

# PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL\*

**Larissa Nacif Fonseca**

PPGE/UFRGS e ESPM

[larissanacif@yahoo.com.br](mailto:larissanacif@yahoo.com.br)

**Eduardo Pontual Ribeiro**

PPGE/UFRGS e Pesquisador CNPq

[eribeiro@ufrgs.br](mailto:eribeiro@ufrgs.br)

## Resumo

O presente trabalho trata do suposto dilema existente entre o crescimento econômico e a qualidade do meio ambiente, conhecido na literatura como Curva Ambiental de Kuznets. Esta relação não é clara teoricamente e, do ponto de vista empírico, os resultados são contraditórios, dependendo do tipo de indicador de qualidade ambiental e variáveis empregadas. Este trabalho busca contribuir para o debate, trazendo evidências empíricas inéditas para o Brasil. Utilizando como variável dependente o percentual de áreas estaduais preservadas dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal – sistematizadas pela primeira vez na literatura –, testamos empiricamente qual a relação existente no Brasil entre crescimento econômico e preservação ambiental. Os resultados sugerem que existe uma relação positiva entre a criação de unidades de conservação estaduais e o crescimento econômico dos estados da federação.

**Palavras-Chave:** Preservação Ambiental, crescimento econômico, Curva Ambiental de Kuznetz, área protegida, unidade de conservação, dados de painel.

## Abstract

This paper deals with the potential dilemma between economic growth and environmental quality, known in the literature as Environmental Kuznets Curve. This relationship is not theoretically clear, and the empirical results are contradictory, depending on the type of environmental indicator, and on the variables used. This paper contributes to the debate offering new empirical evidences for Brazil. Using as the dependent variable the share of preserved state areas of the 26 Brazilian states and the Distrito Federal – previously unknown – we test empirically which is the existing relation between economic growth and environmental preservation in Brazil. The results suggest that there is a positive relation between the conservation units and the Brazilian states economic growth.

**Keywords:** Environmental preservation, economic growth, Environmental Kuznets Curve, protected areas, panel data.

ÁREA 5: Economia Regional e Economia Agrícola

JEL: R14, Q56

---

\*Trabalho baseado no artigo de mestrado da primeira autora apresentado junto PPGE/UFRGS. Agradecemos a Sabino Porto Jr., Patrícia Abdahlah e Maurício Serra por comentários e sugestões. Os erros remanescentes são de nossa responsabilidade.

## 1. Introdução

As questões ambientais, ano após ano, vêm tomando um lugar de destaque no rol das preocupações sociais e econômicas. Por volta dos anos 70 existia uma crença generalizada de que o crescimento econômico de uma nação seria a fonte da maioria dos problemas ambientais. Entretanto, podemos dizer que a partir dos anos 90 alguns economistas começaram a argumentar que esta visão era extremamente pessimista, na medida em que rejeita as alterações tecnológicas, educacionais, econômicas e políticas que acompanham o desenvolvimento de uma nação, e que podem amenizar os problemas ambientais. Na verdade, o que é imperativo, hoje, é que precisamos saber se, de fato, existe um *trade-off* entre crescimento e poluição, ou se podemos almejar um amadurecimento das economias sem que o meio ambiente seja por isto degradado.

GROSSMAN e KRUEGER (1991) foram os primeiros a identificar uma relação não linear entre poluição e crescimento. Em seguida, vários trabalhos sobre o tema foram escritos, e, em determinados casos, análises de regressão geraram curvas com o formato de um U invertido, que são interpretadas da seguinte forma: a poluição cresce com o produto nacional, mas a partir de algum determinado nível de renda a qualidade do meio ambiente começa a crescer juntamente com o PIB per capita. Este comportamento foi batizado de Curva Ambiental de Kuznets (*Environmental Kuznets Curve* – EKC), tendo em vista a similaridade entre esta relação e aquela observada para o caso da distribuição de renda por KUZNETS (1955).

