**Curva de Kuznets Ambiental e o Programa Bolsa Floresta no estado do Amazonas: uma aplicação da econometria espacial**

Neuler André Soares de Almeida[[1]](#footnote-1)

Osmar Tomaz de Sousa[[2]](#footnote-2)

Carlos Eduardo Lobo e Silva[[3]](#footnote-3)

**Resumo**

O presente artigo se insere no debate acerca do desenvolvimento sustentável pautado nas análises mais recentes sobre a relação entre renda e o desmatamento. Isto é feito tendo como foco de análise o Estado do Amazonas, especialmente a partir de um programa de desenvolvimento sustentável denominado Bolsa Floresta. Este programa busca valorizar a floresta conservada em detrimento a sua derrubada a partir da compensação financeira às famílias que dela dependem e que auxiliam na sua conservação. Para tanto, foi construído um modelo econométrico com dados em *Cross section* para o ano de 2009, com o objetivo de investigar a relação entre o desmatamento e o PIB dos municípios, numa estimação da Curva de Kuznets Ambiental para 62 municípios do Estado do Amazonas.

**Palavras-Chaves:** Desenvolvimento Sustentável; Desmatamento, Curva de Kuznets Ambiental; Bolsa Floresta; Estado do Amazonas.

**Abstract**

This article joins the debate about sustainable development based on the analysis for the relationship between income and deforestation. This is done by focusing our analysis on the State of Amazonas, Brazil, especially from a sustainable development program called “Bolsa Floresta”. This program seeks to value the preserved forest using the financial compensation to the families who depend on them and that assist in their conservation. To that end, we built an econometric model to estimate the Environmental Kuznets Curve and to analyze the relationship between deforestation and the GDP of the 62 municipalities of State of Amazonas.

**Keywords:** Sustainable Development; Deforestation, Environmental Kuznets Curve; State of Amazonas.

**Classificação JEL:** Q; Q5; Q57

**Área 10 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente**

**1. Introdução**

A preocupação mundial em relação ao desmatamento na Amazônia é crescente, o que se fundamenta, em parte, na imagem de um processo de ocupação destrutivo, no qual os benefícios econômicos e sociais seriam menores do que as perdas ambientais, estas sim, imensuráveis. Tendo em vista esta concepção negativa, os governos da Amazônia legal discutem alternativas que possam dar suporte às comunidades locais sem fomentar o desmatamento e a degradação ambiental.

Os desafios impostos à região amazônica são visíveis, particularmente em função da importância do seu ecossistema no contexto nacional e mundial, do tamanho da região e das dúvidas existentes sobre como garantir uma gestão do espaço que seja capaz de compreender e contemplar as várias dimensões em debate seja social, ambiental, cultural, geográfica, demográfica ou outras. No bojo desta discussão surge em 2007 a Fundação Amazonas Sustentável – FAS como organismo institucional capaz de frear a expansão do desmatamento na parte sul do Estado do Amazonas. Esta iniciativa parte da consolidação de um programa inovador e pioneiro denominado Bolsa Floresta cujo propósito é compensar financeiramente as famílias que vivem em unidades de conservação estadual.

No entanto, esta iniciativa tem recebido severas críticas, devido à crença de que uma compensação financeira, não possibilitará uma melhora ao bem estar das famílias atendidas pelo programa, nem impede a diminuição do desmatamento florestal. Diante deste questionamento, o presente trabalho se propõe a debater a importância deste programa a luz dos trabalhos, mais recentes na área como os de Teixeira e Bertella (2010); Bathattari e Hammig (2004); Grossman e Krueger (1995); Selden e Song (1994); Shafik e Bandyopadhyay (1992), e analisar o desdobramento do Programa Bolsa Floresta dentro da premissa do desenvolvimento com sustentabilidade, através do método descritivo, utilizando como ferramental analítico a econometria espacial.

Sendo assim, busca-se aqui estudar evidências da existência ou não da relação entre o Bolsa Floresta com o desmatamento no estado do Amazonas. No que tange a abordagem teórica foi selecionado algumas obras que tratem do pressuposto teórico da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) cuja hipótese aponta para a existência de uma relação entre indicadores de degradação ambiental e de desenvolvimento econômico que se comporta como uma curva em forma de “U” invertido, o que implicaria dizer que, dados aumentos significativos na renda os municípios mais pobres estariam mais sucessíveis ao aumento dos níveis de desmatamento enquanto que municípios mais ricos à medida que seu PIB aumenta os níveis de desmatamento estariam se retraindo (Santos *et al.* 2008).

Para tanto, além desta introdução este trabalho está dividido em mais seis partes. A próxima seção tratará de uma revisão da literatura sobre a Curva de Kuznets e sua importância teórica pra estudar a relação entre crescimento econômico e degradação ambiental; a segunda seção apresentará o Programa Bolsa Floresta e sua finalidade; a quarta seção tratará da metodologia de análise; na quinta seção será mostrada a elaboração e estimação do modelo empírico proposto; na sexta seção serão apresentados os resultados e discussões e por fim as considerações finais e as referências utilizadas.

**2. A Curva de Kuznets Ambiental**

Boa parte da literatura econômica que trata do crescimento econômico com aspectos ambientais (Panayotou, 1993; Munasinghe, 1999; Barros, 2000), tem sido objeto de discussões na academia, principalmente agora que o Brasil começa a romper os laços da estagnação econômica que perdurou por mais de duas décadas e começa a trilhar o caminho do desenvolvimento econômico. Sendo assim os estudiosos do desenvolvimento e do crescimento econômico começam a levantar e debater algumas teorias que tentam explicar a relação entre a degradação ambiental e o nível de renda dos países, da qual destacamos a teoria da Curva de Kuznets Ambiental.

Esta parte do pressuposto que existe uma relação entre os indicadores de degradação ambiental e de desenvolvimento econômico, dado que à medida que uma nação ascende aos estágios mais evoluídos de crescimento econômico provoca fortes pressões no meio ambiente. Segundo Bathattari e Hammig (2004) o comportamento esperado é o de uma curva em formato de “U” invertido o que implicaria dizer que nos primeiros estágios de desenvolvimento a degradação ambiental seria um fenômeno inevitável, porém à medida que a renda crescesse até alcançar um ponto de máximo seriam gerados incentivos para melhorar a qualidade ambiental, fazendo os níveis de degradação ambiental se retrair.

De acordo com a Figura 1 podemos obter uma melhor compreensão sobre esta relação entre renda e meio ambiente:

Pressão Ambiental

y

X Renda per Capita

**Figura 1.** Curva de Kuznets Ambiental.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de Teixeira e Bertella (2010).

