



A CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NO ESTADO DO PARÁ PARA O ANO DE 2010.

Alessandro Sousa da Costa - alesdc89@gmail.com

Edwilson Oliveira dos Santos - edwilsonoliveira17@gmail.com

João Rodolfo Ramos de Sousa - joao.rodolfo.sousa@hotmail.com

Tarcísio da Costa Lobato - tarcisiolobato@yahoo.com.br

RESUMO

O aumento da renda per capita do Pará, assim como as atividades da extração de madeira e a criação do rebanho bovino geram preocupação ambiental, devido a esses provocar diversos impactos na degradação do meio ambiente. Nesse ensejo, o presente trabalho tem como objetivo testar a hipótese da curva de Kuznets Ambiental para o Pará no ano de 2010. Para isso, foram coletados dados do desmatamento (degradação ambiental) do PIB Per capita (crescimento econômico), rebanho bovino e extração de madeira (variáveis controle) para um total de 100 municípios do estado, em decorrência da ausência de informações para todos os municípios. Foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários para estimar o modelo de regressão múltipla com o intuito de testar a hipótese da curva. Os resultados revelam que os coeficientes estimados para o modelo foram significativos a 5%, sugerindo que a curva de Kuznets Ambiental possui o formato de “N” além de indicar que tanto o rebanho bovino quanto a extração de madeira contribuem para o aumento do desmatamento na região.

Palavras-chave: Crescimento econômico. Degradação Ambiental. Curva de Kuznets Ambiental.

THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE: A CASE STUDY IN THE STATE OF PARÁ FOR THE YEAR OF 2010

ABSTRACT

The increase in the per capita income of Pará, as well as the activities of the extraction of wood and the creation of the cattle herd generate environmental concern, due to these to cause diverse impacts on the degradation of the environment. The objective of this study was to test the hypothesis of the Kuznets Environmental curve for Pará in the year of 2010. For this purpose, data were collected on the deforestation (environmental degradation) of GDP per capita (economic growth), cattle herd and extraction (control variables) for a total of 100 municipalities in the state, due to the lack of information for all municipalities. The ordinary least squares method was used to estimate the multiple regression model in order to test the hypothesis of the curve. The results show that the coefficients estimated for the model were significant at 5%, suggesting that the Kuznets Environmental curve has the "N" format, besides indicating that both the cattle herd and the extraction of wood contribute to the increase of deforestation in the region.

Keywords: Economic growth. Ambiental degradation. Environmental Kuznets Curve.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970 a preocupação com o meio ambiente começou a ganhar destaque na academia, o crescimento econômico proporcionado após revolução industrial (1750), trouxe pela

primeira vez houve preocupação do uso dos recursos naturais para produção de bens acima da capacidade de regeneração do meio ambiente. Por este motivo a questão ambiental tem atraído um número crescente de economistas e cientistas sociais em geral, para desenvolver um instrumental analítico e operacional, teórico e prático, com o intuito de utilizar os recursos naturais de forma racional de modo que tanto a produção de bens quanto o meio natural, em si, não serem prejudicados (Ely, 1990).

O desmatamento das florestas tropicais, com intuito meramente econômico, se destaca como um relevante elemento das questões climáticas. No Brasil o desmatamento torna o país um dos grandes emissores de CO₂ (dióxido de carbono), um dos gases causadores do efeito estufa. Há preocupações com o avanço do desenvolvimento, as pressões sobre as florestas tropicais aumentem. O debate sobre o crescimento econômico e degradação ambiental encontra na hipótese da curva de Kuznets Ambiental- CKA, uma perspectiva de respostas.

A hipótese da curva de Kuznets Ambiental descreve uma relação entre o PIB Per capita e a degradação ambiental. A níveis baixos de PIB per capita, segundo a hipótese da CKA, o nível de degradação aumenta, porém ao alcançar o nível superior de renda Per capita esta relação é inversa, isto é, o aumento da renda Per capita leva uma diminuição da degradação ambiental. O pressuposto dos defensores desta teoria é que em patamares superiores de tecnologias, os produtos mais avançados são substituídos dos recursos naturais para a produção. Com tudo esta afirmação não é clara, alguns trabalhadores confirmam esta afirmação, enquanto outros criticam (Oliveira et al, 2011).

