

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

Crescimento Econômico e Meio Ambiente
no Brasil: uma abordagem econométrica

Autor: Leandro Gustavo Albertão dos Santos
Orientador: Michel Ângelo Constantino de Oliveira

Campo Grande
Mato Grosso do Sul
Fevereiro - 2019

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

Crescimento Econômico e Meio Ambiente
no Brasil: uma abordagem econométrica

Autor: Leandro Gustavo Albertão dos Santos
Orientador: 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 *Strict Sensu* em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco - Área de concentração: "Sustentabilidade Ambiental e Produtiva" – Linha de Pesquisa "Agronegócio e Produção Sustentável"

Campo Grande
Mato Grosso do Sul
Fevereiro - 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237c Santos, Leandro Gustavo Albertão dos
Crescimento econômico e meio ambiente no Brasil :
uma abordagem econométrica / Leandro Gustavo Albertão
dos Santos; orientador Michel Ângelo Constantino de
Oliveira.-- 2019.
78 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado em ciências ambientais e sustentabilidade
agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo
Grande, 2019

1. Economia ambiental. 2. Curva Ambiental de Kuznets.
3. Sustentabilidade. 4. Desenvolvimento econômico
- Aspectos ambientais - Brasil. I. Oliveira, Michel
Angelo Constantino de. II. Título.

CDD: 333.7

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
Inspira e futuro

Crescimento Econômico e a Questão Ambiental no Brasil: uma abordagem econométrica

Autor: Leandro Gustavo Albertão dos Santos

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 14 de fevereiro 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. Milton Augusto Pasquotto Mariani – UFMS

Profa. Dra. Caroline Pauletto Spanhol Finocchio – UFMS

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu filho Otto e à minha esposa Rebeca, pelos incontáveis momentos de apoio.

Aos meus pais, pessoas iluminadas e sempre engajadas em meus projetos, exemplos de sabedoria, civilidade e educação.

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador, Prof. Dr. Michel Ângelo Constantino de Oliveira, pela parceria e confiança depositada em mim. Agradeço especialmente por sua paciência, simplicidade nos momentos de orientação, suas críticas pertinentes e sua imensa capacidade em agregar valor aos seus pares. Pessoa especial que fica para a vida.

Ao Prof. Dr. Heitor Miraglia Herrera que me acolheu à instituição trazendo-me confiança na realização deste imenso projeto.

A todos os professores e colaboradores do PPGCASA representados pela Prof.^a Dra. Antonia Railda Roel que constituíram a base com ensinamentos, reflexões, sugestões e contribuições indispensáveis.

A todos os colegas de curso que tive a sorte pelo convívio e que acrescentaram ainda mais valor em minha formação acadêmica e pessoal.

Aos colaboradores da secretaria do PPGCASA sempre dispostos a auxiliar nas atividades do programa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado imprescindível na concretização de todas as etapas do curso.

A Prof. Dra. Célia Maria Silva Correa Oliveira que enquanto Reitora da UFMS proporcionou a manutenção e disseminação dos programas de capacitação de pessoal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Ao Prof. Dr. Lincoln Carlos Silva de Oliveira e Prof. Dr. Silvio Cesar de Oliveira pelas diversas ações voltadas a concretização desta importante etapa de minha vida.

A todos os colegas da UFMS incentivadores e parceiros durante o transcorrer deste período.

Ao Prof Dr. Dercir Pedro de Oliveira (in memoriam) responsável, mesmo que em poucas palavras, por me abrir um novo caminho acadêmico.

SANTOS, Leandro Gustavo Albertão dos. **Crescimento econômico e a questão ambiental no Brasil: uma abordagem econométrica**. 2018. 85 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS, 2018.

RESUMO

A relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente se estreita a cada momento da história da humanidade e isto se observa também no Brasil. Diante de um cenário tradicional, de geração de resiliências mútuas; pretende-se apontar para a consolidação de um novo paradigma construtivo e mitigador entre ambos. Para tal foi elaborada uma sequência de análises econométricas distribuídas em três etapas; onde na primeira foi examinado o volume de emissões de CO₂ decorrentes do processo de crescimento econômico; enquanto que, na segunda foi verificada a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para o Brasil no período de 1996 até 2015, considerando o Produto Interno Bruto como fator do crescimento econômico e as emissões de CO₂ como variável ambiental; na terceira etapa foi investigada a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) no Brasil no período entre 1996 até 2016, com o Investimento Estrangeiro Direto (IED) como fator do crescimento econômico e as emissões de CO₂ de setores produtivos específicos como variável ambiental. Os resultados mostraram na primeira etapa que, ao longo do tempo, os impactos do crescimento econômicos se alternam entre negativos e positivos nas emissões de CO₂. Na segunda etapa o modelo da CAK não se consolida estatisticamente, enquanto que, o modelo em *formato de N* se aplica e, com isso, no decorrer do processo de desenvolvimento econômico ocorre a retomada da degradação ambiental. Na terceira etapa a aplicabilidade da CAK se mostra em 4 dos 5 setores da economia testados.

Palavras-chave: Economia. Meio ambiente. Sustentabilidade. Curva Ambiental de Kuznets.

SANTOS, Leandro Gustavo Albertão dos. **Economic growth and the environmental issue in Brazil: an econometric approach**. 2018. 85 f. Thesis (PhD in Environmental Sciences and Agricultural Sustainability) – University Catholic Dom Bosco, Campo Grande – MS, 2018.

ABSTRAT

The relationship between economic growth and the environment narrows at every moment in the history of humanity and this is also observed in Brazil. Faced with a traditional scenario, generating mutual resilience; it is intended to point to the consolidation of a new constructive and mitigating paradigm between the two. For this, a sequence of econometric analyzes distributed in three stages was elaborated; where the first examined the volume of CO₂ emissions from the process of economic growth; while the second one verified the applicability of the Kuznets Environmental Curve (CAK) to Brazil from 1996 to 2015, considering the Gross Domestic Product as a factor of economic growth and CO₂ emissions as an environmental variable; in the third stage, the applicability of the Kuznets Environmental Curve (CAK) in Brazil between 1996 and 2016 was investigated, with Foreign Direct Investment (FDI) as a factor of economic growth and CO₂ emissions of specific productive sectors as an environmental variable. The results showed in the first stage that, over time, the impacts of economic growth alternate between negative and positive CO₂ emissions. In the second stage, the CAK model does not consolidate statistically, whereas the N-model is applied and, in the course of the economic development process, the environmental degradation resumes. In the third stage the applicability of CAK is shown in 4 of the 5 sectors of the economy tested.

Key words: Economy. Environment. Sustainability. Environmental Kuznets Curve.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Emissões totais de CO ₂ no Brasil por setor (1996-2016)	27
FIGURA 2 - Correlação linear entre PIB e CO ₂ no Brasil 1996-2015	32
FIGURA 3 - Curva Ambiental de Kuznets	43
FIGURA 4 - Curva Ambiental de Kuznets	44
FIGURA 5 - IED Total e CO ₂ no Brasil 1996-2016.....	63
FIGURA 6 - IED setorizado e CO ₂ no Brasil 1996-2016	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultados das estimações dos modelos econométricos	33
TABELA 2 – Resultados dos Modelos	48
TABELA 3 - Bases Para Motivação da Internacionalização	58
TABELA 4 - Resultados das estimações dos modelos econométricos	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BACEN - Banco Central do Brasil

CO₂ - Dióxido de Carbono

COP 3 - Conferência das Partes Gases de Efeito Estufa

COP 21 - Conferência das Partes Gases de Efeito Estufa

GEE - Gases de Efeito Estufa

iNDC - intended Nationally Determined Contribution

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IED - Investimento Estrangeiro Direto

OLS - Ordinary Least Squares

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PIB - Produto Interno Bruto

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa

WCED - World Commission on Environmental and Development (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.2 Estrutura de Tese	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Crescimento Econômico e Meio Ambiente	16
2.2 Emissões de CO ₂	18
2.3 Investimento Estrangeiro Direto - IED.....	19
Referência	20
3 CRESCIMENTO ECONÔMICO E EMISSÕES DE CO ₂ NO BRASIL: uma abordagem econométrica.....	22
3.1 Introdução	23
3.2 Delineamento Analítico	24
3.2.1 O Brasil no contexto das emissões de CO ₂	26
3.3 Materiais e Métodos	29
3.3.1 Método de estimação	29
3.3.2 Modelos teóricos	30
3.3.2.1 Modelo 1	30
3.3.2.2 Modelo 2	30
3.3.2.3 Modelo 3	30
3.3.2.4 Modelo 4	30
3.3.2.5 Modelo 5	31
3.4 Resultados e Discussão	31
3.5 Conclusões.....	35
Referências	37
4 ANÁLISE DA CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS: Evidências empíricas para o Brasil entre 1996 a 2015	40
4.1 Introdução	41
4.2 Revisão da Literatura.....	42
4.3 Materiais e Métodos	45

4.3.1 Método de estimação e análise.....	45
4.4 Resultados e Discussão	47
4.5 Conclusões.....	49
Referências	50
5 INVESTIMENTOS ESTRANGEIROS DIRETOS E EMISSÕES DE CO₂:	
uma análise a luz da Teoria da Curva Ambiental de Kuznets.....	53
5.1 Introdução	53
5.2 Referencial Teórico.....	55
5.2.1 Cenário Brasil	56
5.2.2 O Investimento Estrangeiro Direto – IED.....	57
5.2.3 Aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets	59
5.3 Materiais e Métodos	61
5.3.1 Método de estimação	61
5.3.1.1 Modelo teórico linear	62
5.3.2 Aplicabilidade da CAK.....	62
5.3.2.1 Modelo teórico aplicabilidade de CAK	62
5.4 Resultados e Discussão	63
5.4.1 Análise econométrica	66
5.5 Conclusões.....	69
Referência	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico tem sido apontado como um dos principais responsáveis pelas ações de degradação do meio ambiente pelo efeito escala de produção (GROSSMAN; KRUEGER, 1991). A maior capacidade de consumo da população acarreta aumento da demanda produtiva intensificando o consumo de recursos naturais. O valor acumulado do Produto Interno Bruto (PIB) no Brasil desde 1996 até dias atuais é de praticamente 600%, em 23 anos (BACEN, 2018). Diante do contexto do aumento do consumo dos recursos naturais, existe a necessidade ambiental em controlar sua exploração, visando minimizar os impactos ambientais.

Everett et al. (2010) aponta como responsável pela degradação ambiental o crescimento econômico; contudo, elenca também que este crescimento econômico seja peça chave na efetivação de um modelo sustentável. Assim, estes dois fatores possuem fluxos contínuos de interação e o equilíbrio entre eles é essencial para o desenvolvimento humano sustentável.

A preocupação com a conservação ambiental deve considerar o crescimento econômico como importante aporte de melhores condições de vida para a sociedade, como a disseminação da informação, a geração de novas tecnologias e o fomento de inovações (ROCHA; KHAN; LIMA, 2013).

A avaliação do crescimento econômico foi adotada desde os primórdios da sociedade moderna e pode ser considerado mutável em razão do período histórico a sua aplicação. Na antiguidade, por exemplo os Impérios Grego, Romano e Chinês eram balizados economicamente pelo acúmulo de metais preciosos que possuíam. Após a Segunda Guerra Mundial o principal balizador econômico se inclinou para a capacidade produtiva da nação (ROCHA; KHAN; LIMA, 2013). Para representação desta produção foi estabelecido o Produto Interno Bruto (PIB) como indicador; pois, por suas características de periodicidade, critério nos registros e presença globalizada, capacitam análises comparativas.

A partir do fenômeno da Globalização consolidado a partir da década de 1990, o crescimento econômico ganha novas formatações mercadológicas mundiais; como as que convergiam para a transposição total das fronteiras físicas em decorrência dos Investimentos Estrangeiros Diretos (IED) (ALVIM, 2009). O IED foi definido

como sendo recursos de investidores de um determinado país aplicados no estabelecimento de novas empresas ou na aquisição (total ou parcial) de empresas, instalações e/ou estoques existentes em outro país (SOUSA, 2001).

Neste contexto, países e empresas se tornaram alvo e parceiros; enquanto, o IED se mostrava ferramenta consistente pelas vantagens competitivas, barateamento da produção, inclusão em novos mercados consumidores, internalização de tecnologias e procedimentos, entre outros (GUEDES, 2007). Neste ponto é importante destacar o Brasil como ambiente de estudo e sua condição *sui generis*; que, mesmo estando entre as principais economias do mundo, necessita de aportes internacionais, os Investimentos Estrangeiros Diretos, para alavancar seu nível de produção, e por consequência, os dos diversos setores de sua economia.

Na composição ambiental, se mostrando tão relevante quanto o PIB, está o volume de emissões de CO₂; pois se relaciona a questões oriundas da produção, possui relevância mundial e está em voga como fator determinante para o futuro do homem na terra. Nesta vertente, cada vez mais, pesquisadores avançam na direção da relação positiva entre o crescimento econômico e o meio ambiente.

Para suprir a análise deste cenário foi apontada a Curva Ambiental de Kuznets elaborada por Grossman e Krueger (1991). Conforme sua Teoria esta ferramenta seria capaz de incorporar fatores de crescimento econômico e de meio ambiente. Pela aplicabilidade da hipótese de *U-invertido*, na relação entre produção e uma variável ambiental. De forma resumida: em um primeiro momento a produção cresce e a degradação ambiental também cresce; contudo, após um determinado tempo, o crescimento da produção gera um ponto de inflexão e a degradação ambiental entra em declínio.

Como norteadores do estudo estiveram sob a análise, no Brasil, três questionamentos principais: a relação entre os valores do PIB e os volumes das emissões de CO₂; a aplicabilidade da CAK para os valores entrantes de IED locados nos principais setores produtivos elencados pelo PIB e seus reflexos nos volumes de emissões de CO₂. A aplicabilidade da CAK na identificação individualizada dos setores produtivos vinculados ao IED como possíveis responsáveis pela emissão do CO₂; fornecem, um quadro da relação entre crescimento econômico IED, PIB e CO₂.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o impacto do crescimento econômico no meio ambiente brasileiro.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ examinar a relação entre o CO₂ e o crescimento econômico no Brasil a partir de uma abordagem econométrica;
- ✓ verificar a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para o Brasil, a partir de séries temporais entre 1996 e 2015;
- ✓ investigar a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) na relação entre os volumes de emissões de CO₂ e os valores de Investimento Estrangeiro Direto (IED) entre 1996 até 2016.

1.2 Estrutura de Tese

A estrutura desta Tese está organizada em formato de múltiplos artigos, dividida em 4 partes a partir da Revisão Bibliográfica.

A primeira parte conta com o artigo que examina as relações entre o crescimento econômico e os volumes de emissões do CO₂ no Brasil para o período entre 1996 até 2015. As variáveis utilizadas vinculam especificidades dos setores produtivos da agropecuária, energia, Mudança do Mudança do Uso da Terra e da Floresta e da Floresta, processos industriais e resíduos, confrontados com indicadores econômicos do PIB, PIB do Agronegócio, Área Plantada e PIB per capita.

A segunda parte mostra a verificação da aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets no Brasil com séries temporais no período entre 1995 e 2015; tomando o Produto Interno Bruto (PIB) como variável do fator de crescimento econômico e o relacionando com as emissões de CO₂ entendida como variável ambiental. A terceira parte traz o artigo que investiga a aplicabilidade da CAK para as relações entre o fator econômico IED e as emissões de CO₂ oriundas de setores produtivos pré-determinados. A quarta e última parte apresenta a Conclusões tomadas a partir dos artigos elencados na Tese.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Crescimento Econômico e Meio Ambiente

No início da Era Industrial as ações estavam totalmente voltadas aos volumes de produção; desconsiderando aspectos humanos e ambientais. Os modelos de produção que ignoram o meio ambiente são cada vez mais alvo de apontamentos negativos por setores da sociedade; estes pressionam para um modelo de equilíbrio entre o crescimento econômico e a conservação ambiental (ROCHA, KHAN, LIMA, 2013). O entendimento do papel do meio ambiente perpassa a condição de integrante dos fatores de produção e econômicos e apresenta a sua importância também como recurso de preservação a vida quando, por exemplo, se constituem em proteção contra intempéries, purificação da água e sequestro de carbono (CUNHA; SCALCO, 2013).

Estudos da relação do crescimento econômico com o meio ambiente foram registrados desde a década de 1960. A partir do desenvolvimento do assunto estudos diversificam e passam a considerar diferentes aspectos da relação, como as limitações à produção impostas pelo ambiente decorrentes do controle da poluição; as questões da geração de resíduos e; a utilização de recursos naturais (ARRAES; DINIZ; DINIZ, 2006).

O crescimento econômico das últimas décadas impulsionou renda, qualidade de vida e desenvolvimento em ciência e tecnologia; porém, acarretou também impactos ambientais como a alteração climática que impacta, por sua vez, no bem-estar social. A partir deste cenário, estudos objetivam o equilíbrio entre o crescimento econômico e o meio ambiente (COUTINHO, 2010; CUNHA; SCALCO, 2013). Para o *Relatório Brundtland* estão entre os fatores responsáveis pelos impactos ambientais e emissões de CO₂ as ações de produção como por exemplo a produção de energia (LEE, 2005, 2006; ANG, 2007; ZHANG, 2009, CARVALHO; ALMEIDA, 2010).

O Relatório de Brundtland elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environmental and Development - WCED), buscava apresentar composições sustentáveis entre crescimento econômico e meio ambiente sem perdas consideráveis para a economia; compondo

assim, o conceito de desenvolvimento sustentável e depositando então, no crescimento econômico a chance de preservação ambiental (CARVALHO; ALMEIDA, 2010).

A composição entre o crescimento econômico e a preservação ambiental está representada em estudos pela Curva Ambiental de Kuznets (CAK). Este conceito se mostrou no início dos anos de 1990 descrevendo uma relação temporal entre a poluição e o crescimento econômico de um país. Em um país com uma economia fraca os aumentos na produção auxiliam diretamente no crescimento econômico; porém, resultam em emissões poluidoras devido ao baixo interesse no controle da degradação ambiental. Contudo, o fortalecimento da economia do país, faz com que este país busque novos parâmetros de proteção ambiental. Com uma economia forte é possível o decréscimo da degradação ambiental. Portanto, uma melhor condição ambiental ocorre atrelada ao crescimento econômico (DEACON; NORMAN, 2004).

O estudo inicial de Grossman e Krueger (1991) aponta para a hipótese da representação gráfica em forma de *U invertido* para a relação entre fatores do crescimento econômico e de degradação ambiental. Resumidamente, a CAK pode ser demonstrada quando o Produto Interno Bruto (PIB) aumenta a degradação ambiental cresce; contudo, a partir de um determinado momento, o aumento do PIB propicia uma redução da degradação ambiental (GROSSMAN; KRUEGER, 1991; LIST; GALLET, 1999; ARRAES; DINDA, 2005; ARRAES; DINIZ; DINIZ, 2006; CARVALHO; ALMEIDA, 2010; CUNHA; SCALCO, 2013; ÁVILA; DINIZ, 2015).

Mesmo diante de volumosa literatura apoiada na CAK para descrever cenários de interação entre o crescimento econômico e a degradação ambiental existem autores que denotam pontos fracos na hipótese da CAK; como De Bruyn, Van Den Bergh e Opschoor (1998) que apontam para o formato de *U invertido* se mostrar apenas como estágio inicial da relação do crescimento econômico e as pressões sobre o meio ambiente. Após certo nível de renda uma nova inflexão surgiria decorrente dos altos níveis de crescimento e a degradação ambiental retornaria; gerando um *formato N* (CARVALHO; ALMEIDA, 2010).

Em um primeiro momento a CAK apresentada por Grossman e Krueger (1991) apontava para a quebra de barreiras comerciais do NAFTA sobre a degradação ambiental com resultantes como incrementos nos EUA e Canadá em capital humano e geração novas tecnologias mais limpas. Esta composição acabou gerando uma recomposição de mercado que incentivou a busca por novas áreas de produção com alto grau de regulamentação e posteriormente uma composição de *U invertido* (ROCHA, KHAN, LIMA, 2013).

A relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente representada pela CAK mostra uma decomposição de análise apontada por Grossman e Krueger (1991) que a decompõem em três tipos de efeitos: 1 – efeito escala da produção; 2 – efeito de composição da produção e 3 – efeito de níveis tecnológicos. Os autores afirmam que a pressão sobre o meio ambiente aumenta com o aumento da produção (*o efeito escala de produção*); contudo esta composição pode ser descaracterizada pelo efeito de composição da produção (2) e/ou o efeito de níveis tecnológicos (3). Esta descaracterização é reconhecida como um descolamento entre os efeitos da CAK. Também são apontados como fatores de descolamento aqueles decorrentes dos primeiros, que são: regulação, educação e conscientização ambiental.

Dentre as análises realizadas pelos estudos baseados na CAK o do Banco Mundial elaborado por Shafik e Bandyopadhyay (1992) que aponta para evidências de que emissões de CO₂ aumentam acompanhando o aumento da renda. Assim, o CO₂ se mostra como uma possível variável para análises da CAK.

2.2 Emissões de CO₂

Os volumes de emissões mundiais de gases de efeito estufa (GEE) em 2015 chegaram a 53 bilhões de toneladas de carbono equivalente (Gt CO₂e). A unidade de medida (CO₂e) tem como base a soma e conversão de todos os gases vinculados ao efeito estufa e convertidos em uma métrica única e usual; seguindo a composição determinada pelo Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP) (BRASIL, 2014).

As emissões mundiais de gases do efeito estufa (GEE) somavam cerca de 53 bilhões de toneladas de carbono equivalente (Gt CO₂e) em 2015, enquanto que o

Brasil apontou neste mesmo ano 2 Gt CO₂e, volume equivalente a 3,9% das emissões globais anuais brutas e 2,9% das emissões líquidas; implicando em uma baixa representatividade frente ao cenário mundial de emissões (SEEG, 2019).

As emissões de CO₂ são enquadradas em 5 setores de produção para a melhor composição dos dados, são eles: Energia, Processos Industriais, Agropecuária, Mudança no Uso de Terra e Floresta e, Tratamento de Resíduos (BRASIL, 2014). O país conta com uma Política Nacional de Mudanças Climáticas direcionada a redução de emissões de 36,1% até 38,9% projetadas para 2020. Ações nos setores da agricultura, no combate ao desmatamento, indústria, energia, transportes e mineração buscam a dar suporte a esta meta.

O acompanhamento das emissões de CO₂ no Brasil estão alocadas no Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Composto a partir de uma iniciativa do Observatório do Clima o SEEG trata e disponibiliza os dados sobre emissões de GEE no Brasil com metodologia estruturada e cientificamente aprovada (AZEVEDO et al., 2018)

2.3 Investimento Estrangeiro Direto - IED

Os investimentos estrangeiros diretos (IEDs) são definidos como recursos de investidores de um determinado país aplicados no estabelecimento de novas empresas ou na aquisição (total ou parcial) de empresas, instalações e/ou estoques existentes em outro país (SOUSA, 2001).

A adoção de critérios econômicos para a avaliação de desempenho dos países é aceita desde os primórdios da composição produtiva. Estes fatores podem ser considerados mutáveis em sua importância em razão do período histórico a que são aplicados. Parâmetros sociais, culturais, ambientais, entre outros tomaram importância a partir da conscientização de suas importâncias para determinadas estratégias e tomadas de decisão.

Para definir a composição do IED no Brasil estudos de analisam os principais determinantes para o estabelecimento dos fluxos. Os resultados apontam para um IED não influenciador do crescimento do PIB e que as variáveis que fomentam a

entrada do IED são a potência do PIB e o coeficiente de abertura econômica. (CARMINATI; FERNANDES, 2013).

Os determinantes de entrada de IED na economia brasileira estão apoiados na Teoria Eclética formulada por Dunning (1981, 1993, 1999). Esta aponta para falhas de mercado, como a existência de custos de informação e transação, oportunismo dos players e especificidades dos ativos, fariam com que, uma organização buscasse esse tipo de estratégia econômica; somado a isto, existem as variáveis como: as características do país, operacionais e estratégias da empresa (CARMINATI; FERNANDES, 2013).

Países em desenvolvimento, como o Brasil, se encontram em destaque para a movimentação de IED e podem constituir importante aporte financeiro para os setores produtivos do país, além de, possibilitar outros fatores positivos como a inovação tecnológica, expansão da produção, novas estratégias administrativas, entre outras.

Referência

ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ÁVILA, Ednilson Sebastião de; DINIZ, Eliezer Martins. Evidências sobre Curva Ambiental de Kuznets e convergência das emissões. **Estud. Econ.**, São Paulo, vol.45, n.1, p. 97-126, Jan.-Mar. 2015

AZEVEDO, T.R. et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. *Nature*, Maio, 2018. Disponível em <<https://www.nature.com/articles/sdata201845>>. Acesso em: 20 Fev, 2019. DOI: 10.1038/sdata.2018.45

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 2. ed. Brasília: MCTI, 2014.

CARMINATI, João Guilherme de Oliveira; FERNANDES, Elaine Aparecida. O impacto do investimento direto estrangeiro no crescimento da economia brasileira. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 41, jul./dez. 2013.

CARVALHO, Terciane Sabadini; ALMEIDA, Eduardo. A hipótese da Curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial. **Est. econ.**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 587-615, Jul – Set., 2010.

COUTINHO, L. A capa de gases de efeito estufa sobre o planeta constitui na verdade, uma falha maciça de mercado. In: ARNT, R. (Org.). **O que os economistas pensam sobre sustentabilidade**. São Paulo: 34, 2010.

CUNHA, Cleyzer Adrian; SCALCO, Paulo Roberto. **REDES - Rev. Des. Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 214 - 230, maio/ago 2013.

DE BRUYN, S. M.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; OPSCHOOR, J. B. Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 25, p. 161-175, 1998.

DEACON, R.; NORMAN, C. S. Is the Environmental Kuznets Curve an empirical regularity? **Economics Working Paper**, 2004.

DINDA, S. A theoretical basis for the Environmental Kuznets Curve. **Ecological Economics**, v. 53, p. 403 – 413, 2005.

DUNNING, J. H. International production and the multinational enterprise. London: **George Allen & Unwin**, 1981.

_____. The eclectic paradigm of international production: A restatement and some possible extensions. **Journal of international business studies**, n. 19, p.1-31, 1988.

_____. Multinational enterprises and the global economy. New York: Addison-Wesley, 1993.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Environmental impacts of a North American free trade agreement. **National Bureau of Economic Research**, 1991.

LIST, J.A.; GALLET, C.A. The environmental Kuznets curve: does one size fit all? **Ecological Economics**, n. 31, p. 409-423, 1999

SEEG – O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estuda. **Contexto**. Rio de Janeiro: SEEG, 2019.

SHAFIK, N., BANDYOPADHYAY, S. Economic growth and environmental quality: a time series and cross-country evidence. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 4, p.1-24, 1992.

SOUSA, S. A. **Investimento estrangeiro direto no Brasil**. 2001. Disponível em: <www.univap.br/biblioteca/hp/Mono%202001%20Rev/014.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2012.

STERN, D. I. The rise and the fall of the Environmental Kuznets Curve. **World Development**, v. 32, n. 8, p. 1419-1439, 2004.

3 CRESCIMENTO ECONÔMICO E EMISSÕES DE CO₂ NO BRASIL: uma abordagem econométrica

RESUMO

As atividades produtivas são recorrentes causadores de externalidades, e a literatura é controversa quanto ao real impacto destas atividades ao meio ambiente, ora sendo responsável por externalidades negativas, ora positivas. Este estudo objetivou analisar o impacto do crescimento econômico nas emissões de CO₂ brasileiras para o período entre 1996 e 2015. Cinco setores produtivos foram investigados: Agropecuária, Energia, Mudança do Uso da Terra e da Floresta, Processos Industriais e Resíduos e relacionados com PIB, PIB do Agronegócio, Área Plantada e PIB per capita, como fontes de crescimento econômico. A pesquisa foi exploratória, inédita e baseada em modelos econométricos com método linear (OLS). Os resultados empíricos indicam que, ao longo do tempo, os impactos do crescimento econômico foram negativos nas emissões de dióxido de carbono para o Brasil. O modelo econométrico da energia apresentou a melhor significância, foi controverso aos resultados em países desenvolvidos e para o modelo do setor agropecuário, o segmento que mais impactou foi a fermentação entérica. A análise a partir das emissões de CO₂ aponta o Brasil como um país empiricamente sustentável

Palavras-chave: Crescimento Econômico; Emissões de CO₂; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Productive activities are recurrent causes of externalities, and the literature is controversial as to the real impact of these activities on the environment, sometimes being responsible for negative externalities, sometimes positive. This study analyzes the impact of economic growth on Brazilian CO₂ emissions for the period between 1996 and 2015. Five sectors were investigated: Agriculture, Energy, Land Use and Change, Industrial Processes and Residues and related to GDP, Agribusiness GDP, Area Planted and GDP per capita as sources of economic growth. The research was exploratory, unpublished and based on econometric models with linear method (OLS). The empirical results indicate that, over time, the impacts of economic growth were negative on carbon dioxide emissions for Brazil. The econometric model of energy presented the best significance, it was controversial to the results in developed countries and for the model of the agricultural sector, the segment that most affected was the enteric fermentation. Brazil is incipient in its economic performance when compared to developing countries. The analysis from CO₂ emissions points to Brazil as an empirically sustainable country.

Keywords: Development; Environment; Econometrics; Modeling; Economy.

3.1 Introdução

Os modelos atuais de crescimento econômicos foram baseados no acúmulo de capital vinculados ao volume de produção sem considerar de forma concreta a importância de ações de sustentabilidade voltadas ao meio ambiente. A necessidade da imposição de limitações a utilização dos recursos ambientais e a construção de parâmetros adequados de produção sustentável surgiram como alternativa a uma prática predadora.

O Protocolo de Kyoto de 1997, ocorreu na terceira Conferência das Partes¹ (COP 3) e é reconhecidamente um marco governamental comunitário voltado a redução das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE), dos quais o dióxido de carbono é o maior representante. Dentre as metas do Protocolo estavam a redução em 5% da emissão dos GEE em parâmetros de 1990 para os países desenvolvidos. A última evolução daquela primeira tentativa se concretizou na COP 21 (2015), realizada na França, com a elaboração do Acordo de Paris, por meio do qual, 195 países concordaram em parametrizar suas metas voluntárias de redução de emissão de CO₂, restringindo em menos de 2°C o aumento da temperatura do Planeta até 2100.

Desde os anos 1970, as emissões *per capita* de dióxido de carbono no Brasil são crescentes, em média, 1,6% ao ano. Nos anos 1990, a taxa de emissão incluiu o indicador denominado Mudança do Uso da Terra e da Floresta, que capacita a estratificação dos setores responsáveis pelas emissões de CO₂. Segundo o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa², a partir deste indicador, é possível observar as implicações do agronegócio na composição das emissões de

¹ “A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que reúne anualmente os países Parte em conferências mundiais. Suas decisões, coletivas e consensuais, só podem ser tomadas se forem aceitas unanimemente pelas Partes, sendo soberanas e valendo para todos os países signatários. Seu objetivo é manter regularmente sob exame e tomar as decisões necessárias para promover a efetiva implementação da Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos que a COP possa adotar” (MMA, 2017).

² O SEEG “é uma iniciativa do Observatório do Clima que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, documentos analíticos sobre a evolução das emissões e um portal na internet para disponibilização de forma simples e clara dos métodos e dados gerados no sistema. As Estimativas de Emissões de Gases do Efeito Estufa são geradas segundo as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), com base nos dados dos Inventários Brasileiros de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e em dados obtidos junto a relatórios governamentais, institutos, centros de pesquisa, entidades setoriais e organizações não governamentais” (SEEG, 2017).

dióxido de carbono. Em 2013, o Brasil possuía uma taxa de emissão de 2,4 toneladas de CO₂ por habitante e, no ano seguinte, considerando seus números absolutos (aproximadamente 501 Kt), o país alcançou o décimo lugar entre os maiores emissores de dióxido de carbono no mundo (SEEG, 2017)³.

As atividades produtivas tais como a indústria e agropecuária são recorrentes causadores de pressões sobre o ambiente e a literatura se mostra controversa quanto ao real impacto destas atividades no meio ambiente, ora sendo responsável por externalidades negativas, ora positivas. A investigação empírica tem procedimentos metodológicos capazes de responder controversas teóricas, uma delas é a abordagem econométrica.

O presente estudo investiga a relação entre crescimento econômico e emissões de CO₂ no Brasil entre 1996 e 2015 por meio de uma abordagem econométrica. O efeito ambiental analisado está relacionado às emissões de dióxido de carbono, pois, de acordo com o Greenpeace (2014), a principal fonte humana de CO₂ na atmosfera é a queima de combustíveis fósseis para a produção de energia e o transporte. Para examinar o impacto do crescimento econômico, às variáveis foram: Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, PIB do agronegócio, Área plantada, e PIB total. Para compor os dados em séries de tempo de CO₂ no Brasil, as emissões de dióxido de carbono foram divididas por setor, mediante a elaboração de um modelo econométrico de análise, aplicando modelagem com método linear (*Ordinary Least Squares – OLS*) para cada um dos cinco setores distintos: energia, agropecuária, mudança de uso na terra, resíduos e processos industriais.

3.2 Delineamento Analítico

O estado da arte, sobre as relações dos possíveis fatores condicionantes de emissões de CO₂ e conseqüentemente atores nos termos da degradação ambiental, verificados de forma analítica e sistemática, mostram volume e principalmente estão direcionamentos à identificação das forças das relações envolvidas no tema. Dentre os estudos se destacam Kraft e Kraft (1978) que verifica que a produção compõe uma causalidade unidirecional em direção ao consumo de energia.

³ Ver mais em <http://seeg.eco.br/>

A partir de Kraft e Kraft (1978), são apresentadas continuidades de emissões de CO₂ que diferem nas análises quanto aos fatores, períodos e fronteiras geográficas – como na Índia, onde Ghosh (2010) verifica a causalidade de nexo entre emissões de CO₂ e o desenvolvimento econômico, enquanto na China, Zhang e Cheng (2009) mostram os nexos entre consumo de energia, emissão de carbono e desenvolvimento econômico. Na África, Akinlo (2008) segue esta composição e aloca a análise entre o consumo de energia e o desenvolvimento econômico. A América Central é estudada por Apergis e Payne (2009), com a indicação de nexos também entre o consumo de energia e o desenvolvimento econômico. Apesar da posição frente ao Protocolo de Kyoto, o Canadá é representado por Ghali e El-Sakka (2004) na composição de relações entre o uso da energia e a produção. Na Europa, Ang (2007) aponta para composições semelhantes na França. Ainda existem estudos que consideram fatores considerados holísticos, como a renda – o exemplo está em Coondoo e Dinda (2008), que verificam a composição entre a renda e as emissões de dióxido de carbono. Lee (2005; e 2006) mostra a relação entre o consumo de energia e a produção por índices do Produto Interno Bruto dos países pertencentes ao G-11.

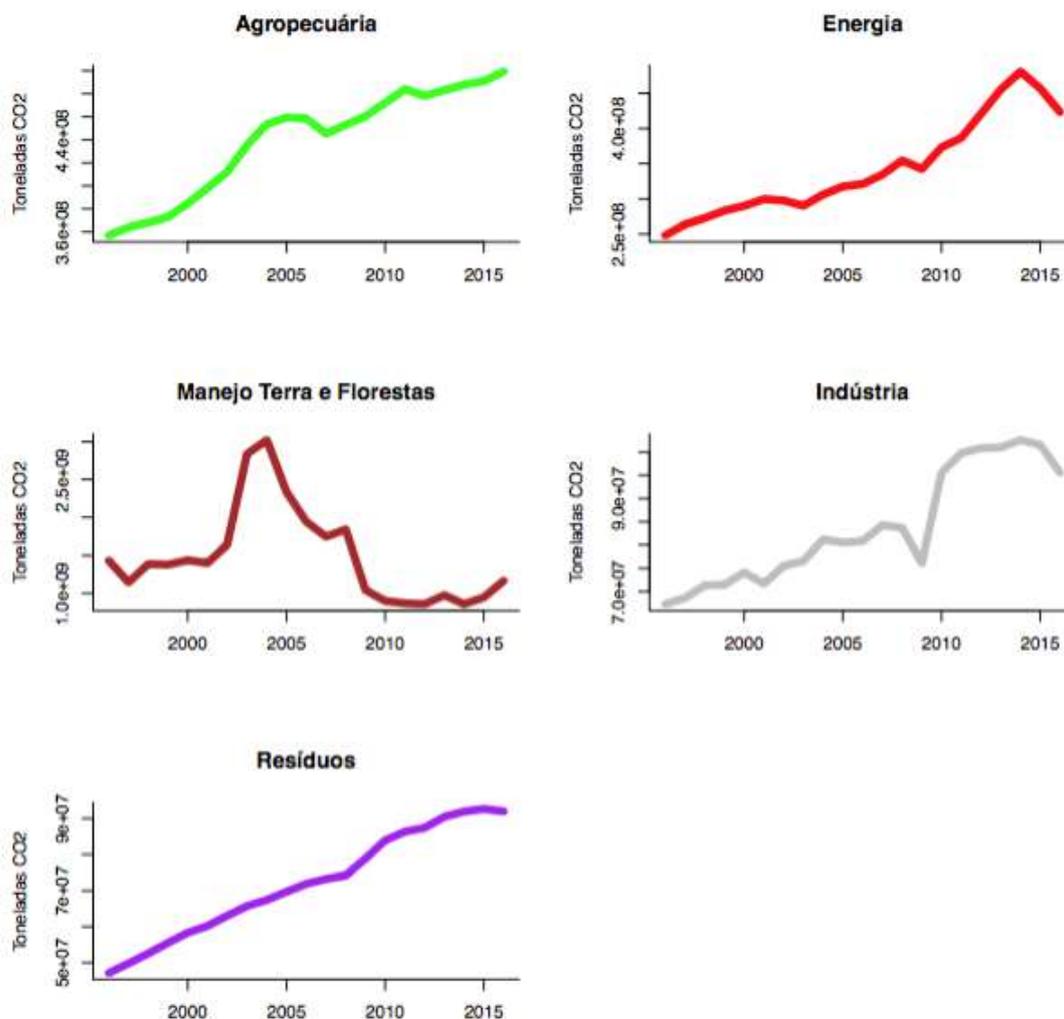
Shaari et al (2016) utilizaram modelos econométricos lineares e não lineares para medir os efeitos das Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) sobre as emissões de CO₂. Para os trabalhos empíricos citados, assume-se como hipótese, então, a condição de que o desenvolvimento econômico traz prejuízo ao ambiente, sendo necessário o entendimento criterioso deste nexo para a construção de estratégias mitigadoras, capazes de suprir as necessidades econômicas e ambientais. Desde o trabalho seminal de Kraft e Kraft (1978), autores trazem estudos referentes a avaliação do grau do impacto ambiental causado pelo resultado das ações de produção. Apontam nesta direção os estudos de Borhan, Ahmed e Hitam (2012), desenvolvidos na Ásia; Gosh (2010) aponta para os índices desta relação na Índia, enquanto, na França, Ang (2007) destaca que “o consumo de energia tem impacto direto no nível de poluição ambiental”. Outra condição assumida é de que o agronegócio também interfere no ambiente, e, portanto, a análise do grau de relações entre estes fatores é de suma importância para a geração de formatações futuras para o desenvolvimento econômico e ambiental.

3.2.1 O Brasil no contexto das emissões de CO₂

O Brasil assinou o tratado do clima no iNDC – Contribuição Nacional Determinada (*intended Nationally Determined Contribution – iNDC*)⁴ e com base nos volumes de emissões de CO₂ de 2005 assumiu o compromisso para uma a redução de emissões de CO₂ em 37% até o ano de 2025 e em 43% até o ano de 2030 (MMA, 2015a).