Segundo Texeira e Bertella (2010) e Fonseca e Ribeiro (2005) por volta de 1970, existia uma crença generalizada de que o crescimento econômico de uma nação seria o grande responsável pelos problemas ambientais, ou seja, entre os economistas existia um consenso que existia uma relação positiva entre o crescimento econômico e a degradação do meio ambiente. De acordo com Deacon e Norman (2004) a partir dos anos de 1990 alguns economistas começaram a se posicionar de forma contrária a esta crença, pois afirmavam que tal visão era extremamente pessimista por não levar em consideração variáveis importantes como a inovação tecnológica, ou melhoria da educação o progresso econômico e a evolução das instituições.

Partindo desta concepção autores como Grossman e Krueger (1995); Selden e Song (1994); Shafik e Bandyopadhyay (1992) e Texeira e Bertella (2010) afirmam que, regidos por essas idéias os países passariam por estágios distintos de desenvolvimento orientados por mudanças institucionais e as forças de mercado. Sendo assim, no primeiro estágio, marcado por uma transição de uma economia agrícola para uma industrializada, o crescimento econômico exerceria fortes pressões sobre o meio ambiente o que seria uma conseqüência da ampliação do Parque Industrial. O próximo estágio seria caracterizado pela maturação da sociedade e da infra-estrutura industrial que seria mais intensivo em setores que demandassem por mais recursos, porém com elevados níveis de poluição. Melhorias tecnológicas passariam a reduzir cada vez mais o montante de matéria-prima e energia no processo diminuindo a geração de resíduos e demais rejeitos. No último estágio ocorreria o que na literatura se denomina *de-linking*, isto é, o fim de qualquer relação entre crescimento econômico e pressão ambiental (Grossman e Krueger, 1995; Selden e Song, 1994; Shafik e Bandyopadhyay, 1992). Esta seria a idéia que dá sustentação à hipótese da Curva de Kuznets Ambiental.

Alguns trabalhos tentaram estimar um modelo de regressão pra testar a hipótese de Kuznets para a região Amazônica como o trabalho de Santos et al. (2008), que utilizou dados em painel, durante o período de 2000-2004 para 178 municípios da Amazônia Legal. Ele utilizou como variável dependente a área desmatada em hectares, e como variável explicativa o PIB per capita e seu termo a quadrático, as evidencias apontaram para a existência da Curva de Kuznets Ambiental. No trabalho aqui realizado, o estudo da hipótese de Kuznets é realizado somente para o 62 municípios do Estado do Amazonas, tendo como também como objetivo verificar se existe alguma influência do Programa Bolsa Floresta sobre os índices de desmatamento verificado neste estado em 2009.

**3. O que é o Programa Bolsa Floresta?**

O Programa Bolsa Floresta segundo o Relatório de Gestão da Fundação Amazonas Sustentável de 2008 e 2009 é uma iniciativa que visa recompensar e melhorar a qualidade de vida das famílias que usufruem e dependem da floresta para sua sobrevivência contribuindo desta forma com a preservação e conservação dos recursos ambientais de forma sustentável. Sua estrutura[[4]](#footnote-4) segundo a FAS (2009) é baseada em quatro componentes, que são distintos, mas intercalados por uma lógica amazônica, construído de forma participativa e dentro da realidade das comunidades Figura 2.



**Figura 2.** Estrutura e cronograma dos benefícios do Bolsa Floresta.

**Fonte**: Relatório de Gestão (FAS, 2009).

A subdivisão do programa em quatro modalidades resultou num sistema mais completo de concessão dos benefícios, estruturado de modo a propiciar com mais clareza o associativismo, a renda, produção sustentável e os serviços sociais básicos. Conforme a visão de Sorrentino *et al.* (2005) de implantação de uma educação ambiental como política pública para mitigar a destruição das florestas o programa Bolsa Floresta insere as comunidades locais em oficinas sobre as mudanças climáticas e sustentabilidade onde ao final de forma voluntária as comunidades assinam um termo de desmatamento zero.

A implementação dos quatro componentes tem início com o Bolsa Floresta Renda que é voltado para o investimento na geração de renda através do manejo florestal e da exploração sustentável de rio, lagos e igarapés. Ele equivale a R$ 140 mil ao ano ou R$ 350,00 por família a meta é promover arranjos produtivos e certificação de produtos que aumentem a renda das famílias beneficiando práticas produtivas sustentáveis como a pesca extração de óleos vegetais, fruticultura e a produção de mel e cera.

O segundo componente é o Bolsa Floresta Social que equivale na média a R$ 140 mil ao ano por unidade de conservação sendo importante para a melhoria da educação, saúde, comunicação e transporte. O segundo componente do Bolsa floresta vai de encontro as idéias propostas por Siqueira (2008) quanto a utilização de ferramentas de educação ambiental usadas com o objetivo de aumentar o interesse popular nas questões ambientais e de conseguir incorporar práticas ambientalmente corretas a melhorias na qualidade de vida através do investimento em saúde, transporte e comunicação.

O terceiro componente é o Bolsa Floresta Associação que promove a gestão participativa por meio do fortalecimento da organização comunitária visando o bom andamento administrativo das unidades de conservação. Temos ai mais um componente que atende a crítica apontada por Santos (2009) em relação aos conflitos que são gerados na definição de políticas ambientais, sendo este componente do Bolsa Floresta uma alternativa que se propõe a solucionar os conflitos existentes entre o estado e as populações que vivem nas unidades de conservação.

O quarto e último componente é o Bolsa Floresta Familiar que tem como objetivo promover o envolvimento das famílias moradoras usuárias das unidades de conservação. Trata-se de uma compensação financeira de R$50,00 que é pago as mães de famílias residentes nas unidades de conservação que estejam dispostas a assumir um compromisso de conservação ambiental. O dinheiro fica disponível em conta bancária sendo sacado por cartão de débito. Seguindo a orientação proposta por alguns trabalhos empíricos como os de Soares *et all* (2006); Rocha (2004) e Paes (2010) sobre políticas de transferência de rendas a compensação financeira e dada as mães de família por se entender que elas são capazes de proporcionar uma melhor distribuição da renda entre os componentes do grupo familiar, garantindo uma perspectiva de melhorias para todos os membros.

**4. Métodos e Técnicas**

A econometria espacial é uma área de estudos que lida com a interação de estruturas espaciais, em modelos de regressão linear com dados seccionais (*cross-section*) e dados em painel (*panel data*). Sua utilização tem sido difundida em uma ampla gama de investigações empíricas, particularmente nas ciências regionais e em áreas tradicionais como a economia internacional, economia do trabalho e nos estudos no campo da teoria do desenvolvimento (Almeida e Haddad, 2004).

Dada a sua importância na contribuição a pesquisa investigativa, percebe-se cada vez mais a migração da econometria espacial para o *mainstream* do estudo da econometria uma vez que a idéia de um agente isolado tomando decisões maximizadoras vem dando lugar a modelagens com interações diretas entre os agentes na forma de normas sociais e efeitos vizinhança. Devido às interações gerarem padrões de comportamento coletivo agregado diferente dos obtidos sem a interação entre esses mesmos agentes.