A proposta deste trabalho é investigar a existência da relação causal entre a degradação ambiental e o crescimento econômico, preconizado pela curva de Kuznets Ambiental (CKA) em 100 municípios do estado do Pará onde existem dados propostos, considerando o desmatamento como o indicador de degradação ambiental mais relevante. Busca-se saber se realmente existe uma relação de U invertido entre o índice de degradação no local pesquisado no ano de 2010. Além de variáveis relativas à renda, foram adicionadas variáveis explicativas consideradas relevantes, tais como: como rebanho bovino extração de madeira.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 a revisão teórica, isto é, revisão de trabalhos anteriores que possui similaridades que embasa a importância deste; a seção 3 revisão literária; a seção 4 apresenta os procedimentos metodológicos, ou seja, as variáveis e os métodos utilizados nas estimativas; na seção 5 apresenta os resultados e as discussões. A última seção

conclui, destacando os principais resultados e a contribuição de se considerar os efeitos do processo do desmatamento e sua relação com o crescimento econômico nos municípios pesquisados no estado do Pará.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos trabalhos pioneiros que relacionam os rendimentos desiguais e crescimento econômicos foi elaborado pelo economista Simon Kuznets (1955). A relação ficou conhecida na literatura econômica como a hipótese de U invertido de Kuznets, ou simplesmente a curva de Kuznets. Este economista advoga que a um dado nível de renda Per capita, o crescimento da mesma, aumenta o nível de desigualdade dos rendimentos, porém com a modernização e o aumento de produtividade econômica, que conseqüentemente gera mais crescimento econômico, a desigualdade tende a diminuir. Portanto, para Simon Kuznets (1955), a desigualdade de renda, no curto prazo tende a aumentar com o crescimento, no entanto, a tendência será diminuir no longo prazo, se esta economia apresentar crescimento econômico Per capita, conFigurando em curva de U invertido.

Em economia “Growth and Income Inequality” (1955), Simon Kuznets utilizou um modelo dual com um setor agrícola – moderno e dinâmico- com o intuito de analisar a relação entre a desigualdade de renda e o crescimento econômico. A suposição é que a desigualdade de renda se elevaria a curto prazo e, com o crescimento, reduziria- se conFigurando um U invertido (Taques, 2010).

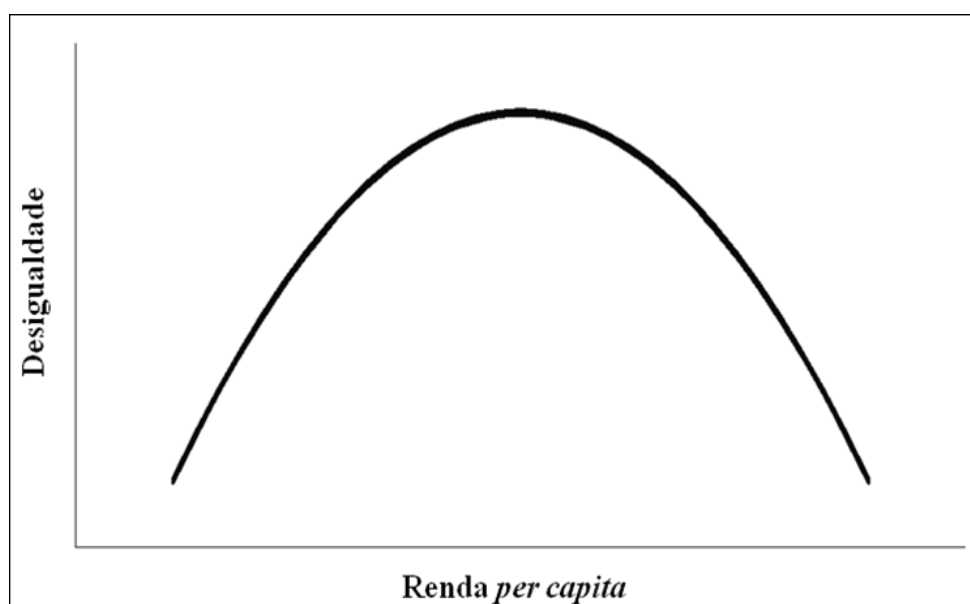


Figura 01: Curva de Kuznets Tradicional.

Fonte: Almeida e Lobato (2019).

Com a transferência de população de um setor – do tradicional agrícola pra o moderno industrializado- inicialmente haveria um aumento de desigualdade de renda, sendo os pressupostos principais da pesquisa original de Kuznets, pois este setor mais dinâmico também é mais próspero e desigual. Podem ser observados por meio de renda Per capita médio industrial da participação da renda setorial em relação a renda total, e da desigualdade nas participações populacionais, que tendem a ser superior no setor urbano em relação ao setor rural. Supondo, em fluxo migratório da população rural para a região urbana, ceteris paribus, haveria um aumento na desigualdade devido ao migrante obter uma renda inferior a população já estabelecida. A curva de Kuznets seria conFigurada pela alteração do estado estacionário da economia para economia dinâmica (Toques, 2010)

Inicialmente, o setor moderno demandaria mais mão de obra qualificada, até o ponto que a demanda começaria a decair, em virtude do excesso de profissionais qualificados. Este fato acarretaria a redução dos salários e, assim sendo, a redução da demanda por trabalhadores com habilidades. Juntamente à queda na demanda na demanda por trabalhadores qualificados, haveria um aumento de trabalhadores sem qualificação e, por consequente, o mesmo fenômeno seria observado pra trabalhadores não qualificados (Tadaro e Smith, 2002). Com o crescimento econômico impulsionado pela industrialização, a maioria da mão de obra estaria alocada no setor

industrializado, configurando uma melhor distribuição dos rendimentos. A distribuição mais igualitária seria obtida com aumento de poupança, em decorrência da menor participação na renda dos indivíduos já estabelecidos no meio urbano.