Especificidades brasileiras como ser um país em desenvolvimento, possuir um arcabouço tecnológico incipiente e uma industrialização tardia, se somam a contraposições de volumes de emissões de CO₂ em queda nos últimos 15 anos e os seus principais emissores CO₂ demonstram taxas decrescentes (IBGE, 2015). Para investigar as emissões de CO₂ no Brasil é necessária a distinção por setores e uma série de dados que possa analisar o comportamento ao longo do tempo. Separados por setor, é possível visualizar a variação decrescente ao longo do tempo das emissões, a Figura 1 apresenta o comportamento das emissões totais de dióxido de carbono no Brasil de 1996 a 2016.

⁴ <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>

FIGURA 1 - Emissões totais de CO₂ no Brasil por setor (1996-2016)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da SEEG, 2017.

De acordo com Käsmayer e Neto (2016)⁵, o Acordo de Paris, ratificado no Brasil em 2016, representa o início de um novo paradigma de sustentabilidade: o paradigma climático, cuja incitação é a de harmonizar a política climática com o desenvolvimento sustentável em todos os setores.

Além da meta voluntária apresentada pelo Brasil de redução dos GEE em 43% até 2030, com lastro em valores de 2005⁶, pode ser somadas a esta meta então compromissos de garantir 45% de fontes renováveis na matriz energética, ampliar 23% as fontes renováveis para fornecimento elétrico e erradicar o desmatamento ilegal. O Brasil também indica uma redução de 41,1% nas emissões de GEE entre

⁵<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td215>

⁶<http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=1216>

2005 até 2012; isto vinculado com uma política governamental agressiva de controle do desmatamento da Amazônia Legal, que abrange o estabelecimento de fronteiras agrícolas, demarcação e obediência de áreas de proteção ambiental, utilizando o indicador Mudança do Uso da Terra e da Floresta (MMA, 2015a). Para a capacitação destas metas de emissões de CO₂ vinculadas a setores produtivos agrícolas se mostram necessárias análises e acompanhamento sistematizados de grupos de estudo estruturados para a pesquisa e desenvolvimento.

Os aportes de produção, agronegócio e emissões de CO₂ compõem um grupo maior de objetivos ligados às ciências ambientais. É grande o volume de pesquisas, abordando: as relações entre os fatores de produção e do agronegócio; os de produção e os de emissões de CO₂; assim como os do agronegócio e os de emissões de dióxido de carbono. Em sua grande maioria os estudos focam na análise de uma única variável vinculada as emissões de CO₂; enquanto que, a proposição deste trabalho está em analisar a relação entre os principais fatores de crescimento econômico apontados pelo PIB com os volumes de emissões de CO₂; compondo assim, um cenário mais completo sobre as variáveis e seus efeitos sobre as emissões de CO₂.

O Brasil se apresenta como uma das grandes forças do mercado mundial, chegando a compor indicadores de liderança em vários setores de produção, como é o caso do agronegócio, no qual estão produtos como a soja, o milho, as carnes, entre outros. Assumindo características dos países em desenvolvimento, observa-se aumentos absolutos dos números de habitantes, de consumo e de pressão sobre fronteiras, imposições da economia globalizada. Esta composição tão específica condiciona um estudo reconhecidamente longitudinal, entre 1996 até 2015, por meio do qual, resultados e observações da relação das variáveis são colhidos especificamente para o Brasil.

A partir do cenário brasileiro, mostra-se necessária a realização de uma pesquisa com evidências empíricas, utilizando de séries temporais, voltados a analisar as relações causais entre as emissões de CO₂, o agronegócio e a atividade econômica geral. É com esse propósito que se desenvolve este estudo e direciona-se seu objetivo para examinar a relação entre o crescimento econômico e o CO₂ no Brasil, a partir de uma abordagem econométrica.

3.3 Materiais e Métodos

A econometria trata de quantificar, representar numericamente as relações econômicas, fazendo uso da teoria econômica, matemática e estatística. Pode atender a critérios específicos e estabelecer relações precisas entre parâmetros pré-determinados. Com esta composição seria possível atender a análises, realizar projeções e testar hipóteses. A inferência de uma determinada amostra pode gerar uma conclusão sobre o universo; ou seja, partindo de algo mais restrito compor um quadro geral. A análise de regressão permite especificar, estimar parâmetros e testar hipóteses sobre a função pesquisada (PERDIGÃO; HERLINGER; WHITE, 2012).

Os dados apreciados neste trabalho foram alocados em séries temporais e abrangem o período entre 1996 e 2015. Este período foi estabelecido devido as condições impostas pelas estruturas de disponibilização dos dados por parte de suas fontes. Para dados específicos das emissões de dióxido de carbono, foi utilizada a base de dados da SEEG, gerados a partir de diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Os dados econômicos foram obtidos no Banco Central do Brasil (BACEN), Organização Mundial do Comércio (OMC) e Organização das Nações Unidas (ONU). A uniformização dos valores obedeceu a conversão para o Dólar Americano (USD) na cotação de 2007. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ofereceu os dados referentes ao Mudança do Uso da Terra e da Floresta, e, neste sentido, a aplicabilidade se deu na unidade de milhões de Hectares.

3.3.1 Método de estimação

Para análise empírica anual, foi definida a modelagem econométrica como procedimento metodológico, e o método para a estimação foi o Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A partir de cinco modelos teóricos, o objetivo é analisar a relação entre as variáveis de crescimento econômico e as emissões de CO₂. As variáveis explicativas foram o Produto Interno Bruto total, PIB *per capita*, PIB do agronegócio e a área plantada, em hectares, todos os dados foram *loglinearizados*. Para as emissões de dióxido de carbono, houve uma divisão em cinco setores distintos: energia, agropecuária, mudança de uso na terra, resíduos e processos industriais.

A qualidade e ajustes dos valores obtidos na regressão é medida com o índice “R²” (*R-squared*). O coeficiente de determinação, chamado de R², é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado, como a regressão linear, em relação aos valores observados. O R² varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R², mais explicativo é modelo, ou seja, melhor o modelo se ajusta à amostra (GUJARATI, 2011).

3.3.2 Modelos teóricos

3.3.2.1 Modelo 1

$$CO2terra_t = \beta_0 + \beta_1 PIB_t + \beta_2 PIBpc_t + \beta_3 \acute{A}rea_t + \beta_4 PIBAgro_t + \varepsilon_t$$

Onde "*CO2terra_t*" são os dados de emissão do setor Mudança de Uso na Terra, e as variáveis explicativas são Produto Interno Bruto total (PIB), PIB *per capita* (PIBpc), PIB do agronegócio (PIBAgro) e a área plantada (Área), em hectares. Os " $\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$ " são os coeficientes angulares da regressão linear e " ε_t " é o erro aleatório.

3.3.2.2 Modelo 2

$$CO2resíduo_t = \beta_0 + \beta_1 PIB_t + \beta_2 PIBpc_t + \beta_3 \acute{A}rea_t + \beta_4 PIBAgro_t + \varepsilon_t$$

Onde "*CO2resíduo_t*" são os dados de emissão do setor de resíduos. As variáveis explicativas para crescimento econômico são as mesmas nos cinco modelos.

3.3.2.3 Modelo 3

$$CO2industria_t = \beta_0 + \beta_1 PIB_t + \beta_2 PIBpc_t + \beta_3 \acute{A}rea_t + \beta_4 PIBAgro_t + \varepsilon_t$$

Onde "*CO2industria_t*" é a variável dependente que caracteriza os dados das emissões de dióxido de carbono pelo setor de processos industriais.

3.3.2.4 Modelo 4

$$CO2Agronegócio_t = \beta_0 + \beta_1 PIB_t + \beta_2 PIBpc_t + \beta_3 \acute{A}rea_t + \beta_4 PIBAgro_t + \varepsilon_t$$

Onde " $CO2Agronegocio_t$ " é a variável dependente que caracteriza os dados das emissões de dióxido de carbono pelo setor de agronegócios.

3.3.2.5 Modelo 5

$$CO2Energia_t = \beta_0 + \beta_1 PIB_t + \beta_2 PIBpc_t + \beta_3 \acute{A}rea_t + \beta_4 PIBAgro_t + \varepsilon_t$$

Onde " $CO2Energia_t$ " é a variável dependente que caracteriza os dados das emissões de dióxido de carbono pelo setor de energia.

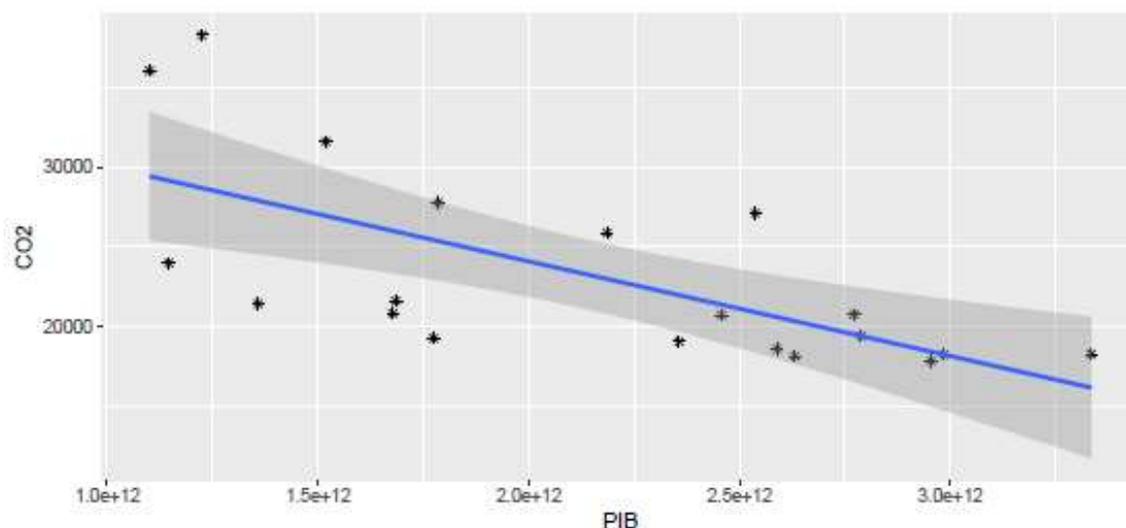
Com a construção teórica dos modelos, este estudo empírico utilizou o software " R^7 " para estimar os valores preditos, a partir de regressão linear.

3.4 Resultados e Discussão

Os estudos aplicados na área de crescimento econômico e emissões de CO_2 tratam de modelos econométricos baseados na curva de Kuznets, que analisam a variação marginal da poluição na produtividade e renda da população Akinlo (2008), Zhang e Cheng (2009), Ghosh (2010), (Borhan, Ahmed e Hitam, 2012) e Shaari et al. (2016). Nesta pesquisa foi utilizado regressão linear de cinco modelos distintos, um para cada setor econômico.

Uma simples correlação entre o total de emissões de CO_2 e o PIB para o Brasil entre 1996-2015 é apresentada na Figura 1.

⁷ R version 3.4.3 (2017-11-30) -- "Kite-Eating Tree", Copyright (C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

FIGURA 2 - Correlação linear entre PIB e CO₂ no Brasil 1996-2015

Fonte: BACEN e SEEG (2017).

A correlação linear entre o crescimento do PIB e as emissões de CO₂ no Brasil mostra uma relação inversa, pois, enquanto a economia cresce, as emissões diminuem, em contraste com os estudos de países desenvolvidos como China, EUA e França (Ang, 2009; Ghosh, 2010). Essa correlação são evidências iniciais de produção de energia limpa (uso de hidrelétricas) e a adoção de tecnologias avançadas para aumento da produtividade na agropecuária nacional⁸.

Na Ásia Borhan, Ahmed e Hitam (2012) e Shaari et al (2016), mostram evidências que há uma correlação positiva entre o crescimento econômico e as emissões de CO₂, principalmente no setor de geração de energia.

Decompondo as emissões brasileiras, é possível entender melhor esse fenômeno, e, para atingir esse resultado, foram estimados os modelos apresentados na Tabela 1, que mostra os resultados das estimações dos cinco modelos propostos, englobando os setores econômicos que emitem dióxido de carbono.

⁸ Ver: GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores. Texto para Discussão n. 768. Brasília: Ipea, 2000.

TABELA 1 - Resultados das estimações dos modelos econométricos

	<i>Dependent variable:</i>				
	terraln (1)	residl (2)	induln (3)	agroIn (4)	enerln (5)
pbln	0.738* (0.349)	-0.062 (0.046)	-0.031 (0.099)	0.020 (0.032)	-0.279*** (0.072)
pcln	-9.521*** (2.003)	0.347 (0.266)	0.600 (0.567)	-0.303 (0.183)	2.332*** (0.415)
arealn	0.075 (1.651)	-0.248 (0.219)	0.069 (0.467)	0.013 (0.151)	0.680* (0.342)
pibagroU	3.130*** (0.818)	0.238** (0.109)	-0.034 (0.232)	0.284*** (0.075)	-0.714*** (0.169)
Constant	-27.115* (13.392)	5.223** (1.778)	6.280 (3.791)	4.837*** (1.226)	16.434*** (2.772)
Observations	20	20	20	20	20
R ²	0.823	0.985	0.877	0.981	0.967
Adjusted R ²	0.776	0.981	0.845	0.976	0.958
Residual Std. Error (df = 15)	0.193	0.026	0.055	0.018	0.040
F Statistic (df = 4; 15)	17.496***	243.954***	26.861***	197.702***	108.981***

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Modelo 1 – Setor Mudança do Uso da Terra e da Floresta

O PIB (pbln) - o aumento do PIB indica evidências de maiores volumes de emissões no setor de Mudança do Uso da Terra e da Floresta. O PIB per capita (pcln) teve impacto negativo, mostrando que a renda per capita não eleva as emissões deste setor. A área plantada (arealn) no Brasil não apresentou significância estatística. O PIB do agronegócio (pibagroU) influenciou no crescimento das emissões de CO₂ do setor de Mudança do Uso da Terra e da Floresta; pois, a alta intensidade da atividade agropecuária como a preparação do solo, sucessão de safras e o desmatamento provocam emissões de CO₂, comprovadas no modelo econométrico.

- Modelo 2 – Setor Resíduos

Trata dos aspectos relacionados às emissões de CO₂ para o tratamento de efluentes líquidos e resíduos sólidos. Foi observado que o aumento do PIBagro infere um aumento das emissões de CO₂. As demais variáveis não foram significativas à 10% (medido pelo *p-value*). Contudo, também foi notado um aumento

de emissões vinculadas ao PIB *per capita*; enquanto que, o PIB total e a área plantada indicaram diminuição dos volumes de CO₂.

- Modelo 3 - Setor Industrial

No setor processo industrial, o crescimento econômico não trouxe impacto significativo para as emissões de dióxido de carbono. O Brasil se destaca no mercado de *commodities*, como importador de tecnologia e exportador de matéria-prima. Este quadro condiciona o país ainda como incipiente no desenvolvimento industrial e no desenvolvimento tecnológico. O processo de desindustrialização nacional pode ter efeito nos resultados e os coeficientes encontrados se assemelham com os estudos de Oreiro e Feijó (2010)⁹.

- Modelo 4 – Setor Agropecuário

As emissões do setor agropecuário são divididas em: Fermentação Entérica, Solos Agrícolas, Manejo de Dejetos Animais, Queima de resíduos agrícolas e Cultivo de arroz. Destas cinco práticas agropecuárias, a maior emissora é a Fermentação Entérica. As emissões significativas foram impulsionadas fortemente pelo PIBagro (pibagroU), indicando relação direta, com os procedimentos e práticas agrícolas (EMBRAPA, 2017)¹⁰.

- Modelo 5 – Setor Energia

O setor de energia foi o mais impactante nas emissões de CO₂ em países desenvolvidos como afirmam Ang (2007) e Ghosh (2010). Os resultados encontrados significativos apresentando um ajuste de 97% para o modelo econométrico. O PIB nacional apresenta coeficiente negativo, indicando que o crescimento econômico diminui as emissões de CO₂. O PIB per capita apresentou coeficiente positivo, mostrando evidência do maior consumo da população em energia (utilização de eletrodomésticos). O aumento da área plantada contribui para aumentar as emissões.

⁹ <http://www.scielo.br/pdf/rep/v30n2/03.pdf>

¹⁰ <http://www.agricultura.gov.br/noticias/dados-da-nasa-demonstram-que- apenas-7-6-da-area-do-brasil-e-ocupada-por-lavouras>

Os cinco modelos foram bem ajustados, apresentando alto coeficiente de R^2 , com média de 0.9. O Modelo 5 se mostrou estatisticamente significativo em todas as variáveis e apresentou evidências empíricas que o Brasil deve continuar investindo em produção de energia por fontes renováveis e limpas, como é o caso de hidrelétricas, fotovoltaicas, eólicas, etc.

Os resultados indicam evidências empíricas que ao longo do tempo o crescimento econômico trouxe aumento das emissões de CO_2 denotando uma degradação ambiental. Mostram ainda que o país precisa regulamentar as práticas produtivas para um caminho sustentável, garantindo assim, uso de tecnologias limpas, de menor impacto ambiental e renováveis e; voltadas a melhora da produtividade.

3.5 Conclusões

O estudo objetivou analisar o impacto do crescimento econômico representado pelo PIB nas emissões de CO_2 brasileiras. Foi possível detectar um crescimento econômico com baixo impacto nas emissões de CO_2 . Esta condição está de acordo com as características das economias de países em desenvolvimento; pois, as mesmas não conseguem atingir patamares de produção capazes de serem comparados aos quadros de emissões das grandes economias.

Os resultados obtidos permitem observar para uma relação com significância e de impacto positivo entre a variável do PIB e Mudança do Uso da Terra e da Floresta; PIB *per capita* e Energia; Área Plantada e Energia; PIB Agro e Mudança do Uso da Terra e da Floresta; PIB Agro e Resíduos e; PIB Agro e Agropecuária. Enquanto que, a relação com significância de impacto negativo entre PIB e Energia; PIBpc e Mudança do Uso da Terra e da Floresta e; PIBAgro e Energia.

A partir destas composições é possível denotar a importância do setor do Agronegócio brasileiro na economia local, por conseguinte, na composição do impacto ambiental. Dentre os resultados de aumento de emissões de CO_2 o setor do agronegócio aparece em 5 dos 6 resultados. Enquanto que para a diminuição de emissões de CO_2 o setor do agronegócio aparece em 2 de 3 resultados.

Para a relação PIB e Mudança do Uso da Terra e da Floresta a resultante pode ser indicada pela composição da maior capacidade econômica gerando maiores demandas sobre questões agrícolas e como reflexo direto a necessidade de ocupação e manejo de maiores áreas. As novas áreas ampliadas estavam estabilizadas na forma de florestas, campos, etc. e mesmo aquelas já cultivadas no passado necessitaram de ajustes de solo – exemplo: calagem – que libera CO₂ pelo aumento da atividade microbiana.

A Área Plantada e Energia possuem uma ligação derivada da necessidade da utilização de energia para a realização das ações necessárias para o cultivo. O emprego de maquinário e equipamentos elétrico e constante e quanto maior a área plantada, maior a necessidade do consumo de energia. Com essa composição direta a emissão de CO₂ cresce conforme o volume de área plantada envolve maior consumo de energia.

A composição entre o PIB Agro com Mudança do Uso da Terra e da Floresta, os Resíduos e a Agropecuária resultantes da capacidade econômica do agronegócio e a estratégia de reinvestimento no setor para a maximização do Mudança do Uso da Terra e da Floresta. Contudo, mesmo o agronegócio colaborando para a diminuição dos volumes de emissões de CO₂ existem ações de melhoria das capacidades produtivas que utilizam técnicas sem grande resguardo ao ambiente, como o emprego de pesticidas, desmatamento e aumento do rebanho.