Sendo assim este estudo se baseia na possibilidade do Programa Bolsa Florestas em determinadas Unidades de Conservação Estadual estar proporcionando efeitos positivos ou negativos através da sua implantação no que se refere à diminuição do desmatamento no Estado do Amazonas. A influência das localidades vizinhas no conjunto total da região segundo Anselin (2002) é denominado “spillovers” espaciais e possui uma grande importância na análise dos efeitos em série no ponto de vista da econometria, se os dados subjacentes desencadearem processos que possuem influência na dimensão espacial, o que pode acarretar se isso for omitido a conduzir estimadores inconsistentes.

Paelinck (2000) em seu trabalho sobre a agregação na modelagem econométrica espacial deu uma importante contribuição no que se refere à estrutura dos parâmetros. Anselin (2002) utilizou em seus estudos um conjunto de testes de especificação baseados no método de Máxima Verossimilhança (MV), para verificar a alternativa proposta por Kelejian e Robinson (1999), relacionado ao aperfeiçoamento da componente erro espacial (*Spatial error*) em modelos de econometria espacial que incorporam externalidades espaciais.

Baltingi *et al* (2003) propuseram em seus trabalhos empíricos melhorias nos testes de especificação, testando se a especificação mais correta dos modelos é com a componente “*spatial lag*” ou com a componente “*spatial error*” de modo a torná-los mais aplicáveis a econometria espacial. Como foi possível constatar diversos trabalhos buscaram evidenciar a *Lei de Verdoorn[[5]](#footnote-5)*, na tentativa de identificar a existência dos efeitos “spillover” espaciais.

As técnicas da econometria espacial aplicam-se, também, a outras áreas além das apresentadas anteriormente. Na Koreia Kim *et al.* (2001) mediu o efeito da qualidade do ar na economia, através de efeitos espaciais, tomando como caso de estudo a área metropolitana de Seul. Longhi *et al*. (2004), analisaram o papel dos efeitos espaciais na estimação da função dos salários de 327 regiões da Alemanha, durante o período de 1990 – 1997 sendo que os resultados confirmaram a presença de uma função dos salários, onde os efeitos espaciais tiveram influência significativa. Messner *et al.* (2002) constatou através da econometria espacial o aumento e a diminuição dos homicídios nos condados americano em diferentes regiões geográficas.

**4.1. Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).**

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) é uma técnica estatística desenvolvida por *John Wilder Tukey* em 1977 que emprega uma grande variedade de técnicas gráficas e quantitativas, visando obter o máximo de informações do modelo principalmente aquelas ocultas na sua estrutura. De acordo com Perobelli *et al*. (2007), a analise exploratória de dados espaciais, esta ligada aos aspectos espaciais da base de dados, tratando diretamente da dependência espacial, associação espacial e heterogeneidade espacial. Sendo assim, a sua finalidade é caracterizar a distribuição espacial, seus padrões de associação denominados cluster espaciais, verificar e identificar observações atípicas (*outliers*) e instabilidade espacial (não-estacionariedade).

Segundo Anselin (2005) a analise exploratória de dados espaciais é um conjunto essencial e indispensável de ferramentas que permite organizar, sumariar e interpretar dados rapidamente e sem procedimentos estatísticos complicados. Por outro lado a importância da análise exploratória de dados espaciais permite ao pesquisador ver padrões que não foram possíveis de perceber, porque, por exemplo, o fenômeno estudado não era suficientemente conhecido pela sociedade científica.

Um aspecto importante que deve ser ressaltado é que algumas estatísticas podem ser enganosas. Neste caso os testes se tornam enganosos quando são mal aplicados, mal usados e incorretamente interpretados. Segundo Teixeira e Bertella (2010) para que a analise exploratória de dados espaciais seja, melhor implementada deve ser utilizado variáveis intensivas ou espacialmente densas, pois variáveis absolutas podem levar ao engano na análise. Desta forma não é aconselhável a utilização destas variáveis absolutas devido à possibilidade das mesmas estarem correlacionadas com variáveis de escala, o que geraria correlações espúrias. Sendo assim é aconselhável a divisão da variável de interesse por algum indicador de intensidade como o número de habitantes ou o tamanho da área de uma região, por exemplo, poderá solucionar esse problema (Anselin, 1995).

**4.2. Estatística I de Moran e C de Geary: Autocorrelação Espacial Global**

De acordo com Gujarati (2006) e Anselin (1998), um coeficiente de autocorrelação descreve um conjunto de dados que esta ordenado em uma determinada freqüência; desta forma, um coeficiente de autocorrelação espacial descreve um conjunto de dados que esta ordenado em uma seqüência espacial. Uma das técnicas mais utilizadas no estudo de fenômenos espaciais é a analise de autocorrelação espacial global. Esta técnica segundo Anselin (2002) permite identificar a estrutura da autocorrelação espacial que melhor descreve o padrão de distribuição dos dados, a idéia básica por detrás desta técnica e estimar a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas, evidenciando como os valores estão correlacionados no espaço.

Desta forma as técnicas são utilizadas para estimar quanto do valor observado de um atributo numa região é dependente dos valores dessa mesma variável, nas localizações vizinhas. Neste caso segundo Texeira e Bertella (2010) enquadra-se nesta categoria o Índice Global de Moran, o Índice de Geary e o Indicador Local de Associação Espacial – LISA.

O Índice Global de Moran (I de Moran) é uma estatística que fornece um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados, o que é muito útil na caracterização da região de estudo como um todo, ou seja, o grau de associação linear entre os vetores de valores observados em um tempo *t(zt)* e a média ponderada dos valores dos seus vizinhos, ou defasagens espaciais (*Wzt*), como são mais conhecidos na literatura. No entanto, quando se lida com um grande numero de áreas, é muito provável que ocorram diferentes regimes de associação espacial e que apareçam locais em que a dependência espacial é ainda mais pronunciada.

Segundo Perobelli e Ferreira (2008) valores do Índice Global de Moran maiores ou menores do que o valor esperado na expressão abaixo revela autocorrelação espacial positiva ou negativa respectivamente.

(1)

Os valores dessa estatística variam entre -1 e +1, onde -1 representa um coeficiente de correlação linear perfeitamente negativo e +1 representa um coeficiente de correlação linear perfeitamente positivo e *n* o número de observações (Anselin, 1995). De acordo com Perobelli *et al*. (2007) esta mesma expressão pode ser representada de forma matricial conforme podemos ver na notação abaixo.

(2)

De acordo com esta equação podemos evidenciar que *Zt* é o vetor de *n* observações para o ano *t* na forma de desvio em relação à média. *W* é a matriz de pesos espaciais que pode ser definida como matriz quadrada em que cada célula *Wij* indica relação existente entre regiões *i* e *j* em um sistema de n regiões. A célula *Wij* é nula no caso das regiões não serem vizinhas, caso contrário o valor passa a ser 1. *So* é igual a Σ *Wij*, significa que todos os elementos da matriz de pesos espaciais *W* devem ser somados.