O fenômeno supracitado é explicado pelo fato de a capacidade de auferir renda superior nos residentes das áreas urbanas em reação aos indivíduos originários das áreas rurais, e também pelo aumento de produtividade do trabalho, dado ao aumento da poupança e investimento em capital (Barros e Gomes, 2007). Estes fatos segundo Kuznets, explica a curva de U investido, ou seja, no curto prazo, nos estágios iniciais de desenvolvimento econômico a desigualdade de rendimentos aumentaria, no entanto, haveria uma maior igualdade de renda posteriormente, isto é, no longo prazo.

Nas últimas décadas a preocupação com as questões ambientais, isto é, a exploração dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável têm levado cientistas de todas as áreas do conhecimento a desenvolver teorias e métodos para conscientizar a população em geral, sobre a importância dos recursos naturais para continuação da vida na terra. Neste conceito surge a Economia Ambiental Neoclássica, esta usa as bases da microeconomia neoclássica para precificar ativos ambientais na busca do uso racional dos recursos ambientais, tornando possível a determinação de políticas que visem conciliar manutenção e conservação do meio ambiente, conjuntamente com as necessidades humanas e econômicas (Silva e Leima, 2004).

O desenvolvimento da Economia Ambiental Neoclássica com o passar do tempo faz surgir nos anos de 1990 a curva de Kuznets Ambiental (CKA) está sendo uma derivação da curva de Kuznets tradicional, diferente da desenvolvida por Simon Kuznets, ela relaciona o crescimento econômico Per capita de um país com a degradação ambiental do mesmo. Contrapondo a crença generalizada que advogam uma relação direta entre o crescimento econômico e o aumento dos problemas ambientais. Os economistas defensores da CKA são hoje os descendentes daqueles que criticavam os paradigmas pessimistas entre o crescimento econômico Per capita e a degradação ambiental (Fonseca, Ribeiro, 2005).

A CKA pressupõe uma relação de U investido (como a curva de Kuznets tradicional) entre medidas de degradação ambiental e o nível de renda Per capita. Grossman e Krueger (1991) apresentaram a primeira evidência favorável a relação. A partir daí então a CKA se tornou

referencial para explicar a degradação ambiental para vários níveis de crescimento econômico (Fonseca, Ribeiro, 2005).

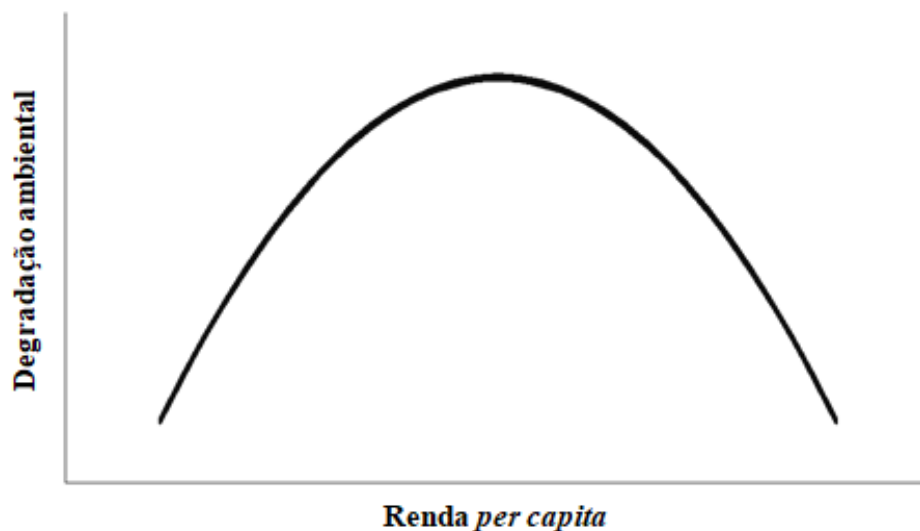


Figura 02: Curva de Kuznets Ambiental.
 Fonte: Almeida e Lobato (2019).

