento econômico do setor de agronegócio, apresentou evidências de contribuição positiva para as emissões de CO<sub>2</sub> no setor de mudanças no uso da terra, pois, obteve coeficiente negativo e significativo com p-valor<0,05. Resultado que indica que com aumentos no crescimento econômico do setor agronegócio, aumentam as emissões de CO<sub>2</sub> pelo setor de mudanças no uso da terra. Este resultado confirma os estudos de Riebsame, Meyer e Turner (1998) onde afirmam que os padrões adotados para o uso do solo têm promovido mudanças na cobertura da terra, que é o caso da agropecuária, e que conseqüentemente, com suas atividades tem emitido CO<sub>2</sub>e que afeta cumulativamente a biosfera e o clima global. Este resultado, ainda, confirma a afirmativa de Ribeiro *et al.* (2018), de que nas últimas três décadas aumentou o controle de desmatamento brasileiro e as taxas de

desmatamento diminuíram, e conseqüentemente, houve redução de emissões com mudanças e uso da terra em 12% ente 2005 e 2010.

Mas, conforme os autores, se continuar assim no futuro, as emissões brasileiras ficarão por conta somente das atividades econômicas, pois no mesmo período, as emissões totais de GEE, excluídas as mudanças no uso do terra e florestas, aumentaram 18%. Cechin e Pacini (2012) salienta que a visão otimista da economia verde de que a economia de diversos setores pode ser impulsionada por investimentos em tecnologias limpas, em contradição à extração de recursos naturais e indústrias poluidoras não deixa de ser correta, mas ainda o setor de agronegócio, de acordo com Cerri *et al.* (2009), precisa iniciar um processo de mitigação mais eficiente e fazer uso de novas tecnologia e processos inovadores para maximizar sua produção com menor ocupação de espaço.

O crescimento econômico dos setores da indústria e de serviços no Brasil, os dispêndios em P&D público e privado e os desembolsos em crédito pelo BNDES, quando investigados em conjunto com o crescimento econômico do setor agropecuário, com o objetivo de verificar o impacto que causam nas emissões de CO<sub>2</sub>e pelo setor de mudanças no uso da terra, apresentaram efeito linear não significativo com p-valor > 10%. Esse resultado indica que as externalidades geradas por estas variáveis independentes são nulas, não impactando de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub> pelo setor de mudanças no uso da terra. Mas, de acordo com Houghton *et al.* (2012), por responsabilidade das mudanças no uso da terra, o fluxo líquido de carbono das emissões antrópicas de carbono, entre o período desde o ano de 1990 até o ano de 2010, foi de 12,5%.

No entanto, de acordo com Alig *et al.* (2006) a força do mercado associado a uma economia influenciada pelas tecnologias e inovações, e por políticas desenvolvimentistas, provocam mudanças no uso da terra. Assim sendo, as emissões de CEE são também de responsabilidade dos demais setores produtivos, pois as mudanças no uso da terra acontecem por escolhas realizadas por agentes econômicos com objetivos diversos relacionados interesses econômicos.

#### 4.2.2.5 Análise do Modelo 6

O modelo 6 (Tabela 6) apresentou alto ajuste sugerido de R<sub>2</sub> de 98,4%. O crescimento econômico gerado pelo setor do agronegócio (PIBAgro) obteve coeficiente positivo, com efeito linear, e significativo com p-valor<0.05. Esse resultado

evidencia que as externalidades geradas pelo setor do agronegócio impactam de forma direta, nas emissões de CO<sub>2</sub> e do setor agropecuário.

O resultado apresentado afere os resultados de Brandão *et al.* (2012) que afirma que no setor agropecuário mundial, incluindo-se: silvicultura, agricultura e pecuária, o Brasil é um dos maiores colaboradores pelas emissões de GEE, principalmente, devido ao desmatamento. Esse resultado confirma os argumentos da SEEG (2018) que informou que o setor agropecuário no Brasil foi em 2015 responsável por 23,48% das emissões totais de CO<sub>2</sub> do país.

Ainda, o resultado corrobora com os resultados de Alam (2015) que estudou o impacto do valor agregado do setor de agricultura, indústria de transformação e serviços no PIB sobre as emissões de CO<sub>2</sub> de países selecionados do sul da Ásia; Bangladesh, Índia, Nepal e Sri Lanka no período desde o ano de 1972 até o ano de 2010. A conclusão sugeriu que o valor acrescentado da agricultura no PIB tem um impacto significativo negativo nas emissões de CO<sub>2</sub>, onde o valor acrescentado industrial e de serviços no PIB tem um impacto positivo significativo nas emissões de CO<sub>2</sub>.