A matriz de pesos espaciais segundo Teixeira e Bertella (2010) quando normalizada na linha, isto é quando a soma dos elementos da linha é igual a 1, fornece a seguinte expressão.

(3)

Apesar de haver muitas formas de montar a notação matricial de pesos espaciais de acordo com Teixeira e Bertella (2010) o critério de basear a construção desta notação por meio da variável distância geográfica é a mais utilizada. Sendo assim a idéia básica que se tenta passar é que duas regiões próximas geograficamente possuem maior interação espacial. De acordo com Perobelli e Ferreira (2008) a matriz de k-vizinhos mais próxima k será igual a 3 pois trata-se de uma matriz binária cuja vizinhança está formulada na distância geográfica que pode ser medida em quilômetros ou milhas.

(4)

No sistema apresentado podemos identificar que *dij* é a distância, medida pelo grande círculo, entre os centros das regiões *i* e *j*, a fim de que esta região *i* tenha k-vizinhos; *Di(k)* denota um valor crítico que define o valor de corte para cada região, isto é, a distância máxima para considerar regiões em questão; *Wij* representa os pesos espaciais ou a influência da região *j* sobre a região *i* e *k* esta variável representa o numero de vizinhos adotados para cada região geográfica.

Outro teste bastante utilizado para a detecção de similaridades entre as áreas é a Estatística C de Geary. Assim como a Estatística I de Moran testa a possibilidade de haver autocorrelação global a C de Geary também é bastante empregada para este mesmo fim.

Sua expressão é:

Segundo Anselin (2002) a estatística C de Geary apesar de testar a possibilidade de haver autocorrelação global como a estatística I de Moran ela se diferencia por utilizar uma medida distinta da covariância. O valor da estatística C de Geary situa-se entre 0 e 2 porém a sua média é 1. Desta forma valores menores que 1 indicam autocorrelação espacial positiva, enquanto que valores esperados maiores que 1 indicam autocorrelação espacial negativa. Vale ressaltar que valores entre 0 e 1, estatisticamente significativos revelam concentração espacial dos dados, ao passo que valores entre 1 e 2 indicam dispersão da variável de interesse (Nieswindomy *et al.*,2007).

**4.3. Indicador Local de Associação Espacial (LISA)**

Os indicadores globais de autocorrelação espacial, como o Índice de Moran, fornecem um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados, que é útil como caracterização de toda a região de estudo. Por contraste, muitas vezes é desejável examinar padrões numa escala de maior detalhe, para verificar se a hipótese de estacionariedade do processo verifica-se localmente. Para tanto se torna fundamental utilizar indicadores de associação espacial que possam ser associados às diferentes localizações de uma variável distribuída espacialmente.

De acordo com Perobelli e Ferreira (2008) quando se usa estes indicadores em conjunto com o Índice de Moran o nosso conhecimento é refinado sobre os processos que dão origem à dependência espacial. Os indicadores locais produzem um valor específico par cada objeto, permitindo assim, a identificação de agrupamentos de objetos com valores de atributos semelhantes (*clusters*), objetos anômalos (*outliers*) e de mais de um regime espacial. Segundo Anselin (1995), um indicador local de autocorrelação espacial (LISA)[[6]](#footnote-6) deve satisfazer a dois critérios:

* Esses indicadores devem possuir, para cada observação, uma indicação de clusters espaciais significantes de valores similares ao redor da cada observação.
* O somatório dos indicadores LISA, em todas as regiões, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

Dessa maneira, o coeficiente Ii de Moran local pode ser expresso como:

Onde *n* é o número de regiões; *y*i é a variável de interesse; *ӯ* é a média dessa variável; *yj* é a variável de interesse nas regiões vizinhas a *i* e *wij* é o elemento da matriz de pesos espaciais.

De acordo com Teixeira e Bertella (2010) a interpretação desta estatística é dada por quatro tipos de padrões espaciais: o padrão Alto-Alto (AA) indica regiões com elevado valores para variável de interesse, sendo vizinhas de regiões com elevados valores para a mesma. O padrão Baixo-Baixo (BB) revela localidades com reduzidos valores para variável em analise, sendo circundadas por localidades com baixos valores para a mesma. O padrão Baixo-Alto (BA) mostra localidades com baixos valores para a variável investigada, que são vizinhas de regiões com altos valores para a mesma. Por fim o padrão Alto-Baixo (AB) caracteriza regiões com altos valores para variável em estudo, que são ladeadas por outras com baixos valores para as mesmas.

**4.4. Modelo de Econometria Espacial**

No que tange os modelos de econometria espacial este trabalho pretende seguir as recomendações de Teixeira e Bertella (2010) que afirmam que a natureza multidimensional, que provoca a autocorrelação espacial entre os atributos de uma determinada região, torna o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) inadequado para estimar modelos econométrico espaciais. Em decorrência, as estimativas por este método serão inconsistentes ou ineficientes (Anselin, 1988).

Desta forma o procedimento proposto por Anselin (2005); Folmer e Rey (2003) e Teixeira e Bertella (2010) será:

1. Estimar o modelo de regressão linear por MQO.
2. Testar a hipótese de ausência de autocorrelação espacial devido a uma defasagem ou a um erro através do multiplicador de Lagrange para defasagem espacial (MLρ) e o multiplicador de Lagrange para o erro espacial (MLλ);
3. Caso ambos os testes sejam não significativos, deve-se utilizar o modelo clássico; caso contrário, segue-se o próximo passo;
4. Montar uma Matriz de K “vizinhanças” através do método *Queen* ou *Rook*. E verificar a existência de Cluster espaciais através do teste LISA.

**4.5. Modelo de Defasagem Espacial**

Neste Modelo Dantas *et al.* (2010) afirma que o efeito de defasagem espacial é ocasionado pela dependência espacial criada através de uma interação espacial entre uma variável que no caso era o preço dos imóveis sobre o preço dos demais imóveis criando um efeito vizinhança na determinação dos preços dos demais imóveis. Neste caso esta influência é medida pela inclusão de uma variável adicional no modelo, dada por *Wy* que neste estudo será utilizada para capturar um provável efeito de vizinhança, por exemplo o desmatamento em um determinada região provocando efeitos em seus vizinhos. Desta forma o modelo então será expresso da seguinte forma:

(7)

Onde fica evidente que y é um vetor n por 1 de observações sobre a variável dependente; *Wy* é vetor n por 1 da defasagem espacial para variável dependente, ρ é o coeficiente autoregressivo espacial (um escalar); *X* é uma matriz *n* por *k* de observações sobre as variáveis explicativas exógenas (mais a constante) com um setor associado *k* por 1 de coeficientes de regressão β e ε é um vetor n por 1 de termos de erro aleatório distribuído idêntica e independentemente, com média zero e variância constante.