Como se pode notar na Figura 2, o primeiro estágio é a transição de economia primária para uma economia industrializada de maneira que o crescimento econômico no aumento da degradação do meio ambiente, pois o setor industrial é mais nocivo para o meio ambiente do que o setor agrícola. No segundo estágio, após o ponto crítico, nota-se o amadurecimento da indústria, isto é, setores industriais com maior produtividade, são menos nocivos para o meio ambiente, pois se utilizam setores menos intensos na exploração da matéria-prima, concomitantemente as necessidades básicas da população serão atendidas graças ao aumento Per capita da renda. No último estágio há uma relação inversa da renda Per capita com a degradação ambiental, isto é, o aumento da renda não depende da degradação ambiental, este pressuposto é explicado principalmente pelo melhoramento tecnológico, que causa aumento marginal de produção (Almeida, 2010)

Selden e Song (1994) dividem a CKA em quatro estágios sendo determinantes para a forma de U invertido: 1) elasticidade positiva para qualidade ambiental; 2) mudança na composição da produção e consumo; 3) níveis maiores de educação ambiental; 4) sistema políticos mais abertos.

Resumidamente, há uma elasticidade renda positiva para a qualidade ambiental, de maneira que, à medida que a renda se eleva as pessoas demandam mais, quanto maior for o nível de

desenvolvimento tendem a ocorrer mudanças na composição do consumo e produção, no sentido de produtos menos degradantes ao meio ambiente, melhorando também a conscientização ambiental. Mais pessoas passam a demandar produtos menos degradantes (Selden, Song, 1999).

Borghese (2002, apud Mueller, 2007), analisa o CKA dando destaque para os setores econômicos: setor agrícola; setor industrial; e setor de serviços. Chegando a conclusão seria o resultado do efeito escala mudanças, e mudanças tecnológicas. O efeito escala seria consequência de quanto maior é o nível de produção maior será o nível de degradação ambiental. O efeito composição faz referência ao setor de serviço ocupando maior parcela de formação do Produto Interno Bruto (PIB), sendo considerada uma economia mais “limpa”. Muller (2007) afirma que o efeito composição agiria de forma oposta ao efeito escala. E o efeito mudanças tecnológicas tenderia a levar a economia para um estágio mais “limpo” e eficiente. Portanto o efeito escala aconteceria predominantemente em economia em seus primeiros estágios de produção e economias mais desenvolvidas, notaram-se mais os efeitos e mudanças tecnológicas.

2.1 Revisão Literária

Os trabalhos empíricos acerca da CKA, isto é, a relação entre a degradação ambiental com o nível de renda Per capita, remonta ao artigo de Grossman e Krueger de 1991 intitulado “Environmental Impacto of a North American free Trade Agreement”. Este trabalho foi motivado pela pressão de grupos ambientais norte-americanos contrários a criação do bloco do livre comércio- NAFTA-uma vez que segundo os grupos ambientais, a produção e comercialização tendiam a aumentar sobremaneira entre os países membros, a ponto de ameaçar o equilíbrio ambiental do subcontinente (Colusso, 2012).

Colusso (2012) relata que Grossman e Krueger (1991)- relacionou a qualidade do ar com o crescimento econômico Per capita. Os autores relacionam neste trabalho ter poluentes da atmosfera- CO₂, matéria escura e partículas em suspensão com o PIB Per capita- suas formas quadráticas e cúbicas-. Na equação de CO₂ foram incluídas as variáveis dummy para a localização dentro da cidade e outra para o uso da terra perto do local de teste, acrescentou-se uma variável dummy para o método e outra na linha de tendência temporal. Nas equações para partículas suspensas e matérias escuras variáveis explicativas similares foram adicionadas, além de uma dummy indicando ser o local de mensuração está a 100 milhas de um deserto.

Os resultados encontrados pelos autores conFiguram uma curva em formato de U investido, assim como a curva de Kuznets ambiental advoga. Aumenta-se a emissão de poluentes atmosféricos até o ponto de máximo em um dado nível de renda Per capita, isto é, o ponto crítico. Após este ponto da curva, a emissão de poluentes, segundo os autores tende a diminuir dado o aumento da renda Per capita (Colusso,2012).

Almeida e Lobato (2019) analisa qual a relação entre o crescimento econômico e as emissões de CO₂ para os sete estados da região norte do Brasil (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) no período de 2002-2015, verificando-se os resultados encontrados conFiguram a curva de Kuznets Ambiental. Para modelar o modelo de Kuznets ambiental para os estados da região norte 2002-2015, foi empregada as técnicas de dados de painel, em seguida o autor fez as estimativas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados em painel (agrupando observações por Mínimos Quadrados das séries temporais e de corte transversal), efeito fixo e aleatório. Usando testes para a escolha do modelo mais adequado. O PIB Per capita foi usado como variável independente, enquanto a emissão de CO₂ foi usada como variável dependente.