Isermann (1994) analisou o envolvimento da agricultura nas emissões de CO<sub>2</sub> mundiais e o potencial de aquecimento global (GWP). Analisou diversas formas de reduzir e mitigar os GEE. E a conclusão foi que as diversas medidas se adotadas resultariam, na melhor das hipóteses, na redução da poluição do meio ambiente global, mas não o colocariam em um fim.

O crescimento econômico do setor industrial apresentou coeficiente positivo e efeito linear significativo estatisticamente com p-valor < 0,01, Esse resultado indica que as externalidades geradas pelo setor industrial impactam de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub> e pelo setor agropecuário.

O setor industrial é responsável por fornecer insumos aos demais setores e, portanto, este resultado afirma que o setor industrial influencia o setor agropecuário em suas emissões de CO<sub>2</sub> de acordo com estudos feitos pelo SEEG (2014). Conforme Chara (2016) em seu estudo constatou que na atividade industrial a geração de emissões de gases com efeito de estufa constitui uma parte significativa do total de emissões na União Europeia.

O crescimento econômico do setor de serviços, opostamente aos setores do Agronegócio e do setor da indústria no Brasil, apresentou efeito linear não significativo com p-valor > 10%. Esse resultado indica que as externalidades geradas pelo setor de

serviços são nulas, não impactando de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub> e do setor agropecuário. Este resultado apoia os estudos de Xian-Zheng *et al.* (2003) e Wang *et al.* (2009) que afirmam que com o crescimento econômico do setor de serviços as emissões de CO<sub>2</sub> são mínimas e que agride pouco a atmosfera. Contraditoriamente aos autores Xian *et al.* (2003) e Wang *et al.* (2009), nos estudos de Ozkan e Ozkan (2012) foi constatado que o setor de comércio e serviços participa de 8% das emissões de CO<sub>2</sub> na Turquia, resultado que demonstra que o setor de serviços também participa no montante de emissões de GEE no mundo.

Esse resultado de baixa emissão e mitigação de CO<sub>2</sub> pelo setor de serviços compactua com os estudos de Piaggio *et al.* (2015) que analisaram as emissões de GEE do setor de serviços do Uruguai em 2004. Os serviços, excluindo-se o transporte, são considerados de baixo nível de emissões diretas, mas demandam de insumos produzidos por outros setores. Os resultados mostram que as emissões diretas do setor de serviços são consequência das atividades dos setores relacionados com o resto da economia.

Os dispêndios com P&D do setor público, apresentou evidências de contribuição positiva para as emissões de CO<sub>2</sub> Agropecuário, pois, obteve coeficiente negativo e significativo com  $p\text{-valor} < 0.01$ . Este resultado confirma que com maiores dispêndios em P&D menores são as emissões de CO<sub>2</sub>. De acordo com Salami e Soltanzadeh (2012) a política de inovação deve sempre buscar soluções para alcançar o desenvolvimento econômico e eliminar problemas relacionados emissões de poluições. No estudo de Fernández *et al.* (2018) foi constatado empiricamente que a inovação tem um efeito positivo na redução das emissões de CO<sub>2</sub> na União Europeia, nos Estados Unidos e China entre os anos de 1990 até o ano de 2013. E ainda, no estudo de Burchart-Korol *et al.* (2016), foi confirmado que os investimentos em P&D contribui para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Assim, de acordo com de Seo (2010), se houver investimentos para a busca de alternativas tecnológicas, pode se reduzir os impactos ambientais e as emissões de CO<sub>2</sub> nas atividades agropecuárias.

Os dispêndios em P&D privados no Brasil, apresentou efeito linear não significativo com  $p\text{-valor} > 10\%$ . Esse resultado indica que os dispêndios em P&D não causam externalidades e não impactam de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor agropecuário. Este resultado está oposto ao resultado apresentado pelos dispêndios em P&D no setor público. Mas este resultado não anula os benefícios que os dispêndios em P&D acarretam com a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, pois de

acordo com Griffin (2012) a tecnologia é fator colaborativo para incrementar a economia, a produção de bens e serviços e o bom uso dos mais diversos recursos em prol de promover a sustentabilidade da humanidade.

Os desembolsos com créditos do BNDES apresentaram efeito linear não significativo com p-valor >10%. Esse resultado indica que as externalidades geradas pelos desembolsos com créditos do BNDES são nulas, não impactando de forma direta nas emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário. Mas, de acordo com Costa e Manolescu (2004), o crédito financeiro, na maioria das pesquisas científicas tem se apresentado como um fator que desempenha um papel importante no crescimento de uma economia. Por sua vez, o crescimento de uma economia promove as emissões de CO<sub>2</sub>e, conforme os estudos de Rezai *et al.* (2009); Shaari *et al.* (2014); Boopen e Vinesh (2010).