O presente estudo mostrou ser necessário o investimento em tecnologias limpas, principalmente para os setores de energia e agropecuária, com maior liberdade econômica para importação de tecnologias inovadoras e fomento interno para P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) que traga soluções para o desenvolvimento sustentável do país.

A pesquisa mostrou resultados contrários à estudos semelhantes em países desenvolvidos. Diante dos resultados apresentados, este estudo levanta conclusões fundamentais como: um cenário deficitário em produção e tecnologia os volumes de CO₂ são baixos quando comparados a grandes economias; fatores de produção ligados a agricultura necessitam de maiores cuidados quanto aos efeitos junto ao meio ambiente e; a necessidade de maior envolvimento com P&D, abrindo

possibilidade, notadamente por meio das análises e resultados aqui expostos, para novas pesquisas na área. Pesquisas futuras podem considerar comparativos entre países em desenvolvimento para setores produtivos e seus níveis de emissão; assim como, a identificação de inserções tecnológicas e os impactos sobre os volumes de emissão de CO₂.

Referências

AKINLO, A. E. Energy consumption and economic growth: evidence from 11 African countries. **Energy Economics**, v. 30, n. 10, p. 2391–2400, 2008.

ANG, James B. CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. **Energy Policy**, v. 35, n. 10 p. 4772-4778, 2007.

ANG, James B. CO₂ emissions, research and technology transfer in China. **Ecological Economics**, v. 68, n. 10, p. 2658–2665, 2009.

APERGIS, N.; PAYNE, J. E. Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. **Energy Economics**, v. 31, p. 211–216, 2009.

BORHAN, H.; AHMED, E. M.; HITAM, M. The Impact of CO₂ on economic growth in Asean 8. **Procedia - Social and Behavioral Sciences** v. 35, p. 389–397, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Lavouras são apenas 7,6% do Brasil, segundo a NASA**. Brasília: MAPA, 2017. Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br/noticias/dados-da-nasa-demonstram-que-apesas-7-6-da-area-do-brasil-e-ocupada-por-lavouras>>. Acesso em: 30 Dez. 2017

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Conferência das Partes**. Brasília: MMA, 2017. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes>>. Acesso em: 15 Nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Pretendida contribuição nacionalmente determinada**: para consecução do objetivo da convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília: MMA, 2015a. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 01 Jun. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Tire suas dúvidas sobre mudanças climáticas**. Brasília: MMA, 2015b. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=1216>>. Acesso em: 01 Nov. 2017.

COONDOO, D.; DINDA, S. The carbon dioxide emission and income: a temporal analysis of cross-country distributional patterns. **Ecological Economics**, v. 65, p. 375–385, 2008.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. Brasília: Ipea, 2000. (Texto para Discussão n. 768).

GHALI, K. H.; EL-SAKKA, M.I.T. Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. **Energy Economics**, v. 26, n. 2, p. 225–238, 2004.

GHOSH, S. Examining carbon emissions economic growth nexus for India: a multivariate cointegration approach. **Energy Policy**, v. 38; p. 3008– 3014, 2010.

GREENPEACE. 2014. **Eficiência energética e emissões de gases de efeito estufa**: estimativa de redução das emissões de GEE até 2030, a partir de cenários de eficiência energética para veículos leves no Brasil. Rio de Janeiro: Centro Clima, 2014. Disponível em < http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2014/Estudo%20Coppe_Eficiencia%20e%20Emissoes.pdf>. Acesso em: 24 de Set. 2017.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. (Estudos e pesquisas. Informação geográfica, n. 10)

KRAFT, J.; KRAFT, A. On the relationship between energy and GNP. **Journal of Energy and Development**, v. 3, p. 401–403, 1978.

LEE, C.C. Energy consumption and GDP in developing countries: a cointegrated panel analysis. **Energy Economics**, v. 27, p. 415–427, 2005.

LEE, C.C. The causality relationship between energy consumption and GDP in G-11 countries revisited. **Energy Policy**, v. 34, p. 1086–1093, 2006.

KÄSSMAYER, K.; FRAXE NETO, H. J. **A entrada em vigor do Acordo de Paris: o que muda para o Brasil?** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2016. (Texto para Discussão nº 215). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td215>>. Acesso em 4 de Jan. 2018.

OREIRO, José Luis; FEIJÓ, Carmem A. Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 2, p. 219-232, Abril-Junho, 2010.

SHAARI, M. S. et al. Positive and negative effects of research and development International. **Journal of Energy Economics and Policy**, v.6, n.4, p. 767-770, 2016.

SEEG – O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **O que é o seeg**. Rio de Janeiro: SEEG, 2016. Disponível em < <http://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg/>>. Acesso em: 20 de Fev. 2017.

SEEG – O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **SEEG 4.0**: estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 – 2015. Rio de

Janeiro: SEEG, 2016. Disponível em <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/12/1-SEEG-4-GERAL-2016-Final-21.pdf>>. Acesso em: 20 de Fev. 2017.

ZHANG, X.P.; CHENG, X.M. Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. **Ecological Economics**, v. 68, n. 10, p. 2706–2712, 2009.

4 ANÁLISE DA CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS: Evidências empíricas para o Brasil entre 1996 a 2015

RESUMO

Este estudo analisa a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para o Brasil com séries temporais de 1996 até 2015 a partir do Produto Interno Bruto como fator do crescimento econômico enquanto as emissões de CO₂ se mostram como variável ambiental (grau de poluição – CO₂). A metodologia empírica decorre de abordagem econométrica aplicando o método linear (MMQ) em dois modelos, sendo o primeiro quadrático e o segundo cúbico. Os resultados mostram que o modelo quadrático inicialmente se aplica as condições propostas no estudo para o *U invertido*; porém, a validação estatística não se consolida, refutando a condição da aplicabilidade para o modelo quadrático da CAK. Contudo, o modelo cúbico satisfaz a condição de formato de N indicando que no decorrer do processo de desenvolvimento econômico existe a retomada do grau de poluição.

Palavras Chave: Economia ambiental; Desenvolvimento; Emissões de CO₂

ABSTRACT

This study analyzes the applicability of the Kuznets Environmental Curve (CAK) to Brazil with time series from 1996 to 2015 from the Gross Domestic Product as a factor of economic development while CO₂ emissions are shown as an environmental variable (degree of pollution - CO₂). The empirical methodology is based on an econometric approach applying the linear method (OLS) in two models, the first quadratic and the second cubic. The results show that the quadratic model initially applies the conditions proposed in the study for the inverted U; however, the statistical validation does not consolidate, refuting the applicability condition for the quadratic CAK model. However, the cubic model satisfies the N-shape condition, indicating that in the course of the economic development process there is a resumption of the degree of pollution.

Keywords: Environmental economics; Development; CO₂ Emissions

4.1 Introdução

O processo de desenvolvimento das nações representa em grande parte da literatura, uma das formas de impacto sobre os recursos naturais, por vários motivos, um deles é o uso intensivo dos combustíveis fósseis, como o carvão mineral, o gás mineral e o petróleo, que são largamente utilizados na geração de energia e liberam CO₂ (AKMAL; STERN, 2001; ANG, 2007; NARAYAN; SINGH, 2007; LORENTE; ÁLVAREZ-HERRÁNZ; TORRES, 2016).

Existem fatores específicos relacionados a cada país que influenciam em seu desenvolvimento, e principalmente no tipo de crescimento econômico de interesse para tal nação. Para o Brasil, as especificidades, relacionadas ao seu processo de crescimento econômico, podem ser observadas em sua matriz energética, baseada em usinas hidroelétricas, produção agrícola voltada à commodities e o baixo volume de indústrias nacionais manufatureiras de relevância internacional (SURI E CHAPMAN, 1998).

Estudos a partir da década de 1990 começaram a questionar a proposição geral de que o desenvolvimento econômico impacte sobre o meio ambiente (DE BRUYN, 2000)¹¹. O pressuposto está na composição de que maiores níveis de renda gerem uma disposição da sociedade em *pagar um prêmio* ao meio ambiente; como, no incremento de tecnologias de produção mais efetivas; resultando assim, menores índices de poluição, com decorrentes, menores resiliências ao ambiente.

Sob essa hipótese, nos estágios iniciais do crescimento econômico haveria maior emissão de poluentes, porém; quando a renda alcançar um determinado ponto de inflexão, as emissões de CO₂ apresentariam uma trajetória descendente. Essa relação é conhecida como Curva Ambiental de Kuznets (CAK), em alusão à curva proposta por Simon Kuznets em 1955 (GROSSMAN; KRUEGER, 1991; SURI; CHAPMAN, 1998).

Mais especificamente a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental (CAK) postula uma relação empírica com resultado gráficos em forma de *U invertido* entre poluentes e a renda per capita, ou seja, a pressão ambiental aumenta até um certo

¹¹ DE BRUYN, S. M. *Economic Growth and the Environment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

nível à medida que a renda sobe; depois disso, diminui. Uma CAK revela, a partir de uma medição tecnicamente especificada, como a qualidade ambiental de um país se altera à medida, em que, a renda deste país varia (GROSSMAN; KRUEGER, 1991).

A literatura considerável sobre a CAK cresceu após 1992 com a exposição da teoria no Relatório de Desenvolvimento Mundial, do Banco Mundial elaborado por Shafik e Bandyopadhyay. O ponto comum entre os estudos foi a afirmação de que a qualidade ambiental se deteriora nos estágios iniciais com o crescimento econômico e em estágios posteriores melhora (DINDA, 2004)¹².

Neste contexto, o objetivo deste estudo esteve na investigação da aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para o Brasil, a partir de séries temporais entre 1996 e 2015.

4.2 Revisão da Literatura

Os estudos relacionados com a Curva Ambiental de Kuznets - CAK surgiram na década de 1990 e foram amplamente disseminados pelas ciências aplicadas. Diante da nova composição encontrada pelas pesquisas entre o crescimento econômico vinculado ao ambiente surgem vários questionamentos da aplicabilidade da CAK. A pesquisa pioneira de Grossman e Krueger em 1991, a da relação original entre a desigualdade na distribuição de renda proposto por Kuznets (1955) abre caminho para novas investigações empíricas.

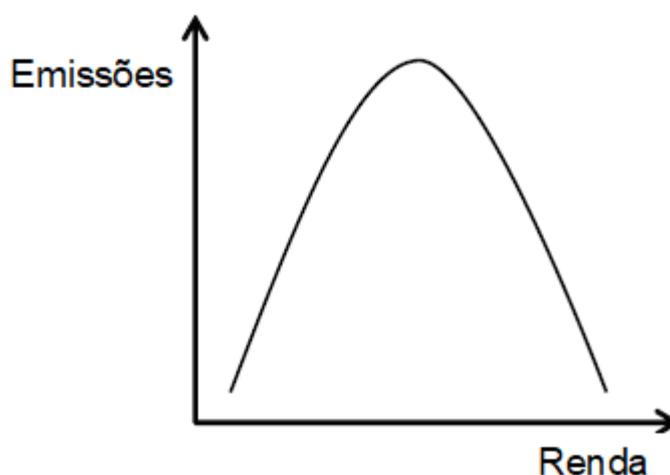
Kuznets (1955) propõe a hipótese sobre a relação entre crescimento econômico e a desigualdade de renda per capita; na qual, a desigualdade de renda *per capita* aumenta no decorrer do crescimento econômico; e quando, alcança um ponto de inflexão máximo a desigualdade de renda entra em declínio gradual; dando o formato de *U invertido*. Diversas as abordagens direcionadas ao tema com diferenças consideráveis nos resultados sobre a aplicabilidade do formato de U invertido como Ahluwalia (1976) que considera fortemente a hipótese; enquanto que Saith (1983) algumas décadas atrás já a refutava. Piketty (2013) considera partes da hipótese do U Invertido como não aplicáveis para um cenário mundial.

¹² Dinda, S. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics* 49 (2004) 431–455.

Grossman e Krueger (1991, p.1) analisam para a Conferência sobre o acordo de livre comércio (NAFTA) entre EUA e México publicado no *National Bureau of Economic Research*, um cenário comercial entre os dois países e elencam que “[...] a redução das barreiras comerciais geralmente afetará o meio ambiente, expandindo a escala da atividade econômica, alterando a composição da atividade econômica e trazendo uma mudança nas técnicas de produção”. E propõe de forma direta a abordagem “[...] empírica para avaliar a magnitude relativa desses três efeitos à medida que se aplicam a uma maior liberalização do comércio no México” (trad. nossa).

A aplicabilidade da CAK na presente pesquisa está vinculada ao Brasil, ou seja, a um país em desenvolvimento. “O crescimento econômico em um país em desenvolvimento está vinculado mais fortemente a níveis crescentes de emissões associadas ao crescimento da atividade produtiva” (CARVALHO; ALMEIDA, 2010, p. 589). Porém, de acordo com a Teoria da CAK, esse efeito inicial de crescimento produtivo é forte suficiente para incorrer em um declínio nas emissões de poluentes em um segundo momento (ÁVILA; DINIZ, 2015).

FIGURA 3 - Curva Ambiental de Kuznets



Fonte: Ávila; Diniz, 2015.

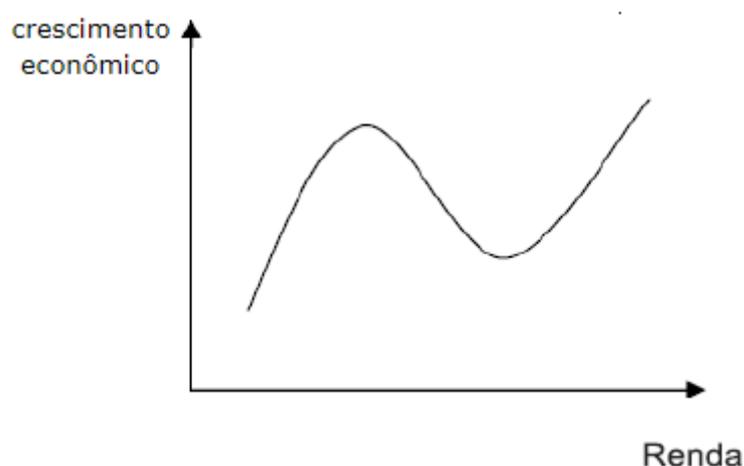
Na composição da hipótese teórica da CAK estão presentes três agentes, que são os efeitos: escala, composição e técnica (ÁVILA; DINIZ, 2015). A CAK se mostra como uma ferramenta empírica com embasamento de teorias econômicas quando a relação inversa entre renda e poluição são descritos em modelos, como os apresentados por Stokey (1998) que observou modelos de crescimento econômico e

indicou a condição única da validação da CAK com dados microfundamentados, ou seja, os modelos são baseados em agentes microeconômicas responsáveis pela sustentação macroeconômica.

Outros autores no mundo investigaram empiricamente os resultados da CAK como Shafik e Bandyopadhyay (1992); Stern, Common e Barbier (1996); Selden e Song (1994); mais recentemente Dinda (2005); Ang (2007); Choi, Heshmati, Cho (2010); Ota (2017); entre outros. Para Ota (2017) os estudos apresentados no início dos anos de 2000 são inconclusivos e apontam para resultados controversos na aplicabilidade da CAK, abrindo assim, oportunidades para novas análises. No Brasil, os trabalhos sobre a CAK se sucedem a Arraes, Diniz e Diniz (2006) e tomam volume por Carvalho e Almeida (2010), Santos et al. (2011), Ávila e Diniz (2015), entre outros.

De Bruyn et al (1998) afirmam que a CAK não apresenta sustentação em períodos longos de tempo. Assim, o formato em *U invertido* é apenas um período inicial para a relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente e; após um certo volume de renda, um novo ponto de inflexão surgiria retomando uma trajetória ascendente e formatando um formato de N que denota a retomada da degradação ambiental. Esta formatação pode ser observada na Figura 4 a seguir:

FIGURA 4 - Curva Ambiental de Kuznets



Fonte: Carvalho; Almeida, 2010.

Beckerman (1992) aponta para a relação direta dos estágios iniciais do crescimento econômico desencadeando à degradação ambiental e; caracteriza a solução para um ambiente sustentável é a de tornar-se desenvolvido.

4.3 Materiais e Métodos

Foram utilizados dados oficiais do IBGE para o Produto Interno Bruto (PIB) per capita como fator do crescimento/desenvolvimento econômico e emissões de CO₂, ou seja, o grau de degradação ambiental, como variável dependente e proxy para o meio ambiente, com dados longitudinais e nacionais do Observatório do Clima¹³. Alocados em séries temporais, e por limitações decorrentes do tratamento dos dados por parte das fontes o período estabelecido está entre 1996 e 2015. Para dados específicos das emissões de dióxido de carbono (CO₂), foi utilizada a base de dados do O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa – SEEG (2015), gerados a partir de diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

Para análise foi utilizada abordagem econométrica com dois modelos distintos, um quadrático para investigar a hipótese de *U invertido* e outro modelo cúbico para avaliar a hipótese de *N*. As variáveis explicativas foram o Log do Produto Interno Bruto - PIB per capita (Pcln), Pcln², e Pcln³. As emissões de dióxido de carbono (CO₂) foram utilizadas como variável dependente em toneladas, e os coeficientes foram estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MMQ).

4.3.1 Método de estimação e análise

A análise empírica se baseia nos seguintes modelos econométricos

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 PIBpc_t + \beta_2 PIBpc_t^2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 PIBpc_t + \beta_2 PIBpc_t^2 + \beta_3 PIBpc_t^3 + \varepsilon_t \quad (2)$$

onde, o subscrito *t* refere-se a unidade de tempo das séries temporais, o β_0 é a constante, ε_t o termo de erro, $\ln CO_{2t}$ representam as emissões e *PIBpc* a renda per capita.

¹³ <http://seeg.eco.br/>

São analisadas as seguintes relações para investigar a aplicabilidade da CAK para o Brasil:

- i) Se $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 = \beta_3 = 0$, as emissões crescem monotonicamente com a renda;
- ii) Se $\beta_1 < 0$ e $\beta_2 = \beta_3 = 0$, as emissões reduzem monotonicamente à medida em que a renda cresce;
- iii) Se $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 = 0$, níveis maiores de renda estão associados com níveis declinantes nas emissões depois de um certo nível de renda alcançado. Neste caso verifica-se a Curva Ambiental de Kuznets;
- iv) Se $\beta_1 < 0$ e $\beta_2 > 0$ e $\beta_3 = 0$, emissões reduzem enquanto a renda cresce a principio, e depois que a renda alcança certo nível, passam a crescer monotonicamente;
- v) Se $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 > 0$, comportamento semelhante ao verificado na relação iii, porém ocorre um subsequente aumento nas emissões para níveis elevados de renda, representando uma figura na forma de *N*;
- vi) Se $\beta_1 < 0$ e $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 > 0$, implica em uma situação oposta à verificada na relação v;
- vii) Se $\beta_1 = 0$ e $\beta_2 = 0$ e $\beta_3 = 0$, indica que as emissões não são influenciadas pelo nível de renda.

A curva *U*-invertido surge quando $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 = 0$, neste caso o ponto de inflexão é dado por

$$\ln CO_{2t} = \exp((- \beta_1)/(2\beta_2))$$

Para estimação dos modelos propostos foi utilizado o *software R*¹⁴, e a organização da tabela de resultados econométricos foram formatadas com a package *stargazer* do R (FUNDAÇÃO R, 2019).

¹⁴ <https://www.r-project.org/>

4.4 Resultados e Discussão

Seguindo as relações propostas em De Bruyn (2000), a investigação empírica apresentou modelos relativamente bem ajustados, com R^2 em torno de 50% de explicação das emissões de CO_2 pela renda média do Brasil. Esse resultado demonstra que os outros 50% das emissões de CO_2 são advindos de outras variáveis não inseridas nos modelos. ANG (2007) chamou atenção para esse resultado, explicando que as emissões de CO_2 no mundo e na sua maioria são explicadas pela produção de energia nuclear e térmica.