O resultado encontrado foi de um U investido, diametralmente oposta que a teoria supõe. Segundo Almeida (2018) houve uma relação inversa entre o crescimento econômico Per capita e a emissão de CO₂ na região norte do Brasil nos estágios iniciais da renda Per capita. Porem ao atingir o ponto mínimo critico de CO₂ dado em renda Per capita de R\$ 13.861,91, a emissão de CO₂ volta a crescer com crescimento da renda. Este resultado encontrado pelo autor, que contrapõe a CKA proposta por Grossman e Krueger em 1991, uma das explicações que levaram os resultados diametralmente oposto, nestes trabalhos semelhantes pode ser a estrutura de produção deum país industrializado como os Estados Unidos em relação a estrutura de produção da região norte do Brasil.

Carvalho (2008) ao analisar a relação entre arrenda Per capita e a emissão de CO₂, em uma amostra de 187 países para o ano de 2004, encontra uma curva em formato de N, isto é, o aumento da renda Per capita continuamente não garante o melhoramento continuo do meio ambiente. Pois, segundo o autor, há um aumento da emissão de CO₂ no primeiro estágio com o aumento da renda Per capita, até chegar ao primeiro ponto de inflexão, a partir deste, o aumento da renda é inverso à emissão de CO₂, até chegar ao segundo ponto de inflexão que, neste a emissão de CO₂ volta ter uma

relação direta com o aumento da renda Per capita, o que o autor defende políticas públicas com o intuito de preservar o meio ambiente.

Calusso (2010) ao analisar a relação entre desmatamento ocorrido no bioma do cerrado na região centro-oeste brasileira, com PIB Per capita desta mesma região no ano de 2008, o resultado encontrado não corrobora com a hipótese do U investido da CKA. Assim a curva encontrada, assim como Carvalho (2008) foi no formato de N, isto é, no primeiro momento há aumento desmatamento com o aumento da renda Per capita da região; no segundo estágio, o aumento da renda Per capita leva há n uma diminuição do desmatamento da região, no entanto, com a evolução continua da renda a relação entre está e o desmatamento do bioma do cerrado tornará mais uma vez uma relação direta.

Portanto, nota-se, que os estudos econométricos feitos no Brasil por Calusso (2010) e Almeida e Lobato, o primeiro relaciona o desmatamento e o segundo relaciona a emissão de CO₂ com PIB Per capita, sendo que o primeiro a área de estudo a região centro e o segundo a região norte do Brasil. Os resultados pelos dois estudos são diferentes com a tese da teoria da CKA. Carvalho (2008) ao analisar a renda Per capita de 187 países relacionando com a emissão de CO₂ encontrou uma curva em formato de N, portanto não corroborando com os resultados obtidos por Grossman e Krueger (1991), pioneiros dos estudos econométricos sob a ótica da curva Kuznets Ambiental.

3. METODOLOGIA

O estado do Pará é a segunda unidade federativa do Brasil em extensão territorial (1247,50 Km²) atrás apenas do estado Amazonas (cerca de 1,5 Km²). O Pará fica localizado na região norte do Brasil, fazendo fronteira com Amazonas, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Amapá. A população segundo o IBGE em 2010 (ano do último censo) era de 7,5 milhões de habitantes, sendo o PIB Per capita de em 2010 de R\$10.260. O estado do Pará estava dividido em 2010, 143 municípios (Mojuí dos campos se emancipou em 2013), com seis mesorregiões (Baixo Amazonas, Marajó, Metropolitana de Belém, mesorregião nordeste Paraense, mesorregião do Sudeste Paraense e mesorregião do Sudeste Paraense).

Além disso, o estudo é realizado no ano de 2010, a fim de analisar a relação existente entre o crescimento econômico e a degradação ambiental, como também como também as variáveis do

rebanho bovino dos municípios do estado Pará, e da exploração de madeira em metros cúbicos por municípios.

Os dados colhidos para se calcular o PIB Per capita, que será utilizado como Proxy do crescimento econômico foi obtido por meio do IBGE de 2010. Levando em conta o produto interno bruto e a população do estado do Pará no ano citado, como também a Proxy da exploração de madeira por metros cúbicos e do rebanho bovino. Serão utilizados os dados com os números do desmatamentos por m² dos municípios paraenses em 2010 usando Proxy da degradação ambiental, sendo a amostra composta por 100 municípios do estado do Pará, os quais tinham todas as informações sobre as variáveis estudadas.

Para modelar a curva de Kuznets Ambiental, isto é, relacionar o PIB Per capita (Proxy do crescimento econômico) com desmatamento por m² dos municípios paraenses (Proxy da degradação ambiental), será empregada a técnica de dados em Cross Section (corte transversal) para o ano de 2010. A partir dessa técnica, serão feitas estimações por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para os dados, usando o modelo de Regressão Linear Múltipla através do software Gretl.