## 5 Conclusões

Na análise linear do impacto do crescimento econômico dos setores produtivos brasileiros nas emissões de gases efeito estufa (GEE), foi observado evidências de que o crescimento econômico do agronegócio impactou com aumentos consideráveis nas emissões totais do Brasil de CO<sub>2</sub>e, assim como, nos setores de emissões de CO<sub>2</sub>e: mudanças do uso da terra e na agropecuária. Nos demais setores de emissões as externalidades foram nulas nas emissões de gases efeito estufa (GEE). O crescimento econômico da indústria promove consideráveis aumentos das emissões de CO<sub>2</sub>e no setor de emissões agropecuária, e os demais setores de emissões de CO<sub>2</sub>e há evidências de neutralidade nas externalidades ambientais, assim como, é nulo nas emissões totais de CO<sub>2</sub>e no Brasil.

O crescimento econômico dos serviços mostra evidências de promover reduções consideráveis nas emissões totais de CO<sub>2</sub>e no Brasil, no entanto, promove aumento das emissões no setor resíduos e não impacta nas emissões dos demais setores de emissões.

Ao serem analisadas as variáveis que contribuem para com o avanço tecnológico, observou-se indícios de que os dispêndios em P&D no setor público corroboram para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>e no setor de emissões Agropecuário, mas, opostamente, promovem aumentos das emissões no setor de energia, e não se mostra impactante nas emissões de CO<sub>2</sub>e nos demais setores.

No entanto, os investimentos em P&D no setor privado não impacta nas emissões de CO<sub>2</sub>e em nenhum dos setores de emissões, quando as perspectivas eram de que corroboraria na redução considerável das emissões em todos os setores de emissões. Já os desembolsos de crédito pelo BNDES têm promovido reduções nas emissões de CO<sub>2</sub>e nos processos industriais, mas não tem influenciado as emissões nos demais setores de emissões.

Sugere-se, portanto, como uma possível discussão para trabalhos futuros que sejam analisadas as influências dos dispêndios com pesquisa e desenvolvimento para o setor privados nas emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário dos países da América do Sul.

## 6 Referências

ABBASI, Saddam Akber; RIAZ, Muhammad. On enhanced control charting for process monitoring. **International Journal of Physical Sciences**, v. 8, n. 17, p. 759-775, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515302305>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

ALAM, Janifar. Impacto do valor agregado do setor agropecuário e de serviços no PIB sobre as emissões de CO<sub>2</sub> de países selecionados do sul da Ásia. **World Rev Bus Res**, v. 5, n. 2, p. 39-59, 2015. Disponível em:< [https://www.researchgate.net/publication/329962374\\_Impact\\_of\\_Agriculture\\_Industry\\_and\\_Service\\_Sector's\\_Value\\_Added\\_in\\_the\\_GDP\\_on\\_CO2\\_Emissions\\_of\\_Selected\\_South\\_Asian\\_Countries](https://www.researchgate.net/publication/329962374_Impact_of_Agriculture_Industry_and_Service_Sector's_Value_Added_in_the_GDP_on_CO2_Emissions_of_Selected_South_Asian_Countries)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

ALIG, *et al.* Effects of policy and technological change on land use. **Economics of rural land-use change**. Burlington, VT: Ashgate Press, p. 27-40, 2006. Disponível em:< <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/24481>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Análise dos fatores associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira através da integração de dados censitários e de sensoriamento remoto. (Tese) Doutorado em Ciências Sociais, Campinas-SP: **Universidade Estadual de Campinas**, 2004. Disponível em: < [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/279913/1/Alves\\_HumbertoPratesdaFonsecaD.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/279913/1/Alves_HumbertoPratesdaFonsecaD.pdf)>. Acesso em: 19 ago.2018.

ANG, James B. CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and output in France. **Energy Policy**, v. 35, n. 10, p. 4772-4778, 2007. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507001498>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

AYALON, Ofira *et al.*. Solid waste treatment as a high-priority and low-cost alternative for greenhouse gas mitigation. **Environmental Management**, v. 27, n. 5, p. 697-704, 2001. Disponível em:< <https://link.springer.com/article/10.1007/s002670010180>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

AYE, Goodness C.; EDOJA, Prosper Ebruvwiyo. Effect of economic growth on CO<sub>2</sub> emission in developing countries: Evidence from a dynamic panel threshold model. **Cogent Economics & Finance**, v. 5, n. 1, p. 1379239, 2017. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23322039.2017.1379239>>. Acesso em: 20 dez.2018.

ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The review of economic studies**, 58, 1991. 277-297. Disponível em:< <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/58/2/277/1563354>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

AROURI, Mohamed El Hedi *et al.* Energy consumption, economic growth and CO<sub>2</sub> emissions in Middle East and North African countries. **Energy policy**, v. 45, p. 342-349, 2012. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512001590>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento. **Evolução dos desembolsos - Desempenho-201701\_series\_setoriais.xlsx**. 2017. Disponível em: < <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/desembolsos>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BOGNER, Jean *et al.*. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). **Waste Management & Research**, v. 26, n. 1, p. 11-32, 2008. Disponível em:< <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242x07088433>>. Acesso em: 074 dez. 2018.

BOOPEN, Seetanah, VINESH, Sannassee. On the Relationship Between CO<sub>2</sub> Emissions And Economic Growth: The Mauritian Experience. **University Of Mauritius: Réduit**, Moka, 2010. Disponível em:< <http://www.dl.icdst.org/pdfs/files/35983d7b0f9ae1d0d649a5c96b267272.pdf> >. Acesso em: 04 mai. 2017.

BRANDÃO, F. S. *et al.* Brazilian agribusiness and the greenhouse gases emissions (GHG) reduction. **Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 84-90, 2012. Disponível em:< <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123215061>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro- Dezembro – 2015. Brasília-DF: **Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico**. 2016a. disponível em:< <http://www.mme.gov.br/documents/10584/2027273/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Dezembro-2015.pdf/dee4fa2a-f287-4117-89fe-bb0123997001>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Boletim Anual de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural– Base 2015 -3ª Ed.. Brasília-DF: **Departamento de Políticas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural-DEPG**. 2016b. Disponível em:< <http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BURCHART-KOROL, D. *et al.* Innovative technologies for greenhouse gas emission reduction in steel production. **Metalurgija**, v. 55, n. 1, p. 119-122, 2016. Disponível em:< <https://hrcak.srce.hr/141851>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

BURKE, Marshall; EMERICK, Kyle. Adaptation to climate change: Evidence from US agriculture. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 8, n. 3, p. 106-40, 2016. Disponível em: < <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20130025>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

BURT, Erica *et al.*. Scientific evidence of health effects from coal use in energy generation. **Chicago and Washington: School of Public Health, University of Illinois and Health Care Without Harm**, 2013. Disponível em:< <http://groundwork.org.za/archives/2012/ClimateHealthRoundtables/Health%20effects%20from%20coal%20use%204-10-2013.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2018.

BUTNAR, Isabela; LLOP, Maria. Structural decomposition analysis and input–output subsystems: Changes in CO<sub>2</sub> emissions of Spanish service sectors (2000–2005). **Ecological Economics**, v. 70, n. 11, p. 2012-2019, 2011. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800911002060>>. Acesso em: 06 dez.2018.

CAMIOTO, Flávia de C. *et al.* Efficiency in Brazil's industrial sectors in terms of energy and sustainable development. **Environmental Science & Policy**, v. 37, p. 50-60, 2014. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901113001561>>. Acesso em: 14 de ago. 2018.

CECHIN, Andrei; PACINI, Henrique. Green economy: why optimism should be coupled with the skepticism of reason. **estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 121-136, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142012000100009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142012000100009&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: 29 nov. 2018.

CERRI, Carlos Clemente *et al.* Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia agricola**, v. 66, n. 6, p. 831-843, 2009. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162009000600017&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162009000600017&script=sci_arttext&tlng=es)>. Acesso em: 05 dez. 2018.

CGEE-Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília-DF.: CGEE, 2016. Disponível em: < <https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/DesertificacaoWeb.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

CHARA, Karakosta. The Role of Industrial Emissions within the European Union: Trends and Policy. **Climate Policy Info Hub**, 2016. Disponível online em: <http://climatepolicyinfohub.eu/role-industrial-emissions-within-eu-trends-and-policy> >. Acesso em: 20 dez. 2018.

CHARFEDDINE, Lanouar; KHEDIRI, Karim Ben. Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 1322-1335, 2016. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115007066>>. Acesso em: 20 dez.2018.

COSTA, Erika Alcino; MANOLESCU, Friedhilde Maria Kustner. A importância do crédito na economia. **Anais do Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**, 2004. Disponível em: < [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-5.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-5.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2018.

DON, Axel *et al.* Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks—a meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 17, n. 4, p. 1658-1670, 2011. Disponível em:< <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2486.2010.02336.x>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

FARHANI, Sahbi; BEN REJEB, Jaleleddine. Energy consumption, economic growth and CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from panel data for MENA region. **University of Sousse, Tunisia**, 2012a. Disponível em:< <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/361164>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FARHANI, Sahbi, BEN REJEB, Jaleleddine. Link between economic growth and energy consumption in over 90 countries. **Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business**, 3, 199–210. 2012b. Disponível em:< [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2054541](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2054541)>. Acesso em: 09 dez. 2018.

FERNÁNDEZ, Y. Fernández *et al.*. Olmedillas. Innovation for sustainability: The impact of R&D spending on CO<sub>2</sub> emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3459-3467, 2018. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617326513>>. Acesso em: 20 dez.2018.