Baseando-nos na teoria econômica, podemos explicar a relação representada pela EKC de duas maneiras. Primeiramente, podemos considerar o comportamento assumido pela curva como uma espécie de “efeito renda”, que resulta do fato do bem “qualidade do meio ambiente” ser um bem de luxo. Quando o processo de industrialização é recente em uma economia, os indivíduos estão ansiosos por emprego e renda, e não estão dispostos a trocar consumo por investimentos em proteção ambiental, o que provoca um declínio da qualidade do meio ambiente. Entretanto, quando os agentes atingem algum nível específico de renda e consumo, suas preocupações com as questões ambientais tornam-se crescentes e os indicadores de qualidade ambiental começam a melhorar.

A outra explicação, comumente encontrada na literatura, associa a EKC às distintas fases do crescimento econômico. A transição de uma economia baseada no setor agrário para o estágio industrial e, posteriormente, para o estágio pós-industrial (serviços) traz consigo um movimento na qualidade do meio ambiente. Inicialmente, o processo de industrialização resulta em degradação ambiental; contudo, quando o setor de serviços começa a preponderar esta degradação diminui, devido aos impactos relativamente reduzidos que este setor provoca no meio ambiente.

Ambas as explicações são coerentes e a veracidade de uma não anula a outra. Os efeitos podem agir conjuntamente ou não, descrevendo assim o formato que a curva pode assumir e, conseqüentemente, o caminho que a preservação ambiental segue em cada caso estudado. Entretanto, é importante notar que diferentes estágios econômicos lidam com diferentes questões ambientais – enquanto uma sociedade rural está mais preocupada com questões de manejo de recursos naturais, uma sociedade industrial está, certamente, mais envolvida com questões de poluição do ar, das águas e até poluição sonora. Desta maneira, ao se utilizar a teoria da Curva de Kuznets como subsídio para a elaboração de políticas públicas ambientais deve-se ter em mente que o meio ambiente é uma variável multidimensional.

É dentro deste contexto que se insere este trabalho. Por acreditarmos na importância da discussão sobre as questões de preservação ambiental e sua interdisciplinaridade com a Ciência Econômica, pretendemos testar empiricamente a relação existente entre crescimento econômico e qualidade ambiental no país. Ao contrário de outros trabalhos, que empregam indicadores de

poluição do ar ou das águas, empregaremos um indicador direto de qualidade ambiental, qual seja, a variável “áreas preservadas” nos estados da federação<sup>1</sup>.

Existem algumas vantagens significativas de se utilizar a variável “área protegida” como um indicador de qualidade ambiental. Em primeiro lugar, trata-se de uma variável de estoque, o que lhe confere maior representatividade no que tange à sustentabilidade ambiental. Em segundo lugar, esta variável pode ser considerada uma *proxy* para o resultado de políticas públicas e gastos ambientais, bem como para as preferências da sociedade, fatores sempre citados nos trabalhos como sendo de fundamental importância, mas nem sempre contemplados por ausência de informação. Além disso, por ser o meio ambiente uma variável multidimensional, como citamos anteriormente, achamos mais pertinente medir a qualidade ambiental de modo amplo, através de uma medida que abranja os ecossistemas como um todo.

Composto de uma introdução, três seções e uma conclusão, este trabalho apresentará primeiramente uma breve exposição dos dados coletados. Com o auxílio das instituições ambientais estaduais (secretarias e fundações), compilamos os dados referentes às unidades de conservação estaduais de todos os estados da federação brasileira, trabalho este que consideramos nossa maior contribuição, visto que uma exaustiva pesquisa acabou por nos mostrar que esta compilação não existia em nenhum órgão, seja público ou privado. Na segunda seção apresentaremos uma breve revisão da literatura existente sobre a Curva Ambiental de Kuznets. A intenção desta seção é apresentar ao leitor como a discussão acerca do tema é tratada por pesquisadores de todo o mundo, e evidenciar a relação existente entre preservação ambiental e crescimento econômico. A elaboração deste panorama automaticamente expõe a teoria e apresenta alguns resultados empíricos. Na terceira seção demonstraremos a metodologia que será utilizada para testar empiricamente se de fato existe no Brasil alguma relação entre a evolução da renda per capita e a qualidade ambiental, e também apresentaremos os resultados das estimações. Finalmente, de posse destes, concluiremos o trabalho.

