



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL

ARTHUR PEREIRA SALES

**ENSAIOS SOBRE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA AMÉRICA LATINA E
NO RURAL BRASILEIRO**

FORTALEZA

2018

ARTHUR PEREIRA SALES

ENSAIOS SOBRE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA AMÉRICA LATINA E NO RURAL
BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Jair Andrade de Araújo.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S155e Sales, Arthur Pereira.
ENSAIOS SOBRE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA AMÉRICA LATINA E NO RURAL
BRASILEIRO / Arthur Pereira Sales. – 2018.
70 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Jair Andrade de Araújo.
1. Meio Ambiente. 2. América Latina. 3. Brasil. I. Título.

CDD 338.1

ARTHUR PEREIRA SALES

ENSAIOS SOBRE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA AMÉRICA LATINA E NO RURAL
BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovada em ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jair Andrade de Araújo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco José Silva Tabosa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Soraia Araújo Madeira
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

A Deus.

A minha mãe Vanderli.

Aos grandes amores de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meu caminho.

A minha querida mãe, Maria Vanderli, por seu amor e por representar a razão de minha existência e o pilar de todas as minhas conquistas. A toda minha família, em especial a minha mãe biológica Liduína e aos meus irmãos Raul, Rávila e João Gabriel, pelo companheirismo.

Ao meu orientador, Dr. Jair, pela parceria, apoio, dedicação e por toda paciência durante minha jornada no mestrado.

À Universidade Federal do Ceará, pelo apoio institucional e por proporcionar todas as condições objetivas para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro imprescindível para a conclusão desta dissertação.

Aos professores do Mestrado Acadêmico em Economia Rural (MAER), que contribuíram com a minha formação, principalmente aos participantes da banca examinadora, Francisco José Silva Tabosa e Kilmer Coelho Campos, pelo tempo dedicado e pelas valiosas colaborações e sugestões.

A minha incrível professora Soraia Madeira, que prontamente aceitou o convite de participar da banca examinadora: obrigado pela disponibilidade e apoio.

Aos colegas da turma de mestrado, pelo companheirismo e paciência nestes dois anos, principalmente à amiga Anyi e ao parceiro Cícero, que seguraram minha mão quando precisei.

Aos meus amigos, pelo amor e confiança, em especial ao parceiro Alison que sempre me acompanhou nas loucuras da vida e me ajudou em todos os momentos.

Enfim, muito obrigado a todos!

“A natureza pode suprir todas as necessidades do homem, menos a sua ganância”. (Mahatma Gandhi)

RESUMO

Nesta dissertação busca-se analisar os níveis de degradação ambiental na América Latina e no Brasil. Para melhor aprofundamento do assunto, o trabalho foi dividido em dois capítulos, nos quais foram utilizadas metodologias e banco de dados diferentes. No primeiro capítulo, intitulado “Degradação Ambiental e sua relação com o desenvolvimento econômico e financeiro nos países da América Latina”, foram descritos dados da quantidade de dióxido de carbono emitidos pelo Brasil e pela América Latina, obtidos por meio do *World Development Indicators* (WDI). Com o objetivo de analisar se os aspectos econômicos, o desenvolvimento financeiro e o consumo de energia tendem a aumentar ou não a degradação ambiental nos países da América Latina no período de 1999-2014 foi utilizado o modelo de regressão com dados em painel pelo método dos mínimos quadrados generalizados (*GLS - Generalized Least Squares*). Os resultados revelaram que a relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico apresentou o formato de “N” invertido em relação à degradação dos países, porém, o valor agregado das indústrias possuiu relação diretamente proporcional com a quantidade de CO₂. Observou-se também que as variáveis produção e consumo de eletricidade têm relação positiva com a degradação ambiental; por outro lado, a energia importada e o investimento estrangeiro direto têm relação negativa. No segundo capítulo, intitulado “Condicionantes da Degradação Ambiental no Meio Rural Brasileiro”, foi descrita a situação dos domicílios rurais em relação à poluição do meio ambiente. Buscou-se analisar a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico no meio rural brasileiro sendo que, para isso, utilizou-se o modelo logit ordenado. Os resultados permitiram concluir que o Nordeste, seguido do Norte e do Centro-Oeste, é a região em que os domicílios são mais inadequados; em contrapartida, o eixo Sul-Sudeste apresenta os domicílios com as melhores condições sustentáveis. Ao analisar a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico para o meio rural brasileiro, concluiu-se que o crescimento econômico apresentou o formato de “N” invertido em relação à degradação para todas as regiões, sendo que a renda e as dimensões de acesso à educação, saúde e informação foram determinantes para tal feito.

Palavras-chave: Meio Ambiente. América Latina. Brasil.

ABSTRACT

In this dissertation it was analyzed the levels of environmental degradation in Latin America and Brazil. For a better understanding of the subject, the work was divided into two chapters, in which different methodologies and databases are used. In the first chapter entitled "Environmental Degradation and its Relationship with Economic and Financial Development in Latin American Countries" data are described on the amount of carbon dioxide emitted by Brazil and Latin America, obtained through the World Development Indicators (WDI). In order to analyze whether economic aspects, financial development and energy consumption tend to increase or not the environmental degradation in Latin American countries in the period 1999-2014, the regression model was used with panel data by the method of generalized least squares (GLS). The results showed that the relationship between environmental degradation and economic development had the inverted "N" format in relation to the countries' degradation, but the aggregate value of the industries had a directly proportional relation with the quantity of CO₂. It was also observed that the variables of electricity and energy used have a positive relation with environmental degradation, and on the other hand, imported energy and foreign direct investment are negatively related. In the second chapter entitled "Conditions of Environmental Degradation in the Brazilian Rural Environment" are described the situation of rural houses in relation to environmental pollution. It aims to analyze the relationship between environmental degradation and economic growth in the Brazilian countryside, for which the Logit Ordenado model was used. The results allow us to conclude that the Nordeste, followed by the Norte and Centro-Oeste, is the region where houses are most inadequate, and, in contrast, the Sul-Sudeste axis presents houses with the best sustainable conditions. In analyzing the relationship between environmental degradation and economic growth in the Brazilian countryside, it was concluded that economic growth presented the inverted "N" format in relation to degradation for all regions, with income and dimensions of access to education, health and information were decisive for this achievement.

Keywords: Environment. Latin America. Brazil.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas e as devidas dimensões.....	23
Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas e as dimensões equivalentes.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Emissão de CO2 dos países da América Latina entre 1999-2014.....	29
Gráfico 2 – Nível de degradação ambiental para as regiões brasileiras.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis do modelo.....	27
Tabela 2 – Emissão de CO2 dos países da América Latina entre 1999-2014.	30
Tabela 3 – Resultados da função de equação de CO2 per capita dos países.	31
Tabela 4 – Estimação dos modelos logit ordenado.....	48
Tabela 5 – Determinantes de probabilidade da degradação ambiental no meio rural brasileiro	49
Tabela 6 – Efeitos Marginais da degradação ambiental no meio rural das regiões brasileiras.	52

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	13
	CAPÍTULO 1 - DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E FINANCEIRO NOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA.....	15
1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Degradação ambiental e o desenvolvimento econômico e financeiro	17
2.2	Degradação ambiental e fonte energética.....	20
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Fonte de dados e descrição das variáveis	23
3.2	Modelo econométrico	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Análise descritiva das variáveis de estudo.....	27
4.2	Análise dos condicionantes da degradação ambiental na América Latina ...	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	CAPÍTULO 2 - CONDICIONANTES DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MEIO RURAL BRASILEIRO	35
1	INTRODUÇÃO	35
2	REVISÃO DE LITERATURA	37
2.1	Degradação ambiental e crescimento econômico	37
3	METODOLOGIA.....	40
3.1	Fonte de dados e descrição das variáveis	40
3.2	Modelo econométrico	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	Análise do nível de degradação ambiental no meio rural das regiões	

	brasileiras.....	46
4.2	Análise probabilística dos condicionantes da degradação no meio rural brasileiro	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
	CONCLUSÃO GERAL	56
	REFERÊNCIAS.....	58
	ANEXOS.....	62
	ANEXO A - TESTE DE HAUSMAN PARA OS MODELOS ESTIMADOS.	63
	ANEXO B - TESTE DE HETEROCEDASTICIDADE DE WALD PARA OS MODELOS ESTIMADOS	65
	ANEXO C - TESTE DE AUTOCORRELAÇÃO DE WOOLDRIDGE PARA OS MODELOS ESTIMADOS	66
	APÊNDICES	67
	APÊNDICE A – DETERMINANTES DE PROBABILIDADE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA O MEIO RURAL DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL.....	68
	APÊNDICE B – DETERMINANTES DE PROBABILIDADE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA O MEIO RURAL DAS REGIÕES SUL E SUDESTE DO BRASIL	69
	APÊNDICE C – DETERMINANTES DE PROBABILIDADE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA O MEIO RURAL DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL.....	70

INTRODUÇÃO GERAL

O meio ambiente constitui-se como uma verdadeira fonte de energia com recursos algumas vezes inesgotáveis. Entretanto, em decorrência dos impactos gerados pela população, as questões ambientais passaram a assumir relevância nas discussões mundiais. Nos últimos trinta anos, as sociedades e as agências governamentais começaram a desconstruir algumas certezas sobre as possibilidades ilimitadas de crescimento, tendo como foco, agora, a preservação do meio ambiente.

Diante deste cenário, a degradação ambiental surge como um importante tema dentro dos estudos de impactos naturais. O seu conceito é amplo e abrange também os contextos sociais, como prejuízo à saúde, as atividades socioeconômicas, entre outros. Mas, para este trabalho, conforme Dias (1998), a degradação ambiental se refere às alterações das condições naturais que comprometem o uso dos recursos e reduz a qualidade de vida das pessoas.

Segundo documento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), a América Latina foi responsável por cerca de 10% das emissões de dióxido de carbono globais em 2015, sendo o Brasil o maior emissor regional de gases, com o lançamento anual de 1,488 bilhão de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera. Com isso, esta pesquisa tem como objetivo analisar os condicionantes de degradação ambiental na América Latina e no Brasil.

Para melhor discussão, o trabalho foi dividido em dois capítulos. No Capítulo 1, foram descritos dados da quantidade de gases poluentes que afetam o meio ambiente no Brasil e na América Latina obtida por meio do *World Development Indicators* (WDI), realizada pelo Banco Mundial. O foco deste capítulo foi analisar a ligação entre degradação ambiental e o desenvolvimento econômico e financeiro nos países da América Latina no período de 1999-2014, fazendo uma breve discussão entre o Brasil e os demais países. Levou-se em consideração o PIB per capita, os investimentos estrangeiros diretos e as variáveis de controle de energia. Para isso, partiu-se da existência das teorias de crescimento econômico, no qual se pretende verificar se a degradação ambiental corrobora com a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) ou se essa relação apresenta o formato de “N” invertido com o crescimento da renda.

No Capítulo 2, o estudo teve como objetivo verificar o nível de degradação ambiental no meio rural brasileiro, a partir de aspectos existentes nos domicílios com utilização de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). As causas da

degradação ambiental são muitas e têm sido amplamente discutidas na literatura, sendo que alguns estudos as relacionam com a pobreza, enquanto outros apontam o crescimento econômico como principal determinante (RODRIGUES *et al.*, 2016). Assim, este capítulo analisou como se dá a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico, verificando-se se a renda e o acesso a requisitos básicos são determinantes de impacto sobre o meio ambiente. Posteriormente, caso fossem determinantes, pretendeu-se constatar qual o formato da curva apresentada por tal combinação.

CAPÍTULO 1

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E FINANCEIRO NOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

1 INTRODUÇÃO

Os enfoques tradicionais desenvolvimentistas consideram que se pode elevar indefinidamente o nível de riqueza material, sendo o crescimento econômico um desejo que a maioria das sociedades aspira para alcançar o seu desenvolvimento econômico. Com isso, a baixa sinergia entre economia e ecologia resulta em políticas públicas que não incorporam o custo ambiental da degradação dos bens e serviços ambientais, no qual as políticas nacionais de desenvolvimento econômico são operacionalizadas sob um modelo de crescimento economicamente expropriador derivado da pressão que a produção exerce sobre o meio ambiente, resultando em políticas de incentivo ao consumo não sustentável de recursos naturais (RODRIGUES; SILVA, 2013).

Nos últimos trinta anos, porém, as sociedades e as agências governamentais começaram a desconstruir algumas certezas sobre as possibilidades ilimitadas de crescimento, tendo como foco, agora, as questões ambientais. Nesta perspectiva surge uma acirrada discussão acerca de desenvolvimento econômico e o meio ambiente: para uns, com o desenvolvimento econômico do país haverá uma possível melhoria também dos indicadores ambientais; para outros, um maior desenvolvimento implicaria em um maior consumo e, portanto, aumentaria os níveis de poluentes na atmosfera.

Além do embate entre desenvolvimento econômico e meio ambiente, o desenvolvimento financeiro também ganha espaço como determinante no desempenho ambiental. Segundo Kumbaroglu, Karali e Arikan (2008), as reduções de emissões afetam significativamente os sistemas econômicos e financeiros, enquanto induzem a mudanças tecnológicas no fornecimento de energia; além disso os custos econômicos são devidos a grandes mudanças na estrutura tecnológica do sistema energético.

Outro ponto que tem relação direta com a degradação ambiental é a energia consumida pelo homem. O consumo de energia provém em aproximadamente 80% da queima de combustíveis fósseis, sendo que a utilização maciça desses recursos, além de provocar o esgotamento dessas fontes energéticas, é a maior responsável pela emissão de gases tóxicos e poluentes, e somente na América Latina o consumo de eletricidade alcançou 1.234 terawatts-

hora (TWh).

Segundo documento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Comissão Econômica Para a América Latina e o Caribe (CEPAL), a América Latina é responsável por cerca de 10% das emissões de dióxido de carbono globais. Em 2015, o Brasil foi o maior emissor regional de gases responsáveis pelo aquecimento global, com o lançamento anual na atmosfera de 1,488 bilhão de toneladas de dióxido de carbono, seguido por México, com 608 milhões, e Venezuela, com 401 milhões, sendo que as maiores fontes contaminantes na região são o desmatamento pela mudança de uso do solo, e a geração e o uso de energia.

Desta forma, o presente estudo objetiva analisar a ligação entre degradação ambiental e o desenvolvimento econômico e financeiro nos países da América Latina no período de 1999-2014, levando em consideração o PIB per capita, os investimentos estrangeiros diretos e as variáveis de controle de energia. Para isso, parte-se da existência das teorias de crescimento econômico, no qual pretende verificar se a degradação ambiental corrobora com a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental (CKA), ou se essa relação apresenta o formato de “N” invertido com o crescimento da renda.

A justificativa deste trabalho é que o adequado equilíbrio de políticas que contemplem a qualidade ambiental com os desenvolvimentos econômico e financeiro e os impactos gerados pela obtenção de energia, tomadores de decisão, necessitam identificar possíveis falhas no processo produtivo da América Latina, para que, somente assim, possam promover políticas e estratégias que possibilitem a utilização sustentável dos recursos naturais, e a implementação de projetos e planejamentos energéticos.

Este capítulo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. A segunda seção é composta pela revisão bibliográfica, com parte da produção disponível sobre as relações existentes entre degradação ambiental com desenvolvimento econômico e financeiro, e com as fontes de energia. Na terceira são apresentados os procedimentos metodológicos aplicados e na quarta seção apresentam-se os resultados e discussão, seguida das conclusões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção tem por objetivo descrever algumas relações acerca da degradação ambiental nos países da América Latina que, para melhor discussão, dividiu-se em duas partes. Primeiramente, analisou-se a relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico e financeiro, abordando o modelo da Curva de Kuznets Ambiental e a hipótese de “U-invertido”, além de enfatizar os impactos dos investimentos estrangeiros diretos na economia. Na segunda parte, discutiu-se a relação entre energia e meio ambiente, sintetizando os impactos da queima de combustíveis fósseis e da importância de um setor energético sustentável.

2.1 Degradação Ambiental e o Desenvolvimento Econômico e Financeiro

A importância econômica dos ecossistemas reside na diversidade de benefícios resultantes, como a regulação climática, armazenamento e sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, conservação e regeneração dos solos, etc. (MOTA; BURSTZYN; ORTIZ, 2010). Porém, muitos desses serviços ambientais encontram-se seriamente comprometidos graças ao ritmo alucinante de geração de externalidades imprimidas por um modelo de crescimento econômico de poluentes.

Com foco em identificar possíveis soluções para o “caos” sofrido pelo meio ambiente, a literatura tem discutido amplamente a relação entre o desenvolvimento econômico e a degradação ambiental. Alguns autores, como Arraes, Diniz e Diniz (2006) e Cunha *et al.* (2008), ressaltam que a degradação ambiental tem relação diretamente proporcional com o crescimento econômico que o país esteja inserido. Por outro lado, Mueller (1996) exalta que o desenvolvimento econômico proporciona uma melhoria em vários aspectos para os países, dentre eles a dos indicadores ambientais.