A Tabela 2, apresenta os resultados do Modelo 1 e Modelo 2, com seus respectivos p-valores e também o R^2 . O Modelo 1 apresentou $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$, porém o β_1 foi estatisticamente não significativo ao nível máximo do p-valor de 10%. O β_2 por outro lado foi significativo e negativo, mostrando que neste caso há um ponto de inflexão e as emissões de CO_2 diminuem a partir do momento em que a renda aumenta ao nível ótimo.

No Modelo 2 os coeficientes foram positivos $\beta_1 > 0$ e $\beta_3 > 0$ e $\beta_2 < 0$, indica que as emissões tem subsequente aumento nas emissões para níveis elevados de renda, representando uma figura na forma de N , porém as variáveis não foram estatisticamente significativas, não podendo comprovar o resultado.

TABELA 2 – Resultados dos Modelos

	<i>Dependent variable:</i>	
	coln	
	(1)	(2)
pcln	0.055 (0.190)	0.045 (0.195)
pcln2	-0.009*** (0.002)	-0.193 (0.421)
pcln3		0.004 (0.010)
Constant	16.922*** (1.696)	65.901 (112.245)
Observations	20	20
R ²	0.502	0.508
Adjusted R ²	0.443	0.415
Residual Std. Error	0.175 (df = 17)	0.179 (df = 16)
F Statistic	8.564*** (df = 2; 17)	5.501*** (df = 3; 16)

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados empíricos para o Brasil seguindo a Teoria da Curva Ambiental de Kuznets não foram aplicáveis aos dados e modelos utilizados. Assim, conclui-se que a renda, na forma quadrática e cúbica não seria capaz de influenciar na formatação da CAK a partir das emissões de CO₂ para os anos entre 1996 e 2015. Esses resultados seguem os estudos apresentados por ANG (2007) que indicam influência positiva da energia limpa das hidrelétricas que fomentam a produção de energia nacional.

Os modelos empíricos analisados seguem convergências e divergências com os apresentados por Cropper e Griffith (1994); Grossman e Krueger (1995), o que demonstra a importância de entender as especificidades de cada país. Os estudos citados relatam análise de países desenvolvidos que aplicaram a Curva de Kuznets, e apresentaram comportamento sazonal conforme a curva N. Essas divergências apresentam evidências que as políticas públicas para a redução das emissões de CO₂ devem seguir as características de cada país e que as economias nem sempre

apresentam externalidades negativas, devem ser avaliados os pontos de inflexão tratados por Simon Kuznets em seu trabalho seminal.

4.5 Conclusões

Este estudo analisou a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) no Brasil em série temporal para o período entre os anos de 1996 até 2015. Foi considerada como variável dependente o volume de emissão de CO₂; enquanto que as variáveis explicativas se compuseram dos dados da renda apontada pelo Produto Interno Bruto *per capita* (PIBpc).

A hipótese da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) sugere trajetória da forma de *U* invertido, ou seja, que a degradação do ambiente se mostra no início do processo de desenvolvimento econômico; e que, a partir de um determinado ponto de inflexão, dado pelo nível de crescimento econômico, os impactos ambientais mostram uma tendência de queda nos seus índices.

No modelo quadrático 1 apesar da observação da forma do *U* invertido, indicando assim, a aplicabilidade da CAK no Brasil, a validação estatística não se consolida; pois, β_1 se mostra não significativo para um nível máximo do *p-valor* de 10%. Desta forma, não é possível aferir a relação entre o aumento do nível de renda e a diminuição da degradação ambiental.

Na forma cúbica do modelo 2, foi possível identificar que o aumento contínuo do desenvolvimento econômico não dá garantias a um quadro de sustentabilidade do ambiente; pois, capacita o formato de *N*; condição previamente detectada na literatura para as especificidades econômicas presentes em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil.

Portanto, mesmo diante da limitação estatística relacionada ao modelo 1 foi possível detectar a aplicabilidade da CAK no Brasil. Contudo, esta não se mostra consolidada o suficiente para erradicar as influências de uma renda crescente continuada, denotada assim, pela presença do *formato de N* no modelo 2. A importância de políticas públicas abrangentes se mostra de vital importância para a capacitação do Brasil em direção a consolidação do formato de *U* invertido, revertendo a condição do modelo 2 que capacita o formato de *N*; trazendo assim,

virtudes de elucidar a população quanto ao seu papel perante a degradação ambiental.

Referências

AHLUWALIA, M. S. Inequality, poverty and development. **Journal of Development Studies**, v. 3, p. 307-342, 1976.

AKMAL, Muhammad; STERN, David I. Residential energy demand in Australia: an application of dynamic OLS. **Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics**, Canberra, n. 104, 2001.

ANG, James B. CO2 Emissions, Energy Consumption, And Output in France. **Energy Policy**, n.35, p.4772-4778, 2007.

ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ÁVILA, Ednilson Sebastião de; DINIZ, Eliezer Martins. Evidências sobre Curva Ambiental de Kuznets e convergência das emissões. **Estud. Econ.**, São Paulo, vol.45, n.1, p. 97-126, Jan.-Mar. 2015

BECKERMAN, W. Economic growth and the environment: whose growth? Whose environment? **World Development**, Oxford, v. 20, n. 4, p. 481-496, 1992.

CAMPBELL, J. Y.; MANKIW, N. G. Consumption, income, and interest rates: reinterpreting the time series evidence. **NBER Macroeconomics Annual**, v. 4, p. 185-216, 1989.

CARVALHO, Terciane Sabadini; ALMEIDA, Eduardo. **A hipótese da Curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial**. Est. econ., São Paulo, v. 40, n. 3, p. 587-615, Jul – Set., 2010.

CHOI, E. HESHMATI, A.; CHO, Y. An Empirical Study of the relationships between CO2 emissions, economic growth and openness. **IZA**, Bonn – Alemanha, n. 5304, Nov. 2010.

CUNHA, Cleyzer Adrian; SCALCO, Paulo Roberto. **REDES - Rev. Des. Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 214 - 230, maio/ago 2013.

DINDA, S. A theoretical basis for the Environmental Kuznets Curve. **Ecological Economics**, v. 53, p. 403 – 413, 2005.

DINIZ, E. M. **Crescimento, poluição e o Protocolo de Quioto: uma avaliação do caso brasileiro**. São Paulo: Banco Santos / Universidade de Oxford, 2001.

FUNDAÇÃO R. **O Projeto R para Computação Estatística**. <https://www.r-project.org/>

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Environmental impacts of a North American free trade agreement. **National Bureau of Economic Research**, 1991.

KUZNETS, Simon. Economic growth and income inequality. **American Economic Review**, v. 45, n. 1, p. 1-28, 1955.

LIST, J.A.; GALLET, C.A. The environmental Kuznets curve: does one size fit all? **Ecological Economics**, n. 31, p. 409-423, 1999.

LORENTE, Daniel Balsalobre, ÁLVAREZ-HERRÁNZ, Agustín; TORRES, José Baños. La innovación y la sustitución energética como medidas de corrección medioambiental en países de la OCDE. **Estudios de Economía Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 1-26, 2016.

MEADOWS, D. et al. **Os limites do crescimento**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

NARAYAN, Paresh Kumar; SINGH, Baljeet. The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands. **Energy Economics**, v. 29 1141–1150, 2007.

O SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. SEEG 4.0: estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 – 2015. Rio de Janeiro: SEEG, 2016. Disponível em <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/12/1-SEEG-4-GERAL-2016-Final-21.pdf>>. Acesso em: 20 de Fev. 2017.

OTA, Tatsuyuki. Economic growth, income inequality and environment: assessing the applicability of the Kuznets hypotheses to Asia. **Palgrave Communications**, v.3, n.17069, Jul. 2017. DOI: 10.1057.

SAITH, A. Development and distribution: a critique of the cross-country hypothesis. **Journal of Development Economics**, v. 1, n. 3 p. 367–382, 1983.

SANTOS, W. O. et al. **A teoria do U invertido**: um teste da hipótese de Kuznets para a relação entre crescimento econômico e desigualdade de renda no Brasil (1976-2007). *Revista de Economia, UFPR*, v. 37, n. 2, ano 35, p. 7-28, Maio/Ago, 2011.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a Kuznets Curve for air pollution emissions? **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 27, n. 2, p. 147-162, 1994.

SHAFIK, N., BANDYOPADHYAY, S. Economic growth and environmental quality: a time series and cross-country evidence. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 4, p.1-24, 1992.

SIGNOR, Diana; PISSIONI, Luísa Lorentz Magalhães; CERRI, Carlos Eduardo Pellegrino. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**, v. 73, n. 2, Campinas, Abr./Jun. 2014.

STERN, D. I. The rise and the fall of the Environmental Kuznets Curve. **World Development**, Troy, v. 32, n. 8, p. 1419-1439, 2004.

STERN, D. I.; COMMON, M. S.; BARBIER, E. B. Economic growth and environmental degradation: the Environmental Kuznets Curve and sustainable development. **World Development**, Massachusetts, v. 24, n. 7, p. 1151-1160, 1996.

STOKEY, N. L. Are there limits to growth? **International Economic Review**, v. 39, n. 1, p. 1–31, 1998.

SURI, V.; CHAPMAN, D. Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. **Ecological Economics**, New York, v. 25, p. 195-208, 1998.

5 INVESTIMENTOS ESTRANGEIROS DIRETOS E EMISSÕES DE CO₂: uma análise a luz da Teoria da Curva Ambiental de Kuznets

RESUMO

A teoria da Curva Ambiental de Kuznets pressupõe que as atividades econômicas geram impactos ambientais relativos, de modo que haverá um ponto de inflexão onde crescimentos marginais da economia diminuem ao longo do tempo, revertendo o processo de degradação e aumentando o uso de tecnologias a partir de rendimentos crescentes de escala. O Investimento Estrangeiro Direto (IED) apresenta importante papel nos setores produtivos da economia brasileira; no presente estudo o objetivo foi de investigar o impacto linear e não linear dos volumes de IED nas emissões de CO₂ para os setores produtivos com a sustentabilidade do meio ambiente, a partir da teoria de Kuznets. Os resultados mostraram que o IED potencializa a economia e minimiza externalidades negativas ao meio ambiente. Os setores aplicáveis à teoria da curva ambiental de Kuznets foram o Agropecuário, a indústria e o setor de resíduos.

Palavras Chave: Investimento Estrangeiro Direto, Curva Ambiental de Kuznets, Sustentabilidade.

ABSTRAT

The Kuznets Environmental Curve theory assumes that economic activities generate relative environmental impacts, so that there will be a turning point where marginal growth of the economy decreases over time, reversing the process of degradation and increasing the use of technologies from increasing returns to scale. Foreign Direct Investment (FDI) plays an important role in the productive sectors of the Brazilian economy; in the present study the objective was to investigate the linear and nonlinear impact of the FDI volumes in the CO₂ emissions for the productive sectors with the sustainability of the environment, based on the Kuznets theory. The results showed that FDI plays the role of boosting the economy and minimizing negative externalities to the environment. The sectors applicable to the theory of the Kuznets environmental curve were Agriculture, industry and the waste sector.

Keywords: Foreign Direct Investment, Kuznets Environmental Curve, Sustainability.

5.1 Introdução

O Investimento Estrangeiro Direto (IED) foi definido como recurso financeiro voltado à produção e inseridos no país por investidores do exterior; ocupando espaço importante nas economias dos países em desenvolvimento por direcionar inovações, transferência de tecnologia e dos efeitos de transbordamento (KOSTAKIS; LOLOS; SARDIANOU, 2016; TAMAZIAN et al., 2009). Contudo, ao

passo que os países recebem o aporte de IED, é importante analisar a influência desta composição econômica produtiva com ocorrências de degradação ambiental (HE; YAO, 2016). A composição mais importante neste sentido foi elencada em consecutivos trabalhos de Nordhaus (2015) e Romer (1994) que buscam resoluções simples para questões contemporâneas, de como gerar crescimento econômico de longo prazo sustentável.

Com uma economia posicionada entre os líderes mundiais em valores comercializados e com setores produtivos capazes de inovar e agregar valor aos seus produtos o Brasil também possui um mercado interno de grande potencial. Estes fatores atraem Investimentos Estrangeiros Diretos (IED) para o país, que de certa forma, estabelecem uma parceria em formato de ganha – ganha (KOSTAKIS; LOLOS; SARDIANOU, 2016). O Brasil está entre os países em desenvolvimento e possui características suficientes para alavancar o estudo da relação dos Investimentos Estrangeiros Diretos (IED) e suas externalidades ao meio ambiente.

Uma combinação entre a relação IED, meio ambiente e legislação ambiental pouco rigorosa acarreta o risco da exploração por indústrias sujas. De acordo com Dean, Lovely e Wang (2005) estas se caracterizam pela associação a altos níveis de poluição, estão presentes em sua maioria nos setores químico e de mineração e buscam países em desenvolvimento com frágil amparo ambiental. Somada a esta composição as indústrias sujas refutam atividades em países desenvolvidos pelas medidas de proteção ambiental neles estruturadas. A tendência da indústria suja em se concentrar nos países em desenvolvimento caracteriza a relação direta entre a degradação ambiental e o IED (KOSTAKIS; LOLOS; SARDIANOU, 2016).

Diante deste quadro de externalidades negativas se faz necessária a composição de novos aspectos produtivos, voltados ao desenvolvimento do país, e que, já estão formatados em regras institucionalizadas de proteção do meio ambiente em países desenvolvidos (ALBORNOZ et al., 2009; GORG; STROBL, 2005).

De acordo com (TAMAZIAN; RAO, 2010) a degradação ambiental pode ser quantificada pelo nível de concentração de CO₂ na atmosfera. A identificação dos

emissores e o seu volume de emissão capacitam a indicação de quem e quão grande é a sua relação com a degradação ambiental.

Neste contexto seria possível determinar de que forma o IED impacta na degradação ambiental no Brasil? Para investigar a resposta, a presente pesquisa utiliza o arcabouço teórico da Curva Ambiental de Kuznets (CAK). A CAK apresenta teoricamente o aumento da degradação ambiental nos estágios iniciais do crescimento econômico, e que, diminui à medida que a renda aumenta (GROSSMAN; KRUGER 1995).

O objetivo do presente estudo é investigar a relação entre os volumes das emissões de CO₂ e os valores de Investimento Estrangeiro Direto (IED) na economia brasileira entre 1996 até 2016. O período é delimitado pelas inconsistências na disponibilidade dos dados para períodos anteriores a 1996. A análise é realizada nos setores produtivos partir do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) que também serve como fonte dos dados relativos as emissões de CO₂. Ficou estabelecido para tal verificação o modelo da Curva Ambiental de Kuznets (CAK);

5.2 Referencial Teórico

Grossman e Krueger (1991) denotam que a análise sobre os resultantes da inserção de IED para o ambiente está relacionada aos efeitos de composição, escala e tecnologia. Os resultados específicos desses três efeitos funcionam como indicadores de possíveis ganhos ambientais de efetivo, positivo ou negativo (GROSSMAN; KRUEGER, 1991; COPELAND; TAYLOR, 2004).

Relações positivas do IED para a emissão de CO₂ são relatadas por Chung (2014) na Coréia do Sul; Managi e Jena (2008) na Índia e; na China por He e Yao (2016); Ren et. al (2014), Zhang (2011); Wang e Chen (2014). Estudos incluindo o Brasil estão, entre outros, sobre a autoria de Pao e Tsai (2011) e Kostakis; Lolos; Sardianou (2016).

Existem estudos que identificam uma relação entre o IED e a degradação ambiental na forma de emissões de CO₂. Lee e Brahmasrene (2013) analisam países desenvolvidos e economicamente líderes mundiais, o grupo do G20; List e

Co (2000) e He (2006) apontam esta tendência para a China. Ainda apresentam esta composição Aliyu (2005) para países da OCDE; Acharyya (2009) para a Índia.

O IED condiciona a melhora do Produto Interno Bruto (PIB) pela potencialização da base produtiva e de inserção de tecnologias mais eficientes (GROSSMAN; KRUEGER, 1991). Desta forma, o aumento da produção gera diretamente uma maior degradação ambiental. Esta relação é denominada como efeito escala do IED e se dá pelos canais de transferência de tecnologias para o setor produtivo via efeito renda (PAIXÃO; NOGUEIRA, 2016).

A aplicação da CAK possibilita a identificação dos setores produtivos vinculados ao IED como possíveis responsáveis pela emissão do CO₂; e, conseqüentemente atribuir individualmente a inferência sobre a degradação ambiental. O modelo escolhido se mostra amplo para as variáveis exploratórias que possibilitou o controle de vieses de estimação e a identificação do impacto do IED sobre os volumes de emissões do CO₂; ou seja, sobre o ambiente.

5.2.1 Cenário Brasil

O Brasil é caracterizado historicamente por uma economia de base agrícola. A partir deste contexto países desenvolvidos estabelecem estruturas capazes de influenciar e direcionar a produção e economia. Um exemplo clássico desta condição ocorreu nos anos de 1930 com o setor do café brasileiro; quando o mercado internacional diminuiu o volume de compra do produto, resultando em uma quebra da cadeia produtiva brasileira com reflexos de crise em toda a economia nacional (BATALHA; SILVA, 2014; FONSECA; SALOMÃO, 2017).

Apenas a partir da crise mundial do petróleo da década de 1970 o Brasil busca reagir e se posicionar mais fortemente perante ao mercado e suas turbulências de curto prazo desenvolvendo o etanol de cana-de-açúcar como combustível alternativo; fomentando assim, confiança para a produção da cadeia automotiva, ações no setor agrícola com a expansão de fronteiras e apoios técnicos (NITSCH, 1991; MARIN; NASSIF, 2013). O agronegócio toma corpo e se consolida com a produção de commodities agrícolas e conseqüentemente nos seus modelos de comercialização. Com produtos de padrões internacionais e comercializados a

contratos futuros o Brasil atinge destaque e uma economia sólida no setor (ZYLBERSZTAJN; NEVES, 2000).

Compondo o grupo das principais economias dos países em desenvolvimento o chamado BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China) e com um crescimento econômico efetivo a partir dos anos 2000 o Brasil atrai a atenção de investidores. Este momento econômico positivo do país se deve principalmente a ampliação de sua indústria, a mineração e a agricultura (GREGORY; OLIVEIRA, 2005; TOLLEFSON, 2010; CASTRO; FERNANDES; CAMPOS, 2013). Juntamente com esta composição produtiva o Brasil registra um aumento nos índices de emissão de CO₂ para o mesmo período (SEEG, 2017).

O IED direcionado para a América Latina e Caribe é considerável e o Brasil é o líder nos volumes de investimentos recebidos comparado a outros países da região (GREGORY; OLIVEIRA, 2005; CEPAL, 2018). A recessão econômica no Brasil nos anos de 2015 e 2016 juntamente com barreiras chinesas, impostas em 2017, para saída de IED e a queda dos fluxos de comercialização de produtos básicos desde 2011 impõe uma tendência de queda dos volumes de IED. Contudo, a melhora no comércio mundial em 2017, com índice positivo de 3,2%, tenciona os números futuros de IED para volumes mais elevados. Notadamente a relação entre os entrantes de IED e o volume de produção é direto (CEPAL, 2018).

5.2.2 O Investimento Estrangeiro Direto – IED

Os Investimentos Estrangeiros Diretos são uma categoria de investimento que ultrapassa fronteiras sendo efetuada por um investidor com objetivo de estabelecer um interesse duradouro em uma empresa residente numa economia diferente da sua (OECD, 2008).

As organizações empresariais que se formatam internacionalmente se mostram mais propícias à capacitação tecnológica inovadora quando realizam movimentações de IED e denotam referências de coerência e coordenação (WILLIAMSON, 1985; KOSTAKIS; LOLOS; SARDIANOU, 2016).

Dunning (1998) afirma que a inserção de IED acarreta nos países em desenvolvimento melhoria das condições de infraestrutura; desenvolvimento social;

índices de produção apoiados em logísticas; tecnologias digitais e fluxo de informações. Para Gregory e Oliveira (2005) os países apoiam os fluxos de IED pela estrutura financeira e de produção e de retornos econômicos em curto prazo.