## 2. Unidades de conservação estaduais no Brasil

As áreas protegidas são definidas legalmente pelo termo “unidades de conservação” (uc’s). Segundo a lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, uma unidade de conservação é “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”. Existem atualmente doze categorias de unidades de conservação, segundo definições do Instituto Brasileiro de Proteção ao Meio Ambiente – IBAMA, que podem ser agrupadas de acordo com sua dominialidade (domínio público e privado) e de acordo com o tipo de manejo (uso sustentável e proteção integral)<sup>2</sup>.

O IBAMA é responsável por 236 unidades de conservação federais, o que abrange um total de 53.217.332,87 hectares, ou 6,23% do território brasileiro<sup>3</sup>. Entretanto, neste trabalho, optamos por utilizar as informações referentes às unidades de conservação estaduais, ou seja, aquelas que

---

<sup>1</sup> A análise estadual foi motivada pela grande heterogeneidade econômica e ambiental das unidades da federação no país. Ao mesmo tempo, o presente estudo foca a ação de governos subnacionais tentando com isso identificar melhor as preferências das sociedades locais quanto à preservação ambiental dentro de sua região.

<sup>2</sup> Para maior detalhamento, ver [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br).

<sup>3</sup> Percentual calculado com base somente na área continental do território brasileiro.

estão sob responsabilidade dos órgãos estaduais de meio ambiente<sup>4</sup>. Como está implícito em nosso trabalho um modelo de escolha da sociedade, e estamos analisando a renda per capita estadual, parece-nos mais coerente assumir que os cidadãos de uma unidade da federação apenas influem diretamente sobre as decisões propriamente estaduais<sup>5</sup>.

Com o auxílio das instituições ambientais estaduais, Secretarias e Fundações, compilamos os dados referentes às Unidades de Conservação estaduais de todos os estados da federação brasileira<sup>6</sup>. Este esforço compreende uma contribuição à literatura, visto que uma exaustiva pesquisa acabou por nos mostrar que esta compilação não existia em nenhum órgão, seja público ou privado.

Pela visualização dos mapas do painel em estoque (Apêndice I), fica claro que no Brasil a preocupação governamental em se preservar áreas ambientais relevantes é um fenômeno recente. No mapa referente ao ano de 1985, somente o estado de São Paulo apresenta percentual maior que 2% (2,78%), enquanto todos os outros estados da federação encontram-se situados no intervalo entre 0 e 2% (exclusive).

Cinco anos depois, em 1990, a situação não havia se alterado substancialmente. Com exceção do Distrito Federal, que já apresentava uma área preservada de 16,97% de seu território, apenas dois estados – Amazonas e São Paulo – possuíam percentual de área preservada entre 2 e 4% (exclusive), e dois estados – Pará e Rondônia – entre 4 e 6% (exclusive).

Em 1995, as mudanças em relação à verificação anterior são as seguintes: o estado do Maranhão desponta no mapa já com um percentual bastante elevado de área preservada para os padrões brasileiros (20,8%); Rondônia passa de 4,61% em 1990 para 8,41% em 1995; o estado do Paraná eleva seu percentual de área preservada (0,52% em 1985, 0,54% em 1990 e 5,64% em 1995); Sergipe avança para o patamar entre 8 e 10% (exclusive); e, finalmente, Distrito Federal, Pará, Amazonas e São Paulo se mantêm no mesmo patamar anterior.

Em 2000, registramos evoluções em relação ao ano de 1995 nos estados do Amazonas, Amapá, Ceará, Alagoas, Tocantins, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Rio de Janeiro e Bahia. Já os estados do Pará, Rondônia, Sergipe, Maranhão, Paraná, São Paulo encontram-se nos mesmos patamares anteriores, e, finalmente, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Roraima, Acre, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco mantêm-se exatamente no mesmo patamar registrado em 1985, ou seja, possuem ainda menos de 2% de seu território preservado sob jurisdição estadual.

Esta análise puramente descritiva dos dados nos leva a crer que os níveis de preservação do meio ambiente entre os estados são bastante diferenciados. Além disso, à princípio, não parece haver uma relação direta entre renda e qualidade ambiental – embora São Paulo e Distrito Federal (ambas unidades de renda per capita elevada) apresentem um alto nível de preservação, estados como Maranhão e Ceará (renda per capita baixa) também apresentam uma relação significativa entre área territorial e área preservada.