3.1 Dados em Corte Transversal (Cross-Section)

Um conjunto de dados de dados de corte transversal consiste, em um determinado ponto do tempo, coletar uma amostra de indivíduos, consumidores, empresas, estados, cidades, países, entre outras unidades. Pode ser que os dados em corte transversal as vezes não representar precisamente o mesmo período. Um exemplo, se um conjunto de empresas fossem pesquisadas durante diferentes semanas do mesmo ano, ainda teríamos isso como o conjunto de dados de Corte Transversal, segundo Wooldridge (2013) sendo este método demasiadamente usado nas ciências sociais em geral, na ciência econômica em particular, principalmente em finanças públicas, na economia do trabalho, no campo da microeconomia, entre outros.

3.2 Regressão Linear Múltipla

Para Hill (2010) enquanto Regressão Linear Simples possui apenas uma variável independente, a regressão múltipla possui mais de uma variável independente.[...] Como tal, devemos escrevê-lo como $E(RT) = \beta_1 + \beta_2 P + \beta_3$ a em que é o $E(RT)$ valor esperado da receita total. Essa maneira de expressar o modelo reconhece que os dados semanais da receita total, do

preço e da propaganda não seguem uma relação, exatamente linear. [...] O plano intercepta o eixo vertical em β_1 . Os parâmetros β_2 e β_3 medem o coeficiente angular nas direções do eixo dos preços e do eixo da propaganda, respectivamente [...]. Para levar em conta uma diferença entre a receita total observável e o valor esperado da receita total, adicionamos um erro aleatório, $\varepsilon = RT - E(RT)$. Esse erro aleatório apresenta todos os fatores que fazem com que a receita semanal difira do seu valor esperado.

Os pressupostos dos erros do modelo de regressão linear múltipla segundo Stock (2004) são:

- 1- $E(\varepsilon_t) = 0$. Cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade com média zero
- 2- $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2$. Cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade de variância σ^2 , isto é, são homocedásticos.
- 3- $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$. A covariância entre dois erros correspondentes a duas observações diferentes, quaisquer e zero.
- 4- Os erros aleatórios ε_t tinham distribuição de probabilidade normal, isto é, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$.

As probabilidades estatísticas de YT , segundo Hill (2010) são:

- 1- $E(YT) = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$. O valor esperado de YT depende dos valores das variáveis explanatórias e dos parâmetros desconhecidos.
- 2- $VAR(Y) = VAR(\varepsilon_t) = \sigma^2$, a variância da distribuição de Y , não se modifica em cada observação.
- 3- $COR(y_t, y_s) = COR(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$. Duas observações quaisquer sobre a variável dependente são sempre não correlacionadas.
- 4- YT possui distribuição normalmente em torno de sua média, ou seja, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$.

3.3 O Modelo Teórico

No presente estudo, as variáveis do modelo serão: o desmatamento a variável dependente, sendo o PIB Per capita dos municípios, rebanho bovino dos municípios, extração por metro cúbico de madeira dos municípios do Pará as variáveis independentes, e variável do erro ε .

$$\ln DES = \beta_0 + \beta_1 \ln PIB + \beta_2 (\ln PIB)^2 + \beta_3 (\ln PIB)^3 + \beta_4 \ln RB + \beta_5 \ln M + \varepsilon$$

Onde:

DES= Desmatamento em Km²

PIB= Representa o PIB Per capita municipal

RB= Rebanho (cabeças) bovino dos municípios paraenses

M= Extração de madeira em tora (metros cúbicos)

ε = Termo de erro elástico

A partir da utilização de dados de Corte Transversal (Cross-Section) os resultados do modelo serão gerados com o apoio do Software Gretl. A estimação do modelo foi realizada por meio de Mínimos Quadrados Ordinários, com erro de Padrão Robusto. O uso do Erro de Padrão Robusto justificou-se no intuito de eliminar possíveis erros nos testes de suposição do modelo.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Para um melhor entendimento sobre o comportamento das variáveis utilizadas nessa pesquisa, a Tabela 01 apresenta as estatísticas descritivas com a média, mínimo e máximo.

Tabela 01: Descrição das variáveis

Variáveis	Média	Mín	Máx
Desmatamento km2	2254	28,6	17004
PIB per capita	8746	2793	97343
Madeira em tora m ³	57638	40	628300
Rebanho Bovino	165400	15	2022000

Fonte: Elaboração dos autores

Conforme dados da Tabela 01, percebe-se que o desmatamento, em km² para os 100 municípios pesquisados, apresenta uma média de 2.254 km², sendo o município de Afuá o que possui menor área desmatada, em torno 28 km², e o município de São Félix do Xingu é o que tem a maior área desmatada, a chegando a mais de 17.000 km².