De acordo com Teixeira e Bertella (2010) e Anselin (1988), o fato de não considerar a defasagem espacial neste modelo, ocorreria um problema semelhante ao de omissão de variável relevante, isto é, os coeficientes estimados por MQO das variáveis explicativas seriam SOS tendenciosos. É aconselhável utilizar variáveis instrumentais (VI) ou o Método de Máxima Verossimilhança (MV) como métodos de estimação alternativa.

**4.6. Modelo de Erro Espacial**

A autocorrelação espacial no termo de erro está relacionada segundo Dantas *et al.* (2010) a erros de medida ocasionados pelas divisões artificiais das unidades geográficas, como os limites estabelecidos para no caso do estudo por ele apresentado como os limites dos bairros em uma cidade, que não necessariamente coincidem com a verdadeira dimensão do fenômeno observado. Desta forma o modelo de erro espacial é apropriado quando as variáveis não incluídas no modelo e presentes nos termos de erro são autocorrelacionadas espacialmente.

Segundo Teixeira e Bertella (2010) mensurações destes efeitos geralmente são muito difíceis, como exemplo é citado o comércio ilegal de madeira que é comum nas região Amazônica. Sendo assim este modelo pode ser expresso da seguinte forma:

(9)

Onde o coeficiente ω é o parâmetro do erro regressivo espacial que acompanha a defasagem do termo do erro Wμ. Desse modo, a dependência espacial pode ser decorrente de efeitos não modelados que não foram aleatoriamente distribuídos através do espaço. A utilização de MQO na presença de erros não-esféricos segundo Teixeira e Bertella (2010) geraria estimativas ineficientes, apesar de justas. Diante dessa situação é aconselhável estimar o modelo de erro espacial pelo método de máxima-verossimilhança (MV) ou pelo Método Generalizado dos momentos (MGM).

**4.7. Método Quee e Roock**

Uma das formas mais comumentes empregadas de definição da matriz W se dá por meio da definição de vizinhos de primeira ordem. Considera-se que cada observação K tenha influências em seus vizinhos próximos, isto é pode existir influência da região i na região j e vise-versa. Neste caso, o elemento W*ij* da matriz W assume valor W*ij* = 1, caso os polígonos i e j sejam vizinhos, e W*ij* = 0, caso i e j não sejam vizinhos. A diagonal principal de W possui todos os elementos iguais a zero, por definição.

(10)

Para identificar polígonos (municípios, setores censitários, etc...) vizinhos, pode-se considerar uma vizinhança do tipo Queen, quando os dois polígonos possuem pelo menos um vértice em comum, ou pode-se considerar uma vizinhança do tipo Roock, quando os polígonos possuem pelo menos um lado inteiro em comum.

**5. Elaboração e estimação do modelo empírico proposto**

O presente trabalho fez uso dos softwares IpeaGEO disponibilizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e do programa de análise estatística - Eviews 3.1. A amostra utilizada contou com um total de 62 observações (municípios amazonenses) em dados *Croos section* para o ano de 2009, cujo ano foi escolhido devido à maior disponibilidade e dados mais recentes. Seguindo a sugestão proposta por Teixeira e Betella (2010) e por outros autores como Vicent (1997) e Jeon e McCubbin (1997) este trabalho também buscou destacar apenas o Estado do Amazonas visto que, como a proposta apontada pelo Programa Bolsa Floresta ser uma iniciativa deste Estado, torna-se importante a análise dessa relação entre o crescimento do PIB per capita em relação aos níveis de desmatamento conforme sugere o pressuposto teórico da Curva Kuznets Ambiental, desagregando este ente federativo dos demais Estados que compõe a Amazônia Legal. No que se refere aos dados, estes foram apresentados no Quadro 1 para melhor identificar as variáveis apresentadas e seus sinais esperados bem como fonte e referencial empírico.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variável** | **Descrição** | **Sinal Esperado** | **Referencial** | **Fonte** |
| DESi |  |  | Gomes e Braga (2008); Texeira e Bertella (2010) | INPE e SEPLAN-AM |
| PIBi |  | **+** | Grosman e Krueger (1991); Texeira e Bertella (2010) e Fonseca e Ribeiro (2005) | SEPLAN-AM e IBGE |
| PIBi2 |  | **-** | Grosman e Krueger (1991) e Fonseca e Ribeiro (2005) | SEPLAN-AM e IBGE |
| BFi | Variável Dummy (1) para os municípios que possuem o Bolsa Floresta; (0) para municípios que não possuem | **-** | Grosman e Krueger (1991) | Fundação Amazonas Sustentável -FAS |

**Quadro 1.** Descrição e das variáveis utilizadas

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Desta forma o modelo teórico proposto pelo presente trabalho considera a variável DESi como dependente e todas as demais como explanatórias assumido a seguinte especificação:

(11)

De acordo com a expressão acima a dependência espacial, se significativa será capitada ou por *ρWDESi*, que é a defasagem espacial do logaritmo da variável dependente ou pelo termo de erro εi composta pela sua defasagem espacial, mais um termo de erro μi com média zero e variância constante. As letras gregas referem-se aos parâmetros a serem estimados.

Segundo Selden e Song (1994) para que a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets se comprove e tenha o formato de “U” invertido e necessário que o coeficiente β1 seja positivo e significativo, o coeficiente β2 precisa ter o sinal negativo e ser estatisticamente significativo e o coeficiente β3 precisa ser negativo e significativo ao modelo para que se possa verificar se existe alguma influência do Programa Bolsa Floresta sobre os índice de desmatamento no Estado do Amazonas, pois partimos da premissa que o Bolsa Floresta a medida que é implantado em um numero cada vez maior de municípios venha a contribuir para a diminuição do desmatamento.

**6. Resultados e Discussão**

Inicialmente o modelo de regressão foi estimado pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) tendo como variável dependente o desmatamento por Km2 e como variáveis explanatórias o logaritmo da razão entre a área desmatada e sua população, logaritmo da razão entre o PIB do município e sua população, logaritmo do PIB municipal ao quadrado e a variável *Dummy*, sem levar em consideração a possibilidade de haver alto correlação espacial. Estas variáveis se mostraram bastante significativas a 5% de confiança conforme apresentado na Tabela 1. Foi também constatado que o modelo apresenta um bom grau de ajuste conforme evidenciamos um R2 de 0,69 isto é, as variáveis se mostram fortes o bastante para explicar o modelo de regressão múltipla.

**Tabela 1. Avaliação dos resultados da análise de regressão por MQO**

****

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir do programa IpeaGEO 1.0.