Algumas teorias econômicas buscam explicar a relação existente entre o desenvolvimento econômico e a degradação ambiental. Destacam-se nesse debate a da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) que, caracterizada pelo formato de “U” invertido, surgiu por meio dos estudos de Grossman e Krueger (1995) e Bruyn, Van Den Bergh e Opschoor (1998), e a Teoria do “N” invertido proposta por Oliveira *et al.* (2011) e Rodrigues *et al.* (2016).

A teoria da CKA tem como base a premissa de que, quando o crescimento econômico ocorre em um país subdesenvolvido, aumentam-se os níveis de degradação, mas, a partir do momento em que o país atinge certo grau de crescimento, se tem um maior cuidado

com o meio ambiente, aumentando, assim, a proteção contra a poluição. Essa teoria é comprovada por estudos de autores como Selden e Song (1994), Stern (2002), Lucena (2005), Cunha (2008), e Serrano, Loureiro e Nogueira (2014).

Por outro lado, a Teoria do “N” invertido afirma que CKA só seria válida após um nível intermediário de renda. Com um nível de renda baixo, a relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico seria inversamente proporcional. Após um nível intermediário, essa relação seria positiva, porém, haveria um novo ponto de inflexão que tornaria a trajetória decrescente novamente, sugerindo que a degradação ambiental voltaria a diminuir em altos níveis de crescimento econômico. Essa teoria, apesar de pouco explorada, é comprovada por estudos como o de Oliveira *et al.* (2011) e Rodrigues *et al.* (2016).

Além do crescimento econômico, o desenvolvimento financeiro pode desempenhar um papel determinante no desempenho ambiental dos países. Segundo Toms (2001), grande parte dos investidores estão se tornando crescentemente conscientes de que a boa política ambiental pode reduzir o risco e aumentar sua vantagem competitiva. Em um nível prático, os negócios estão considerando maneiras nas quais as questões ambientais podem assegurar vantagem competitiva e pensar em fazer a ligação entre os custos prováveis de se promover uma boa gestão ambiental e um desempenho financeiro superior.

Em meio a esta discussão, os investimentos estrangeiros diretos (IED) ganharam importância para mensurar o impacto no desempenho ambiental, influenciado, especialmente, pelo contexto de oposição de ecologistas quando da formação do Tratado Norte-Americano de Livre Comércio (NAFTA) e em face de surpreendentes aumentos nos fluxos mundiais de investimento estrangeiro direto. Para Gentry (1999), um peso maior ou menor de fatores ambientais no processo de decisão do investidor estrangeiro guarda forte relação com a configuração cultural da economia recipiente na medida em que esta reflete o interesse ambiental dos seus diversos agentes econômicos.

Porém, o impacto do investimento estrangeiro direto na degradação ambiental é controverso. Para os defensores da liberalização do IED, a presença de empresas multinacionais originárias de economias desenvolvidas envolveria, além dos ganhos econômicos tradicionais, ganhos ambientais potenciais para o país recipiente e até mesmo em nível global. De outro lado, para os ambientalistas, a liberalização do IED concomitantemente com a globalização acelerada do livre comércio geraria, pela necessidade de competitividade em custos, um movimento de migração e de concentração de atividades produtivas sensíveis do ponto de vista ambiental em países com leis ambientais menos rigorosas ou menos eficazes, aumentando assim os poluentes (MA).

Na literatura, autores como Wang e Jin (2002), Eskeland e Harrison (2003), Liang (2006) enfatizam que as plantas estrangeiras são significativamente mais eficientes em termos de energia e usam tipos de energia mais limpa do que as plantas domésticas, afirmando assim que há uma correlação negativa entre IED e a degradação ambiental. Além disso, apoiam o argumento de que o IED, em países em desenvolvimento, é mais propenso a atuar como fator condicional para tecnologias ambientais avançadas e mais limpas.

Indo nesta concepção, Dasgupta, Laplante e Mamingi (2001) afirmam que os reguladores ambientais, principalmente nos países em desenvolvimento, podem explorar explicitamente as forças do mercado financeiro por meio da introdução de programas estruturados de divulgação de informações sobre o desempenho ambiental das empresas. Isto indica que um sistema financeiro bem desenvolvido pode proporcionar incentivo suficiente para que as empresas reduzam suas emissões de CO₂.

Pelo contrário, Paixão (2014) afirma que, como o investimento estrangeiro direto está frequentemente associado a operações de grande magnitude, o mesmo implica impacto significativo sobre o nível geral de poluição e de degradação ambiental, podendo envolver, inclusive, ecossistemas inteiros, além de afetar o volume total de recursos públicos disponíveis para a proteção ambiental. Em seu estudo¹, a autora concluiu que há um cenário preocupante para o nordeste brasileiro em termos de risco ambiental, no qual o número de empresas com investimentos voltados para o aumento da capacidade produtiva elevou-se de forma muito significativa, o que impacta diretamente na degradação ambiental.

Indo neste mesmo ponto, em pesquisa que objetiva analisar a relação entre o IED e a degradação ambiental na Argentina, Brasil e Peru, Rodrigues e Silva (2013) concluíram que a destinação do investimento estrangeiro direto foi para o setor de extração de recursos naturais nos três países. Sendo que, mesmo com legislação equilibrada do ponto de vista da conservação ambiental, os três países tiveram um aumento da degradação do meio ambiente em conformidade ao aumento do crescimento do IED no setor de extração de recursos naturais.

Assim, os efeitos ambientais do IED estariam mais associados a fatores ao nível da firma, ao setor ou atividade econômica em questão e, nesse caso, a performance ambiental das firmas e a atuação em atividades intensivas em bens ou serviços ambientais deveriam ser investigados prioritariamente. Além disso, características próprias do país recipiente, ou mesmo do país investidor poderiam ser, entre outros, também fatores determinantes da

¹ Trabalho que objetiva analisar a dimensão ambiental do investimento estrangeiro direto no Nordeste brasileiro entre 2000-2008.

qualidade ambiental do investimento estrangeiro direto (PAIXÃO, 2014).

2.2 Degradação ambiental e fonte energética

Segundo Goldemberg e Villanueva (2003), as agressões antropogênicas ao meio ambiente se tornaram significantes após a Revolução Industrial devido ao aumento populacional e ao grande consumo per capita. Particularmente no século XX, iniciou-se uma exploração desenfreada dos recursos naturais, utilizando-se tecnologias em larga escala para a obtenção de energia, sem preocupações ou conhecimento das consequências disso.

Contudo, foi a partir de 1992, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, que as concentrações de gases do efeito estufa passaram a assumir pautas relevantes nas reuniões e pesquisas mundiais. O impacto ambiental gerado durante a obtenção de energia começou a ser bastante discutido, mediante a conscientização da gravidade da questão (INATOMI; UDAETA, 2005).

Atualmente, o panorama mundial concentra-se em três das grandes preocupações da humanidade: meio ambiente, energia e economia. A relação meio ambiente-energia estão há mais tempo na percepção do cidadão comum, devido ao efeito estufa e ao aquecimento global associado ao uso de combustíveis fósseis. Quanto à economia, só o tempo dirá quais os efeitos permanentes que esta crise no sistema financeiro internacional terá sobre o setor energético e, mais difícil de se prever, sobre o meio ambiente (VICHI *et al.*, 2009).

A expansão acentuada do consumo de energia, embora possa refletir o aquecimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, tem aspectos negativos. Um deles é a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia, e o outro é o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade, no qual os padrões atuais de produção e consumo de energia baseia-se nas fontes fósseis, o que gera emissões de poluentes locais e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Jannuzzi (2001) enfatiza este fato ao afirmar que o sistema energético é responsável pelos principais impactos ambientais da sociedade, sendo que seus efeitos nocivos não se restringem ao nível local onde se realizam as atividades de produção ou de consumo de energia, mas também possuem efeitos regionais e globais. Com isso, a utilização de combustíveis até as demais etapas da indústria energética provocam algum impacto ao meio ambiente e à saúde humana.

Ao mesmo tempo em que o homem precisa de energia elétrica para seu

desenvolvimento, ele precisa encontrar formas para que essa geração não degrade o meio ambiente, que é o grande gerador dos recursos naturais e de importância vital. Porém, um dos mais complexos e maiores efeitos das emissões do setor energético são os problemas globais relacionados com mudanças climáticas (INATOMI; UDAETA, 2005).

O acúmulo de gases, como o dióxido de carbono na atmosfera, acentua o efeito estufa natural do ecossistema terrestre a ponto de romper os padrões de clima que condicionaram a vida humana. É cada vez mais evidente a constatação de crescentes concentrações de CO₂ na atmosfera e o aumento de temperaturas médias, no qual o setor energético é responsável por 75% do dióxido de carbono lançado à atmosfera (JANNUZZI, 2001).

A geopolítica energética na América Latina tem sido tradicionalmente marcada por dois vetores paralelos: uma inserção regional voltada para o abastecimento do mercado norte-americano e a heterogeneidade dos diferentes modelos nacionais de energia. O primeiro vetor manteve-o por décadas fora do cenário energético global, constituindo apenas uma preocupação para os EUA. A dispersão das diferentes políticas energéticas do segundo vetor revela a fragmentação da América Latina, pelo menos em termos energéticos, em vez de uma geopolítica de integração (ESCRIBANO; MALAMUD, 2014).

A região possui uma grande diversidade de recursos de energia fóssil e renovável, no qual concentra mais de 20% das reservas de petróleo comprovadas do mundo, destacando-se a Venezuela, por ter as maiores reservas após a inclusão do petróleo ultra pesado no cinturão do Orinoco, e o Brasil, pelo poder petrolífero emergente (ESCRIBANO; MALAMUD, 2014). Este fato interfere diretamente no consumo, pois segundo dados da Organização Latino-americana de Energia (OLADE), durante os últimos 13 anos, o consumo de eletricidade na América Latina subiu 53,7%, alcançando 1.234 terawatts-hora (TWh), sendo que o Brasil, México, Argentina, Venezuela, Chile, Colômbia, Peru e Equador concentram quase 90% do energia consumida da região.

Devido principalmente à elevada participação da hidroeletricidade e dos biocombustíveis em vários países da América do Sul, a América Latina tem a matriz energética mais limpa do mundo, com uma participação de 25% das fontes renováveis. Porém, mesmo com tal patamar, a relação entre consumo de energia e degradação ambiental na América Latina pode ficar bem preocupante (CEPAL *et al.*, 2013).

De acordo com o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF, 2015), os avanços sociais e o impressionante crescimento econômico da última década têm aproximado a América Latina dos padrões das economias mais avançadas, mas também trouxe consigo

novos desafios, como, por exemplo, de que maneira se pode assegurar que todos os latino-americanos tenham acesso a serviços estáveis de energia. À medida que a classe média e a urbanização crescem também aumenta a demanda energética, especialmente de eletricidade, gás natural e produção de derivados de petróleo. A esta realidade se deve acrescentar que atualmente cerca de 30 milhões de latino-americanos não têm acesso à eletricidade.

Em entrevista ao jornal El País, Manlio Coviello, chefe da unidade de recursos naturais e energia da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), afirmou que a América Latina precisa de mais gigawatts, devido ao crescimento previsto da economia regional nas próximas décadas (em média 3% ao ano) e ao aumento da população (que crescerá 19%), e o prognóstico é que a demanda pela eletricidade aumente até os 3.000 TWh em 2050.

Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, 2015), enquanto a principal fonte energética da América Latina é a gerada pela força hidráulica, a térmica chega nos 47%, e as fontes alternativas ficam somente em 3%. Desta forma, os desafios para se continuar a expandir as necessidades energéticas da sociedade com menores efeitos ambientais são enormes. É praticamente impossível eliminar os impactos ambientais de sistemas energéticos, o que nos resta é tentar amenizar tal degradação.

3 METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar se os aspectos econômicos, o desenvolvimento financeiro e o consumo de energia tendem a aumentar ou não a degradação ambiental nos países da América Latina foi utilizado o modelo de regressão com dados em painel pelo método dos mínimos quadrados generalizados (*GLS - Generalized Least Squares*). Este proporciona mais eficiência e graus de liberdade para análise, captando aspectos que não são visualizados quando é feita uma análise somente levando em consideração uma série no tempo ou uma unidade específica.

3.1 Fonte de dados e descrição das variáveis

A fonte de dados para a estimação do modelo de regressão com dados em painel foi obtida por meio do *World Development Indicators* (WDI), realizada pelo Banco Mundial referente ao período de 1999-2014. Neste, a área de estudo consiste nos vinte países da América Latina, a saber: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela.

Foram incluídas nove variáveis derivadas a partir das variáveis originais retiradas da pesquisa. Estas variáveis estão distribuídas em quatro dimensões, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1– Descrição das variáveis utilizadas e as devidas dimensões.

Dimensões	Variáveis Derivadas	Descrição
Degradação Ambiental	Emissão de CO ₂	Logaritmo das emissões de dióxido de carbono (kg/toneladas)
Crescimento Econômico	Valor do PIB	Valor do produto interno bruto do país (dólares)
	Valor do PIB ²	Termo quadrático do valor do produto interno bruto do país (dólares)
	Valor do PIB ³	Termo cúbico do valor do produto interno bruto do país (dólares)
	Industrialização	Logaritmo natural do valor agregado das indústrias do país (dólares)
Desenvolvimento Financeiro	Investimento estrangeiro direto	Logaritmo natural das entradas líquidas do investimento estrangeiro direto (dólares)
Energia	Produção de eletricidade	Logaritmo natural da produção de eletricidade a partir de fontes de petróleo, gás e derivados (Kwh/per capita)
	Eletricidade consumida	Logaritmo natural da eletricidade consumida (Kwh/per capita)

(continua)

(continuação)

Dimensões	Variáveis Derivadas	Descrição
	Energia importada	Importação de energia líquida (% de uso de energia total)

Fonte: Sales (2018), a partir dos dados do WDI.

A variável dependente, que representa a dimensão da degradação ambiental nos países da América Latina, é composta pela quantidade de dióxido de carbono emitida nestes países. Para representar a relação desta com o desenvolvimento econômico foram utilizados as variáveis produto interno bruto, bem como seu termo quadrático e cúbico, e o valor agregado das indústrias atuantes. Visando estabelecer a relação entre desenvolvimento financeiro e meio ambiente, foi utilizada a variável investimento estrangeiro direto no modelo, que representa todas as entradas líquidas dos investimentos exteriores. Por fim, com o objetivo de analisar a junção entre energia e degradação, foi criada a dimensão energia, que é composta pelas seguintes variáveis: produção de eletricidade, eletricidade consumida, e energia importada de cada país.

3.2 Modelo econométrico

No presente estudo, utilizou-se as emissões de CO₂ como proxy para degradação ambiental; o valor do PIB per capita e o valor agregado das indústrias como proxy para os aspectos econômicos; e a produção energética, a partir de fontes de petróleo, gás e derivados, bem como a energia importada e utilizada nos países, como proxy para a dimensão energia. Desta forma, a especificação empírica pode ser definida da seguinte maneira:

$$LnCO_{2it} = \alpha + \beta_1(PIB_{it}) + \beta_2 ln(Ind_{it}) + \beta_3 ln(IDE_{it}) + \beta_4 ln(PEn_{it}) + \beta_5 ln(EnC_{it}) + \beta_6(EnI_{it}) + v_i + \varepsilon_{it} \quad (\text{Equação 1})$$

onde $LnCO_{2it}$ indica o logaritmo natural das emissões de dióxido de carbono no país i no tempo t ; (PIB_{it}) o valor do produto interno bruto per capita no país i no tempo t ; $ln(Ind_{it})$ é o logaritmo natural do valor agregado das indústrias do país i no tempo t ; $ln(IDE_{it})$ é o logaritmo natural das entradas líquidas de investimento estrangeiro direto do país i no tempo t ; $ln(PEn_{it})$ o logaritmo natural da produção de eletricidade per capita a partir de fontes de petróleo, gás e derivados do país i no tempo t ; $ln(EnC_{it})$ o logaritmo natural da eletricidade consumida per capita no país i no tempo t ; EnI_{it} indica o percentual de energia importada em relação a energia consumida no país i no tempo t ; v_i o efeito aleatório específico do país, e ε_{it}

é o termo de erro aleatório.