Dunning (1981, 1993, 1999) trata do IED como um todo e embasa às variáveis para a inserção do IED. Esta teoria aponta falhas nas composições do mercado que levam uma empresa a realizar o IED e não buscar licenciar outras empresas ou exportação direta para compor o mercado externo. As falhas são compostas pelos custos de informação, e transação, oportunismo dos players e especificidades dos ativos. Somadas as falhas existem variáveis estruturais e conjunturais, como as particularidades do país e do perfil da indústria; assim como, variáveis operacionais e estratégicas, ou seja, os interesses, da empresa investidora (CARMINATI; FERNANDES, 2013).

A partir das bases de Dunning surgem estudos complementares em todo o mundo e também no Brasil. Estes mostram especificidades e contornos vinculados às suas realidades mercadológicas. Guedes (2007) denota para o Brasil as principais motivações para ações de internacionalização de seus fatores de produção; que se mostram comparados aos de Dunning na Tabela 3.

TABELA 3 - Bases Para Motivação da Internacionalização

Autor	Bases Para Motivação da Internacionalização
Dunning	Propriedade - Ownership
	Localização - Location
	Internalização - Internalization
Dunning e Guedes	Busca de recursos - Resource seeking
	Busca de mercado - Market seeking
	Busca de eficiência - Efficiency seeking
	Busca de ativos estratégicos - Strategic asset seeking

Fonte: Elaborado pelo autor à partir de Dunning (1993); Guedes (2007).

Para Sá e Medeiros (2007) são determinantes na escolha do país alvo para a locação do IED fatores externos subdivididos em macroambientais, aqueles presentes no país alvo, e microambientais, os presentes na indústria para a qual se destinam os investimentos e os; internos, intrínsecos a empresa alvo. Estão entre os fatores macro-externos especificamente os ambientes econômico, político, sociocultural e tecnológico. Para os micro-externos são identificados o acesso a recursos e ativos, recursos gerenciais criados, demanda do consumidor,

concorrência e parcerias empresariais. Enquanto que, para os internos, são: tecnologia, transnacionalidade, flexibilidade estratégica, formas de entrada, orientação do IED.

Paixão e Nogueira (2016) destacam a partir de Zarsky (1999), que as possíveis inferências ambientais decorrentes do IED estejam adequadamente qualificadas e agrupados conforme as especificidades do seu setor, decorrendo assim, os fatores de ambientes micro, macro e político necessários à análise da relação entre o IED e o meio ambiente.

Empresas com alto índice de emissões diminuem essa inferência quando se movem para países em desenvolvimento que possuem impostos sobre a degradação ambiental (SONG; WANG, 2013). Por sua vez, Dean, Lovely e Wang (2005) apontam que os rigores da legislação ambiental não determinam a inserção do IED e se mostram apenas relevantes para o deslocamento da empresa.

A importância do IED é crescente por sua influência nas economias mundiais; mesmo que, gere conflitos e incertezas como a dependência econômica dos países em desenvolvimento. É possível que uma organização monte estratégias de internacionalização, segundo motivadores complementares, como a fuga às legislações. (DUNNING, 1993; GREGORY; OLIVEIRA, 2005).

Esta tendência de fuga de legislação capacita a formulação de políticas ambientais vinculadas a forças políticas de interesse particulares; com políticos valorizando demasiadamente contribuições e agregando em seus argumentos para o fortalecimento do modelo de IED a condição da melhoria do bem-estar social (GROSSMAN; HELPMAN, 1994; AIDT, 1998; COLE; ELLIOTT; FREDRIKSSON, 2006).

5.2.3 Aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets

A Curva Ambiental de Kuznets mostra a relação entre o mercado internacional e o meio ambiente a partir do crescimento econômico induzindo melhores parâmetros ambientais (GROSSMAN; KRUEGER, 1991).

A CAK advém da composição teórica do U Invertido de Simon Kuznets. Este autor propunha a hipótese de um comportamento gráfico na forma de *U Invertido* na

relação do crescimento econômico e a distribuição de renda. Para tal apontava que inicialmente o crescimento econômico força a desigualdade na distribuição de renda; porém, com o passar do tempo essa desigualdade de renda se reduziria; formando assim o *U Invertido* (KUZNETS, 1955).

Na Conferência do acordo de livre comércio entre Estados Unidos e México em 1991 Grossman e Kruger apresentam uma análise decorrente da teoria do U Invertido de Kuznets com proposições atualizadas para a relação entre o crescimento econômico e os impactos ambientais; a então denominada Curva Ambiental de Kuznets (CAK). Este foi popularizado no Relatório de Desenvolvimento do Banco Mundial de 1992 (STERN; COMMON; BARBIER, 1996; STERN 2004; HE; YAO, 2016).

Após este primeiro momento estudos se somam pelo mundo e diferentes autores relatam suas considerações sobre a aplicabilidade da CAK. Gürlük (2009) descreve a CAK a partir de um estágio inicial de crescimento econômico; seguida de degradação intensa dos recursos naturais e posteriormente de uma rápida elevação da poluição ambiental; em um segundo momento, a medida que existe o crescimento econômico a renda aumenta e é dada importância para o meio ambiente, iniciando ações que resultam no aumento na qualidade ambiental.

Em cenário mundial utilizam da CAK Shafik e Bandyopadhyay (1992); Selden e Song (1994); Stern, Common e Barbier (1996); Dinda (2005); Choi, Heshmati, Cho (2010). Recentemente; Ang (2007) desenvolve estudo na França e Ota (2017) leva a aplicabilidade para todo o continente Asiático. Neste estudo o autor aponta para resultados inconclusivos na aplicabilidade da CAK, abrindo assim, oportunidades para novas análises. No Brasil, os trabalhos sobre a CAK elencam Arraes, Diniz e Diniz (2006); Carvalho e Almeida (2010), Santos et al. (2011), Ávila e Diniz (2015), entre outros.

Estudos de IED influenciando na degradação ambiental representada pela emissão de CO₂ e analisadas pela CAK estão representados em Cole, Elliott e Fredriksson (2006) com análise da inferência direta do IED nas emissões de CO₂; Ahmed e Long (2012) que remetem ao Paquistão; Pazienza (2015) os países pertencentes à OECD; Keho (2016) verifica as relações nos países do Norte de

África; Peng et al (2016) trazem as condições da China; Khan e Khan, (2018) elencam os países em desenvolvimento e Maku, Adegboyega e Oyelade (2018) destacam a Nigéria. Para o Brasil os estudos especificando o IED como fator econômico relacionado ao CO₂ como representante dos reflexos da degradação ambiental ainda são de pequena monta e remetem a Pao e Tsai (2011) e Kostakis; Lolos; Sardianou (2016).

5.3 Materiais e Métodos

Os dados analisados neste estudo foram estruturados em séries temporais considerando limitações da estruturação dos dados por parte das fontes e abrangendo o período de 1996 até 2016. Os volumes de emissões de CO₂ foram coletados do SEEG. O Banco Central do Brasil (BACEN), a Organização Mundial do Comércio (OMC) e as Nações Unidas (ONU) forneceram dados de caráter econômico, ou seja, aqueles referentes ao IED. Os valores do Dólar Americano (USD) na cotação de 2007 serviram de parâmetro para conversões, caso necessário, das diferentes moedas observadas.

As variáveis de pesquisa foram o IED do Brasil (Total, da Agropecuária; da Indústria) assumindo o papel de variável explicativa; enquanto que, os volumes de emissões de CO₂ dos setores da Energia, Indústria, Mudança do Uso da Terra e da Floresta, Agropecuário; Resíduos e a totalidade das emissões no país; se mostram como o conjunto de variáveis dependentes. A metodologia de análise, foi baseado na abordagem econométrica vinculada a aplicação da CAK.

5.3.1 Método de estimação

Na análise empírica, ficou determinado a modelagem econométrica como procedimento metodológico; enquanto que, o método para a estimação foi definido o dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO);

Baseado no modelo teórico, que capacita a análise da relação entre o IED, como indicador do fator econômico e a emissão de CO₂ como parâmetro de degradação ambiental. As variáveis explicativas foram o volume de IED total, o IED do agronegócio e o IED da indústria. As emissões de CO₂ foram apresentadas como variáveis dependentes e segmentadas conforme os critérios de setorização do setor produtivo do SEEG; assim, são denotados os setores: Total de Emissões; Energia,

Indústria, Mudança do Uso da Terra e da Floresta, Agropecuário e Resíduos. Destacando que os dados foram loglinearizados, e os modelos propostos foram estimados utilizando o software R¹, e a Package Stargazer do R foi destinada à organização da tabela de resultados econométricos.

5.3.1.1 Modelo teórico linear

Para a análise da relação entre o IED e o volume de emissões de CO₂, representando o fator de degradação ambiental foi estabelecida a regressão linear conforme a equação geral:

$$CO2_{setor_t} = \beta_0 + \beta_1 IED_{setor_t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

5.3.2 Aplicabilidade da CAK

5.3.2.1 Modelo teórico aplicabilidade de CAK

Para a análise específica da aplicabilidade da CAK para o Brasil na relação IED do setor versus CO₂ do setor foi estabelecida a equação geral:

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 IED_t + \beta_2 IED_t^2 + \varepsilon_t \quad (2)$$

onde, o subscrito t refere-se a unidade de tempo das séries temporais, o β_0 é a constante, ε_t o termo de erro, $\ln CO_{2t}$ representa as emissões e IED aos valores de IED.

São analisadas as seguintes relações para investigar a aplicabilidade da CAK para o Brasil:

- i) Se $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 = 0$, as emissões crescem monotonicamente com o IED;
- ii) Se $\beta_1 < 0$ e $\beta_2 = 0$, as emissões reduzem monotonicamente à medida em que o IED aumenta;
- iii) Se $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$, níveis maiores de renda estão associados com níveis declinantes nas emissões depois de um certo nível de IED alcançado. Neste caso verifica-se a CAK;

- iv) Se $\beta_1 < 0$ e $\beta_2 > 0$, emissões reduzem enquanto o IED cresce a princípio, e depois que o IED alcança certo nível, as emissões passam a crescer monotonicamente;
- v) Se $\beta_1 = 0$ e $\beta_2 = 0$, indica que as emissões não são influenciadas pelo volume IED.

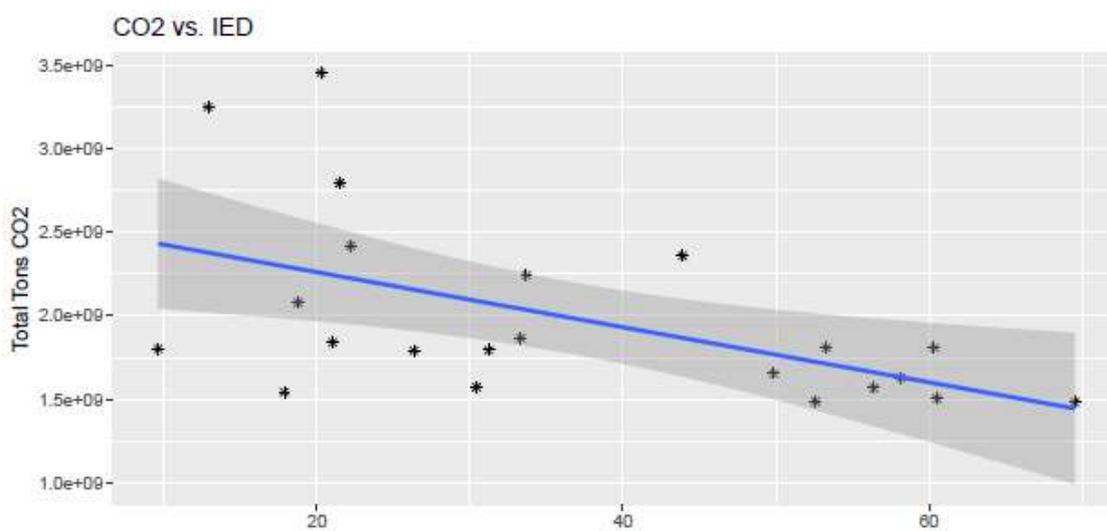
A CAK, ou seja, a curva *U*-invertido surge quando $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$, neste caso o ponto de inflexão é dado por>:

$$\ln CO_{2t} = \exp((- \beta_1)/(2\beta_2))$$

5.4 Resultados e Discussão

Os resultados advindos do modelo econométrico baseados na regressão linear apresentam as relações do IED para com volume de CO₂ e conseqüentemente da degradação ambiental no Brasil; isto, para o período dos anos de 1996 até 2016 e pode ser observada na figura 5 a seguir.

FIGURA 5 - IED Total e CO₂ no Brasil 1996-2016



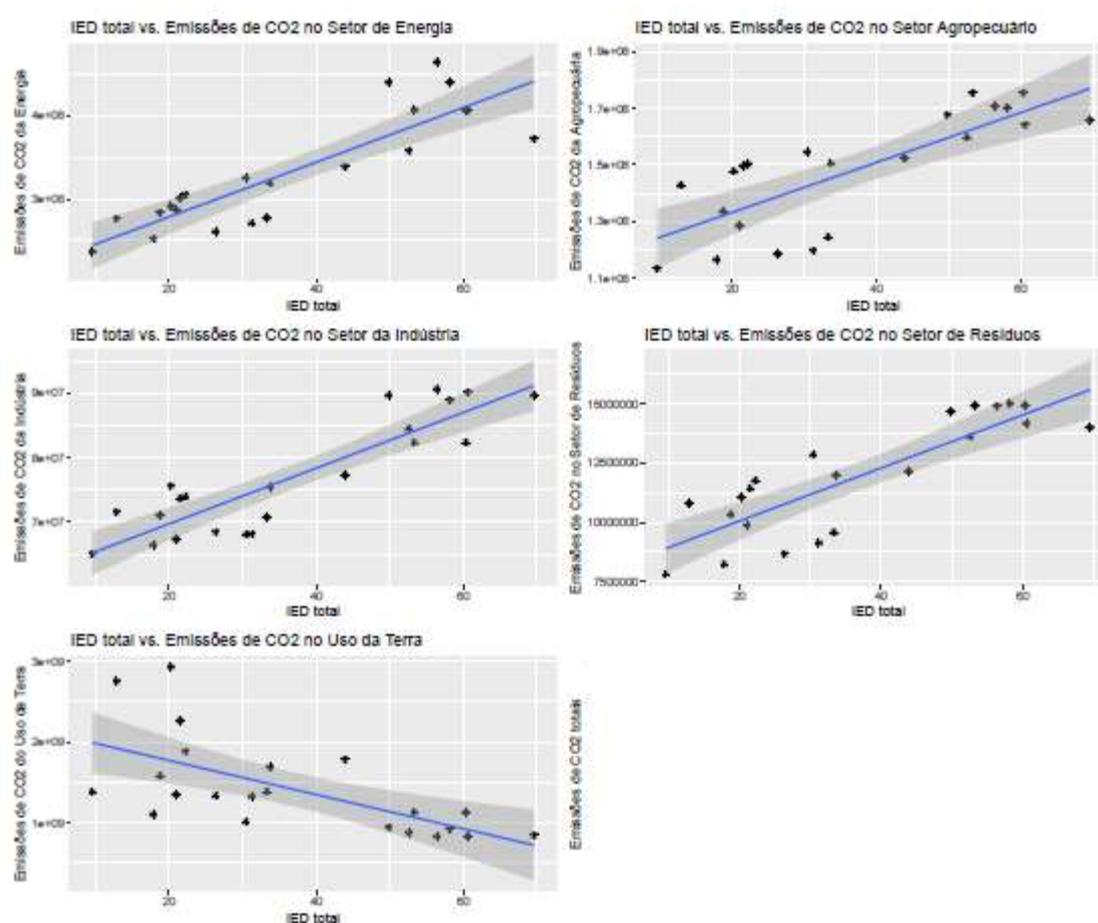
Fonte: BACEN e SEEG (2017).

A observação da correlação linear simples dos valores do IED e os volumes das emissões de CO₂ no Brasil aponta para uma relação inversa; pois, enquanto o IED aumenta, os volumes de CO₂ diminuem, efeito estabelecido também em He e Yao (2016). Kostakis; Lolos; Sardianou (2016) observam relação inversa; contudo, os dados observados neste estudo são referentes aos anos entre 1970 até 2010;

assim, abarcando condições econômicas e ambientais bastante diversas. A propensão do declínio da degradação ambiental frente à entrada de IED está vinculada a compostos iniciais de produção de energia limpa por hidrelétrica e tecnologias de potencialização de produção no setor da agropecuária (GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000).

Os resultados específicos dos setores podem ser observados na Figura 6, a seguir.

FIGURA 6 - IED setorizado e CO2 no Brasil 1996-2016



- **Setor Energia**

Na relação entre o IED e as emissões de CO₂ no setor energia a observação gráfica aponta, para que, enquanto o IED aumenta o volume de CO₂ também se eleva. Esta condição se motiva, mesmo diante de um quadro estabelecido historicamente pela produção de energia limpa, por fatores como a busca de geração de energia por termoelétricas para suprir a defasagem da infraestrutura do

setor energético somado a e crises hídricas presentes nas décadas dos anos 2000; condição intrínseca ao modelo hidrelétrico brasileiro.

- Setor Industrial

A emissão de CO₂ para o setor industrial aumenta conforme os aportes de IED sobem. Este é o setor onde ocorre o maior volume de IED no Brasil; com isto, é de suma importância, para o ambiente, as ações do setor, como: obediência a legislação ambiental, busca por tecnologias mais eficazes, projetos ligados ao mercado interno, fluxos de informação, entre outros de caráter operacional, estratégico e político (WILLIAMSON, 1985; KOSTAKIS; LOLOS; SARDIANOU, 2016; DUNNING, 1998; CARMINATI; FERNANDES, 2013; PAIXÃO; NOGUEIRA, 2016).

- Setor Mudança do Uso da Terra e da Floresta

Para a relação entre o IED e as emissões de CO₂ no setor Mudança do Uso da Terra e da Floresta foi possível observar que o IED aumenta, enquanto que, os volumes de CO₂ diminuem. Esta composição aponta para a inserção de novas e mais eficazes tecnologias durante a atividade agrícola. Dunning (1998) apresenta estes fatores, bastante adotados, pelas composições do agronegócio brasileiro, somado, as técnicas e assistências desenvolvidas no próprio país como pela EMBRAPA.

- Setor Agropecuário

As entradas de IED e as emissões de CO₂ no setor Agropecuário apontam para uma relação de reflexo direto de aumentos, ou seja, o aumento de IED capacita o aumento dos volumes de CO₂. As influências do modelo de negócios do agronegócio brasileiro estabelecido principalmente sobre commodities e mercado futuro geram grade vínculo com o comércio internacional (WILLIAMSON, 1993). Mesmo diante de fatores de maior eficiência, como: tecnologias e fluxo de informações, o impacto a curto prazo envolve grandes alterações nos aportes diretos e também indiretos dos volumes de produção; gerando assim, um maior volume de emissões de CO₂.

- Setor Resíduos

No setor de resíduos os reflexos dos aportes de IED se mostram bastante relevantes para o volume de emissões de CO₂. Este setor comporta os reflexos do aumento de produção de outros setores, ou seja, enquanto a indústria, a agropecuária e outros aumentam sua produção o setor de resíduos recebe o aumento do volume destas produções de forma imediata. Com isto, é natural que haja no setor a relação direta entre o volume de IED e o volume de emissões de CO₂.

5.4.1 Análise econométrica

Para os resultados da aplicabilidade da CAK no Brasil para a relação entre o IED e a degradação ambiental representada pelo volume de CO₂, no período entre 1996 até 2016, pode ser observada pelos resultados das estimações dos modelos apresentados na Tabela 4, a seguir.