Em nossa análise constatamos que a variável dependente DESi (Desmatamento em Km2) e explicada pelas variáveis Log Desmat. (defasagem espacial da variável desmatamento); Log PIB (PIB *per capta*) e Log PIB2(PIB *per capta* elevado ao quadrado). Todas estas variáveis foram estatisticamente significativas pela estatística T com um P-valor abaixo de 5% de confiança, menos a variável Dummy que se mostrou não significativa a 5% . O modelo de regressão múltipla foi do tipo Log→Log sendo assim de acordo com os dados apresentados pela Tabela 1 se observa que uma variação percentual de 1% no desmatamento no ano de 2008 teve um impacto de 18% no desmatamento de 2009; uma variação de 1% no PIB per capta tem um impacto de 77% no desmatamento no estado do Amazonas e quando elevamos esta variável ao quadrado ela se mostra significativa e negativa (- 32%) comprovando a Curva de Kuznets para o estado do Amazonas.

**Tabela 2. Apresentação dos resultados da Análise de Regressão**



**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir do programa IpeaGEO 1.0

Quando rodamos o modelo de regressão no Software IpeaGEO 1.0 verificamos o comportamento das variâncias e covariâncias através de uma Matriz diagonal que sumariza a covariância entre as variáveis utilizadas neste modelo. Podemos verificar que a covariância entre as variáveis utilizadas formaram uma diagonal principal mostrando que as variáveis possuem alta correlação entre si.

De acordo com os resultados apresentados, o desmatamento começa de forma elevada e à medida que o PIB aumenta o desmatamento tende a cair a partir do ponto de máximo. A partir daí continua caindo à medida que a o PIB aumenta, indicando que o crescimento contínuo da renda garante um crescimento continuo da qualidade ambiental, medida pelo desmatamento. Embora trabalhos como o de Bruyn *et al.* (1998), Lucena (2005) e Maddison (2006) não tenham observado evidências de uma CKA em seus estudos, o trabalho aqui realizado corrobora os resultados apresentados por outras pesquisa que também constataram a existência de uma CKA como os de Grossman e Krueger (1995); Selden e Song (1994); Shafik e Bandyopadhyay (1992) e Texeira e Bertella (2010) .

Talvez mais importante do que os resultados encontrados nos mais diferentes estudos que testaram empiricamente a Curva de Kuznets Ambiental, sejam as possibilidades de aplicações da mesma no que trata de política ambiental. Entretanto, há que considerar o alerta feito por Grosman e Krueger (1995) em seu estudo sobre os níveis de poluição em 52 cidades e 32 países. Mesmo demonstrando a evidencia empírica da Curva de Kuznets Ambiental com a redução dos indicadores de poluição após certo nível de renda, os autores ressaltam que nada garante que tal processo realmente ocorra.

O que se deve atentar é que, assim como ressaltam Bruny *et al.* (1998), a Curva de Kuznets Ambiental pode não se sustentar no longo prazo. Ou seja, o formato de “U” invertido pode ser apenas um estagio inicial da relação entre crescimento econômico e pressão ambiental. Esta é uma possibilidade que pode ser levantada com base em outros trabalhos como os de Teixeira e Bertella (2010) e Grosman e Krueger (1995). Esses autores constataram que a partir de certo nível de renda haveria um novo ponto de inflexão que tornaria a trajetória da curva de forma ascendente novamente. O formato da Curva de Kuznets Ambiental seria similar a de um “N” sugerindo que a degradação ambiental voltaria a aumentar a partir de altos níveis de crescimento. Porém estas hipóteses ficam abertas para novos estudos no estado do Amazonas.

**6.1. Testes C de Geary e I de Moram**

A análise foi estendida para se verificar a possibilidade de existir alguma influência entre a taxa de desmatamento de um município amazonense com a taxa de desmatamento dos municípios vizinhos. Neste caso as estatísticas I de Moram e C de Geary são bastante úteis para nos fornecer esta resposta, indicando o grau de autocorrelação espacial global no processo de desmatamento entre municípios e regiões distintos, conforme podemos evidenciar na Tabela 3.

**Tabela 3. Testes de normalidade do modelo empírico**

****

**Fonte:** IpeaGEO 1.0

De acordo com os dados obtidos através do *Software* IpeaGEO 1.0 o coeficiente 0,284462 para o Índice de Moran revela a existência de autocorrelação espacial global positiva entre o desmatamento que ocorre em um determinado município e seus vizinhos. Ou seja, o desmatamento não ocorre de forma aleatória, mas possui influência do desmatamento que acontece em outros municípios. Por sua vez a estatística C de Geary nos mostra haver a existência de autocorrelação espacial global positiva no processo de desmatamento entre os municípios amazonenses, cujo valor foi de 0,701834 diferenciando-se do resultado apresentado pelo Estatística de Moran.

Este fato pode ser mais bem visualizado a partir do mapa gerado pelo Software IpeaGEO 1.0 quando inserimos a variável Desmatamento em área por Km2 conforme se pode observa na Figura 3.





**Figura 3.** Desmatamento por município em Km2

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base no *Software* IpeaGEO 1.0

As cores mais escuras mostram onde os níveis de desmatamento ainda não são muito altos visto que essas regiões são mais populosas e menos rurais. As regiões mais claras são onde o desmatamento está ocorrendo com maior força. Como se pode notar são as regiões de fronteira e de vocação para a agricultura e a pecuária. O que se pode dizer a partir do mapa é que o processo de desmatamento seria como que exógeno, já que ele parte das regiões de fronteira para o interior do Estado.

Com o propósito de reforçar a analise, utilizou-se a estatística LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) para melhorar os resultados apresentados pelas estatísticas anteriores. A importância dessa estatística se deve à sua capacidade de revelar padrões de agrupamentos espaciais significativos (*Cluster*).

**6.2. Teste LISA**

Com base na estatística LISA foi testada a possibilidade de haver estes tipos de padrões de agrupamentos espaciais significativos no desmatamento entre os municípios do Estado do Amazonas conforme podemos ver na Figura 4.

****



**Figura 4.** Mapa de padrões de agrupamentos espaciais para o desmatamento no Amazonas

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base no *Software* IpeaGEO 1.0

De acordo com os dados apresentados na Figura 4 pode-se evidenciar que 6 municípios apresentaram o padrão Alto-Alto (AA) o que corrobora a hipótese de haver elevados valores para a variável de interesse (que no caso é a variável desmatamento), sendo vizinhas de regiões com elevados valores para a mesma. E constatou-se também haver 2 municípios que apresentam o padrão Alto-Baixo (AB) o que caracteriza a existência de altos valores para a variável de estudo, que são ladeadas por regiões com baixos valores para a mesma. Não foram constatados os padrões Baixo-Baixo (BB) nem Baixo-Alto (BA) para os 62 municípios do Estado do Amazonas no ano de 2009.

A interpretação do Índice de Moran como coeficiente de regressão sugere o uso de um diagrama de espalhamento (Figura 5) para visualizar a associação espacial entre o valor do atributo de cada elemento (Zi) com a média dos valores dos vizinhos (Wzi) denominada de gráfico de espalhamento de Moran (Anselin, 1998).