Para testar se o crescimento econômico dos países da América Latina apresenta a relação da CKA ou do “N” invertido com a degradação ambiental foram adicionados os termos quadrático e cúbico do valor do PIB per capita no país i no tempo t , respectivamente. Os modelos para dados em painel especificados seguem:

$$\begin{aligned} \text{LnCO}_{2it} = \alpha + \beta_1(\text{PIB}_{it}) + \beta_2(\text{PIB}_{it})^2 + \beta_3 \ln(\text{Ind}_{it}) + \beta_4 \ln(\text{IDE}_{it}) + \beta_5 \ln(\text{PE}_{it}) + \\ \beta_6 \ln(\text{EnC}_{it}) + \beta_7(\text{EnI}_{it}) + v_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\begin{aligned} \text{LnCO}_{2it} = \alpha + \beta_1(\text{PIB}_{it}) + \beta_2(\text{PIB}_{it})^2 + \beta_3(\text{PIB}_{it})^3 + \beta_4 \ln(\text{Ind}_{it}) + \beta_5 \ln(\text{IDE}_{it}) + \\ \beta_6 \ln(\text{PE}_{it}) + \beta_7 \ln(\text{EnC}_{it}) + \beta_8(\text{EnI}_{it}) + v_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (\text{Equação 3})$$

A partir das análises de regressão expostas nas Equações 2 e 3 é possível observar os sinais (negativo ou positivo) da relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico. Desta forma, para verificar como os aspectos econômicos, o desenvolvimento financeiro e o consumo de energia tendem a aumentar ou não a degradação ambiental nos países da América Latina será analisado somente o modelo da Equação 3.

A estimação em painel colabora no controle das diferenças invariáveis dos países, decorrentes de características não observáveis que removem o viés resultante da correlação entre essas características e as variáveis explicativas. Uma forma de decidir entre qual modelo utilizar é a comparação dos efeitos dos métodos, verificando se existe correlação entre os fatores não observados e as variáveis explicativas, a partir da aplicação do teste de Hausman. Este teste tem como hipótese nula testar se a diferença entre os coeficientes dos Efeitos Fixos e Aleatório não é sistemática. O modelo de efeitos fixos é adequado quando a estatística do teste rejeita a hipótese nula; não obstante, quando se aceita a hipótese nula, o modelo de efeitos aleatórios é o melhor modelo.

Porém, apesar do método de painel apresentar várias vantagens, este está sujeito a exibir alguns problemas, a saber: multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação. Para este modelo, a avaliação dos resíduos foi feita por meio dos testes de heterocedasticidade e de autocorrelação. A heterocedasticidade ocorre quando as variâncias não são as mesmas para todas as observações. Segundo Gujerati e Poter (2011), a hipótese nula é a afirmação de que há homocedasticidade no modelo, no qual a hipótese será rejeitada caso o valor calculado ($gl =$ a quantidade de estimadores sem a constante) seja menor que o valor qui-quadrado crítico ao nível de 5% ou 10%, para analisar este pressuposto será realizado o teste de Wald.

A autocorrelação acontece quando o termo de permutação de uma observação está sofrendo influência de um termo de permutação de outra observação nos resíduos. Para analisar se os dados possuem este problema será empregado o Teste de Wooldridge, no qual rejeita-se a hipótese nula quando há ausência de autocorrelação serial de primeira ordem entre os resíduos.

Assim, para atender as premissas dos modelos, uma vez detectados problemas é necessário corrigi-los. Como os dados da amostra foram gerados pelo modelo de regressão linear geral, o estimador de mínimos quadrados generalizados (*GLS - Generalized Least Squares*) é o melhor estimador linear sem ângulo dos parâmetros da população. A razão pela qual o GLS é mais preciso do que o OLS é porque este não usa a informação contida em W sobre heterocedasticidade e/ou autocorrelação, enquanto o estimador GLS faz.

A fórmula do GLS é dado por:

$$\hat{\beta}_{gls} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} Y \quad (\text{Equação 4})$$

em que $\Omega = \hat{V}ar [\hat{u}] = \sigma^2 (I - \lambda W)^{-1} [(I - \lambda W)^{-1}]^T$

Sendo a matriz de variação-covariância das estimativas para o estimador GLS:

$$Cov(\hat{\beta}) = (X^T W^{-1} X)^{-1} \quad (\text{Equação 5})$$

Desta forma, uma propriedade notável do estimador GLS é que, para qualquer escolha de Σ , a estimativa GLS de β é imparcial; isto é, $E(\hat{\beta}) = \beta$. Além disso, o estimador GLS é eficiente; é o estimador de máxima verossimilhança; a matriz de variação-covariância das estimativas é correta e, portanto, as estimativas dos erros padrão são imparciais e consistentes e; os testes de hipótese são válidos. Ou seja, estimativa GLS não impõe nenhuma suposição distributiva para os erros aleatórios, enquanto a estimativa de máxima verossimilhança (ML) assume uma distribuição e, com isso, a probabilidade de logarítmica da amostra observada é então maximizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi dividida em duas partes: primeiramente, para uma melhor análise das variáveis que compõem o modelo de estudo, optou-se por descrever alguns valores estatísticos destas para os países da América Latina no período compreendido entre 1999 e 2014. Em seguida, serão apresentados os resultados das estimações dos três modelos de regressão com dados em painel.

4.1 Análise descritiva das variáveis de estudo

Os valores estatísticos das variáveis de estudo para os países da América Latina no período de 1999 a 2014 podem ser analisadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis do modelo.

VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Emissão de CO ₂	75.751,98	127.001,00	1.331,12	529.808,20
PIB per capita	4.876,90	3.626,63	329,79	16.881,21
Industrialização	5,37e ¹⁰	1,04e ¹¹	9,84e ⁸	6,04e ¹¹
Investimento estrangeiro direto	5,91e ¹⁰	1,34e ¹⁰	0,00	1,01e ¹⁰
Produção de eletricidade	45,49	26,94	0,00	96,96
Energia utilizada	1.392,89	889,97	23,60	3.911,65
Energia importada	-12,36	97,59	-321,07	87,44

Fonte: Sales (2018), a partir dos dados do WDI.

Como visualizado na Tabela 1, o valor do Produto Interno Bruto (PIB) per capita dos países latino-americanos apresentou uma média de U\$S 4.876,90, sendo que os maiores valores foram do Uruguai no biênio 2013-2014, com um valor de U\$S 16.881,21 e U\$S 16.737,21 respectivamente, tornando-se o maior PIB per capita da América Latina. Já, o Haiti é responsável por grande parte dos valores mínimos da variável em questão, sendo que este, desde 1999, apresenta um PIB per capita baixo em relação aos demais países latino-americanos, sendo o menor em 2003 (cerca de U\$S 330,00), caracterizando-o, entre outros aspectos, como o país mais pobre das Américas.

Em relação à industrialização, a média dos valores agregados das indústrias foi de 53,7 trilhões de dólares, no qual, o país que apresentou o maior valor foi o Brasil em 2011 com U\$S 604 trilhões. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o

setor industrial cresceu 1,6% em 2011, fazendo com o que o Brasil passasse a ser a 6ª maior economia mundial. Por outro lado, o país que apresentou as menores taxas de industrialização foi a Nicarágua, devido ao fato de que parte importante de sua economia é baseada no setor agrícola, sendo o menor, em 1999, com valor de U\$S 984 bilhões.

A média das entradas líquidas do investimento estrangeiro direto nos países da América Latina foi de 53,7 trilhões de dólares. O país que apresentou os menores valores foi Cuba, que, devido a sua política fiscal, não têm investimentos estrangeiros diretos. Em contrapartida, os maiores valor foram do Brasil entre 2010-2014, sendo o maior deles em 2011, onde as entradas líquidas dos investimentos exteriores tiveram um valor de U\$S 10,1 trilhões. Este fato foi estimulado pela política fiscal de abertura dos investimentos estrangeiros.

Em relação ao setor energético, a média da produção de eletricidade per capita, a partir de fontes de petróleo, gás e derivados foi de 45,49 Kwh com um desvio padrão de 26,94 Kwh. O valor mínimo deste percentual foi do Paraguai, que apresentou taxas nulas, tendo em vista que a produção é advinda das grandes hidroelétricas no país. Por sua vez, os valores máximos durante todo o período estudado foram de Cuba em que, somente no ano de 2006, a produção de eletricidade per capita, a partir de fontes de petróleo, gás e derivados foi de 96,96 Kwh.

A variável que representa o consumo per capita de eletricidade apresentou uma média de 1.392,89 Kwh, com desvio padrão de 889,97 Kwh. O resultado indicou que os maiores valores dessa variável foram do Chile entre 2008 e 2014, sendo que o consumo máximo foi em 2014, com 3.911,65 Kwh. Já, o país que apresentou os menores valores foi o Haiti durante todo o período estudado, sendo o valor mínimo apresentado no ano de 2008, com 23,60 Kwh.

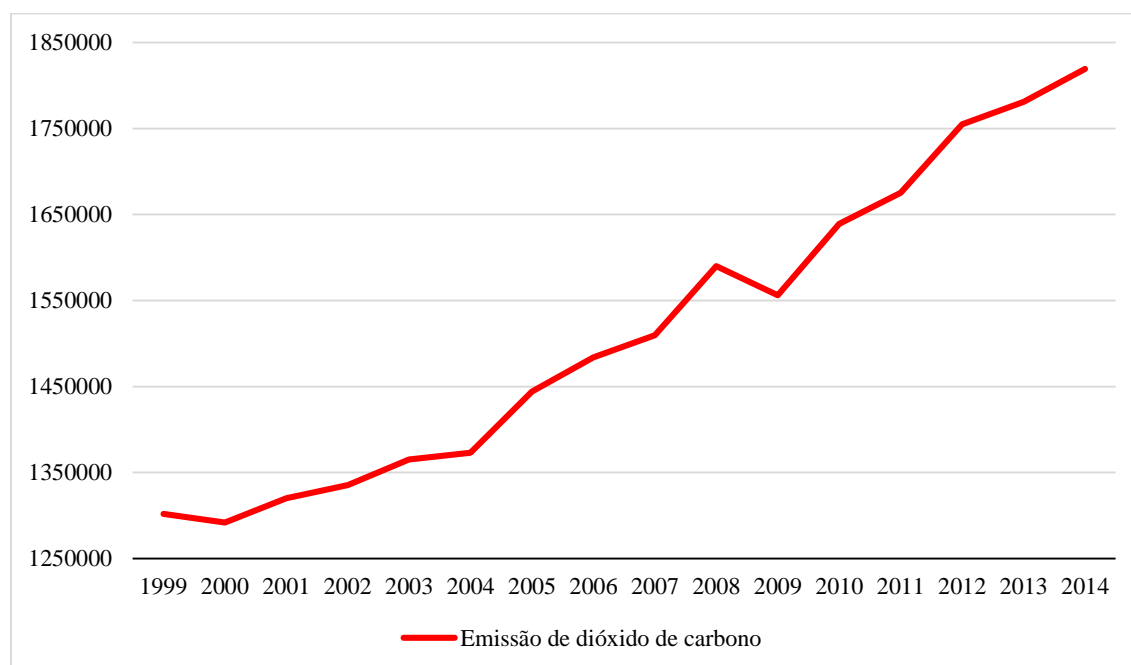
Para variável porcentagem do uso de energia importada em relação ao uso total, os países da América Latina em média utilizam pouca energia importada (-12,36% em relação ao total), sendo que o país que menos utiliza a energia importada em relação ao uso de energia total foi a Venezuela no ano 2000, com -321,07%, e que mais utiliza a prática dessa importação foi a República Dominicana, com 87,44%, no mesmo ano.

Para descrever a variável de degradação ambiental, os valores das emissões de CO₂ dos países latino-americanos apresentou uma média de 75.751,98 kg/toneladas. O valor mínimo da variável dependente apresentada foi cerca de 1.330 kg/toneladas, devido ao Haiti, que, entre todos os países, foi o que menos poluiu entre 1999-2014. Já o valor máximo foi cerca de 530 mil kg/toneladas, que representa as emissões de CO₂ do Brasil em 2014, que,

juntamente com o México, são os maiores emissores de poluentes da América Latina.

Objetivando detalhar os números que compõem a variável dependente, analisou-se a quantidade das emissões de toneladas métricas per capita de dióxido de carbono nos países da América Latina entre o período de 1999 a 2014. Conforme ilustrado no Gráfico 1, os resultados da pesquisa mostram que as emissões estão em uma linha crescente, sendo que, no ano de 1999, estes países emitiam cerca de 1.302.000 (um milhão, trezentos e dois mil) kg toneladas de CO₂ na atmosfera, já, em 2014, esta emissão passou a ser cerca de 1.820.000 (um milhão, oitocentos e vinte mil).

Gráfico 1 – Emissão de CO₂ dos países da América Latina entre 1999-2014.



Fonte: Sales (2018), a partir dos dados do Banco Mundial.

Os países latino-americanos passaram a emitir em conjunto cerca de 10% de todo o CO₂ presente no planeta. Segundo documento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), as principais fontes de emissão de gases do efeito estufa na América Latina são a mudança no uso da terra e silvicultura, agricultura e energia.

A importância da agricultura na região se vê refletida também nas emissões, tendo Brasil, Paraguai, Argentina e Colômbia uma participação significativa deste setor no total de suas emissões. Quanto às emissões por energia na região, México e Brasil emitem mais de 500 mil toneladas de CO₂. Com isso, apesar de crescente, os países América Latina ainda não são grandes emissores de dióxido de carbono, porém se seguir crescendo de maneira contínua e com a mesma plataforma produtiva, estes se transformaram em grandes emissores no futuro.

Durante o período estudado, os países que menos contribuíram para tal feito foram Haiti, com 32.988,33 kg toneladas de dióxido de carbono, e Nicarágua, com 69.988,36. Já os maiores poluentes foram México e Brasil, com respectivamente 7.309.867,47 e 6.152.954,64 de kg toneladas de CO₂, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Emissão de CO₂ dos países da América Latina entre 1999-2014.

PAÍSES	TONELADAS MÉTRICAS PER CAPITA DE CO₂
México	7.309.867,47
Brasil	6.152.954,64
Venezuela	2.823.388,32
Argentina	2.687.786,32
Chile	1.079.385,12
Colômbia	1.072.304,14
Peru	661.167,43
Equador	505.371,27
Cuba	474.154,10
República Dominicana	327.213,74
Bolívia	219.007,91
Guatemala	191.578,75
Panamá	122.573,14
Honduras	120.050,25
Costa Rica	113.196,62
Uruguai	103.882,44
El Salvador	101.898,60
Paraguai	718.76,87
Nicarágua	699.88,36
Haiti	329.88,33

Fonte: Sales (2018), a partir dos dados do WDI.

Nota 1: Os países estão alocados em ordem decrescente em relação as emissões de CO₂.

Os resultados apresentados na Tabela 2 corroboram com os dados do relatório das Nações Unidas divulgado na Cúpula sobre Mudança Climática (COP-16), no qual afirma que Argentina, Brasil, México e Venezuela são responsáveis por 79% das emissões de gases que causam o efeito estufa na América Latina.

No entanto, apesar de o México obter a primeira posição neste indesejado pódio, no biênio 2013-2014, o Brasil emitiu mais dióxido de carbono do que o próprio líder. As taxas de CO₂ do México foram de 490.340,24 em 2013 e de 480.270,66 em 2014, já no Brasil as emissões foram de 50.3677,12 e 529.808,16, para o mesmo período. Esses números revelam o alto poder de poluentes que há no Brasil e ilustra a difícil situação de que, somente em 2015, o país foi o maior emissor da América Latina de gases responsáveis pelo aquecimento global, com o lançamento anual na atmosfera de 1,488 bilhão de toneladas de dióxido de carbono.

4.2 Análise dos condicionantes da degradação ambiental na América Latina

Ao serem feitas as regressões com dados em painel contactou-se, por meio do Teste de Hausman, que o modelo de efeito fixo é o mais adequado para ambos os modelos de estudo², no qual o Teste F apresentou resultados significantes (F equacional $<$ F crítico). Porém, como estes apresentaram problemas³ de autocorrelação (em que há rejeição da hipótese nula a 1% de ausência de autocorrelação serial de primeira ordem) e de heterocedasticidade (em que há rejeição da hipótese nula a 1% de ausência de heterocedasticidade) os modelos foram estimados pelo método GLS.

Por meio do GLS, estimaram-se os modelos que incluem sequencialmente o valor do PIB per capita e seus termos quadrático e cúbico. Tal procedimento foi utilizado para observar a robustez no sinal dos termos desta variável, especialmente. Os resultados foram estaticamente significantes, no qual os coeficientes de determinação mostraram que as variáveis explicativas dos modelos explicam 96,36%, 96,96% e 97,45% dos resultados respectivamente, conforme podem ser verificados da Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da função de equação de CO2 per capita dos países.

VARIÁVEL	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
Valor do PIB	-0,0001*** (7,31e ⁻⁶)	-0,0003*** (2,20e ⁻⁴)	-0,0006*** (4,29e ⁻⁴)
Valor do PIB ²	---	(9,90e ⁻⁹)*** (1,24e ⁻⁹)	(5,36e ⁻⁸)*** (5,69e ⁻⁹)
Valor do PIB ³	---	---	-(1,82e ⁻¹²)*** (2,32e ⁻¹³)
Industrialização (Ln)	0,9332*** (0,0166)	0,9812*** (0,0163)	0,9823*** (0,0149)
Investimento estrangeiro direto (Ln)	-0,0090** (0,0035)	-0,0126*** (0,0033)	-0,0157*** (0,0030)
Produção de eletricidade (Ln)	0,1415*** (0,0110)	0,1366*** (0,0101)	0,1307*** (0,0093)
Eletricidade consumida (Ln)	0,3879*** (0,0244)	0,4856*** (0,0255)	0,5868*** (0,0266)
Energia importada (%)	-0,0007*** (0,0002)	-0,0005*** (0,0002)	-0,0004*** (0,0002)
R-squared	0,9636	0,9696	0,9745
Prob (F-Statistic)	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Nota 1: *** Significativo a 1%, ** Significativo a 5%.