### **3. Uma visão da literatura sobre a Curva Ambiental de Kuznets**

---

<sup>4</sup> A relação completa dos dados (nomes das unidades de conservação, datas de criação e legislação), bem como de suas fontes, encontra-se à disposição com os autores.

<sup>5</sup> Além disso, no caso das áreas preservadas sob jurisdição federal, muitas delas abrangem duas ou mais unidades da federação, não respeitando os limites geopolíticos brasileiros. Como nossa análise empírica utiliza informações que estão agrupadas por estados, era imperativo, por motivos óbvios, que os dados das áreas das unidades de conservação seguissem a mesma linha.

<sup>6</sup> Unidades de conservação estaduais criadas até julho de 2003.

A farta literatura hoje encontrada sobre a Curva Ambiental de Kuznets tem sua origem nos trabalhos de GROSSMAN e KRUEGER (1991), do WORLD BANK (1992), e SHAFIK e BANDYOPADHYAY (1992), que apresentam evidências empíricas de que alguns indicadores de poluição tendem a seguir um caminho de U invertido na medida em que a renda per capita aumenta. Segundo tais estudos, países em desenvolvimento tendem a degradar seu meio ambiente na medida em que crescem economicamente, e esta degradação atinge um ápice, quando começa um movimento de queda simultâneo ao acúmulo de riquezas. E é por conta destes resultados que a relação entre poluição e crescimento tem sido, desde então, denominada Curva Ambiental de Kuznets, devido à analogia desta com a relação apontada por KUZNETS (1955) entre desigualdade de renda e crescimento econômico.

A partir destes estudos, a relação entre a renda e os níveis de poluição tornou-se um fato estilizado na literatura econômica, e vários trabalhos foram gerados apoiando-se sobre tais resultados. Os trabalhos disponíveis sobre o tema se dividem basicamente entre aqueles que estudam os determinantes teóricos da EKC, e os que apresentam alguma evidência empírica. BORGHESI (1999) e STERN (1998) apresentam em seus trabalhos uma lista extensa destas obras que se dedicaram a estudar a relação existente entre meio ambiente e desenvolvimento econômico.

O braço empírico apresenta as mais diversas possibilidades de pesquisa. Variam os indicadores de degradação ambiental, as especificações dos modelos e suas formas funcionais, as técnicas econométricas, os países envolvidos e o período de tempo analisado. Alguns trabalhos confirmam a EKC, enquanto outros criticam a alta sensibilidade dos resultados às formas funcionais e especificações dos modelos<sup>7</sup>. Já o braço teórico apresenta desde modelos estáticos simples até complexos modelos dinâmicos de gerações superpostas<sup>8</sup>.

Nesta seção pretendemos apresentar os principais trabalhos produzidos nesta área, dando maior ênfase às versões econométricas. Nosso objetivo é possibilitar ao leitor uma visão geral do quem tem sido dito a respeito do tema, de como os estudos têm evoluído, e de quais tem sido as principais conclusões. Começamos apresentando, primeiramente, o trabalho pioneiro de GROSSMAN e KRUEGER (1991), e, em seguida, com um nível de detalhamento ligeiramente maior, apresentamos SHAFIK e BANDYOPADHYAY (1992) e GROSSMAN e KRUEGER (1995). Em seguida, enquanto apresentamos outras tantas contribuições dadas ao tema pelos mais diversos pesquisadores, vamos expondo as hipóteses teóricas que cercam a Curva Ambiental de Kuznets.

GROSSMAN e KRUEGER (1991) foram os primeiros a analisar empiricamente a relação entre meio ambiente e crescimento econômico. Utilizando uma amostra *cross-country* de três medidas de degradação do ar, os resultados apontam um U invertido para os níveis de dióxido de enxofre e fumaça (concentração de “partículas escuras” suspensas – *dark matter suspended*)<sup>9</sup>, enquanto para o montante de partículas suspensas (*mass of suspended particles*) em um dado volume de ar a relação apresenta tendência monotonicamente decrescente em relação à renda.