FERRAZ, João C. *et al.*. **A contribuição dos bancos de desenvolvimento para o financiamento de longo prazo**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 40, p. 5-42, dez. 2013. Disponível em: < <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2284>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

FISCHER, Christian; BUSCH, Wolfgang. Monitoring of environmental changes caused by hard-coal mining. Proc. SPIE 4545, **Remote Sensing for Environmental Monitoring**, GIS Applications, and Geology, (23 January 2002); International Symposium on Remote Sensing, Toulouse, France, 2002. Disponível em: < <https://doi.org/10.1117/12.453691>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

GE, Jianping; LEI, Yalin. Carbon emissions from the service sector: an input-output application to Beijing, China. **Climate Research**, v. 60, n. 1, p. 13-24, 2014.

Disponível em:<

[https://www.researchgate.net/publication/269824226\\_Carbon\\_emissions\\_from\\_the\\_service\\_sector\\_An\\_input-output\\_application\\_to\\_Beijing\\_China](https://www.researchgate.net/publication/269824226_Carbon_emissions_from_the_service_sector_An_input-output_application_to_Beijing_China)>. Acesso em: < 15 dez. 2018.

GÓRALCZYK, Małgorzata. Life-cycle assessment in the renewable energy sector. **Applied Energy**, v. 75, n. 3-4, p. 205-211, 2003. Disponível em:<

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261903000333>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

GRIFFIN, Emma Alice. The 'industrial revolution': interpretations from 1830 to the present. **Vereinigtes Königreich**: Clio Oline, 2012. Disponível em: <

<http://www.uea.ac.uk/documents/1006128/1446434/Emma+Griffin+industrialrevolution.pdf/816bcd4c-ac9b-4700-aae4-ee6767d4f04a> >. Acesso em: 23 fev. 2017.

GUJARATI, Damodar; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**, 5ª Ed., versão original Mcgraw Hill Companies, New York, NY-EUA, Tradução de Denise Durante, Mônica Rosemberg, Maria Lúcia G. L. Rosa; Revisão de Claudio D. Shikida, Ari Francisco de Araújo Junior, Márcio Antônio Salvato. Porto Alegre-RS: AMGH, 2011.

HOUGHTON, Richard A. *et al.* Carbon emissions from land use and land-cover change. **Biogeosciences**, v. 9, n. 12, p. 5125-5142, 2012. Disponível em:<

[https://www.biogeosciences.net/\\_/9/5125/2012/bg-9-5125-2012.pdf](https://www.biogeosciences.net/_/9/5125/2012/bg-9-5125-2012.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Contas**

**Nacionais – SCN**. Tabela 10.1 - Valor adicionado bruto constante e corrente, segundo os grupos de atividades - 2010-2015. IBGE, 2017. Disponível em:<

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. **IBGE**,

2018. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>

>. Acesso em: 31 jul. 2018.

ISERMANN, K. Agriculture's share in the emission of trace gases affecting the climate and some cause-oriented proposals for sufficiently reducing this

share. **Environmental pollution**, v. 83, n. 1-2, p. 95-111, 1994. Disponível em:<

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0269749194900272>>. Acesso em: 20 dez.2018.

JAYANTHAKUMARAN, Kankesu; LIU, Ying. Openness and the environmental

Kuznets curve: evidence from China. **Economic Modelling**, v. 29, n. 3, 2012. p. 566-

576. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999311002884>

>. Acesso em: 03 ago. 2018.

KAMMEN, Daniel M .; LEW, Debra J. Revisão de Tecnologias para Produção e Uso de Carvão Vegetal. **Relatório de laboratório de energia renovável e apropriado** , v. 1, 2005. Disponível em:< [http://rael.berkeley.edu/old\\_drupal/sites/default/files/old-site-files/2005/Kammen-Lew-Charcoal-2005.pdf](http://rael.berkeley.edu/old_drupal/sites/default/files/old-site-files/2005/Kammen-Lew-Charcoal-2005.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2018.

LIMA FILHO, Luiz M. A.. Correlação e Regressão. Aula 9 - EAD. **Universidade Federal da Paraíba (UFP)**, Paraíba, 2018. Disponível em: < <http://www.de.ufpb.br/~luiz/AED/Aula9.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. **The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal**. 2016. p.06 a 15 Disponível em:< [http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/61974/1/The\\_Brazilian\\_Innovation\\_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf](http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/61974/1/The_Brazilian_Innovation_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf)>. Acesso em 20 dez. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 4<sup>a</sup> ed. Coordenação: SEPED - Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. MCTI&C: Brasília, 2017a. Disponível em: < [http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706227/4ed\\_ESTIMATIVAS\\_ANUAIS\\_WEB.pdf/a4376a93-c80e-4d9f-9ad2-1033649f9f93](http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706227/4ed_ESTIMATIVAS_ANUAIS_WEB.pdf/a4376a93-c80e-4d9f-9ad2-1033649f9f93)>. Acesso em: 24 mar. 2018.