Nota 2: Os valores entre parênteses representam o desvio-padrão.

² Pois (Prob $>$ $\chi^2 = 0$), conforme Anexo A deste trabalho.

³ Os testes de heterocedasticidade e autocorrelação estão ilustrados respectivamente nos anexos “B” e “C” deste trabalho.

Conforme ilustrado no Modelo 3 da Tabela 3, ao analisar o valor do produto interno bruto no impacto ao meio ambiente dos países latino-americanos afirma-se que um aumento de 1% no valor do PIB per capita ocasionaria uma diminuição de 0,06% nas taxas de CO₂. Em relação a análise do crescimento econômico com a degradação, esta foi de encontro a hipótese do “N” invertido, no qual, os coeficientes da variável valor do PIB per capita e seus termos quadrático e cúbico apresentaram sinais negativo, positivo e negativo, respectivamente.

Indo ao encontro aos estudos de Oliveira *et al.* (2011) e Rodrigues *et al.* (2016), estes resultados mostraram que, em países com níveis de renda baixos, o crescimento econômico diminui a probabilidade de degradação ambiental. Logo após, a partir de um nível de renda intermediário, o crescimento econômico faz com que os níveis de degradação aumente; e em um desenvolvimento econômico mais elevado, haveria um novo ponto de inflexão que tornaria a trajetória decrescente novamente, fazendo com que a relação degradação e crescimento econômico volte a ser negativa.

A variável industrialização, que também representa a dimensão desenvolvimento econômico, tem relação positiva com a degradação ambiental. Um aumento de 1% no valor agregado das indústrias, ocasionaria um crescimento de 0,98% nas taxas de emissão de dióxido de carbono na América Latina. Este fato merece atenção e ao mesmo tempo preocupa devido, principalmente, à ascensão das indústrias dos países latino-americanos.

Na dimensão desenvolvimento financeiro, observa-se que o investimento estrangeiro direto é inversamente proporcional as taxas de CO₂, corroborando com os estudos de Wang e Jin (2002), Eskeland e Harrison (2003), Liang (2006), Dasgupta, Laplante e Mamingi (2001), que enfatizam que as “plantas estrangeiras” são significativamente mais eficientes em termos de energia e usam tipos de energia mais limpos do que a dos próprios países latino-americanos. Ao se ampliar 1% das entradas líquidas do investimento estrangeiro direto, ocasionaria uma diminuição de 0,015% na degradação ambiental dos países da América Latina.

Este é mais um dado preocupante, pois, segundo relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), as entradas de IED na América Latina foram inferiores à média de longo prazo da região, com apenas 2,5%, em 2014, sendo que, nas economias de menor tamanho, o IED costuma representar uma alta percentagem do PIB e nos países estudados chega habitualmente a 10% do produto. Em 2015, embora a proporção do PIB em relação às entradas de IED na região tenham se estabilizado numa média de longo prazo (entre 3,5% e

3,7%), esta percentagem difere entre os países e está associada ao tamanho das economias, onde no México alcançou 2,5%, e no Brasil diminuiu 23%.

Analisando a relação entre energia e meio ambiente, observa-se que as variáveis produção e consumo de eletricidade têm relação positiva com a degradação ambiental, sendo que, um aumento de 1% na produção de eletricidade a partir de fontes de petróleo, gás e derivados ocasionaria um aumento de 0,13% nas taxas de emissão de dióxido de carbono dos países latino-americanos e; um aumento de 1% no consumo de eletricidade, nesses países, aumentaria as emissões em 0,58%. Por outro lado, a energia importada tem relação inversa, pois um aumento de 1% na importação de energia líquida faria com que a degradação ambiental diminuísse aproximadamente em 0,04%.

Isso remete à discussão acerca do alto consumo de energia na América Latina e a forma como é produzida a eletricidade na região. Atualmente, cerca de 30 milhões de latino-americanos não têm acesso à eletricidade e, mesmo assim, o consumo de energia na região subiu 53,7% entre 2002-2014. Apesar de a América Latina ter a matriz energética mais limpa do mundo, com uma participação de 25% das fontes renováveis devido principalmente à elevada participação da hidroeletricidade e dos biocombustíveis (CAF, 2015), a região possui uma grande diversidade de recursos de energia fóssil, fazendo com que aumente os índices de emissão de CO₂ na atmosfera.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da proposta de discutir o nível de degradação ambiental dos países da América Latina, o presente estudo estimou o modelo de regressão com dados em painel pelo método dos mínimos quadrados generalizados, visando verificar a relação entre degradação ambiental, energia e desenvolvimentos econômico e financeiro. Para isso, foram utilizados dados do *World Development Indicators* (WDI), realizados pelo Banco Mundial, referente ao período de 1999-2014.

Na análise do indicador de degradação ambiental, evidenciou-se que os países latino-americanos estão em uma crescente emissão de dióxido de carbono entre 1999 e 2014. Os que mais contribuíram para tal feito foram México, Brasil, Venezuela e Argentina, e os menores emissores foram Haiti, Nicarágua, Paraguai e El Salvador.

Ao analisar a relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico, concluiu-se que esta apresentou o formato de “N” invertido em relação à degradação dos países, porém, o valor agregado das indústrias possuiu relação diretamente proporcional com a quantidade de CO₂. Isso ressalta a importância do desenvolvimento econômico na América Latina, mas, ao mesmo tempo, indica que as indústrias terão que produzir visando a sustentabilidade.

Observou-se também que as variáveis produção de eletricidade e energia utilizada têm relação positiva com a degradação ambiental. Por outro lado, a energia importada e o investimento estrangeiro direto têm relação negativa. Esse fato indica que, com alto consumo de energia, a América Latina necessita de fontes renováveis para a produção de eletricidade, além de que os investimentos estrangeiros mostram-se com uma boa alternativa para diminuir a degradação ambiental nesta região.

Os resultados tornam-se relevantes na medida que indicam a situação dos países da América Latina frente a degradação ambiental, levando em consideração três setores importantes: economia, finanças e energia. Desta forma, a resolução de problemas ambientais exige uma gestão operacional equilibrada do setor energético, além dos desenvolvimentos econômico e financeiro, o que incentiva a absorção dos impactos ambientais ao se projetar estimativas de crescimento.

CAPÍTULO 2

CONDICIONANTES DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MEIO RURAL BRASILEIRO

1 INTRODUÇÃO

A combinação entre degradação ambiental e crescimento econômico tem gerado discussões no meio acadêmico devido, principalmente, às preocupações quanto ao futuro do planeta. Ao longo do tempo, esta relação mostrou-se estar inserida em um contexto bastante conflitante, uma vez que a maioria dos autores afirma que o crescimento econômico das nações se deu sem a preocupação com o meio ambiente.

As causas da degradação ambiental são muitas e têm sido amplamente discutidas na literatura. Alguns estudos as relacionam à pobreza, enquanto outros apontam o crescimento econômico como principal determinante (RODRIGUES *et al.*, 2016). Considerando-se o Brasil como um país em desenvolvimento e detentor de abundantes recursos naturais, estas relações podem servir de base para analisar o crescimento e o desenvolvimento.

Algumas teorias econômicas buscam explicar a relação existente entre o crescimento econômico e a degradação ambiental gerado ao meio ambiente. Pode-se destacar nesse debate a teoria da Curva de Kuznets Ambiental (CKA), que tem como base a premissa de que, quando o crescimento econômico ocorre em um país em desenvolvimento, os níveis de poluição crescem, pois, em função das outras prioridades básicas, este não prioriza o controle da degradação ambiental. Contudo, a partir do momento em que o país atinge certo grau de crescimento, aumenta-se a preocupação com o meio ambiente e, em consequência, há uma maior proteção contra as degradações ambientais, gerando assim uma curva em formato de “U” invertido.

Em controvérsia, Oliveira *et al.* (2011) e Rodrigues *et al.* (2016) acreditam que CKA só seria válida após um nível intermediário de renda. Com um nível de renda baixo, a relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico seria inversamente proporcional. Após um nível intermediário, essa relação seria positiva, porém haveria um novo ponto de inflexão que tornaria a trajetória decrescente novamente, sugerindo que a degradação ambiental voltaria a diminuir em altos níveis de crescimento econômico.

Os principais tipos de poluição no meio rural são causadas pela produção agropecuária e pela falta de saneamento básico. De acordo com dados da Pesquisa Nacional

por Amostra de Domicílios (PNAD, 2014) cerca de 30 milhões dos brasileiros vivem em áreas rurais, sendo que apenas 35,5% dos domicílios estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna e apenas 5,45% estão ligados a rede coletora de esgotos, o que contribui direta e indiretamente para o surgimento de doenças e para a degradação ambiental.

Desta forma, o presente trabalho objetiva analisar os determinantes e os níveis de degradação ambiental no meio rural das regiões brasileiras no período de 2015, a partir de aspectos existentes nos domicílios. Além disso, oriundo da discussão dos fatores causais que levam a existência de uma relação entre degradação ambiental e crescimento econômico, este estudo pretende verificar se a degradação ambiental apresenta uma relação de “N” invertido com o crescimento da renda ou se essa relação vai de encontro a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental (CKA).

A justificativa é que a análise destas relações mostra-se relevante no aprimoramento da teoria econômica não só por evidenciar o problema da degradação sobre o meio ambiente, mas também por instigar a investigação sobre os meios que permitem reduzir os impactos ambientais à medida que o país tende a se desenvolver. Nesta perspectiva, o fato de o Brasil ser um dos maiores credores mundiais de “biocapacidade”, pode possibilitar que um novo caminho rumo a sustentabilidade possa ser trilhado mundialmente.

Este capítulo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. A segunda seção é composta por a revisão bibliográfica com parte da produção disponível sobre as relações existentes entre degradação ambiental e crescimento econômico. Na terceira são apresentados os procedimentos metodológicos aplicados e, na quarta seção apresentam-se os resultados e discussão, seguidos das conclusões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção tem por objetivo descrever algumas relações acerca da degradação ambiental no meio rural. Para tanto, o referencial teórico enfatiza a relação existente entre degradação ambiental e crescimento econômico, abordando o modelo da Curva de Kuznets Ambiental e a hipótese do “N” invertido.

2.1 Degradação ambiental e crescimento econômico

A relação do nível de degradação ambiental com o crescimento econômico tem sido amplamente discutida no meio acadêmico, porém estes estudos não são novos e remontam ao final da década de 1960. O impacto do crescimento sobre o meio ambiente foi observado por Mishan (1969), Solow (1974) e Commoner (1972). Um pouco mais tarde, Forster (1973) e Gruver (1976) analisaram a forma como o crescimento econômico se processa, considerando a presença de efeitos ambientais indesejáveis e a consequente introdução do controle da poluição no modelo de crescimento neoclássico (ARRAES; DINIZ; DINIZ, 2006).

Na literatura, as discussões sobre em que medida esse crescimento impacta o meio ambiente não são unânimes. Segundo Mueller (1996), evidências empíricas ressaltam que o impacto ambiental dependerá, entre outros fatores, do estágio de crescimento econômico seguido por desenvolvimento que o país esteja inserido. Com o crescimento da economia, a produção de manufaturas passa a ter maior participação no produto interno e, como consequência, uma possível melhoria dos indicadores ambientais e da renda.

Em controvérsia Arraes, Diniz e Diniz (2006) afirmam que indivíduos com maior renda consomem mais e, portanto, criam mais poluição por meio da geração de resíduos sólidos per capita, bem como geram mais poluentes atmosféricos. Com isso, a medida que há um crescimento na demanda, as firmas produzem mais e, conseqüentemente, na média, produzem mais poluentes e uma maior quantidade de resíduos industriais.

Um dos principais instrumentos de análise de impactos do crescimento econômico sobre o meio ambiente é o modelo da Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Este modelo surgiu no começo da década de 1990 por meio do estudo de Grossman e Krueger (1991) que, buscando evidenciar a relação entre emissão de poluentes e o PIB per capita para os Estados Unidos, descreveram a trajetória de evolução no tempo da poluição deste país como resultado do seu crescimento econômico (BIAGE, 2012).

A CKA é caracterizada pelo formato de “U” invertido. A parte ascendente da curva reflete o progresso natural do desenvolvimento econômico, no qual este processo dar-se-ia pela passagem de uma economia agrária limpa para uma economia industrial poluída. Já a parte descendente reflete o mecanismo pelo qual as economias desenvolvidas exportam processos de produção intensivos em poluição para economias menos desenvolvidas, sendo que a economia só se desenvolveria em função do crescimento de setores menos intensivos em recursos e poluição (SURI; CHAPMAN, 1998).

Segundo Grossman e Krueger (1995), a evolução de uma economia passa por um processo de transição: quando o crescimento econômico ocorre em um país subdesenvolvido, os níveis de poluição crescem em função de crescimentos na produção que geram emissões de poluentes, contudo, a partir do momento em que o país atinge certo grau de crescimento, surge a maturação da consciência da sociedade em relação às consequências da degradação ambiental.

Com isso, passou a ser questionada a existência de uma relação estritamente linear entre degradação ambiental e crescimento econômico, e apareceram outros estudos empíricos para sustentar a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental. Em nível mundial, convém mencionar os estudos de Selden e Song (1994), Stern (2002), entre outros. No Brasil, destacam-se os trabalhos de Lucena (2005), Cunha *et al.* (2008) e Serrano, Loureiro e Nogueira (2014).

Selden e Song (1994), levando em consideração 30 países, mostraram que existe substancial suporte para assegurar a hipótese de “U-invertido” sendo que, em níveis suficientemente altos de renda, a poluição poderia cair a zero. Por sua vez, Stern (2002) realizou uma pesquisa, levando em consideração 64 países entre 1973 e 1990. De acordo com os resultados encontrados, verificaram-se modificações nas emissões devido a mudanças nos fatores, tais como: escala de produção progresso tecnológico, uso de energia e estrutura industrial.

Estimando a CKA para o Brasil para o período entre 1970 e 2003, Lucena (2005) empregou duas medidas diferentes para a variável dependente do modelo estimado, sendo uma estimação realizada com o consumo de energia e outra com as emissões de dióxido de carbono. Constatou-se que, no caso de emissões de dióxido de carbono, as estimações não aportam a existência de uma curva no formato de “U” invertido. Já as estimações do consumo de energia não foram conclusivas, ou seja, não foi possível confirmar ou refutar a existência de uma CKA para o Brasil no período analisado.

Utilizando estimação por mínimos quadrados ordinários, para uma série temporal entre 1980 e 2004, o trabalho de Cunha (2008) mostrou que um aumento na renda per capita aumenta a emissão de dióxido de carbono na atmosfera. No estudo proposto por Serrano, Loureiro e Nogueira (2014), os autores verificaram empiricamente a relação entre o produto per capita e a emissão de CO₂ no Brasil no período de 1980 a 2010 e obtiveram como resultados que a renda per capita e renda per capita ao quadrado têm efeito positivo e negativo respectivamente sobre as emissões de CO₂, enquanto a renda per capita ao cubo tem efeito nulo sobre o modelo proposto.

No entanto, o entendimento do comportamento da CKA é complexo, tendo em vista que os efeitos que fazem com a renda interfira nos níveis de poluição pode ser decomposto em efeito escala da produção, efeito de composição da produção e efeitos de níveis tecnológicos usados nos processos produtivos (BIAGE, 2012). Alguns autores como Oliveira *et al.* (2011) e Rodrigues *et al.* (2016) acreditam que a CKA só seria válida após certo nível de renda, e com isso defendem a hipótese do “N” invertido.

O estudo de Oliveira *et al.* (2011), que teve como objetivo estudar a relação entre crescimento da renda e desmatamento sob a hipótese da CKA nos municípios da Amazônia Legal no período de 2001 a 2006, constatou que esta relação é verificada na forma de “N” invertido, ou seja, o desmatamento é decrescente para baixos níveis de PIB per capita, para depois crescer à medida que o PIB per capita se eleva, e torna-se decrescente novamente para níveis mais elevados de PIB per capita.

Indo nessa concepção, no trabalho que objetivou verificar a relação existente entre pobreza e crescimento econômico com a degradação ambiental no meio urbano do Brasil em 2015, Rodrigues *et al.* (2016) constataram uma relação no formato de “N” invertido entre a renda e a degradação, de modo que para níveis diferentes de renda, o seu crescimento impacta de forma diferente o meio ambiente, ora contribuindo para degradação (com um nível intermediário), ora contribuindo para preservação (com níveis baixo e alto, respectivamente).