TABELA 4 - Resultados das estimações dos modelos econométricos

	<i>Dependent variable:</i>					
	log(TOTAL)	log(Energia)	log(Agrop)	log(Ind)	log(Res)	log(UT)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IED	-0.006 (0.015)	0.014** (0.007)				
IED2	-0.00002 (0.0002)	-0.0001 (0.0001)				
IEDagro			0.068*** (0.009)			-0.079 (0.047)
IEDagro2			-0.003*** (0.001)			0.003 (0.003)
IEDind				0.016** (0.007)	0.060*** (0.009)	
IEDind2				-0.0001 (0.0002)	-0.001*** (0.0003)	
Constant	21.631*** (0.244)	19.178*** (0.111)	18.637*** (0.023)	17.977*** (0.037)	15.809*** (0.048)	21.238*** (0.120)
Observations	22	22	22	22	22	22
R ²	0.316	0.785	0.805	0.785	0.896	0.269
Adjusted R ²	0.244	0.762	0.784	0.763	0.885	0.192
Residual Std. Error (df = 19)	0.215	0.098	0.066	0.055	0.071	0.340
F Statistic (df = 2; 19)	4.390**	34.644***	39.136***	34.750***	81.505***	3.502*

Note:

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

A CAK estabelece um comportamento de U-invertido para a relação entre fatores de crescimento econômico, aqui representado pelo IED, e impactos ao meio ambiente. Assim, enquanto em um primeiro momento o IED aumenta se mostra um

aumento do volume de CO₂. Posteriormente com a contínua inserção do IED existe um ponto de inflexão e o volume de CO₂ diminui.; compondo, uma representação gráfica em formato de U-invertido característico da CAK.

Conforme observado na Tabela 1 as relações dos modelos 2, 3, 4 e 5 se apresentaram bem ajustados e um alto coeficiente de R², com média superior a 0.75. A aplicabilidade da CAK na relação entre os valores entrantes de IED nos setores de produção e o volume de CO₂ setorizados pelo SEEG podem ser observados nos modelos 2, 3, 4, 5 e 6.

- Aplicabilidade da CAK para Emissões Totais

O modelo 1, apresentou uma relação, entre os fatores do IED e CO₂, incapaz de representar a aplicabilidade da CAK; contudo é importante observar a tendência direta para a queda do volume de CO₂ quando os valores de IED aumentam. A partir disto foi possível apontar para uma composição contrária a degradação ambiental.

- Aplicabilidade da CAK para Energia

O modelo 2 referente ao setor de Energia apontou para a aplicabilidade da CAK. Com um setor energético baseada em hidroelétricas, ou seja, energia limpa, o Brasil possui posição estratégica privilegiada no setor. Ações recentes, como utilização de termo elétricas e fatores com efeito gargalo como crises hídricas, aumento da demanda e falta de investimento no setor podem fazer, com que, em um momento próximo a CAK não se adeque mais ao setor. Esta tendência pode ser elencada pela composição internacional do setor que se mostra como grande emissor de CO₂ e descrita por Ang (2007).

- Aplicabilidade da CAK para Agropecuária

O modelo 3 referente ao setor da Agropecuária apontou para a aplicabilidade da CAK. Este setor da economia brasileira possui grande importância na composição final da balança comercial. Com forte representatividade no contexto maior do agronegócio o setor se beneficia de estratégias internacionais sólidas pela comercialização baseadas em commodities e condições edafoclimáticas bastante favoráveis a diversidade de culturas e volume de safras anuais. Os fatores tecnológicos trazidos com o IED favorecem a produtividade, enquanto que, a solidez

do setor frente ao mercado internacional capacita cada vez mais novas ações de IED.

- Aplicabilidade da CAK para Indústria

O modelo 4 referente ao setor da Indústria apontou para a aplicabilidade da CAK. Reconhecidamente como o setor de maior representatividade na recepção de IED faz-se extremamente representativa a condição da aplicabilidade da CAK. A partir deste contexto foi possível apontar para ações de preservação do ambiente, como: internas a empresa - utilização de tecnologias modernas (filtros, equipamentos, utilização de fontes hídricas, entre outras); externas a empresa – obediência a legislação ambiental e; políticas (parcerias e campanhas envolvendo ações de conservação ambiental).

- Aplicabilidade da CAK para Resíduo

O modelo 5 referente ao setor de Resíduos apontou para a aplicabilidade da CAK. Mesmo diante de entrantes de difícil manejo técnico e logístico o setor se mostrou engajado nas questões ambientais (condição intrínseca ao modelo de negócio) com ações de produção para reaproveitamento, transformação e inovações. Fatores como a tecnologia foram cruciais para o desenvolvimento do setor, enquanto que, novos processos e materiais se capacitam para serem incorporados ao setor de resíduos. Ajustes, como adequação de legislação, políticas públicas, estratégia de mercado, entre outros, derivam na falta de coordenação governamental.

- Aplicabilidade da CAK para Mudança do Uso da Terra e da Floresta

O modelo 6, apresentou uma relação, entre os fatores do IED e CO₂, incapaz de representar a aplicabilidade da CAK O Brasil com uma vocação histórica para a agricultura e por consequência do Mudança do Uso da Terra e da Floresta deve estar atento aos movimentos de produção agrícola e exploração dos biomas; pois, a imensa área que potencializa maiores valores também dificulta controles do Estado e por consequência possibilitam ações predatórias como queimadas e garimpos ilegais.

5.5 Conclusões

Com as análises realizadas na equação linear (1) foi possível identificar os primeiros indícios de impacto do IED sobre o meio ambiente; pois, nos resultados setorializados apenas o Mudança do Uso da Terra e da Floresta apresentou apontamento negativo; enquanto que, os setores: Energia, Indústria, Agropecuário e Resíduos se mostraram vinculados aos efeitos de degradação. Então, neste primeiro momento, a inserção de IED estava provocando um aumento no volume de emissões de CO₂. Contudo, a observação de um contexto geral, ou seja, da composição dos IEDs totais frente aos volumes de CO₂ totais mostravam haver relação negativa, assim, o volume de CO₂ diminui com os aportes de IED.

Na equação (2) da aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) foi possível verificar e refutar alguns indícios primários. Apenas foi rejeitada a aplicabilidade da CAK nas relações do IED Total com CO₂ Total e o IED Agro com CO₂ Mudança do Uso da Terra e da Floresta. Para os demais setores da economia brasileira – Energia, Agropecuária, Indústria e Resíduos – pôde-se observar a aplicabilidade da CAK.

A partir destes resultados embasados pela Teoria da CAK é possível aferir, no geral, uma relação negativa entre os aportes financeiros do IED e a degradação ambiental no Brasil. Portanto, é possível apontar para a importância do IED, tanto na economia brasileira, como na preservação de seu meio ambiente.

Mesmo diante de uma caracterização estratificada, pouco usual do IED e que trouxe resultados com especificidades setoriais importantes, existiu durante o estudo, grande dificuldade em parametrizar seus dados; pois, mesmo possuindo papel de destaque na tipologia comercial atual, as fontes não os vinculam de forma padronizada ou até mesmo contínua.

Referência

ACHARYYA, J. FDI, growth and the environment: evidence from India on CO₂ emission during the last two decades. **Journal of Economic Development**, v.34, n.1, p.43-58, 2009.

AHMED, Khalid; LONG, Wei. Environmental Kuznets Curve and Pakistan: an empirical analysis. **Procedia Economia and Finanças**, v. 1, p. 4–13, 2012.

AIDT, T. S. Political internalization of economic externalities and environmental policy, **Journal of Public Economics**, v.69, p.1–16, 1998.

ALIYU, A.M. Foreign direct investment and the environment: pollution haven hypothesis revisited. **Eighth Annual Conference on Global Economic Analysis**, 2005.

ALBORNOZ, F. In search of environmental spillovers. **The World Economics**, v.32, p.136-63, 2009. DOI: 10.2139/ssrn.1121916

ANG, James B. CO2 Emissions, Energy Consumption, And Output in France. **Energy Policy**, n.35, p.4772-4778, 2007.

ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ÁVILA, Ednilson Sebastião de; DINIZ, Eliezer Martins. Evidências sobre Curva Ambiental de Kuznets e convergência das emissões. **Estud. Econ.**, vol.45, n.1, p. 97-126, Jan.-Mar. 2015

BATALHA, Mário Otávio; SILVA, Andrea Lago da. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas**. In: BATALHA, Mário Otávio. **Gestão Agroindustrial: GEPAL – Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais**. 3. ed. – 8. reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.

CARMINATI, João Guilherme de Oliveira; FERNANDES, Elaine Aparecida. O impacto do investimento direto estrangeiro no crescimento da economia brasileira. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 41, jul./dez. 2013.

CARVALHO, Terciane Sabadini; ALMEIDA, Eduardo. **A hipótese da Curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial**. *Est. econ.*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 587-615, Jul – Set., 2010.

CASTRO, P.G.C; FERNANDES, E.A.; CAMPOS, A.C. The determinants of foreign direct investment in Brazil and Mexico: an empirical analysis. **Procedia Economics and Finance**, v.5, p. 231-240, 2013.

CEPAL. O investimento estrangeiro direto na América Latina e no Caribe. **CEPAL – ONU**, 2018. Documento informativo.

CHOI, E. HESHMATI, A.; CHO, Y. An Empirical Study of the relationships between CO2 emissions, economic growth and openness. **IZA**, Bonn – Alemanha, n. 5304, Nov. 2010.

CHUNG, S. Environmental regulation and foreign direct investment: evidence from South Korea. **Journal of Development Economics**, v.108, p.222–236, 2014.

COLE, M.A. ELLIOTT, J.R. FREDRIKSSON, P.G. Endogenous pollution havens: does FDI influence environmental regulations? **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 106, 2006. DOI: 10.1111/j.1467-9442.2006.00439.x

COPELAND, B. R. M.; TAYLOR, M. S. Trade, Growth, and the Environment. **Journal of Economic Literature**, v. 42, n. 1, p. 7-71, 2004.

DEAN, J. M.; LOVELY, M.E.; WANG, H. Are foreign investors attracted to weak environmental regulations? evaluating the evidence from China, **Working Paper**, n. 3505, 2005.

DINDA, S. A theoretical basis for the Environmental Kuznets Curve. **Ecological Economics**, v. 53, p. 403 – 413, 2005.

DUNNING, J. H. International production and the multinational enterprise. London: **George Allen & Unwin**, 1981.

_____. The eclectic paradigm of international production: A restatement and some possible extensions. **Journal of international business studies**, n. 19, p.1-31, 1988.

_____. Multinational enterprises and the global economy. New York: Addison-Wesley, 1993.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. Texto para Discussão n. 768. Brasília: Ipea, 2000.

GORG, H.; STROBL, E.A. Spillovers from foreign firms through worker mobility: an empirical investigation. **Scandinavian Journal of Economics**, v.107, p.693-709, 2005.

GREGORY, Denise; OLIVEIRA, Maria Fatima Berardinelli Arraes de. O desenvolvimento de ambiente favorável no brasil para a atração de investimento estrangeiro direto. Brasília: INVESTE BRASIL, 2005.

GROSSMAN, G.; A. KRUEGER. 1995. Economic growth and the environment. **Quarterly Journal of Economics**, v.110, n. 2, p. 353–78. DOI:10.2307/2118443.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. Protection for Sale, **American Economic Review**, v.84, p.833–850, 1994.

GUEDES, A. L. **Negócios Internacionais**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GÜRLÜK, S. Economic growth, industrial pollution and human development in the Mediterranean region. **Ecological Economics**, v.68, n.8–9, p. 2327–35, 2009. DOI:10.1016/j.ecolecon.2009.03.001.

HE, Xiaoping; YAO, Xin. Foreign Direct Investments and the Environmental Kuznets Curve: new evidence from chinese provinces. **Emerging Markets Finance and Trade**, v.1, n.14, 2016. DOI: 10.1080/1540496X.2016.1138813

KEHO, Yaya. Trade Openness and the Impact of Foreign Direct Investment on CO2 emissions: econometric evidence from ECOWAS countries, **Journal of Economics and Sustainable Development**, v.7, n.18, 2016.

KHAN, Hamad Hasul; KHAN, Oshin. Income-FDI-Environmental degradation nexus for developing countries: A panel analysis of America continent School of Economics, **MPRA**, n. 88154, 2018.

KOSTAKIS, Ioannis; LOLOS, Sarantis; SARDIANOU, Eleni. Foreign direct investment and environmental degradation: Further evidence from Brazil and Singapore. **MPRA**, n. 75643, Athens, Greece 19 Dec., 2016.

KUZNETS, Simon. Economic growth and income inequality. **American Economic Review**, v. 45, n. 1, p. 1-28, 1955.

LEE, J.W.; BRAHMASRENE, T. Investigating the influence of tourism on economic growth and carbon emissions: Evidence from panel analysis of the European Union. **Tourism Management**, v. 38, p. 69-76, 2013.

LIST, J.A.; CO, C.Y. The effect of environmental regulation on foreign direct investment. **Journal of Environmental Economics and Management**, v.40, p.1-20, 2000.

MAKU, O.E.; ADEGBOYEGA, S.B.; OYELADE, A.O. The impact of Foreign Direct Investment on CO2 emission in Nigeria (1980 - 2014), **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v.9, n. 2, 2018.

MANAGI, S.; JENA, P.R. Environmental productivity and Kuznets curve in India. **Ecological Economics**, v.65, p.432-440, 2008.

MARIN, F.; NASSIF, D.S.P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 232-239, Feb. 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000200015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 Fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000200015>.

MORTIMORE, M. Corporate strategies for FDI in the context of Latin America's: new economic model. **World Development**, v. 28, n. 9, p. 1611-1626, 2000.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proalcool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista Economia Política**, v. 11, n. 2, p.123-138.

NORDHAUS, William. A new solution: the climate club. **The York Review of Book**. Jun., 2015.

OECD. Benchmark Definition of Foreign Direct Investment. **OECD**, 2008. Disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf>>. Acesso em:10 Nov. 2017.

OTA, Tatsuyuki. Economic growth, income inequality and environment: assessing the applicability of the Kuznets hypotheses to Asia. **Palgrave Communications**, v.3, n.17069, Jul. 2017. DOI: 10.1057.

PAIXÃO, Márcia Cristina Silva; NOGUEIRA, Jorge Madeira. Investimento Estrangeiro Direto (IED) e meio ambiente: da literatura recente às oportunidades para a sustentabilidade. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, v. 2, n.2, p. 45-64, dez. 2016.

PAZIENZA, Pasquale. The relationship between CO₂ and Foreign Direct Investment in the agriculture and fishing sector of OECD countries: Evidence and policy considerations, **Intellectual Economics**, v.9, p. 55–66, 2015.

PAO, H.T.; TSAI, C.M. Modeling and forecasting the CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Brazil. **Energy**, v.36, p. 2450-2458, 2011.

PENG, Hongfeng et al. Economic growth, foreign direct investment and CO₂ emissions in China: a panel Granger causality analysis, *Sustainability*, v. 8, n.233, 2016. DOI:10.3390/su8030233

REN, S., et al. International trade, FDI (foreign direct investment) and embodied CO₂ emissions: a case study of Chinas industrial sectors. **China Economic Review**, v.28, p.123-134, 2014.

ROMER, P.M. New goods, old theory, and the welfare costs of trade restrictions. **Journal of Development Economics**, n. 43, 1994, p. 5–38, 1994.

SÁ, Claudia Wirz Leite; MEDEIROS, Janann Joslin. Fatores que influenciam as estratégias empresariais de investimento externo direto em países emergentes. **Gerencias**, São Paulo, v.6, n.1, p. 45-53, 2007.

FONSECA, P.D.; SALOMÃO, I.C. Industrialização brasileira: notas sobre o debate historiográfico. **Revista Tempo**, v. 23, n.1, p. 87-104, jan. – abr. 2017. DOI: 10.1590/TEM-1980-542X2017v230105.

SANTOS, W. O. et al. **A teoria do U invertido**: um teste da hipótese de Kuznets para a relação entre crescimento econômico e desigualdade de renda no Brasil (1976-2007). *Revista de Economia, UFPR*, v. 37, n. 2, ano 35, p. 7-28, Maio/Ago, 2011.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estuda. Rio de Janeiro: **SEEG**, 2017. Disponível em <<http://plataforma.seeg.eco.br>>. Acesso em: 10 de Nov. 2017.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a Kuznets Curve for air pollution emissions? **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 27, n. 2, p. 147-162, 1994.

SHAFIK, N., BANDYOPADHYAY, S. Economic growth and environmental quality: a time series and cross-country evidence. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 4, p.1-24, 1992.

SONG, M.; S. WANG. How should developing countries cope with pollution-migration? An extended model of Northsouth trade and its numerical simulation. **Energy & Environment**, v. 24, n. 6, p. 939–51, 2013. DOI:10.1260/0958-305X.24.6.939.

STERN, D. I. The rise and fall of the environmental Kuznets Curve. **World Development**, v. 32 n.8, p. 1419–39, 2004. DOI:10.1016/j.worlddev.2004.03.004.

STERN, D. I., M. S. COMMON, and E. B. BARBIER. Economic growth and environmental degradation, the environmental Kuznets curve and sustainable development. **World Development**, v.24, n.7, p.1151–60, 1996. DOI:10.1016/0305-750X(96)00032-0.

TAMAZIAN, A.; RAO, B. B. Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. **Energy Economics**. V. 32, n. 1, p.137–45, 2010. DOI: 10.1016/j.eneco. 009.04.004.

TOLLEFSON, J. The global farm. **Nature**, n.466, p.554-556, 2010.

WANG, D.T.; CHEN, W.Y. Foreign direct investment, institutional development, and environmental externalities: evidence from China. **Journal of Environmental Management**, v. 135, p.81-90, 2014.

WILLIAMSON, O. Transaction cost economics and organization theory. *Journal of Industrial and Corporate Change*. n. 2, p. 107-156, 1993.

ZHANG, Y.J. The impact of financial growth on carbon emissions: an empirical analysis in China. **Energy Policy**, v.39, p.2197-2203, 2011.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). *Economia e gestão de negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira, 2000.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta Tese apresentou uma análise econométrica para o Brasil da relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente em três etapas; permeando em cada uma delas uma verificação específica. Com uma abordagem mais completa do debate entre Economia e Meio Ambiente; pois, analisou de forma geral o impacto do crescimento econômico nas emissões de CO₂ entre 1996 – 2016. A maior contribuição da pesquisa foi incrementar a análise dos 5 setores produtivos e fazer a relação linear, não linear de Kuznets e o efeito N.

Na primeira etapa foram examinadas as possíveis externalidades dos modelos produtivos do Brasil enquanto responsáveis pela emissão de CO₂ no período entre 1996 até 2015; foi possível observar pelos resultados empíricos que, ao longo do tempo, os impactos do crescimento econômico foram negativos para as emissões de CO₂. O setor de energia apresentou resultados contrários aos encontrados em países desenvolvidos; enquanto que, o agronegócio, mais especificamente a agropecuária, trouxe como significativa a fermentação entérica. Quando comparado a países desenvolvidos o Brasil se mostra incipiente economicamente; porém, em se tratando de sustentabilidade medida pelas emissões de CO₂ pode ser classificado como sustentável.

Para a segunda etapa foi verificada a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) na relação entre os valores do Produto Interno Bruto (PIB) e os volumes das emissões de CO₂. Os resultados mostram não haver validação estatística para o modelo quadrático da CAK, ou seja, não foi possível afirmar a aplicabilidade do formato do *U invertido* onde a melhora do PIB resulta em uma queda das emissões de CO₂. Somada a este fator está a verificação do modelo cúbico que aponta para o formato de N; denotando uma retomada do aumento das emissões a partir de um patamar da produção.

Na terceira etapa foi investigada a relação linear entre o IED e setores produtivos e a aplicabilidade da Curva Ambiental de Kuznets (CAK) na relação entre o Investimento Estrangeiro Direto (IED) e os volumes de emissões de CO₂ nos setores produtivos elencados pelo SEEG. A relação linear denotou os primeiros indícios do impacto do IED sobre o meio ambiente; pois, enquanto, Energia, Indústria, Agropecuário e Resíduos se mostraram vinculados aos efeitos de

degradação, apenas o Mudança do Uso da Terra e da Floresta era negativo. Desta forma, neste primeiro momento, o IED provocava aumento no volume de emissões de CO₂.