MCTI&C - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações. **Tabela 2.1.2 - Dispendio nacional em ciência e tecnologia (C&T)(1), em valores correntes, em relação ao total de C&T e ao produto interno bruto (PIB), por setor institucional, 2000-2015**. 2017b. Disponível em: < [http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos\\_aplicados/indicadores\\_consolidados/2\\_1\\_2.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_2.html)>. Acesso em: 26 dez. 2018.

MME/EPE – Ministério de Minas e Energia / Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2015, Ano-base 2014**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2015. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2015+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ing+%28PDF%29/22602d8c-a366-4d16-a15f-f29933e816ff?version=1.0>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

MUHAMMAD, Shahbaz *et al.*. Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO<sub>2</sub> Emissions, **in Indonesia**. 2013. Disponível em:< <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/43722/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

NEIL, Adger *et al.* **Quarto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II do IPCC**. v. 23, p. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.onu-brasil.org.br>>. Acesso em 30 de jul. 2018.

NELSON, Gerald C. *et al.* Agriculture and climate change in global scenarios: why don't the models agree. **Agricultural Economics**, v. 45, n. 1, p. 85-101, 2014. Disponível em:< <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=Agriculture+and+climate+change+in+global+scenarios%3A+why+don%27t+the+models+agree&btnG=&lr=>>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

OECD- Organisation for Economic Co-Operation and Development. Frascati Manual 2002 - **The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed standard practice for surveys on Research and Experimental Development**. Ed. 6ª, Paris: OCDE, 2002. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9202081e.pdf?expires=1495115138&id=id&accname=guest&checksum=ADB45A18C6D73BEB78CA0EE9443DBF27>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

OZKAN, Filiz e OZKAN, Omer. An analysis of CO<sub>2</sub> emissions of Turkish industries and energy sector. **Regional and Sectoral Economic Studies**, v. 12, n. 2, p. 65-85, 2012. Disponível em: <<http://www.usc.es/economet/journals2/eers/eers1227.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

PERO, Valéria. Externalidades. **Apostila de Graduação, Curso de Microeconomia Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ**: 2018. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/051220163218\\_cap33externalidades2\\_com\\_ex.pdf](http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/051220163218_cap33externalidades2_com_ex.pdf)>. Acesso em 23 dez. 2018.

PIAGGIO, Matías *et al.*. The materiality of the immaterial: service sectors and CO<sub>2</sub> emissions in Uruguay. **Ecological Economics**, v. 110, p. 1-10, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180091400370X>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

PRADO, Jamaika *et al.*. **Análise da curva ambiental de Kuznets (CAK) dinâmica e da eficiência no controle das emissões**. Juiz de Fora-MG: Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, 2017. Disponível em: [https://www.anpec.org.br/encontro/2017/submissao/files\\_/i11-0e5b02cb514dcc32fdeeb21cc69c59e0.pdf](https://www.anpec.org.br/encontro/2017/submissao/files_/i11-0e5b02cb514dcc32fdeeb21cc69c59e0.pdf). Acesso em: 02 ago. 2018.

RAULINO, Petrus S. Emissões de Gases de Efeito Estufa e o Setor Elétrico Brasileiro—O Caso CPFL Energia. **Programa de Pós-Graduação em Administração da FEA/USP**, 2018. Disponível em: <<https://www.usp.br/mudarfuturo/cms/?p=603>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

REZAI, Armon *et al.* **Global Warming and Economic Externalities**. Schwartz Center for Economic Policy Analysis. New York, NY: New School for Social Research, 2009. Disponível em: <[http://www.economicpolicyresearch.org/images/docs/research/climate\\_change/SCEPA%20Working%20Paper%202009-3.pdf](http://www.economicpolicyresearch.org/images/docs/research/climate_change/SCEPA%20Working%20Paper%202009-3.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2018.

RIEBSAME *et al.* Modeling land use and cover as part of global environmental change. **Climatic change**, v. 28, n. 1-2, p. 45-64, 1994. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01094100>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

RIBEIRO, Luiz C.de Santana *et al.*. Greenhouse Gases Emissions and Economic Performance of Livestock, an Environmental Input-Output Analysis. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 225-238, 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032018000200225&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032018000200225&script=sci_arttext)>. Acesso em: 05 dez. 2018.