**Considerações Finais**

Este trabalho levanta a hipótese de Kuznets e a sua importância para o debate sobre programas de desenvolvimento sustentáveis na Amazônia a partir da relação entre o crescimento econômico e o aumento do desmatamento na região. Existem trabalhos empíricos que demonstram uma grande dificuldade na implantação de programas e políticas de desenvolvimento sustentável e ambiental no Brasil devido aos conflitos territoriais, dificuldade de operacionalização e pouca ênfase na educação ambiental dos moradores destas unidades.

Contudo o Estado do Amazonas por meio da Fundação Amazonas Sustentável desenvolveu um programa de desenvolvimento sustentável denominado Bolsa Floresta, semelhante a outros programas em nível federal como o Bolsa Família, porém o foco de atuação é diferente, pois este programa visa conter o desmatamento na região por meio de uma compensação financeira as famílias que vivem nas unidades de conservação. No entanto existe uma grande discussão no Amazonas sobre este programa de desenvolvimento, pois se acredita que uma compensação financeira não resolve o problema do desmatamento e nem melhora a qualidade de vida dos moradores da floresta.

Sendo assim este trabalho se propôs a testar a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets (CKA) para 62 municípios do Estado do Amazonas. Para testar esta hipótese de um “U” invertido para a relação entre renda e desmatamento, foi elaborado um modelo econométrico cuja variável dependente era o desmatamento por área em Km2 e como variáveis independentes, o logaritmo da razão entre a área desmatada e a população total do município; logaritmo da razão entre o PIB municipal e sua população; logaritmo do PIB elevado ao quadrado e finalmente uma *dummy* para a variável Bolsa Floresta.

Ao estimar o modelo de regressão foi verificado que todas as variáveis obtiveram significância menos a variável Bolsa Floresta que foi adicionada por meio de uma d*ummy*, sendo que 1 era para os municípios que estavam sendo contemplados pelo Bolsa Floresta e 0 para municípios que não estavam. De todas as variáveis testadas apenas a variável Bolsa Floresta se mostrou não significativa o que nos implicar dizer que a variável Bolsa Floresta não possui relação com o desmatamento. Como o programa foi criado em 2007, ele tem pouco tempo de criação o que nos leva a acreditar que talvez seu resultado só apareça no longo prazo o que explica a não significância no modelo.

Em se tratando do modelo empírica as variáveis atenderam as expectativas, pois a variável β1 foi significativa e positiva e a variável β2 foi significativa e negativa comprovando a existência de uma curva em formato de “U” invertido. Desta forma, verificaram-se evidências da existência de uma Curva de Kuznets Ambiental para o estado do Amazonas corroborando as mesmas evidencias de outros trabalhos como os de Grosman e Krueger (1991); Texeira e Bertella (2010) e Fonseca e Ribeiro (2005).

No que tange o teste I de Moran foi constatada a existência de autocorrelação espacial global positiva entre o desmatamento que ocorre em um determinado município e seus vizinhos, ou seja o desmatamento não ocorre de forma aleatória mas possui influência do desmatamento que acontece em outros municípios. Por sua vez a estatística C de Geary nos mostra haver a existência de autocorrelação espacial global positiva no processo de desmatamento entre os municípios amazonenses.

O teste LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) ao testar a possibilidade de haver padrões de agrupamento espaciais no desmatamento entre os municípios amazonenses identificou que 6 municípios (São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos, Coari, Tapauá e Lábrea) apresentaram o padrão Alto-Alto (AA) o que corrobora a hipótese de haver elevados valores para a variável de interesse que no caso é a variável desmatamento, sendo vizinhas de regiões com elevados valores para a mesma. E contatamos também haver 2 municípios (Atalaia do Norte e Jutaí) que apresentam o padrão Alto-Baixo (AB) o que caracteriza a existência de altos valores para a variável de estudo, que são ladeadas por regiões com baixos valores para a mesma.

**REFERÊNCIAS**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. SEPLAN, Secretaria de Planejamento do Estado do Amazonas. Produto Interno Bruto Municipal 2002/2008. Manaus-AM. p.20 Disponível em: <http://www.seplan.am.gov.br> acessado em 01/09/10.

ALIER, Joan Martínez. *Da economia ecológica ao ecologismo popular***.** Blumenau : FURB, 1998.

ALMEIDA, E. S. e HADDAD, E. A. *MEECA: Um Modelo Econométrico Espacial para Projeção Consistente de Culturas Agropecuárias*. Revista de Economia e Sociologia Rural, PP. 507-527.

ANSELIN, L. Spatial econometrics: methods and models, Kluwer Academic, Boston, 1998.

ANSELIN, L. *Local indicators of spatial association – LISA*. Geographical Analysis. V27(2), April. p.93-15. 1995

ANSELIN, L. *Properties of Tests for Spatial Error Components.* Working Paper, Sal, Agecon, Uiuc. 2002

ANSELIN, L. *Exploring Spatial Data with GeoDa: a Workbook.* University Illinois, Urbana – Champaign, 2005.

BALTAGI, B.H.; Song, S.H.; and Koh, W. *Testing panel data regression models with spatial error correlation.* Journal of Econometrics, 117, pp: 123-150. 2003

BARROS, F. H.J. (2000). *Como a desigualdade Social afeta a Relação entre Crescimento Economico e a Degradação Ambiental: A Curva de Kuznets Ambiental para o caso Brasileiro.* Dissertação de Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente. Universidade de Brasília – UNB.

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

CARSON, R. T.; JEON, Y.; McCUBBIN, D. R. The relationship between air pollution emissions and income: US data, *Environment and Development Economics*, vol. 2, p.433-450, 1997.

DANTAS, Rubens Alves; MAGALHAES, André Matos e VERGOLINO, José R. de Oliveira. *Um modelo espacial de demanda habitacional para a cidade do Recife*. *Estud. Econ.* [online]. vol.40, n.4 pp. 891-916. 2010 Disponível em: <http://www.scielo.br> acessado em 23 de Janeiro de 2011.

DEACON, R.; NORMAN, C. S. *Is the Environmental Kuznets Curve an empirical regularity?* e Scholarship Repository, University of California, Santa Barbara. 2004

FUNDAÇÃO AMAZONAS SUSTENTÁVEL - FAS, Programa Bolsa Floresta. Relatório de Gestão - 2009. Disponível em: <http://www.fas.am.org.br> acessado em 01/09/10.

FLORAX, R. J. G. M.; FOLMER, H.; REY, S. J. Specification searches in spatial econometrics: The relevance of Hendry´s methodology, Regional Science and Urban Economics, vol. 33, n. 5, p. 557-79, 2003.