3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho utiliza o modelo logit ordenado com o objetivo de verificar a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico. Este tipo de modelo, de escolha qualitativa, tem como objetivo determinar a probabilidade de um indivíduo, com um conjunto específico de atributos, fazer certas escolhas dentre algumas alternativas. O procedimento metodológico foi dividido em duas partes: inicialmente, analisaram-se os níveis de degradação ambiental no meio rural brasileiro, por meio da infraestrutura de saneamento básico dos domicílios de cada uma das regiões. Em seguida, verificou-se, a partir dos modelos de probabilidade estimados, o sentido da resposta da degradação ambiental em relação às mudanças nas variáveis determinantes que representam dimensões do crescimento econômico e do acesso a informação, educação e saúde.

3.1 Fonte de dados e descrição das variáveis

A fonte de dados para a estimação dos modelos de probabilidade de degradação ambiental foram os microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referente ao ano de 2015. No modelo para degradação ambiental no meio rural brasileiro a amostra totaliza 50.593 unidades domiciliares, e para análise de cada uma das regiões brasileiras separadamente os dados contam com 21.643 amostras da região Nordeste, 11.721 do Norte, 7.344 do Sudeste, 6.326 do Sul e 3.559 da região Centro-Oeste.

Como a PNAD é uma pesquisa amostral complexa, é necessário o uso de um fator de expansão da amostra para que as estimativas não sejam tendenciosas, neste caso, atribuir o peso domiciliar fornecido na própria base de dados. O fato do grande número de amostras do Nordeste é devido que a Região conta com o maior percentual de habitantes vivendo em áreas rurais, com 26,88% da população. (PNAD, 2014).

Para a análise dos modelos foram incluídas 14 variáveis⁴ que estão distribuídas em cinco dimensões, conforme ilustrado no Quadro 2:

⁴ Com exceção da renda “per capita” (bem como seu termo quadrático e cúbico) e anos de estudo, as demais variáveis são “dummies”.

Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas e as dimensões equivalentes.

Dimensões	Variáveis Derivadas	Descrição
Degradação Ambiental	Destino dado ao lixo doméstico	Variável binária que assume o valor de 0 para adequado e 1 para inadequado
	Tipo de esgotamento sanitário	Variável binária que assume o valor de 0 para adequado e 1 para inadequado
	Tipo de combustível utilizado no fogão	Variável binária que assume o valor de 0 para adequado e 1 para inadequado
	Forma de iluminação do domicílio	Variável binária que assume o valor de 0 para adequado e 1 para inadequado
Renda	Renda mensal familiar “per capita”	Variável que contempla a faixa de renda mensal familiar por pessoa
	Renda mensal familiar “per capita” ao quadrado	Variável que contempla a faixa de renda mensal familiar por pessoa ao quadrado
	Renda mensal familiar “per capita” ao cubo	Variável que contempla a faixa de renda mensal familiar por pessoa ao cubo
Informação	Acesso ao rádio	Variável binária que assume o valor de 0 para os domicílios que tenham acesso ao aparelho e 1 para os que não apresentam
	Acesso à televisão	Variável binária que assume o valor de 0 para os domicílios que tenham acesso ao aparelho e 1 para os que não apresentam
	Acesso à internet	Variável binária que assume o valor de 0 para os domicílios que tenham acesso ao aparelho e 1 para os que não apresentam
Educação	Anos de estudo	Variável que contempla os anos de estudo do entrevistado
	Frequência escolar	Variável binária que assume o valor de 0 para os que frequentam ou frequentaram escolas e 1 para os que não frequentam ou não frequentaram
Saúde	Acesso à água canalizada	Variável binária que assume o valor de 0 para o domicílio que a proveniência da água é por meio da rede geral e 1 para os provém de outros fatores
	Acesso à água filtrada	Variável binária que assume o valor de 0 para o domicílio que tenha acesso a água filtrada e 1 para os que não apresentam

Fonte: Sales (2018), a partir dos dados da PNAD.

Para a construção da variável dependente do modelo foram analisadas conjuntamente quatro variáveis que representam a dimensão da degradação ambiental: destino dado ao lixo doméstico, tipo de esgotamento sanitário, tipo de combustível utilizado no fogão e a forma de iluminação do domicílio. O seu peso foi distribuído da seguinte forma:

$y_i = 0$, se destino dado ao lixo doméstico, o tipo de esgotamento sanitário, o tipo de combustível utilizado no fogão e a forma de iluminação do domicílio são "adequados";

$y_i = 1$, se pelo menos uma das quatro variáveis é não "adequada";

$y_i = 2$, se duas das quatro variáveis são não "adequadas".

$y_i = 3$, se três ou todas as variáveis são não "adequadas".

em que, “adequado” deve ser entendido como a opção que menos impacta negativamente o

meio ambiente, exercendo um nível de degradação socialmente aceitável.

O destino do lixo domiciliar é considerado “adequado” quando é coletado direta ou indiretamente, e “inadequado” quando é queimado ou enterrado na propriedade, jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado no rio, lago ou mar, ou outro destino.

No que diz respeito ao esgotamento sanitário, é considerado “adequado” quando a fossa séptica é ligada à rede coletora de esgoto ou pluvial, ou de rede geral de esgoto ou pluvial no domicílio, e “inadequado”, quando a fossa séptica não é ligada à rede coletora de esgoto ou pluvial, ou o esgotamento é despejado em fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar, ou em outro local.

Para o tipo de combustível utilizado no fogão, é considerado "adequado" quando este for por meio do gás de botijão ou canalizado ou energia elétrica, e "inadequado" quando o combustível for lenha ou carvão. Por fim, a forma de iluminação do domicílio é “adequada” quando esta for por meio da eletricidade (de rede, gerador, ou solar), e “inadequada”, quando a iluminação for por meio de óleo ou querosene.

O somatório da variável dependente representa níveis de intensidade para a degradação ambiental, onde:

$y_i = 0$: "Ausência" de degradação;

$y_i = 1$: Degradação fraca;

$y_i = 2$: Degradação média;

$y_i = 3$: Degradação forte.

Com o objetivo de identificar a relação entre crescimento econômico e degradação ambiental, analisou-se a renda mensal familiar domiciliar “per capita” do indivíduo juntamente com seu termo quadrático e cúbico. A dimensão informação representa o grau de acesso aos aparelhos de comunicação, sendo estes rádio, televisão e internet, onde este último foi analisado se o entrevistado teria utilizado a internet por meio de rede domiciliar, celular, tablete, ou outro.

Para representar a dimensão educação foram utilizadas as variáveis anos de estudo da pessoa de referência e a frequência escolar dos entrevistados. Por fim, para representar as condições mínimas de saúde, foi construída uma variável para a qualidade da água, em que o domicílio teria acesso à água filtrada, e se o domicílio tem acesso à água de boa qualidade, sendo que este seria adequado, quando provém de rede geral com canalização interna, e inadequado, quando provém de poços, nascentes ou outros.

3.2 Modelo econométrico

O modelo de logit ordenado é um modelo multinomial, e sua variável dependente assume valores que estabelecem um certo ordenamento dos dados, não de forma linear, mas sim de forma a ranquear os possíveis resultados. A diferença entre a regressão linear e o ranqueamento é que, apesar de aparentemente sutil, é de grande importância para a escolha do método de estimação utilizado neste estudo, onde, uma regressão ordinária, neste caso, fatalmente pecaria ao não considerar a natureza ordinal da variável dependente.

A variável dependente referente à degradação ambiental foi construída de forma não métrica e as escolhas foram ordenadas segundo níveis de intensidade, no qual a resposta observada foi modelada considerando uma variável latente y_i^* que depende linearmente das variáveis explicativas x_i' . Em nosso caso, y_i^* associa números às respostas individuais, da seguinte forma: 0 para “sem degradação”, 1 para “degradação fraca”, 2 para “degradação média” e 3 para “degradação forte”. Assim, o modelo pode ser especificado como segue:

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

y_i^* é uma medida não observada da degradação;

x_i' é um vetor de características do domicílio e seus moradores;

β , o vetor de coeficientes; e

u_i é o termo de erro aleatório.

Foi essencial, antes de analisar os resultados dos coeficientes, observar a significância estatística dos parâmetros limiares “CUT”, pois estes informam a necessidade de ordenação da variável dependente. Caso os parâmetros limiares sejam estatisticamente diferentes, o modelo ordenado mostra-se adequado. Segundo Cameron e Trivedi (2009), para um modelo ordenado com m alternativas, pode-se definir:

$$y_i = j \quad \text{se} \quad \alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j, \quad (\text{Equação 2})$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, m$$

em que:

α_{j-1} e α_j são parâmetros limiares ou cortes, conhecidos como “CUT”. Para $j = 1$ tem-se $\alpha_0 = -\infty$; e quando $j = m$, $\alpha_m = \infty$. Os demais parâmetros “CUT” são determinados em conjunto com β pelo estimador de Máxima Verossimilhança, que maximiza a probabilidade de

ocorrência da amostra específica.

Reescrevendo (1) em termos de probabilidade:

$$\Pr(y_i = j) = \Pr(\alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j) \quad (\text{Equação 3})$$

Substituindo (1) em (3):

$$\begin{aligned} \Pr(y_i = j) &= \Pr(\alpha_{j-1} < x_i'\beta + u_i \leq \alpha_j) \quad (\text{Equação 4}) \\ \Pr(y_i = j) &= \Pr(\alpha_{j-1} < x_i'\beta + u_i \leq \alpha_j - x_i'\beta) \end{aligned}$$

Assumindo que u_i segue uma distribuição logística com função de densidade de probabilidade cumulativa $F(z) = e^z / (1 + e^z)$ tem-se:

$$\begin{aligned} \Pr(y_i = j) &= F(\alpha_j - x_i'\beta) - F(\alpha_{j-1} - x_i'\beta) \quad (\text{Equação 5}) \\ \Pr(y_i = j) &= \frac{e^{\alpha_j - x_i'\beta}}{1 + e^{\alpha_j - x_i'\beta}} - \frac{e^{\alpha_{j-1} - x_i'\beta}}{1 + e^{\alpha_{j-1} - x_i'\beta}} \end{aligned}$$

Substituindo (5) no log da função de Verossimilhança, obtém-se (6). Sua maximização gera os estimadores de Máxima Verossimilhança.

$$\ln L = \sum_{j=0}^m \sum_{y=i} \ln [F(\alpha_j - x_i'\beta) - F(\alpha_{j-1} - x_i'\beta)] \quad (\text{Equação 6})$$

Os sinais dos coeficientes pode-se associar positivamente o sentido de crescimento da variável de interesse com a probabilidade da última categoria e negativamente esse mesmo sentido para a primeira categoria, ou seja, coeficientes positivos indicam crescimento na probabilidade da última categoria e decréscimo na probabilidade da primeira categoria (GREENE; HENSHER, 2010).

Para testar se a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico no meio rural brasileiro vai de encontro com a hipótese da CKA ou com a hipótese do “N” invertido, inicialmente, foram construídos três modelos econométricos, no qual verificou-se como a variável dependente relaciona-se com a renda per capita e com seus termos quadráticos e cúbicos, respectivamente, omitindo as demais variáveis independentes.

Em seguida, foi construído o modelo probabilístico com todas as variáveis de

estudo. Porém, na medida em que os coeficientes do modelo Logit Ordenado não são interpretados diretamente, faz-se necessária a estimação do efeito marginal da forma que segue:

$$\frac{\partial \Pr(y_i=j)}{\partial x_i} = [F'(\alpha_j - x_i'\beta) - F'(\alpha_{j-1} - x_i'\beta)]\beta \quad (\text{Equação 7})$$

A influência das variáveis independentes na taxa de degradação ambiental pode ser estimada pelo efeito marginal, o qual é o efeito que a mudança de uma unidade das variáveis independentes causa na probabilidade estimada para as categorias de severidade previstas no modelo. Greene e Hensher (2010) mostraram que, ao contrário da regressão linear tradicional, nem o sinal ou a magnitude dos coeficientes são informativos a respeito dos efeitos parciais (ou marginais) das variáveis explicativas dos modelos ordenados, pois os coeficientes estão relacionados diretamente com os valores da variável latente y^* e não com os valores da variável categórica observada (y).

Desta forma, é possível mostrar que o efeito da mudança em uma variável no modelo, depende de todos os outros parâmetros, dos dados observados e da categoria de interesse. Segundo Long e Freese (2006), nas regressões dos modelos logísticos, os efeitos marginais mensuram as modificações discretas de maneira mais informativa, permitindo ainda uma explicação mais precisa dos efeitos de cada variável explicativa na escala dos níveis de degradação ambiental.

A análise dos efeitos marginais foi feita primeiramente para o meio rural brasileiro e, em seguida, para o meio rural de cada uma das regiões separadamente.

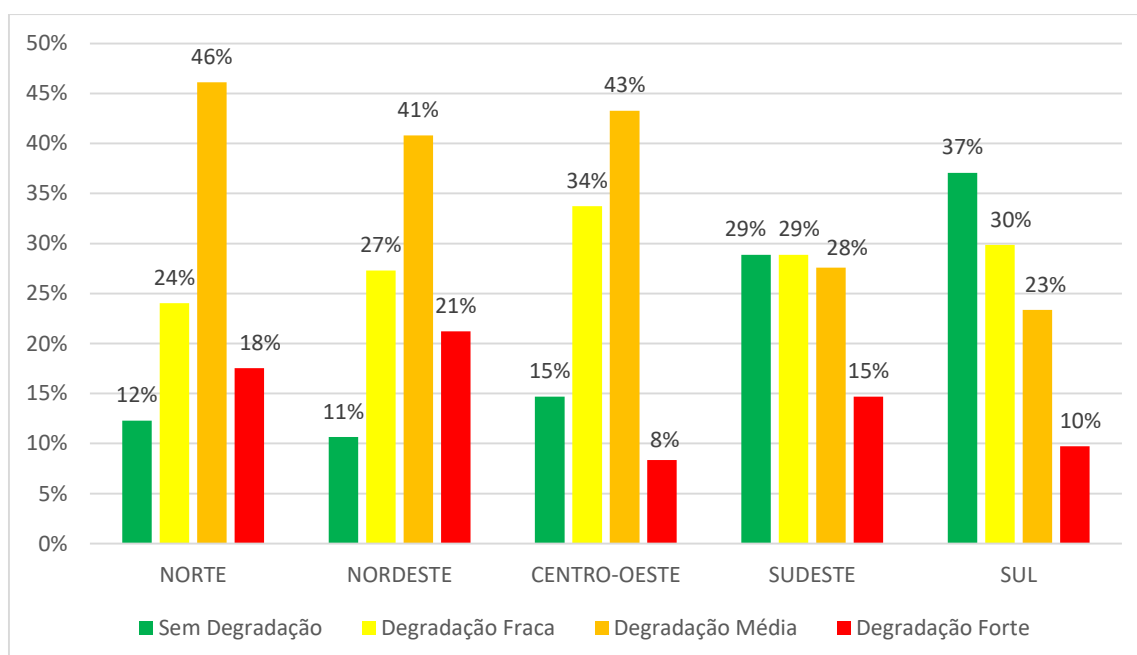
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi dividida em duas partes: primeiramente, para uma melhor análise do estudo, optou-se por verificar os níveis de degradação ambiental no meio rural das regiões brasileiras por meio de aspectos existentes nos domicílios; em seguida, serão apresentados os resultados das análises probabilísticas dos condicionantes da degradação no meio rural brasileiro por meio de estimativas do modelo logit ordenado.

4.1 Análise do nível de degradação ambiental no meio rural das regiões brasileiras

Os resultados da pesquisa realizada apontam que 82,73% do destino dado ao lixo doméstico, do tipo de esgotamento sanitário, do combustível utilizado no fogão e da forma de iluminação dos domicílios do meio rural brasileiro são inadequados, ou seja, apresentam algum impacto negativo ao meio ambiente em 2015, e apenas 17,27% são isentos de degradação. Daquela percentual, cerca de 27,54% do território apresenta um nível de devastação branda, 38,11% compreende uma degradação média, e 17,07% já sofre com um alto índice de degradação ambiental. Para uma melhor explanação, a intensidade da degradação ambiental no meio rural foi dividida para as cinco regiões brasileiras, conforme ilustrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Nível de degradação ambiental para as regiões brasileiras.



Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

O Nordeste é a região mais degradada do Brasil, onde 89% dos domicílios apresentam algum tipo de inadequação no que diz respeito à preservação do meio ambiente, como visualizado no gráfico 2. Além disso, é nesta Região que se encontra o maior percentual do nível de degradação forte, no qual cerca de 21% dos domicílios são totalmente degradantes, e a que representa o menor percentual com domicílios que não degradam (11%).

Não tão distante deste quadro, o Norte se apresenta como a segunda região com maior índice de degradação do Brasil, com 88% dos domicílios inadequados, além de compreender o maior percentual de intensidade de degradação média (46%) e o segundo com degradação forte (18%). Em seguida, aparece a região Centro-Oeste, com um percentual de 85% dos domicílios do meio rural inadequados. Estes números demonstram que as três regiões citadas ainda apresentam um déficit no atendimento de serviços básicos de saneamento, e que isto têm um grande impacto negativo ao meio ambiente.