A média para o PIB Per capita dos municípios estudados é de R\$ 8.746, porém esse valor variou de R\$ 2.793 a R\$ 97.343 para os municípios de Melgaço e Parauapebas, respectivamente. Já em relação a Extração de Madeira em Tora, nota-se que a média obtida foi de 57.638 m³, em que a quantidade mínima extraída foi de 40 m³ no município de Jacareacanga e máximo de 628.300 m³ para o município de Baião.

Para a quantidade de Rebanho Bovino (cabeças) obteve-se uma média de 165.400 de bovinos, onde o município de Limoeiro do Ajuru possui menor rebanho com 15 cabeças e São Félix do Xingu com o valor máximo de 2.022.000 cabeças de gado. Após esta análise descritiva, o trabalho se propõe a apresentar a descrição econométrica da modelagem executada.

Na Tabela 02 estão apresentados os principais resultados obtidos, em que todas as variáveis foram significativas a 5%, apresentando um erro com distribuição normal de acordo com os testes de normalidade dos resíduos, e de acordo o teste de White, o modelo se apresenta sem heteroscedasticidade, havendo, portanto, homocedasticidade, o que significa que as variáveis estudadas apresentam uma variância constante.

Tabela 02: Resultado obtidos no Modelo

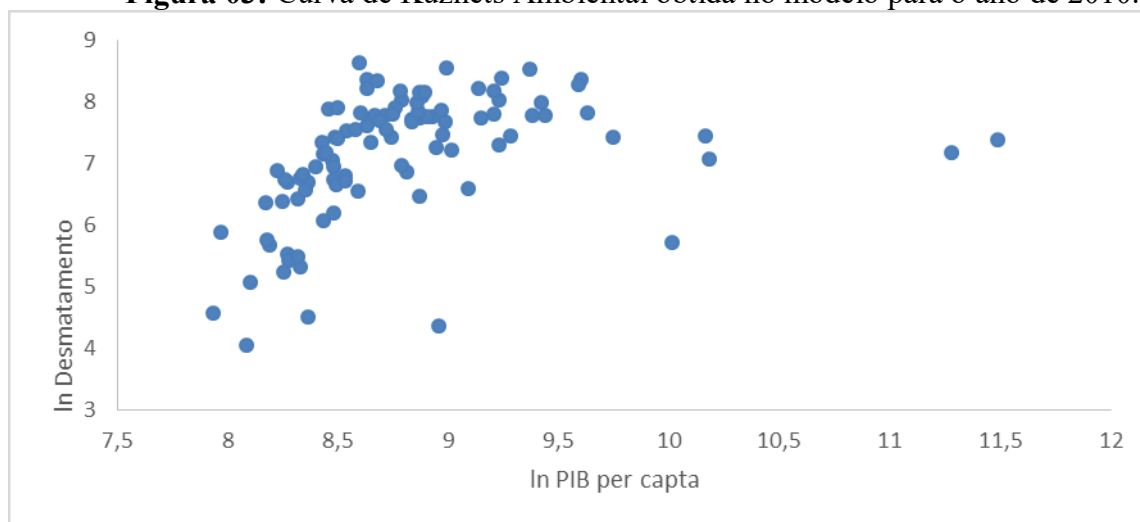
	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-T	P-Valor
Constante	-273,903	118,542	-2,311	0,0230 **
LnPIB	83,6459	36,9044	2,267	0,0257 **
LnPIB ²	-8,3765	3,79939	-2,205	0,0299 **
LnPIB ³	0,277448	0,129522	2,142	0,0348 **
LnM	0,0720685	0,0322539	2,234	0,0278 **
LnRB	0,378233	0,0432308	8,749	8,38e-014 ***

Fonte: Elaboração dos autores com base nos resultados obtidos no Software Gretl.

Conforme dados da Tabela acima, percebe-se que tanto a quantidade de rebanho bovino quanto a extração de madeira possuem uma relação direta com o Desmatamento, e que os termos

quadráticos e cúbicos do PIB Per capita apresentam valores significativos. Sendo que o termo LnPIB apresentou sinal positivo (83,6459), LnPIB^2 negativo (-8,3765) e LnPIB^3 positivo (0,277448), caracterizando uma curva com o formato de “N” que é diferente da Curva de Kuznets Ambiental da teoria, como pode ser visto na Figura 03.

Figura 03: Curva de Kuznets Ambiental obtida no modelo para o ano de 2010.



Fonte: Elaboração dos Autores.

Como pode ser visto na Figura 03 que representa a Curva de Kuznets Ambiental, no início, conforme aumenta o PIB Per capita há um aumento da degradação ambiental, pois os agentes econômicos agora precisam de maior quantidade de recursos naturais. Em um segundo momento quando a economia está utilizando bens de capitais com tecnologia avançada, poupadora de recursos, há uma relação indireta entre a renda e a degradação ambiental. No terceiro momento, quando se chega a um nível alto de PIB Per capita nota-se que esse crescimento na renda gera também um aumento na degradação ambiental, pois mesmo com o melhoramento da tecnologia, a intensidade usada dos recursos naturais causa degradação dos recursos naturais.