FONSECA, L. N.; RIBEIRO, E. P. Preservação Ambiental e crescimento Econômico no Brasil. In: VII Encontro de Economia da Região Sul. Rio Grande do Sul – Anpec Sul. 2005

GROSMAN, G.; KRUEGER, A. *A Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. National Bureau of Economics Research Working paper 3914, NBER, Cambridge, MA. 1991.

GROSSMAN, G.; KRUEGER, A. *Economic Growth and the Environment*. Quarterly Journal of Economics, Massachussetts, vol.110, n 2, p.353-377. 1995.

GUJARATI, Damodar N. Econometria Básica. Ed. Elsevier. 4° edição. Rio de Janeiro. 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Banco de dados agregados demográfico e contagem*. Brasília, 2009. Disponível em: [http://www.sidra.ibge.gov.br](http://www.inpe.br) acessado em 25 de novembro de 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira*. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.inpe.br> acessado em 25 de novembro de 2010.

KIM, C.W. ; Phipps, T.T. ; and Anselin, L. (2001). *Measuring the Benefits of Air Quality Improvement: A Spatial Hedonic Approach.* Working Paper, Sal, Agecon, Uiuc.

KELEJIAN, H. H. and PRUCHA, I. R. A Generalized moments estimator for the autoregressive parameter in a spatial model. International Economic Review, vol. 40, n. 2, 1999.

KUZNETS, S. *Economic Growth and Income Inequality*. American Economic Review. January, vol. 45, p. 1-28. 1955.

LONGHI, S. ; Nijkamp, P ; and Poot, J. *Spatial Heterogeneity and the Wage Curve Revisited.* ERSA Conference, Porto. 2004

LUCENA, A. F. P. *Estimativa de uma Curva de Kuznets Ambiental Aplicada ao Uso de Energia e suas Implicações para As Emisões de Carbono no Brasil*. 132f. Unpublished Master Thesis, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MADDISON, D. *Environmental Kuznets Curves: A spatial econometric approach*. Journal of Environmental Economics and Management, London, vol. 51, p. 218-230, 2006.

MESSNER, S.F. and Anselin L. *Spatial Analyses of Homicide with Areal data*. Working Paper, Sal, Agecon, Uiuc. 2002

MUNASINGHE, M. (1999). *Is Environmental Degradation an Inevitable Consequence of Economic Growth: Tunneling through the Environmental Kuznets Curve.* Eccological Economics 29: 89-109.

NIESWIADOMY, M.L.; McPHERSON, M. A. Análise de Convergência Espacial do PIB per capita em Minas Gerais: 1975-2003. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, Vol.1, n.1. 2007

PAES, Rômulo. *Transferência de renda e emprego formal*. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL - MDS. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/saladeimprensa/noticias/2010/julho/artigo-transferencia-de-renda-e-emprego-formal-romulo-paes>. Acessado em 19 de Novembro de 2010.

PAELINCK, J.H.P. *On aggregation in spatial econometric modelling.* Journal of Geographical Systems, 2, pp: 157-165. 2000

PANAYOTOU, T. (1993). *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at*

*Different Stages of Economic Development, Technology and Employment Programme.* International

Labour Office, Geneva.

PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P.G.; FARIA, W.R. Análise de Convergência Espacial do PIB per capita em Minas Gerais: 1975-2003. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, vol. 1, n.1, 2007.

ROCHA, Sonia. *Impactos sobre a pobreza dos Novos Programas Federais de Transferência de Renda.* ln: 32 encontro de economia 2004. João Pessoa (PB). Anais eletrônicos... João Pessoa.

SANTOS, R. B. N. *et al. Estimativa da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal*. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural-SOBER, Rio Branco, Acre, 2008.

SANTOS, Leonardo B. dos. *Trilhas da política ambiental: Conflitos, agendas e criação de unidades de conservação*. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas-SP. V.12. n° 1. 2009 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo> acesso em 17 de Out.2010.

SELDEN, T. M.; SONG, D. *Environmental Quality and Development: Is There Kuznets Curve for Air Pollutions Emissions?* Journal of Environmental Economics and Management, vol. 27, n 7, p.1151-1160. 1992.

SHAFIK, N.; BANDYOPADHYAY, S. Economic Growth and Environmental Quality: A Time Series and Cross-Country Evidence. Journal of Environmental Economics and Management, vol. 4, p. 1-24. 1992.

SIQUEIRA, Leandro de Castro. *Política ambiental para quem?*. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas-SP. V.11. n° 2. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo> acesso em 17 de Out. de 2010.

SOARES, V. Fabio et all. *Programas de transferência de renda no Brasil: Impactos sobre a desigualdade*. ln: 34 encontro de Economia 2006. Salvador (BA). Anais eletrônicos...Salvador.

SORRENTINO, Marcos *et al* .*Educação ambiental como política pública*.Revista Educação e Pesquisa.  São Paulo,  v. 31,  n. 2, ago.  2005.   Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo> Acessado em 17 de Out. de 2010.

TEXEIRA, Rudolph Fabiano A. P.; BERTELLA, M. Augusto (2010). *Curva de Kuznets Ambiental para o Estado de Mato Grosso: Modelagem Espacial*. XIII Encontro Regional de Economia – ANPEC Sul. Porto Alegre – RS.

VICENT, J.R. Testing for Environmental Kuznets Curves within a developing country. *Environmental and Development Economics*, vol.2, p.417-431, 1997.

1. Economista graduado pela – UFAM. Bolsista do programa PÓS GRADE – RH da Fundação de Amparo a Pesquisa do Amazonas - FAPEAM. Mestrando em Economia do Desenvolvimento do PPGE-PUCRS. E-mail: [neuler.almeida@acad.pucrs.br](mailto:neuler.almeida@acad.pucrs.br) [↑](#footnote-ref-1)
2. Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em nível de Mestrado da PUCRS. E-mail: [Osmar.souza@pucrs.br](mailto:Osmar.souza@pucrs.br) [↑](#footnote-ref-2)
3. Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em nível de Mestrado da PUCRS. E-mail: [Carlos.silva@pucrs.br](mailto:Carlos.silva@pucrs.br) [↑](#footnote-ref-3)
4. O programa é adequado respeitando as particularidades de cada unidade de conservação e nível organizacional dos moradores. [↑](#footnote-ref-4)
5. Ao discutir as causas do lento crescimento da economia britânica, Kaldor (1966) argumentou que duas regularidades, ou fatos estilizados, são essenciais para entender o processo de crescimento dos países. O primeiro fato ou Lei estabelece que o crescimento do setor industrial, causa o crescimento mais rápido do PIB. O segundo, conhecido também como Lei de Verdoorn em homenagem ao economista P. J. Verdoorn, propõe que o setor industrial esta sujeito a retornos crescentes de escala e que o crescimento do produto será traduzido em um crescimento mais acelerado da produtividade [↑](#footnote-ref-5)
6. *Local Indicators of Spatial Association* [↑](#footnote-ref-6)