Em contrapartida, apesar de 63% do território ainda apresentar algum tipo de degradação, o meio rural da Região Sul apresenta coleta de lixo, esgotamento sanitário, combustível utilizado no fogão e a forma de iluminação mais adequada, abrangendo cerca de 37%. Logo em seguida vem a Região Sudeste, onde 29% dos domicílios não apresentam níveis de degradação. Este resultado já era esperado, na medida em que o eixo Sul-Sudeste apresentam uma maior dinâmica econômica, onde se pressupõe a existência de mais serviços e de melhor qualidade.

4.2 Análise probabilística dos condicionantes da degradação no meio rural brasileiro

Partindo para o modelo probabilístico, conforme podem ser verificados nos resultados da Tabela 4, os coeficientes de todas as variáveis mostram-se estaticamente significantes⁵. As variáveis renda familiar (bem como seu termo cúbico), nível de informação pelo rádio, anos de estudo, frequência escolar e acesso a água filtrada apresentaram sinais negativos em relação aos níveis de degradação ambiental. Por outro lado, os coeficientes das variáveis renda familiar ao quadrado, acesso de informação tanto pela televisão quanto pela internet, e acesso a água canalizada são positivos.

Ao analisar a probabilidade da renda (variável que representa o crescimento econômico) no impacto a degradação ambiental no meio rural brasileiro, reafirmou que a renda apresenta uma relação de “N” invertido com a degradação, indo ao encontro dos

⁵ Além de significantes, como os parâmetros limiaries “CUT 1”, “CUT 2” e “CUT 3” são adequados, ou seja, estatisticamente diferentes, o modelo logit ordenado mostra-se apto a ser estudado.

estudos de Oliveira *et al.* (2011) e Rodrigues *et al.* (2016).

Tabela 4 – Estimação dos modelos logit ordenado.

VARIÁVEL	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
Renda per capita	-0,00069*** (0,00016)	-0,00091*** (0,00001)	-0,00123*** (0,00002)	-0,00070*** (0,00002)
Renda per capita ^2	---	4,63e ⁻⁸ *** (2,39e ⁻⁹)	1,46e ⁻⁷ *** (5,74e ⁻⁹)	8,51e ⁻⁸ *** (5,26e ⁻⁹)
Renda per capita ^3	---	---	-3,53e ⁻¹² *** (1,81e ⁻¹³)	-2,04e ⁻¹² *** (1,66e ⁻¹³)
Informação pelo rádio	---	---	---	-0,09837*** (0,01807)
Informação pela televisão	---	---	---	1,06755*** (0,03508)
Informação pela internet	---	---	---	0,84942*** (0,02073)
Anos de estudo	---	---	---	-0,03689*** (0,00231)
Frequência escolar	---	---	---	-0,09781*** (0,02681)
Acesso à água canalizada	---	---	---	1,21138*** (0,02073)
Acesso à água filtrada	---	---	---	-0,13712*** (0,01707)
CUT 1	-1,99367*** (0,01556)	-2,09340*** (0,01628)	-2,22205*** (0,01734)	-1,44336*** (0,03087)
CUT 2	-0,58652*** (0,01249)	-0,67695*** (0,01318)	-0,79644*** (0,01426)	0,12387*** (0,03009)
CUT 3	1,24871*** (0,01395)	1,16934*** (0,01439)	1,06341*** (0,01511)	2,24142*** (0,03198)

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Nota 1: *** Significativo a 1%.

Nota 2: Os valores entre parênteses representam o desvio-padrão.

Conforme ilustrado na Tabela 4, os coeficientes da renda apresentaram sinais negativo, positivo e negativo, respectivamente, dessa forma, para níveis de renda muito baixos, o crescimento da renda diminui a probabilidade de degradação ambiental; logo após, a partir de um intermediário nível de renda, o crescimento da renda e a degradação passam a refletir o comportamento estabelecido pela Curva de Kuznets Ambiental, onde o crescimento de renda aumenta a probabilidade de degradação. Porém, após um nível de renda mais elevado, haveria um novo ponto de inflexão que tornaria a trajetória decrescente novamente.

No entanto, estes valores dos parâmetros estimados não nos dão uma informação precisa dos efeitos ou elasticidades, pois os coeficientes estimados não refletem os efeitos marginais das variáveis. Para tanto, foram fixadas as demais variáveis em seus valores observados e imputados vários valores ao vetor de regressores, como visualizado na Tabela 5.

Quantitativamente, quando há um aumento em um nível de renda baixo, a probabilidade de degradar fortemente o ambiente em diminuída em 0,0001, na medida em que esta população tivesse em um nível de renda intermediário, um aumento na renda também aumentaria a probabilidade de degradação forte ($1.05e^{-08}$). Quando houvesse um aumento significativo de renda, a probabilidade de a população degradar fortemente voltaria a ser negativa ($-2.50e^{-13}$).

Tabela 5 – Determinantes de probabilidade da degradação ambiental no meio rural brasileiro.

VARIÁVEL	MODELO	EFEITOS MARGINAIS			
		Sem Degradação	Degradação Fraca	Degradação Média	Degradação Forte
Renda per capita	-0.0007 (-28.00)	0.0001 (28.16)	0.0001 (27.12)	-0.0001 (-28.01)	-0.0001 (-27.55)
Renda per capita ^2	$8.51e^{-8}$ (16.20)	$-1.10e^{-08}$ (-16.20)	$-6.78e^{-09}$ (-16.12)	$7.29e^{-09}$ (16.21)	$1.05e^{-08}$ (16.13)
Renda per capita ^3	$-2.04e^{-12}$ (-12.29)	$2.63e^{-13}$ (12.28)	$1.62e^{-13}$ (12.27)	$-1.75e^{-13}$ (-12.30)	$-2.50e^{-13}$ (-12.26)
Informação pelo rádio	-0.0983 (-5.44)	0.0126 (5.44)	0.0078 (5.43)	-0.0084 (-5.44)	-0.0120 (-5.44)
Informação pela televisão	1.0675 (30.43)	-0.1375 (-29.72)	-0.0849 (-29.71)	0.0913 (27.92)	0.1310 (31.18)
Informação pela internet	0.8494 (41.01)	-0.1094 (-41.37)	-0.0675 (-39.18)	0.0727 (42.36)	0.1043 (39.28)
Anos de estudo	-0.0368 (-15.92)	0.0047 (15.92)	0.0029 (15.78)	-0.0031 (-15.88)	-0.0045 (-15.85)
Frequência escolar	-0.0978 (-3.65)	0.0126 (3.65)	0.0077 (3.65)	-0.0083 (-3.65)	-0.0120 (-3.65)
Acesso à água canalizada	1.2113 (58.43)	-0.1556 (-53.71)	-0.0963 (-59.32)	0.1037 (50.97)	0.1487 (59.65)
Acesso à água filtrada	-0.1371 (-8.03)	0.0176 (8.03)	0.0109 (8.02)	-0.0117 (-8.04)	-0.0168 (-8.02)
Log likelihood		-61220.863			
Pseudo R ²		0.0887			
Número de observações		50,593			

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Nota: Estatística Z entre parênteses para N = 50.593.

A explicação é que as populações de baixa renda do meio rural, por mais que não tenham acesso a tantos recursos, se preocupam em preservar os poucos recursos que ainda restam do ambiente em que vive. A partir de um intermediário nível de renda, não há esta mesma preocupação, e a população passa a investir em recursos que antes não o tinham, o que implica no aumento do consumo e da produção de lixo e poluentes, o que aumentaria consequentemente a degradação. Porém, com um nível de renda elevado, o meio rural ganha em desenvolvimento onde, apesar de ainda haver nível de degradação, haverá uma maior

conscientização da população com a preservação ambiental, além de ter recursos para implementar mecanismos e políticas de cunho sustentável.

Como ilustrado também na Tabela 5, o acesso à televisão e à internet teve relação direta com a degradação, enquanto o acesso ao rádio teve relação inversa, ou seja, quanto mais a população do meio rural tem acesso a informações por meio do rádio, menor será a probabilidade de degradar o meio ambiente. Este fato pode ser evidenciado quando se observa os efeitos marginais, no qual para o acesso a TV e a internet iniciam-se negativos e tornam-se positivos à medida que a degradação fica forte, já para o acesso ao rádio o efeito é contrário. A explicação para isso baseia-se na premissa que o rádio repassa informações mais próximas do interlocutor, além de ser um veículo de comunicação de fácil acesso e muito utilizado no meio rural.

Para a dimensão educação, visualizados também os resultados dos efeitos marginais, notou-se que ambas as variáveis obtiveram relação inversa com a degradação. Quantitativamente, quanto mais anos de estudo tiver o indivíduo e maior for a frequência escolar da população, menor será a probabilidade de degradação forte ao ambiente, para este a redução será de 1,2% e para aquele de 0,45%. Estes resultados já eram esperados, pois a presença nas escolas faz com que as pessoas construam valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do ambiente essencial a qualidade de vida e a sustentabilidade de seu meio.

Na dimensão saúde, quanto mais a população tiver acesso à água filtrada menor será a probabilidade de degradar fortemente o meio ambiente (1,68%), já o acesso ao abastecimento de água do domicílio proveniente da canalização interna teve relação direta com a degradação, sendo que a probabilidade de degradação forte será de 14,87%. Este fato foi contrário ao que a literatura sugere, sendo que o mais adequado seria que a população com uma rede adequada de abastecimento degradaria menos, porém o resultado vai ao encontro de que a água pode não está sendo utilizada de forma correta no meio rural, como por exemplo sendo desperdiçada, além de que, quando a população tem somente o abastecimento de sua água advindo de outros fatores, a preocupação com a poluição teria que ser maior.

Seguindo para a análise da relação entre degradação ambiental e crescimento econômico para cada região no meio rural brasileiro, conforme ilustrada na Tabela 6, ficou notório que a renda também apresenta uma relação de “N” invertido com a degradação para as cinco regiões. Porém, diferente do Sudeste que apresentou os mesmos resultados que o

modelo referente ao Brasil (Tabela 5), as outras regiões apresentaram algumas alterações⁶.

As regiões Norte e Nordeste do Brasil foram as que apresentaram o maior número de domicílios com algum tipo de inadequação no que diz respeito a preservação do meio ambiente no seu meio rural. Para ambas as regiões visualiza-se que a variável frequência escolar não foi estaticamente significativa para explicar os níveis de degradação do meio rural. Já, a variável anos de estudo foi estaticamente significativa com uma relação negativa com a degradação, ou seja, quanto mais anos de estudo a população rural tiver, menor a probabilidade de não degradar fortemente, com um percentual de 0,52% para a região Norte, e de 0,19% para o Nordeste. Este fato mostra que, apesar da insignificância da frequência escolar, quanto mais tempo o indivíduo passar na escola mais este tende a preservar o ambiente.

Na dimensão acesso a informação, quanto mais a população do meio rural do eixo Norte-Nordeste tem acesso a televisão e a internet, maior a probabilidade das regiões serem degradadas. Para o acesso a TV a probabilidade de degradar fortemente o ambiente é de 16,39% para a população do Norte, e de 14,86% para os da região Nordeste e; para os indivíduos que tem acesso à internet a probabilidade é de 12% (Norte), e de 9,24% para o Nordeste.

Ainda na dimensão informação, a variável que engloba o acesso ao rádio não foi significativa para analisar a probabilidade de degradação do meio rural da região Nordeste. Por sua vez, para o meio rural do Norte, quando se tem acesso a informação por meio do rádio o percentual de não degradar fortemente é de 2,24%, o que mostra mais uma vez que o rádio se mostra como um veículo que apresenta informações relevantes de cuidados com a natureza.

As variáveis que analisam a dimensão saúde não apresentaram os resultados esperados para o eixo Norte-Nordeste. Inicialmente, o acesso à água filtrada não foi estaticamente significativa para explicar os níveis de degradação para a região Nordeste, mas para a região Norte, houve uma adequação do que se espera na medida em que, quanto mais a população tiver acesso à água filtrada, menor será a probabilidade de degradar fortemente o meio ambiente, com um percentual de 3,15%.

⁶ Os Apêndices A, B e C trazem os determinantes detalhados dos níveis de degradação ambiental das regiões brasileiras.

Tabela 6 – Efeitos Marginais da degradação ambiental no meio rural das regiões brasileiras.

VARIÁVEL	Nível de degradação	EFEITOS MARGINAIS				
		NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUL	SUDESTE
Renda per Capita	Nula	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Fraca	0,0001	0,0001	0,0001	-6,77 ⁻⁶	0,0001
	Média	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001
	Forte	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001
Renda per capita ^2	Nula	-6,51e ⁻⁰⁹	-2,97e ⁻⁸	-3,13e ⁻⁸	-5,34e ⁻⁸	-1,47e ⁻⁸
	Fraca	-5,94e ⁻⁰⁹	-3,79e ⁻⁸	2,94e ⁻⁸	2,21e ⁻⁹	-2,99e ⁻⁹
	Média	4,70e ⁻⁰⁹	1,87e ⁻⁸	4,06e ⁻⁸	3,01e ⁻⁸	7,99e ⁻⁹
	Forte	7,75e ⁻⁰⁹	4,89e ⁻⁸	2,01e ⁻⁸	2,11e ⁻⁸	9,65e ⁻⁹
Renda per capita ^3	Nula	1,46e ⁻¹³	1,96e ⁻¹²	3,80e ⁻¹²	4,52e ⁻¹²	3,45e ⁻¹³
	Fraca	1,34e ⁻¹³	2,50e ⁻¹²	3,56e ⁻¹²	-1,87e ⁻¹³	7,04e ⁻¹⁴
	Média	-1,06e ⁻¹³	-1,23e ⁻¹²	-4,91e ⁻¹²	-2,55e ⁻¹²	-1,88e ⁻¹³
	Forte	-1,74e ⁻¹³	-3,23e ⁻¹²	-2,44e ⁻¹²	-1,79e ⁻¹²	-2,27e ⁻¹³
Informação pelo rádio	Nula	0,0188	-0,0019	-0,0112	0,1495	0,0776
	Fraca	0,0171	-0,0024	-0,0105	-0,0061	0,0158
	Média	-0,0135	0,0012	0,0145	-0,0843	-0,0423
	Forte	-0,0224	0,0031	0,0072	-0,0590	-0,0511
Informação pela televisão	Nula	-0,1377	-0,0903	-0,0892	-0,1631	-0,1509
	Fraca	-0,1257	-0,1151	-0,0836	0,0067	-0,0308
	Média	0,0994	0,0568	0,1154	0,0920	0,0823
	Forte	0,1639	0,1486	0,0573	0,0643	0,0994
Informação pela internet	Nula	-0,1008	-0,0561	-0,1113	-0,1324	-0,1980
	Fraca	-0,0919	-0,0716	-0,1043	0,0054	-0,0404
	Média	0,0728	0,0353	0,1440	0,0746	0,1080
	Forte	0,1200	0,0924	0,0715	0,0522	0,1304
Anos de estudo	Nula	0,0044	0,0030	0,0047	0,0046	0,0093
	Fraca	0,0040	0,0038	0,0044	-0,0001	0,0019
	Média	-0,0031	-0,0019	-0,0063	-0,0021	-0,0051
	Forte	-0,0052	-0,0049	-0,0030	-0,0018	-0,0061
Frequência escolar	Nula	0,0021	0,0054	0,0274	-0,0044	0,0689
	Fraca	0,0019	0,0069	0,0257	0,0001	0,0140
	Média	-0,0015	-0,0034	-0,0355	0,0025	-0,0375
	Forte	-0,0025	-0,0009	-0,0176	0,0017	-0,0453
Acesso à água canalizada	Nula	-0,1556	-0,1095	-0,0971	0,1904	-0,0935
	Fraca	-0,0963	-0,1396	-0,0909	0,0078	-0,0191
	Média	0,1037	0,0689	0,1256	0,1074	0,0510
	Forte	0,1487	0,1802	0,0624	0,0751	0,0616
Acesso à água filtrada	Nula	0,0265	-0,0035	-0,0364	-0,0602	0,0663
	Fraca	0,0241	-0,0045	-0,0341	0,0024	0,0135
	Média	-0,0191	-0,0022	0,0471	0,0340	-0,0361
	Forte	-0,0315	-0,0058	0,0234	0,0237	-0,0437
Log Likelihood		-12861,899	-25759,841	-4128,0349	-7935,2567	-9316,8682
Pseudo R ²		0,1310	0,0758	0,0476	0,0315	0,0632
Número de observações		11.721	21.643	3.559	6.326	7.344

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Por outro lado para a variável que analisa o acesso ao abastecimento de água do domicílio proveniente da canalização interna, esta teve relação direta com a degradação, para o Norte com percentual de 14,87% para o Norte e de 18,02% para o Nordeste. Além de fatores já mencionados anteriormente, este resultado é explicado pelo fato que os domicílios

de ambas regiões apresentam rede de canalização inadequada, e conseqüentemente geram desperdício de água.