SALAMI, Reza; SOLTANZADEH, Javad. Comparative analysis for science, technology and innovation policy; Lessons learned from some selected countries (Brazil, India, China, South Korea and South Africa) for other LdCs like Iran. **Journal of technology management & innovation**, v. 7, n. 1, p. 211-227, 2012. Disponível em: < [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-27242012000100014&script=sci\\_arttext&lng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-27242012000100014&script=sci_arttext&lng=en)>. Acesso em: 01 dez. 2018.

SANGHI, Apurva; MENDELSON, Robert. The impacts of global warming on farmers in Brazil and India. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 4, p. 655-665, 2008. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378008000496>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Análise da evolução das emissões de GEE no Brasil (1990-2012) setor industrial**. SEEG, 2014. Disponível em: < <http://seeg.eco.br/2014/11/18/analise-da-evolucao-das-emissoes-de-gee-no-brasil-1990-2012-setor-industrial/>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

SEEG- Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Emissões de GEE do setor agropecuário**. Documento de análise. SEEG, 2016a. Disponível em: < <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/12/WIP-16-10-07-RelatoriosSEEG-Agropecuaria.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Emissões de GEE do setor resíduos** - Documento de análise. SEEG, 2016b. Disponível em: < <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/FINAL-16-09-13-RelatoriosSEEG-Residuos.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

SEEG-Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Total Emissions**, base de dados de 18/10/2017-SEEG-5-COMPLETA, SEEG, 2018. Disponível em: < <http://seeg.eco.br/tabela-geral-de-emissoes/>>. Acesso em: 20 de dez. 2018.

SEO, S. Niggol. Is an integrated farm more resilient against climate change? A micro-econometric analysis of portfolio diversification in African agriculture. **Food Policy**, v. 35, n. 1, p. 32-40, 2010. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030691920900058X>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

SHAARI. Mohd Shahidan *et al.*. **Relationship among Foreign Direct Investment, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emission: A Panel Data Analysis**. International Journal of Energy Economics and Policy, vol. 4, Issue 4, pp.706-715, Montpellier Business School: Montpellier, France, 2014. Disponível em: < <http://www.econjournals.com/index.php/ijeeep/article/view/887>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

SHAFIK, Nemat. Economic development and environmental quality: an econometric analysis. **Oxford economic papers**, v. 46, n. 4, p. 757-774, 1994. Disponível em: <<https://go.galegroup.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA16444828&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00307653&p=AONE&sw=w>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

SHAHBAZ *et al.* Environmental Kuznets curve in Romania and the role of energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 2013. 165-173. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/228765820\\_Environmental\\_Kuznets\\_Curve\\_in\\_Romania\\_and\\_the\\_Role\\_of\\_Energy\\_Consumption](https://www.researchgate.net/publication/228765820_Environmental_Kuznets_Curve_in_Romania_and_the_Role_of_Energy_Consumption)>. Acesso em: 06 ago. 2018.

SIMIONI, Carlos Alberto. **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis.** (TESE) Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Curitiba-PR: Universidade Federal do Parana-UFPR. 2006. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/5080/Carlos%20Aberto%20Simioni.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

TOL, Richard SJ; DE VOS, Aart F. A Bayesian statistical analysis of the enhanced greenhouse effect. **Climatic Change**, v. 38, n. 1, p. 87-112, 1998. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005390515242>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

WANG, Jinxia *et al.* The impact of climate change on China's agriculture. **Agricultural Economics**, v. 40, n. 3, p. 323-337, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1574-0862.2009.00379.x>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

WANG, Wenwen *et al.* Decomposing the decoupling of energy-related CO<sub>2</sub> emissions and economic growth in Jiangsu Province. **Energy for Sustainable Development**, v. 17, n. 1, p. 62-71, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082612000956>>. Acesso em 20 dez. 2018.

WORRELL, Ernst *et al.* Industrial energy efficiency and climate change mitigation. **Energy efficiency**, v. 2, n. 2, p. 109, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-008-9032-8>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

XIAN-ZHENG, Xie *et al.* Econometric analysis of the relationship between economic growth and industrial pollution. **Journal of Anhui University**. 2003. Disponível em: <[http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-ADZS200305025.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ADZS200305025.htm)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

ZANONI, Maria M. V. *et al.* Emissão de metano por decomposição de resíduo florestal inundado. **Rev. bras. eng. agric. ambient.** [online]. vol.19, n.2, pp.173-179, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662015000200173&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662015000200173&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 01 ago. 2018.

ZAPATA, Hector O.; RAMBALDI, Alicia N. Monte Carlo evidence on cointegration and causation. **Oxford Bulletin of Economics and statistics**, v. 59, n. 2, p. 285-298, 1997. Disponível em:< <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1468-0084.00065>> Acesso em: 14 nov. 2018.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Os dispêndios com P&D realizados os setores público e privado se mostraram impactantes positivamente no PIB Brasil, ou seja, os aumentos dos dispêndios em pesquisa e Desenvolvimento corroboram nos aumentos no crescimento econômico brasileiro. Assim sendo, estes resultados compactuam com os estudos de Schumpeter (1962, 1997); Griliches (1990;1998); Oliveira e Avellar (2009); Shaari *et al.* (2016).