Os resultados demonstraram que o Brasil é uma economia em desenvolvimento que tem baixo impacto nas emissões de gerais de CO₂. Ao analisar os setores, o Brasil apresenta diferenças significativas; pois, o setor Agro e Mudança e Uso da Terra tem efeitos positivos diretos do crescimento econômico, por ser um país tradicionalmente agrícola. A Tese ainda apresentou uma análise sobre o IED nas emissões de CO₂, que mostrou a importância e comportamento Kuznets na maioria dos setores.

REFERÊNCIAS

ACHARYYA, J. FDI, growth and the environment: evidence from India on CO₂ emission during the last two decades. **Journal of Economic Development**, v.34, n.1, p.43-58, 2009.

AHLUWALIA, M. S. Inequality, poverty and development. **Journal of Development Studies**, v. 3, p. 307-342, 1976.

AHMED, Khalid; LONG, Wei. Environmental Kuznets Curve and Pakistan: an empirical analysis. **Procedia Economia and Finanças**, v. 1, p. 4–13, 2012.

AIDT, T. S. Political internalization of economic externalities and environmental policy, **Journal of Public Economics**, v.69, p.1–16, 1998.

AKMAL, Muhammad; STERN, David I. Residential energy demand in Australia: an application of dynamic OLS. **Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics**, Canberra, n. 104, 2001.

ANG, James B. CO₂ Emissions, Energy Consumption, And Output in France. **Energy Policy**, n.35, p.4772-4778, 2007.

ALBORNOZ, F. In search of environmental spillovers. **The World Economics**, v.32, p.136-63, 2009. DOI: 10.2139/ssrn.1121916

ALIYU, A.M. Foreign direct investment and the environment: pollution haven hypothesis revisited. **Eighth Annual Conference on Global Economic Analysis**, 2005.

ANG, James B. CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. **Energy Policy**, v. 35, n. 10 p. 4772-4778, 2007.

ANG, James B. CO₂ emissions, research and technology transfer in China. **Ecological Economics**, v. 68, n. 10, p. 2658–2665, 2009.

AKINLO, A. E. Energy consumption and economic growth: evidence from 11 African countries. **Energy Economics**, v. 30, n. 10, p. 2391–2400, 2008.

APERGIS, N.; PAYNE, J. E. Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. **Energy Economics**, v. 31, p. 211–216, 2009.

ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ÁVILA, Ednilson Sebastião de; DINIZ, Eliezer Martins. Evidências sobre Curva Ambiental de Kuznets e convergência das emissões. **Estud. Econ.**, São Paulo, vol.45, n.1, p. 97-126, Jan.-Mar. 2015

AZEVEDO, T.R. et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. *Nature*, Maio, 2018. Disponível em < <https://>

www.nature.com/articles/sdata201845>. Acesso em: 20 Fev, 2019. DOI: 10.1038/sdata.2018.45

BACEN – Banco Central do Brasil. **Indicadores econômicos consolidados:** Produto Interno Bruto e taxas médias de crescimento. Brasília, 2018.

BECKERMAN, W. Economic growth and the environment: whose growth? Whose environment? **World Development**, Oxford, v. 20, n. 4, p. 481-496, 1992.

BORHAN, H.; AHMED, E. M.; HITAM, M. The Impact of CO₂ on economic growth in Asean 8. **Procedia - Social and Behavioral Sciences** v. 35, p. 389–397, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Lavouras são apenas 7,6% do Brasil, segundo a NASA**. Brasília: MAPA, 2017. Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br/noticias/dados-da-nasa-demonstram-que-apenas-7-6-da-area-do-brasil-e-ocupada-por-lavouras>>. Acesso em: 30 Dez. 2017

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Conferência das Partes**. Brasília: MMA, 2017. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes>>. Acesso em: 15 Nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Pretendida contribuição nacionalmente determinada:** para consecução do objetivo da convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília: MMA, 2015a. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 01 Jun. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Tire suas dúvidas sobre mudanças climáticas**. Brasília: MMA, 2015b. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=1216>>. Acesso em: 01 Nov. 2017.

CAMPBELL, J. Y.; MANKIW, N. G. Consumption, income, and interest rates: reinterpreting the time series evidence. **NBER Macroeconomics Annual**, v. 4, p. 185-216, 1989.

CARMINATI, João Guilherme de Oliveira; FERNANDES, Elaine Aparecida. O impacto do investimento direto estrangeiro no crescimento da economia brasileira. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 41, jul./dez. 2013.

CARVALHO, Terciane Sabadini; ALMEIDA, Eduardo. A hipótese da Curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial. **Est. econ.**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 587-615, Jul – Set., 2010.

CASTRO, P.G.C; FERNANDES, E.A.; CAMPOS, A.C. The determinants of foreign direct investment in Brazil and Mexico: an empirical analysis. **Procedia Economics and Finance**, v.5, p. 231-240, 2013.

CEPAL. O investimento estrangeiro direto na América Latina e no Caribe. **CEPAL – ONU**, 2018. Documento informativo.

CHOI, E. HESHMATI, A.; CHO, Y. An Empirical Study of the relationships between CO₂ emissions, economic growth and openness. **IZA**, Bonn – Alemanha, n. 5304, Nov. 2010.

CHUNG, S. Environmental regulation and foreign direct investment: evidence from South Korea. **Journal of Development Economics**, v.108, p.222–236, 2014.

COLE, M. A.; ELLIOTT, Robert J.R.; FREDRIKSSON, P.G. Endogenous pollution havens: does FDI influence environmental regulations? **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 106, 2006. DOI: 10.1111/j.1467-9442.2006.00439.x.

COONDOO, D.; DINDA, S. The carbon dioxide emission and income: a temporal analysis of cross-country distributional patterns. **Ecological Economics**, v. 65, p. 375–385, 2008.

COPELAND, B. R. M.; TAYLOR, M. S. Trade, Growth, and the Environment. **Journal of Economic Literature**, v. 42, n. 1, p. 7-71, 2004.

CUNHA, Cleyzer Adrian; SCALCO, Paulo Roberto. **REDES - Rev. Des. Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 214 - 230, maio/ago 2013.

DE BRUYN, S.M. **Economic growth and the environment**: an empirical analysis. Kluwer Academic Publishers, 2000.

DEAN, J. M; LOVELY, M.E.; WANG, H. Are foreign investors attracted to weak environmental regulations? evaluating the evidence from China, **Working Paper**, n. 3505, 2005.

DEACON, R.; NORMAN, C. S. Is the Environmental Kuznets Curve an empirical regularity? **Economics Working Paper**, 2004.

DINDA, S. A theoretical basis for the Environmental Kuznets Curve. **Ecological Economics**, v. 53, p. 403 – 413, 2005.

DINIZ, E. M. **Crescimento, poluição e o Protocolo de Quioto**: uma avaliação do caso brasileiro. São Paulo: Banco Santos / Universidade de Oxford, 2001.

DUNNING, J. H. International production and the multinational enterprise. London: **George Allen & Unwin**, 1981.

_____. The eclectic paradigm of international production: A restatement and some possible extensions. **Journal of international business studies**, n. 19, p.1-31, 1988.

_____. Multinational enterprises and the global economy. Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.

_____. Location and the multinational enterprise: A neglected factor? **Journal of International Business Studies**, v. 29, n. 1, p.45-66, 1998.

EVERETT, T. et al. A. Economic Growth and the Environment. **MPRA**, n. 23585, 2010. Disponível em: <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/23585/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

FONSECA, P.D.; SALOMÃO, I.C. Industrialização brasileira: notas sobre o debate historiográfico. **Revista Tempo**, v. 23, n.1, p. 87-104, jan. – abr. 2017. DOI: 10.1590/TEM-1980-542X2017v230105.

FUNDAÇÃO R. **O Projeto R para Computação Estatística**. <https://www.r-project.org/>

GARRIDO, Ivan Lapuente. Relação entre orientação para mercado externo, estratégias de Internacionalização e performance exportadora. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. Brasília: Ipea, 2000. (Texto para Discussão n. 768).

GHALI, K. H.; EL-SAKKA, M.I.T. Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. **Energy Economics**, v. 26, n. 2, p. 225–238, 2004.

GHOSH, S. Examining carbon emissions economic growth nexus for India: a multivariate cointegration approach. **Energy Policy**, v. 38; p. 3008– 3014, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORG, H.; STROBL, E.A. Spillovers from foreign firms through worker mobility: an empirical investigation. **Scandinavian Journal of Economics**, v.107, p.693-709, 2005.

GREENPEACE. 2014. **Eficiência energética e emissões de gases de efeito estufa**: estimativa de redução das emissões de GEE até 2030, a partir de cenários de eficiência energética para veículos leves no Brasil. Rio de Janeiro: Centro Clima, 2014. Disponível em < http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2014/Estudo%20Coppe_Eficiencia%20e%20Emissoes.pdf>. Acesso em: 24 de Set. 2017.

GREGORY, Denise Gregory; OLIVEIRA, Maria Fatima Berardinelli Arraes de. **O desenvolvimento de ambiente favorável no brasil para a atração de investimento estrangeiro direto**. Brasília: INVESTE BRASIL, 2005.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Environmental impacts of a North American free trade agreement. **National Bureau of Economic Research**, 1991.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. Protection for Sale, **American Economic Review**, v.84, p.833–850, 1994.

GUEDES, A. L. **Negócios Internacionais**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2011.
- GÜRLÜK, S. Economic growth, industrial pollution and human development in the Mediterranean region. **Ecological Economics**, v.68, n.8–9, p. 2327–35, 2009. DOI:10.1016/j.ecolecon.2009.03.001.
- HE, Xiaoping; YAO, Xin. Foreign Direct Investments and the Environmental Kuznets Curve: new evidence from chinese provinces. **Emerging Markets Finance and Trade**, v.1, n.14, 2016. DOI: 10.1080/1540496X.2016.1138813
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. (Estudos e pesquisas. Informação geográfica, n. 10)
- KÄSSMAYER, K.; FRAXE NETO, H. J. **A entrada em vigor do Acordo de Paris: o que muda para o Brasil?** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2016. (Texto para Discussão nº 215). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td215>>. Acesso em 4 de Jan. 2018.
- KEHO, Yaya. Trade Openness and the Impact of Foreign Direct Investment on CO2 emissions: econometric evidence from ECOWAS countries, **Journal of Economics and Sustainable Development**, v.7, n.18, 2016.
- KHAN, Hamad Hasul; KHAN, Oshin. Income-FDI-Environmental degradation nexus for developing countries: A panel analysis of America continent School of Economics, **MPRA**, n. 88154, 2018.
- KOSTAKIS, Ioannis; LOLOS, Sarantis; SARDIANOU, Eleni. Foreign direct investment and environmental degradation: Further evidence from Brazil and Singapore. **MPRA**, n. 75643, Athens, Greece 19 Dec., 2016.
- KRAFT, J.; KRAFT, A. On the relationship between energy and GNP. **Journal of Energy and Development**, v. 3, p. 401–403, 1978.
- KUZNETS, Simon. Economic growth and income inequality. **American Economic Review**, v. 45, n. 1, p. 1-28, 1955.
- LEE, C.C. Energy consumption and GDP in developing countries: a cointegrated panel analysis. **Energy Economics**, v. 27, p. 415–427, 2005.
- LEE, C.C. The causality relationship between energy consumption and GDP in G-11 countries revisited. **Energy Policy**, v. 34, p. 1086–1093, 2006.
- LEE, J.W.; BRAHMASRENE, T. Investigating the influence of tourism on economic growth and carbon emissions: Evidence from panel analysis of the European Union. **Tourism Management**, v. 38, p. 69-76, 2013.
- LIST, J.A.; CO, C.Y. The effect of environmental regulation on foreign direct investment. **Journal of Environmental Economics and Management**, v.40, p.1-20, 2000.

LIST, J.A.; GALLET, C.A. The environmental Kuznets curve: does one size fit all? **Ecological Economics**, n. 31, p. 409-423, 1999.

LORENTE, Daniel Balsalobre, ÁLVAREZ-HERRÁNZ, Agustín; TORRES, José Baños. La innovación y la sustitución energética como medidas de corrección medioambiental en países de la OCDE. **Estudios de Economía Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 1-26, 2016.

MAKU, O.E.; ADEGBOYEGA, S.B.; OYELADE, A.O. The impact of Foreign Direct Investment on CO2 emission in Nigeria (1980 - 2014), **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v.9, n. 2, 2018.

MANAGI, S.; JENA, P.R. Environmental productivity and Kuznets curve in India. **Ecological Economics**, v.65, p.432-440, 2008.

MARIN, F.; NASSIF, D.S.P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 232-239, Feb. 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000200015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 Fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000200015>.

MEADOWS, D. et al. **Os limites do crescimento**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

MORTIMORE, M. Corporate strategies for FDI in the context of Latin America's: new economic model. **World Development**, v. 28, n. 9, p. 1611-1626, 2000.

NARAYAN, Paresh Kumar; SINGH, Baljeet. The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands. **Energy Economics**, v. 29 1141–1150, 2007.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proalcool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista Economia Política**, v. 11, n. 2, p.123-138.

NORDHAUS, William. A new solution: the climate club. **The York Review of Book**. Jun., 2015.

O SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **SEEG 4.0**: estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 – 2015. Rio de Janeiro: SEEG, 2016. Disponível em <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/12/1-SEEG-4-GERAL-2016-Final-21.pdf>>. Acesso em: 20 de Fev. 2017.

OECD. Benchmark Definition of Foreign Direct Investment. **OECD**, 2008. Disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf>>. Acesso em:10 Nov. 2017.

OREIRO, José Luis; Feijó, Carmem A. Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 2, p. 219-232, Abril-Junho, 2010.

OTA, Tatsuyuki. Economic growth, income inequality and environment: assessing the applicability of the Kuznets hypotheses to Asia. **Palgrave Communications**, v.3, n.17069, Jul. 2017. DOI: 10.1057.

PAIXÃO, Márcia Cristina Silva; NOGUEIRA, Jorge Madeira. Investimento Estrangeiro Direto (IED) e meio ambiente: da literatura recente às oportunidades para a sustentabilidade. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, v. 2, n.2, p. 45-64, dez. 2016.

PAZIENZA, Pasquale. The relationship between CO₂ and Foreign Direct Investment in the agriculture and fishing sector of OECD countries: Evidence and policy considerations, **Intellectual Economics**, v.9, p. 55–66, 2015.

PAO, H.T.; TSAI, C.M. Modeling and forecasting the CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Brazil. **Energy**, v.36, p. 2450-2458, 2011.

PENG, Hongfeng et al. Economic growth, foreign direct investment and CO₂ emissions in China: a panel Granger causality analysis, *Sustainability*, v. 8, n.233, 2016. DOI:10.3390/su8030233

PERDIGÃO, D.M.; HERLINGER, M.; WHITE, O.M. **Teoria e prática da pesquisa aplicada**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PERES, Samuel Costa; YAMADA, Tiago Hideo. Determinantes do Investimento Estrangeiro Direto no Brasil: uma aplicação do modelo de Vetores Autorregressivos (VAR) no período 1980-2010. **Econ. e Desenv.**, Santa Maria, v. 26, n.2, p. 01-20, jul. – dez., 2014.

REN, S., et al. International trade, FDI (foreign direct investment) and embodied CO₂ emissions: a case study of Chinas industrial sectors. **China Economic Review**, v.28, p.123-134, 2014.

ROCHA, L.A.; KHAN, A.S.; LIMA, P.V.P.S. Nível tecnológico e emissão de poluentes: uma análise empírica a partir da Curva de Kuznets Ambiental. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 1, 2013, p. 21-47.

ROMER, P.M. New goods, old theory, and the welfare costs of trade restrictions. **Journal of Development Economics**, n. 43, 1994, p. 5–38, 1994.

SÁ, Claudia Wirz Leite; MEDEIROS, Janann Joslin. Fatores que influenciam as estratégias empresariais de investimento externo direto em países emergentes. **Gerencias**, São Paulo, v.6, n.1, p. 45-53, 2007.

SAITH, A. Development and distribution: a critique of the cross-country hypothesis. **Journal of Development Economics**, v. 1, n. 3 p. 367–382, 1983.

SANTOS, W. O. et al. A teoria do U invertido: um teste da hipótese de Kuznets para a relação entre crescimento econômico e desigualdade de renda no Brasil (1976-2007). **Revista de Economia**, UFPR, v. 37, n. 2, ano 35, p. 7-28, Maio/Ago, 2011.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a Kuznets Curve for air pollution emissions? **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 27, n. 2, p. 147-162, 1994.

SEEG – O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estuda. **Contexto**. Rio de Janeiro: SEEG, 2019.

SEEG – O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. O que é o seeg. Rio de Janeiro: SEEG, 2016. Disponível em < <http://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg/>>. Acesso em: 20 de Fev. 2017.

SEEG – O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. SEEG 4.0: estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 – 2015. Rio de Janeiro: SEEG, 2016. Disponível em <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/12/1-SEEG-4-GERAL-2016-Final-21.pdf>>. Acesso em: 20 de Fev. 2017.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a Kuznets Curve for air pollution emissions? **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 27, n. 2, p. 147-162, 1994.

SHAARI, M. S. et al. Positive and negative effects of research and development International. **Journal of Energy Economics and Policy**, v.6, n.4, p. 767-770, 2016.

SHAFIK, N., BANDYOPADHYAY, S. Economic growth and environmental quality: a time series and cross-country evidence. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 4, p.1-24, 1992.

SIGNOR, Diana; PISSIONI, Luísa Lorentz Magalhães; CERRI, Carlos Eduardo Pellegrino. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**, v. 73, n. 2, Campinas, Abr./Jun. 2014.

SONG, M.; S. WANG. How should developing countries cope with pollution-migration? An extended model of Northsouth trade and its numerical simulation. **Energy & Environment**, v. 24, n. 6, p. 939–51, 2013. DOI:10.1260/0958-305X.24.6.939.

SOUSA, S. A. **Investimento estrangeiro direto no Brasil**. 2001. Disponível em: <www.univap.br/biblioteca/hp/Mono%202001%20Rev/014.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2012.

STERN, D. I. The rise and the fall of the Environmental Kuznets Curve. **World Development**, Troy, v. 32, n. 8, p. 1419-1439, 2004.

STERN, D. I.; COMMON, M. S.; BARBIER, E. B. Economic growth and environmental degradation: the Environmental Kuznets Curve and sustainable development. **World Development**, Massachusetts, v. 24, n. 7, p. 1151-1160, 1996.

STOKEY, N. L. Are there limits to growth? **International Economic Review**, v. 39, n. 1, p. 1–31, 1998.

SURI, V.; CHAPMAN, D. Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. **Ecological Economics**, New York, v. 25, p. 195-208, 1998.

TAMAZIAN, A.; Rao, B. B. Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. **Energy Economics**. V. 32, n. 1, p.137–45, 2010. DOI: 10.1016/j.eneco. 009.04.004.

TOLLEFSON, J. The global farm. **Nature**, n.466, p.554-556, 2010.

TUROLLA, Frederico Araujo. Estudo dos investimentos estrangeiros diretos. **Estudos / ESPM**, p. 61-70, 2011. Disponível em: <<http://www2.espm.br/sites/Default/files/pagina/2011-10.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

WANG, D.T.; CHEN, W.Y. Foreign direct investment, institutional development, and environmental externalities: evidence from China. **Journal of Environmental Management**, v. 135, p.81-90, 2014.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism**: firms markets, relational contracting. New York: The Free Press, 1985.

WILLIAMSON, O.E. Transaction cost economics and organization theory. *Journal of Industrial and Corporate Change*. n. 2, p. 107-156, 1993.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

ZHANG, X.P.; CHENG, X.M. Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. **Ecological Economics**, v. 68, n. 10, p. 2706–2712, 2009.

ZHANG, Y.J. The impact of financial growth on carbon emissions: an empirical analysis in China. **Energy Policy**, v.39, p.2197-2203, 2011.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). *Economia e gestão de negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira, 2000.