Convém destacar que, para o Nordeste, as variáveis acesso ao rádio, frequência escolar e acesso à água filtrada não foram significantes para análise. Este fato chama atenção, visto que, em comparação com o modelo que analisa o meio rural brasileiro de maneira geral, todas estas variáveis mencionadas possuem relação inversa com a degradação. Portanto, mais uma observação que explica a posição do Nordeste como a região que possui os mais domicílios inadequados em relação a não degradação.

Para a região Centro-Oeste, as variáveis acesso a informação por meio do rádio foi a única estaticamente insignificante para explicar os níveis de degradação do meio rural, já as outras variáveis da dimensão informação foram significativas e apresentaram sinais positivos em relação a degradação aos níveis de degradação ambiental, assim como as variáveis da dimensão saúde. Por outro lado as variáveis anos de estudo e frequência escolar (dimensão educação) apresentaram sinais negativos em relação a degradação aos níveis de degradação ambiental.

Quanto mais a população rural da região Centro-Oeste tiver acesso a informações por meio da televisão, a probabilidade de degradar fortemente o ambiente será de 5,73%, além disso, o acesso à internet também aumentaria este nível de degradação em 7,15%. Estes resultados nos remete a enfatizar que a população não utiliza estes veículos de comunicação para ter um conhecimento mais preciso sobre a preservação do ambiente, ou os próprios veículos não tem a preocupação de enfatizar um tema tão relevante como a degradação.

Na dimensão saúde, a probabilidade de haver uma degradação forte para os domicílios que tem acesso à água filtrada será de 2,34%, e para a variável que analisa o acesso ao abastecimento de água do domicílio proveniente da canalização interna, este percentual será de 6,24%. Já para a dimensão educação, ambas as variáveis tiveram relação inversa com a degradação, sendo que, quanto mais anos de estudo a população rural tiver, a probabilidade de não degradar fortemente o meio será de 0,3%, e para a variável frequência escolar este percentual será de 1,76%, mostrando, mais uma vez, que uma boa permanência na escola faz com que a população se preocupe mais com a qualidade do seu meio.

O eixo Sul-Sudeste apresentou o menor número de domicílios com algum tipo de inadequação, no que diz respeito a preservação do meio ambiente no seu meio rural. A região Sudeste apresentou os mesmos resultados do modelo referente a análise nacional, sendo todos os coeficientes significativos estaticamente. Para este, as variáveis acesso a televisão e a internet, além do acesso ao abastecimento de água do domicílio proveniente da canalização

interna, tiveram relação direta com a degradação, enquanto o acesso ao rádio, acesso à água filtrada e as variáveis da dimensão educação obtiveram relação inversa com a degradação. Já para a região Sul, a diferença é que a variável frequência escolar não foi significativa, e ambas as variáveis da dimensão saúde tiveram relação positiva com a degradação.

Na dimensão educação, quanto mais anos de estudo tiver o indivíduo na região Sul a probabilidade de não degradar fortemente o ambiente será de 0,18% e no Sudeste 0,61%. Em relação a variável frequência escolar, para o Sudeste, uma maior participação da população nas escolas aumentaria a probabilidade de não degradar fortemente em 4,53%.

Na dimensão acesso a informação, quanto mais a população rural da região Sul tiver acesso a informações por meio da televisão, a probabilidade de degradar fortemente o ambiente será de 9,2%, enquanto no Sudeste este percentual será de 9,94%. Da mesma forma, o acesso à internet, também aumentaria a probabilidade neste nível de degradação em 5,22% na região Sul, e em 13,04% no Sudeste.

Por fim, na dimensão saúde, quanto mais a população da região Sudeste tiver acesso à água filtrada, menor será a probabilidade de degradar fortemente o meio ambiente (4,47%), já no Sul esse percentual é inverso, quanto mais a população da tiver acesso à água filtrada a probabilidade de degradação será de 2,37%. Para a variável acesso ao abastecimento de água do domicílio proveniente da canalização interna, ambas tiveram relação direta com a degradação, sendo que a probabilidade de degradação forte será de 7,51% na região Sul e 6,16% no Sudeste.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a proposta de estudar o nível de degradação no meio rural brasileiro, o presente trabalho estimou um modelo logit ordenado para verificar a relação entre degradação ambiental, crescimento econômico e o acesso a requisitos básicos. Para isso, foram utilizados dados referentes as dimensões degradação ambiental, saúde, informação e educação dos domicílios e domiciliares entrevistados pela PNAD no ano de 2015.

Na análise do indicador de degradação ambiental, evidenciou-se que o Nordeste, seguido do Norte e do Centro-Oeste, é a região em que os domicílios são mais inadequados, no que diz respeito à preservação do meio ambiente, no qual, faltam serviços básicos mais propícios em relação à coleta de lixo, esgotamento sanitário, combustível utilizado no fogão e forma de iluminação do domicílio. Em contrapartida, o eixo Sul-Sudeste apresenta os domicílios com as melhores condições sustentáveis, o que evidencia a alta disparidade existente entre as regiões brasileiras.

Ao analisar a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico para o meio rural brasileiro, concluiu-se que o crescimento econômico apresentou o formato de N invertido em relação à degradação para todas as regiões, sendo que a renda e as dimensões de acesso à educação, saúde e informação foram determinantes para tal feito. Este fato ressalta a importância do crescimento econômico e dos fatores básicos de saneamento e de saúde para o desenvolvimento sustentável do meio rural.

Os resultados mostram-se de suma relevância na medida em que se pode conhecer a situação dos domicílios do meio rural de cada região brasileira e, a partir disso, estimular políticas de combate à degradação ambiental, levando em consideração os aspectos das políticas regionais e as suas heterogeneidades. Portanto, entende-se que um caminho para tentar reverter a degradação somente será possível com uma firmeza de propósitos da ação do poder público, associada ao envolvimento efetivo da sociedade na construção de soluções que enfatizem a preservação do meio rural brasileiro.

CONCLUSÃO GERAL

Buscando analisar os condicionantes da degradação ambiental na América Latina e no Brasil, esta dissertação foi dividida em dois capítulos, nos quais foram utilizadas metodologias e banco de dados diferentes. Tais capítulos objetivam verificar os níveis de degradação do meio ambiente sob diferentes percepções e os seus impactos sobre outras variáveis em estudo.

O primeiro capítulo, intitulado “Degradação Ambiental e sua relação com o desenvolvimento econômico e financeiro nos países da América Latina”, objetivou analisar se os aspectos econômicos, o desenvolvimento financeiro e o consumo de energia tendem a aumentar ou não a degradação ambiental nos países da América Latina no período de 1999-2014, além de descrever dados da quantidade de dióxido de carbono emitidos pelo Brasil e a América Latina. Para isso, a fonte de dados empregada foi obtida por meio do *World Development Indicators (WDI)*, e a metodologia utilizada foi o modelo de regressão com dados em painel pelo método dos mínimos quadrados generalizados (*GLS - Generalized Least Squares*).

Primeiramente, na análise do indicador de degradação ambiental, evidenciou-se que os países latino-americanos estão em uma crescente emissão de toneladas métricas per capita de dióxido de carbono entre 1999 e 2014, passando de 1.302.000 (um milhão, trezentos e dois mil) toneladas métricas per capita de CO₂ em 1999, para cerca de 1.820.000 (um milhão, oitocentos e vinte mil), em 2014. Sendo que os que mais contribuíram para tal feito foram México, Brasil, Venezuela e Argentina, e os menores emissores foram Haiti, Nicarágua, Paraguai e El Salvador.

Ao analisar a relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico, evidenciou-se que esta apresentou o formato de “N” invertido em relação a degradação dos países, porém, o valor agregado das indústrias possuiu relação diretamente proporcional com a quantidade de CO₂. Observou-se também que as variáveis produção de eletricidade e energia utilizada têm relação positiva com a degradação ambiental. Por outro lado, a energia importada e o investimento estrangeiro direto têm relação negativa.

Os resultados obtidos no Capítulo 2, indicam a importância do desenvolvimento econômico na América Latina, mas, ao mesmo tempo, revela que as indústrias terão que produzir visando a sustentabilidade. Além disso, ficou notório que, com alto consumo de energia, a América Latina necessita de fontes renováveis para a produção de eletricidade, além de que os investimentos estrangeiros mostram-se com uma boa alternativa para diminuir

a degradação ambiental.

O segundo capítulo, intitulado “Condicionantes da Degradação Ambiental no Meio Rural Brasileiro”, teve como objetivo analisar a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico no meio rural brasileiro, descrevendo a situação dos domicílios rurais em relação à poluição do meio ambiente a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), no ano de 2015. A metodologia empregada foi o modelo Logit Ordenado, devido ao fato de a variável dependente ser qualitativa.

Primeiramente, os resultados obtidos sugeriram que o Nordeste, seguido do Norte e do Centro-Oeste, é a região onde os domicílios são mais inadequados, no qual, faltam serviços básicos essenciais. Em contrapartida, o eixo Sul-Sudeste apresenta domicílios com as melhores condições sustentáveis. Este fato evidencia a alta disparidade ainda existente entre as regiões brasileiras.

Quando se analisa a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico para o meio rural brasileiro, notou-se que o crescimento econômico apresentou o formato de “N” invertido em relação a degradação para todas as regiões. Quando o crescimento econômico ocorre em um região subdesenvolvida, os níveis de poluição diminuem, mas a partir do momento em que uma região atinge certo grau de crescimento há um aumento da poluição, pois, em função de outras prioridades, os estados não priorizam o controle da degradação ambiental. Após certo nível de renda, há uma maior preocupação com os impactos gerados ao meio ambiente e, em consequência, aumenta-se também proteção contra as degradações, fazendo com que a relação degradação ambiental e crescimento econômico voltasse a ser inversa.

Este fato ressalta a importância do crescimento econômico e dos fatores básicos de saneamento e de saúde para o desenvolvimento sustentável do meio rural brasileiro. Os resultados mostram-se de suma relevância na medida em que se pode conhecer a situação dos domicílios do meio rural de cada região brasileira e, a partir disso, estimular políticas de combate à degradação ambiental, levando em consideração os aspectos das políticas regionais e as suas heterogeneidades. Portanto, entende-se que um caminho para tentar reverter a degradação somente será possível com uma firmeza de propósitos da ação do poder público, associada ao envolvimento efetivo da sociedade na construção de soluções que enfatizem a preservação do meio ambiente brasileiro. Sendo que a resolução de problemas ambientais exige uma gestão operacional equilibrada do setor energético e dos desenvolvimentos econômico e financeiro, incentivando a absorção dos impactos ambientais ao se projetar estimativas de crescimento.

REFERÊNCIAS

- ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.
- BIAGE, M. Relação entre crescimento econômico e impactos ambientais: uma análise da curva ambiental de Kuznets. **Revista Economia Ensaios**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 7-42, jul./dez. 2012.
- BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. **Climatescope 2014**: Mapping the Global Frontiers for Clean Energy Investment. out. 2014. Disponível em: <<https://about.bnef.com/blog/climatescope-2014/>>. Acesso em: 17 dez. 2017.
- BRUYN, S. M. de; VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; OPSCHOOR, J. B. Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. **Ecological Economics**, New York, v. 25, p. 161-175, 1998.
- CAF - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA. **América Latina: teremos energia suficiente para todos?** Dez. 2015. Disponível em: <<https://www.caf.com/pt/presente/noticias/2015/12/america-latina-teremos-energia-suficiente-para-todos/?parent=16276>>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using stata**. Texas: Stata Press, 2009.
- CEPAL, N. U. *et al.* **Energía**: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe. Cepal, CAF, 2013.
- COMMONER, B. The environmental costs of economic growth. *In*: DORFMAN, R.; DORFMAN, N. (orgs). **Economics of the environment selected readings**, 2. ed. New York: W. W. Norton e Company Inc., 1972.
- CUNHA, N. R. da S.; LIMA, J. E. de; GOMES, M. F. de M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008.
- DASGUPTA, S.; LAPLANTE, B.; MAMINGI, N. Pollution and capital markets in developing countries, **Journal of Environmental Economics and Management**, Chicago, v. 42, n. 3, p. 310-335, 2001.
- ESCRIBANO, G.; MALAMUD, C. **Energía en América Latina**: recursos y políticas (1era. parte). Real Instituto Elcano, mar. 2014. Disponível em: <http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/web/rielcano_es/contenido>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- ESKELAND, G.; HARRISON, A. Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. **Journal of Development Economics**, Rio de Janeiro, n. 70, p. 1-23, 2003.

FORSTER, B. A. Optimal capital accumulation in a polluted environment. **Southern Economic Journal**, v. 39, n. 4, p. 544-547, abr. 1973.

GENTRY, B. Foreign direct investment and the environment: boon or bane? *In*: OECD (Ed.). **Foreign direct investment and the environment**. Paris: OECD, 1999. p. 21-45.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP, 2003.

GREENE, W. H.; HENSHER, D. A. **Modeling ordered choices: a primer**. Cambridge University Press, 2010.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Economic growth and the environment. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 110, n. 2, p. 353-377, 1995.

GRUVER, G. W. Optimal investment in pollution control capital in a neoclassical growth context. **Journal of Environmental Economics and Management** v. 3, p. 165-177, 1976.

GUJARATI, D. N.; POTER, D. C. **Econometria Básica**. Porto Alegre: 5. ed. São Paulo: Bookman, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2014**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 maio 2017.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. In: III WORKSHOP INTERNACIONAL BRASIL - JAPÃO: IMPLICAÇÕES REGIONAIS E GLOBAIS EM ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2005, Campinas - Brasil. **Anais...** Campinas: III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005.

JANNUZZI, G. de M. Energia e meio ambiente. **Revista Eletrônica Com Ciência**, São Paulo, n. 22, 2001.

KUMBAROGLU, G.; KARALI, N.; ARIKAN, Y. CO₂, GDP and RET: an aggregate economic equilibrium analysis for Turkey. **Energy Policy**, Chicago, v. 36, n. 7, p. 2694-2708, jul. 2008.

LIANG, G. **International business and industry life cycle: theory, empirical evidence and policy implications**. Paper accepted for presentation at the Annual Conference on Corporate Strategy, Berlin, p. 19-20, maio, 2006.

LONG, J. S.; FREESE, J. **Regression models for categorical dependent variables using**

Stata. New York: Stata press, 2006.

LUCENA, A. F. P. **Estimativa de uma curva de Kuznets ambiental aplicada ao uso de energia e suas implicações para as emissões de carbono no Brasil.** 2005. 132f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MALUF, R.; MATTEI, L.; ZIMMERMANN, S.; WESZ JUNIOR, V. (orgs). **Pobreza rural: concepções, determinantes e proposições para a construção de uma agenda de políticas públicas.** Brasília: IICA, 2011. (Série Desenvolvimento Rural Sustentável: Edição Especial).

MISHAN, E. J. **The Costs of Economic Growth.** Ringwood; Vic, Pinguin Austrália, 1969.

MOTA, J. A.; BURSTZYN, J. O. C. J.; ORTIZ, R. A. A valoração da biodiversidade: conceitos e concepções metodológicas. *In*: MAY, P. H. **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MUELLER, C. Economia e meio-ambiente na perspectiva do mundo industrializado: uma avaliação da economia ambiental neoclássica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 26, n. 2, 1996.

OLIVEIRA, R. C. de *et al.* Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da curva de Kuznets ambiental para a Amazônia legal. **Revista de economia e sociologia rural**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 709-739, 2011.

PAIXÃO, M. C. S. **Investimento estrangeiro direto industrial no cenário ambiental e socioeconômico do Nordeste brasileiro.** 2014. 217 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

RODRIGUES, D. F.; SILVA, A. G. Estabilidade democrática, crescimento econômico e desempenho ambiental na Argentina, Brasil e Peru: uma análise preliminar. **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, Campinas, v. 29, p. 24-29, 2013.

RODRIGUES, L. A. *et al.* Pobreza, crescimento econômico e degradação ambiental no meio urbano brasileiro. **Revibec: Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 0011-24, 2016.

SANTIAGO, D. R. Crescimento econômico, pobreza e meio ambiente: perspectivas atuais dessa relação. **Pensamento Verde**, 14 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/colunistas/crescimento-economico-pobreza-e-meio-ambiente-perspectivas-atuais-dessa-relacao/>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a kuznets curve for air pollution emission? **Journal of Environmental Economics and Management**, Chicago, v. 27, p. 147-162, 1994.

SERRANO, A. L. M; LOUREIRO, P. R. A; NOGUEIRA, J. M. Evidência da curva de Kuznets ambiental no Brasil: uma análise do crescimento econômico e poluição. **Revista Economia e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 304-314, 2014.

SOLOW, R. The Economics of Resources or the Resources of Economics. **The American**

Economic Review, New York, v. 64, n. 2, p. 1-14, 1974.