Assim, observou-se que, se o governo brasileiro incentivar e intensificar os investimentos em P&D promoverá aumentos no PIB brasileiro e, conseqüentemente, no PIB *per capita*. No entanto, os desembolsos de crédito pelo BNDES somente apresentaram efeito estatístico significantes no crescimento econômico PIB *per capita*, ou seja, a disponibilidade de crédito não mostrou ser eficiente para promover aumento do crescimento econômico do Brasil. Este resultado mostrou-se contraditório com os estudos de Schumpeter (1997); Simonassi *et al.*(2017), mas, com relação ao PIB *per capita*, houve impactos positivos. Portanto, os aumentos dos dispêndios em P&D promovem aumentos do PIB *per capita*, fato que demonstrou ter contribuído com a melhora do bem estar de cada indivíduo da população, e por tanto, para toda a população.

Os estudos de Miller *et al.*,1998; Floros *et al.*, 2010; Steingraber e Gonçalves, 2013b; e Martine e Alves, 2015, com relação a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), compactuam com este estudo, pois os resultados indicaram que os dispêndios em P&D no setor público corroboram significativamente com o meio ambiente, pois geram externalidades positivas com redução dos impactos das emissões de CO<sub>2</sub>e no Brasil e especificamente no setor agropecuário (o setor agropecuário é de extrema importância para a economia nacional e inclusive mundial.).

Mas, ao contrário, os dispêndios em P&D no setor público promovem aumento das emissões de GGE no setor de energia, quando esperávamos que devido os aumentos da inserção de tecnologias limpas a produção de energia seria realizada sem as emissões de CO<sub>2</sub>e . Enquanto, os dispêndios em P&D no setor privado, não tem gerado externalidades nas emissões de CO<sub>2</sub>e. Os desembolsos de crédito pelo

BNDES têm promovido reduções nas emissões de CO<sub>2</sub>e nos processos industriais, mas não tem influenciado as emissões nos demais setores.

As análises dos impactos do crescimento econômico dos setores produtivos: agronegócios, indústria e serviços nas emissões de CO<sub>2</sub>e do Brasil sugeriram que o crescimento econômico do setor agronegócios impacta negativamente as emissões de CO<sub>2</sub>e do Brasil, enquanto o crescimento econômico da indústria não gera externalidades, no entanto, os aumentos no PIB do setor de serviços promovem reduções das emissões de CO<sub>2</sub>e.

Na análise dos efeitos do crescimento econômico individuais dos setores produtivos nas emissões de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) nos setores de emissões: Energia, processos industriais, resíduos, mudanças no uso da terra e agropecuária, encontrou-se os seguintes resultados: com o crescimento econômico do agronegócio apresentou evidências de impactar com aumentos das emissões de CO<sub>2</sub>e nas mudanças do uso da terra e na agropecuária, setores que são ligados diretamente as atividades do agronegócio; O crescimento econômico da indústria promove aumento das emissões de CO<sub>2</sub>e no setor agropecuário; O crescimento econômico do setor de serviços promove aumento das emissões de CO<sub>2</sub>e do setor de resíduos e não influencia nas emissões dos demais setores.

A análise das externalidades promovidas pelo PIB *per-capita* nas Emissões de CO<sub>2</sub>e do setor agropecuário no Brasil sugeriram indícios de que os aumentos, ao longo do tempo, do PIB *per capita* tem corroborado fortemente no aumento das emissões em CO<sub>2</sub>e agropecuário.

Os resultados deste estudo sugerem que, no Brasil, com os aumentos dos investimentos em P&D promoverá o crescimento econômico do país, pois os dispêndios em P&D se mostraram ser fundamentais para a sociedade alcançar os objetivos de crescimento econômico, de obtenção do bem-estar social, e conseqüentemente, ao longo do tempo, com a evolução de tecnologias limpas serão reduzidas as emissões de CO<sub>2</sub>e no Brasil proporcionando a conquista da sustentabilidade ambiental, tão importantes para o futuro da humanidade.

Ainda, os resultados recomendam que um país em desenvolvimento como o Brasil, deve construir políticas de mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> a partir de novas tecnologias e compensação em outros setores produtivos.

O conjunto de artigos que compõem esta tese apresentou contribuições efetivas para o arcabouço das pesquisas aplicadas, pois identificou empiricamente evidências

da importância do papel da Ciência, Tecnologia e Inovação no crescimento econômico brasileiro e mostrou evidências de externalidades neutras no BNDES na economia.