A curva obtida nesse formato de N também foi encontrada nos trabalhos de Carvalho (2008) e Calusso (2010) contrapondo a teoria original da Curva de Kuznets Ambiental.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo modelar a Curva de Kuznets Ambiental para cem municípios do estado do Pará no ano de 2010, com intuito de confirmar se a Curva de Kuznets Ambiental para os municípios estudados apresenta o formato de U invertido como a teoria afirma. Para se alcançar tal objetivo foi utilizado dados coletados em sites como PRODES e IBGE, os quais por meio dos procedimentos metodológicos, como corte transversal, pode-se modelar através de uma Regressão Linear Múltipla com auxílio do Software Gretl, a relação entre PIB per capita e Desmatamento, juntamente com outras variáveis explicativas como Extração de Madeira e Rebanho Bovino.

Ao aplicar o modelo de Regressão Linear Múltipla, optou-se por utilizar o erro padrão robustos nos Mínimos Quadrados Ordinários, afim de evitar possíveis erros nos testes de suposição do modelo. Foi inserindo logaritmos em todas as variáveis e acrescentando os termos quadráticos e cúbicos ao PIB per capita, com intuito de se obter o formato da Curva de Kuznets Ambiental para o modelo. Percebeu-se que esses termos eram bem significativos, e que as variáveis explicativas acrescentadas Extração de Madeira e Rebanho Bovino demonstram ter uma relação direta com o Desmatamento.

Através da estimação da Curva de Kuznets Ambiental para os cem municípios paraenses, chegou-se à conclusão que ela possui o formato de N, portanto diferente do formato proposto pela teoria. Tal curva no formato de N também foram obtidas por Carvalho (2008) e Calusso (2010) em seus trabalhos.

Desse modo, fica evidente que a medida há um crescimento econômico elevam-se os níveis de degradação ambiental (representado neste estudo pelo nível de desmatamento), pelo fato de nesse primeiro estágio a economia demandar uma maior quantidade de recursos naturais. No estágio seguinte a economia já está mais desenvolvida, onde passa a utilizar mais tecnologia, poupando os recursos naturais e, portanto, degradando menos o meio ambiente. O último estágio da curva no formato de “N” é caracterizado por uma retomada do crescimento econômico após um alto PIB, onde novamente o crescimento da renda levará a uma pressão sobre o meio ambiente, resultando na elevação da degradação ambiental.

Diante do resultado obtido conclui-se que é de fundamental importância científica a ampliação de trabalhos nesse área de estudo, no intuito de se aprimorar as técnicas de estimação e

inserção de novas variáveis explicativas que visem a melhor explicar a relação entre crescimento econômico e degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Matheus Gama de; LOBATO, Tarcísio da Costa. A CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL PARA A REGIÃO NORTE DO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2015.

Economia & Região, v. 7, n. 1, p. 7-23. 2019.

BARROS, L.; GOMES, F. **Desigualdade e desenvolvimento: A hipótese de Kuznets é válida para os municípios brasileiros?** *Revista Análise Econômica*, 50:57–81, 2008.

CARVALHO, T. S. **A hipótese da Curva de Kuznets Ambiental global e o Protocolo de Quioto.** UFJF, Juiz de Fora, 2008.

ELY, Aloísio. **Economia do meio ambiente.** 4 ed. Porto Alegre, RS.1990.

IBGE. Efetivo de Rebanho Bovino dos municípios do estado do Pará em 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939>. Acesso em: 21/06/2019.

IBGE. Extração de Madeira em tora (m³) dos municípios do estado do Pará no ano de 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/289> . Acesso em: 07/07/2019.

KUZNETS, Simon Smith. **Economic growth and income ineuqality.** *American Economic Review*, vol. 45, Março, 1955.

OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, E. S.; FREGUGLIA, R.; BARRETO, R. C. S. **Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal.** *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 2011.

OLIVEIRA, Rejane Corrêa 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**, v. 49, n. 3, p. 709-739, 2011.

PRODES. Desmatamento em Km² dos Municípios do estado do Pará no ano de 2010. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>. Acesso em: 20/06/2019.



ROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. **Environmental impacts of a North American free trade agreement.** National Bureau of Economic Research, 1991. **Economic growth and the environment.** Quarterly Journal of Economics, v. 110, p. 353–377.

TADARO, M. P; Smith, SC. **Economic development** 8. ed Reino Unido.

WOODBIDGE, J.M. **Introdução a econometria uma abordagem moderna.** São Paulo:Thomson, 2006.