STERN, D. I. Explaining changes in global sulfur emissions: An econometric decomposition approach. **Ecological Economics**, New York, n. 42, p. 201-220, 2002.

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

TOMS, S. Eco-logical. **Financial Management**. London: FMAI, jan. 2001.

VICHI, F. M. *et al.* Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

WANG, H.; JIN, Y. Industrial ownership and environmental performance: evidence from China. **Policy Research Working Paper**, World Bank, 2002.

WORLD DEVELOPMENT INDICATORS. World Bank, Washington D.C., 2006.

ANEXOS

ANEXO A - TESTE DE HAUSMAN PARA OS MODELOS ESTIMADOS

MODELO 1

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fe	(B) re		
pibpercap	-.0000107	-.0000383	.0000275	2.90e-06
logvalagre	.2274928	.4244861	-.1969933	.0307043
logfdi	.0200369	.0062428	.0137941	.0063584
logelepro	.0220306	.0319103	-.0098797	.0015637
logelecon	.295661	.2575001	.0381609	.068071
enerimpuso	-.0001166	-.0002907	.0001741	.0001381

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(5)} &= (b-B)' [(V_b-V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 146.02 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

MODELO 2

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fe	(B) re		
pibpercap	-1.72e-06	-.0001391	.0001374	.0000142
pibpercap2	-3.93e-10	4.59e-09	-4.98e-09	5.10e-10
logvalagre	.2102293	.5801317	-.3699024	.0481332
logfdi	.020024	.0043201	.015704	.0065322
logelepro	.0222179	.0298148	-.0075969	.0015881
logelecon	.301963	.2667549	.0352082	.0710278
enerimpuso	-.0001281	-.0001453	.0000172	.0001434

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(5)} &= (b-B)' [(V_b-V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 139.61 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

MODELO 3

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fe	(B) re		
pibpercap	.0000328	-.0004127	.0004455	.000042
pibpercap2	-4.18e-09	3.21e-08	-3.63e-08	3.50e-09
pibpercap3	1.36e-13	-9.49e-13	1.09e-12	1.07e-13
logvalagre	.1876162	.8203258	-.6327096	.0713878
logfdi	.0191547	-.0042656	.0234203	.009558
logelepro	.0237028	.0291188	-.005416	.003071
logelecon	.2918423	.4249054	-.1330631	.0923609
enerimpuso	-.0000745	-.0003531	.0002786	.0002447

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

```

chi2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          =      163.79
Prob>chi2 =      0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

```

ANEXO B - TESTE DE HETEROCEDASTICIDADE DE WALD PARA OS MODELOS ESTIMADOS

MODELO 1

logco2kt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pibpercap	-.0000107	4.97e-06	-2.16	0.032	-.0000205	-9.42e-07
logvalagre	.2274928	.0358235	6.35	0.000	.1569898	.2979958
logfdi	.0200369	.0081341	2.46	0.014	.0040284	.0360453
logelepro	.0220306	.0064844	3.40	0.001	.0092689	.0347923
logelecon	.295661	.069261	4.27	0.000	.1593507	.4319712
enerimpuso	-.0001166	.0002627	-0.44	0.657	-.0006336	.0004003
_cons	2.251596	.5559543	4.05	0.000	1.157442	3.345751
sigma_u	1.0536178					
sigma_e	.09475075					
rho	.99197766	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(19, 294) = 146.78 Prob > F = 0.0000

. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (20) = 2622.37
Prob>chi2 = 0.0000

MODELO 2

logco2kt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pibpercap	-1.72e-06	.0000184	-0.09	0.925	-.0000378	.0000344
pibpercap2	-3.93e-10	7.70e-10	-0.51	0.611	-1.91e-09	1.12e-09
logvalagre	.2102293	.0493394	4.26	0.000	.1131247	.3073339
logfdi	.020024	.0081444	2.46	0.015	.003995	.036053
logelepro	.0222179	.006503	3.42	0.001	.0094194	.0350163
logelecon	.301963	.0704426	4.29	0.000	.1633254	.4406006
enerimpuso	-.0001281	.0002639	-0.49	0.628	-.0006476	.0003914
_cons	2.581442	.8537498	3.02	0.003	.9011831	4.261702
sigma_u	1.0688674					
sigma_e	.09487028					
rho	.99218364	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(19, 293) = 119.47 Prob > F = 0.0000

. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (20) = 2571.09
Prob>chi2 = 0.0000

MODELO 3

logco2kt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
pibpercap	.0000328	.0000388	0.85	0.398	-.0000435 .0001091
pibpercap2	-4.18e-09	3.82e-09	-1.09	0.275	-1.17e-08 3.35e-09
pibpercap3	1.36e-13	1.35e-13	1.01	0.313	-1.29e-13 4.02e-13
logvalagre	.1876162	.0541682	3.46	0.001	.0810066 .2942258
logfdi	.0191547	.0081893	2.34	0.020	.0030371 .0352723
logelepro	.0237028	.0066664	3.56	0.000	.0105825 .0368232
logelecon	.2918423	.0711473	4.10	0.000	.1518158 .4318687
enerimpuso	-.0000745	.0002692	-0.28	0.782	-.0006043 .0004554
_cons	3.115197	1.003696	3.10	0.002	1.139802 5.090592
sigma_u	1.0970712				
sigma_e	.0948666				
rho	.99257799	(fraction of variance due to u_i)			

F test that all u_i=0: F(19, 292) = 97.83 Prob > F = 0.0000

.
. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma^2(i) = \sigma^2$ for all i

chi2 (20) = 2178.55
Prob>chi2 = 0.0000

ANEXO C - TESTE DE AUTOCORRELAÇÃO DE WOOLDRIDGE PARA OS MODELOS ESTIMADOS

. **Autocorrelação

. xtserial logco2kt pibpercap logvalagre logfdi logelepro logelecon enerimpuso

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F(1, 19) = 45.939
Prob > F = 0.0000

. xtserial logco2kt pibpercap pibpercap2 logvalagre logfdi logelepro logelecon enerimpuso

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F(1, 19) = 43.379
Prob > F = 0.0000

. xtserial logco2kt pibpercap pibpercap2 pibpercap3 logvalagre logfdi logelepro logelecon enerimpuso

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F(1, 19) = 43.246
Prob > F = 0.0000

APÊNDICES

APÊNDICE A – DETERMINANTES DE PROBABILIDADE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA O MEIO RURAL DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL

VARIÁVEL	NORTE	EFEITOS MARGINAIS				NORDESTE	EFEITOS MARGINAIS				
		Sem Degradação	Degradação Fraca	Degradação Média	Degradação Forte		Sem Degradação	Degradação Fraca	Degradação Média	Degradação Forte	
Renda per capita	-0.0005 (-11.46)	0.0001 (11.44)	0.0001 (11.26)	-0.0001 (-11.28)	-0.0001 (-11.36)	-0.0011 (-15.68)	0.0001 (15.29)	0.0001 (15.75)	-0.0001 (-14.93)	-0.0001 (-15.66)	
Renda per capita ^2	6.72e ⁻⁸ (8.22)	-6.51e ⁻⁰⁹ (-8.19)	-5.94e ⁻⁰⁹ (-8.16)	4.70e ⁻⁰⁹ (8.13)	7.75e ⁻⁰⁹ (8.19)	3.31e ⁻⁷ (7.24)	-2.97e ⁻⁸ (-7.19)	-3.79e ⁻⁸ (-7.26)	1.87e ⁻⁸ (7.14)	4.89e ⁻⁸ (7.25)	
Renda per capita ^3	-1.51e ⁻¹² (-6.73)	1.46e ⁻¹³ (6.71)	1.34e ⁻¹³ (6.70)	-1.06e ⁻¹³ (-6.67)	-1.74e ⁻¹³ (-6.72)	-2.19e ⁻¹¹ (-5.31)	1.96e ⁻¹² (5.29)	2.50e ⁻¹² (5.32)	-1.23e ⁻¹² (-5.27)	-3.23e ⁻¹² (-5.32)	
Informação pelo rádio	-0.01940 (-5.44)	0.0188 (5.43)	0.0171 (5.43)	-0.0135 (-5.41)	-0.0224 (-5.44)	0.0214 (0.78)	-0.0019 (-0.78)	-0.0024 (-0.78)	0.0012 (0.78)	0.0031 (0.78)	
Informação pela TV	1.4196 (25.16)	-0.1377 (-22.62)	-0.1257 (-23.33)	0.0994 (18.34)	0.1639 (27.76)	1.0064 (16.74)	-0.0903 (-16.15)	-0.1151 (-16.66)	0.0568 (14.78)	0.1486 (17.03)	
Informação pela internet	1.0394 (19.59)	-0.1008 (-19.41)	-0.0919 (-19.09)	0.0728 (20.10)	0.1200 (18.63)	0.6260 (19.08)	-0.0561 (-18.54)	-0.0716 (-19.24)	0.0353 (18.49)	0.0924 (18.85)	
Anos de estudo	-0.0455 (-9.08)	0.0044 (9.03)	0.0040 (9.05)	-0.0031 (-9.01)	-0.0052 (-9.04)	-0.0336 (-9.47)	0.0030 (9.40)	0.0038 (9.48)	-0.0019 (-9.30)	-0.0049 (-9.46)	
Frequência escolar	-0.0218 (-0.39)	0.0021 (0.39)	0.0019 (0.39)	-0.0015 (-0.39)	-0.0025 (-0.39)	-0.0611 (-1.55)	0.0054 (1.55)	0.0069 (1.55)	-0.0034 (-1.55)	-0.0009 (-1.55)	
Acesso à água canalizada	1.3785 (31.55)	-0.1556 (-26.98)	-0.0963 (-32.54)	0.1037 (25.70)	0.1487 (31.46)	1.2204 (43.34)	-0.1095 (-35.31)	-0.1396 (-45.59)	0.0689 (29.46)	0.1802 (45.08)	
Acesso à água filtrada	-0.2733 (-6.35)	0.0265 (6.33)	0.0241 (6.35)	-0.0191 (-6.33)	-0.0315 (-6.34)	-0.0395 (-1.53)	-0.0035 (1.53)	-0.0045 (1.53)	-0.0022 (-1.53)	-0.0058 (-1.53)	
Log likelihood	-12861.899					Log likelihood					-25759.841
Pseudo R ²	0.1310					Pseudo R ²					0.0758
Número de observações	11,721					Número de observações					21,643

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Nota: Estatística Z entre parênteses para N = 11.721 (no caso do Norte), e N = 21.643 para o Nordeste.

APÊNDICE B – DETERMINANTES DE PROBABILIDADE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA O MEIO RURAL DAS REGIÕES SUL E SUDESTE DO BRASIL

VARIÁVEL	SUL	EFEITOS MARGINAIS				SUDESTE	EFEITOS MARGINAIS			
		Sem Degradação	Degradação Fraca	Degradação Média	Degradação Forte		Sem Degradação	Degradação Fraca	Degradação Média	Degradação Forte
Renda per capita	-0.00074 (-6.66)	0.0001 (6.71)	-6.77 ⁻⁶ (-2.98)	-0.0001 (-6.68)	-0.0001 (-6.52)	-0.0007 (-11.93)	0.0001 (12.22)	0.0001 (9.66)	-0.0001 (-11.87)	-0.0001 (-11.58)
Renda per capita ^2	2.44e ⁻⁷ (5.14)	-5.34e ⁻⁸ (-5.16)	2.21e ⁻⁹ (2.80)	3.01e ⁻⁸ (5.15)	2.11e ⁻⁸ (5.07)	8.17e ⁻⁸ (8.17)	-1.47e ⁻⁸ (-8.25)	-2.99e ⁻⁹ (-7.36)	7.99e ⁻⁹ (8.16)	9.65e ⁻⁹ (8.05)
Renda per capita ^3	-2.07e ⁻¹¹ (-4.40)	4.52e ⁻¹² (4.42)	-1.87e ⁻¹³ (-2.67)	-2.55e ⁻¹² (-4.40)	-1.79e ⁻¹² (-4.36)	-1.92e ⁻¹² (-6.66)	3.45e ⁻¹³ (6.71)	7.04e ⁻¹⁴ (6.21)	-1.88e ⁻¹³ (-6.66)	-2.27e ⁻¹³ (-6.60)
Informação pelo rádio	-0.0683 (-9.44)	0.1495 (9.64)	-0.0061 (-3.21)	-0.0843 (-9.49)	-0.0590 (-9.02)	-0.4328 (-8.19)	0.0776 (8.24)	0.0158 (7.55)	-0.0423 (-8.18)	-0.0511 (-8.09)
Informação pela TV	0.7451 (4.90)	-0.1631 (-4.91)	0.0067 (2.67)	0.0920 (4.91)	0.0643 (4.86)	0.8416 (6.51)	-0.1509 (-6.50)	-0.0308 (-6.34)	0.0823 (6.44)	0.0994 (6.53)
Informação pela internet	0.6048 (11.93)	-0.1324 (-12.33)	0.0054 (3.26)	0.0746 (12.09)	0.0522 (11.08)	1.1046 (22.50)	-0.1980 (-24.30)	-0.0404 (-14.15)	0.1080 (23.11)	0.1304 (20.41)
Anos de estudo	-0.0212 (-3.27)	0.0046 (3.28)	-0.0001 (-2.36)	-0.0021 (-3.27)	-0.0018 (-3.25)	-0.0522 (-8.48)	0.0093 (8.55)	0.0019 (7.68)	-0.0051 (-8.45)	-0.0061 (-8.38)
Frequência escolar	0.0203 (0.22)	-0.0044 (-0.22)	0.0001 (0.22)	0.0025 (0.22)	0.0017 (0.22)	-0.3842 (-5.16)	0.0689 (5.17)	0.0140 (5.01)	-0.0375 (-5.15)	-0.0453 (-5.14)
Acesso à água canalizada	0.8698 (5.67)	0.1904 (-5.68)	0.0078 (2.78)	0.1074 (5.68)	0.0751 (5.60)	0.5219 (6.23)	-0.0935 (-6.23)	-0.0191 (-6.07)	0.0510 (6.21)	0.0616 (6.21)
Acesso à água filtrada	0.2753 (4.42)	-0.0602 (-4.44)	0.0024 (2.69)	0.0340 (4.43)	0.0237 (4.37)	-0.3700 (-8.10)	0.0663 (8.15)	0.0135 (7.49)	-0.0361 (-8.07)	-0.0437 (-8.03)
Log likelihood	-7935.2567					Log likelihood	-9316.8682			
Pseudo R ²	0.0315					Pseudo R ²	0.0632			
Número de observações	6,326					Número de observações	7,344			

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Nota: Estatística Z entre parênteses para N = 6.326 para a região Sul, e N = 7.344 para a região Sudeste.

APÊNDICE C – DETERMINANTES DE PROBABILIDADE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA O MEIO RURAL DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

VARIÁVEL	CENTRO-OESTE	EFEITOS MARGINAIS			
		Sem Degradação	Degradação Fraca	Degradação Média	Degradação Forte
Renda per capita	-0.0005 (-3.07)	0.0001 (3.06)	0.0001 (3.07)	-0.0001 (-3.07)	-0.0001 (-3.04)
Renda per capita ^2	2.67e ⁻⁷ (2.90)	-3.13e ⁻⁸ (-2.89)	2.94e ⁻⁸ (2.90)	4.06e ⁻⁸ (2.90)	2.01e ⁻⁸ (2.87)
Renda per capita ^3	3.24e ⁻¹¹ (-3.08)	3.80e ⁻¹² (3.07)	3.56e ⁻¹² (3.07)	-4.91e ⁻¹² (-3.08)	-2.44e ⁻¹² (-3.05)
Informação pelo rádio	0.0955 (1.36)	-0.0112 (-1.36)	-0.0105 (-1.36)	0.0145 (1.36)	0.0072 (1.36)
Informação pela TV	0.7607 (5.36)	-0.0892 (-5.28)	-0.0836 (-5.39)	0.1154 (5.37)	0.0573 (5.23)
Informação pela internet	0.9490 (13.01)	-0.1113 (-12.46)	-0.1043 (-13.26)	0.1440 (13.90)	0.0715 (10.92)
Anos de estudo	-0.0401 (-4.57)	0.0047 (4.55)	0.0044 (4.57)	-0.0063 (-4.60)	-0.0030 (-4.46)
Frequência escolar	-0.2342 (-2.16)	0.0274 (2.16)	0.0257 (2.16)	-0.0355 (-2.16)	-0.0176 (-2.15)
Acesso à água canalizada	0.8278 (5.62)	-0.0971 (-5.55)	-0.0909 (-5.65)	0.1256 (5.65)	0.0624 (5.45)
Acesso à água filtrada	0.3103 (4.78)	-0.0364 (-4.74)	-0.0341 (-4.79)	0.0471 (4.81)	0.0234 (4.65)
Log likelihood		-4128.0349			
Pseudo R ²		0.0476			
Número de observações		3,559			

Fonte: Sales (2018), a partir dos resultados estimados.

Nota: Estatística Z entre parênteses para N = 3.559.