SHAFIK e BANDYOPADHYAY (1992)<sup>10</sup> utilizam dez indicadores de qualidade ambiental ao testar a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets para 149 países no período de 1960 a 1990. Os indicadores são os seguintes: ausência de água tratada, ausência de saneamento básico, níveis ambientais de partículas suspensas (*ambient levels of suspended particulate matter* – SPM), níveis de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), mudanças na área florestal entre 1961-86, taxa anual de desmatamento

---

<sup>7</sup> Para uma análise mais precisa deste tipo de crítica ver Harbaugh et al. (2000).

<sup>8</sup> Ver John e Pecchenino (1994).

<sup>9</sup> Pode-se dizer que nascem aí os numerosos trabalhos que posteriormente tentariam encontrar evidências empíricas semelhantes para outros indicadores de poluição.

<sup>10</sup> Exatamente o mesmo trabalho e os mesmos resultados são apresentados em SHAFIK (1994).

entre 1962-86, oxigênio dissolvido nos rios, coliformes fecais nos rios, lixo municipal per capita e emissões de gás carbônico per capita<sup>11</sup>.

Apesar do foco do trabalho ser a relação entre o meio ambiente e a renda per capita, os autores não consideram esta última como o único fator importante na determinação da qualidade ambiental de uma localidade. Eles consideram também características tais como o clima e a localização, a tecnologia disponível e ainda o escopo das políticas públicas, visto que estas refletem as decisões sociais a respeito da provisão de bens ambientais.

Foram testados três modelos em painel<sup>12</sup> – log linear, quadrático e cúbico – com o objetivo de explorar a forma da relação entre a renda e cada um dos indicadores ambientais. E de acordo com suas crenças sobre o que pode influenciar a qualidade do meio ambiente, os autores regrediram os indicadores ambientais contra a renda per capita, uma variável de tendência temporal para refletir as evoluções da tecnologia e um termo de efeito fixo para os fatores específicos de cada localidade<sup>13</sup>.

Obviamente, com indicadores tão distintos, os resultados variam bastante. Para as variáveis déficit na provisão de água potável e déficit na provisão de saneamento básico os autores obtêm uma relação negativa com a renda ao longo do tempo. As medidas relacionadas a desmatamento demonstram não ter relação alguma com a variável renda, enquanto a qualidade das águas tende a piorar com o aumento da renda. Para os dois indicadores de poluição do ar, os autores encontram resultados que confirmam a EKC, e, finalmente, para a geração de lixo per capita por município e para a emissão de carbono per capita observam uma relação altamente positiva com a variável renda.

Interessante ressaltar que SHAFIK e BANDYOPADHYAY (1992) concluem que as formas funcionais que mais se ajustam a cada indicador podem ser consideradas um reflexo dos custos e benefícios relativos a eles associados. Para o caso da água tratada e do saneamento básico, por exemplo, por conta de seus custos relativamente baixos e dos altos benefícios individuais e sociais que trazem, são problemas ambientais que são resolvidos a níveis relativamente baixos de renda. E neste caso, a forma funcional que melhor se ajusta às variáveis é a forma linear.

De acordo com os autores, em se tratando de poluição do ar, que gera externalidades locais e custa relativamente pouco para ser evitada, as localidades começam a se preocupar quando atingem níveis médios de renda, e o resultado é um melhor ajuste da forma quadrática. Já para os problemas que podem ser isolados, como é o caso do lixo, ou que geram externalidades globais, como é o caso das emissões de carbono, os incentivos para evitá-los são pequenos e eles tendem então a crescer juntamente com a renda, o que de novo resulta em melhor ajuste da forma linear, mas com sinal positivo.

Diferentemente de SHAFIK e BANDYOPADHYAY (1992), GROSSMAN e KRUEGER (1995) utilizam apenas quatro tipos de indicadores. Cientes de que o termo “qualidade ambiental” é demasiadamente abrangente, e de que nossas vidas são afetadas por diversas dimensões do meio ambiente (o ar que respiramos, a água que bebemos, as temperaturas globais, a diversidade de

---

<sup>11</sup> Conforme o próprio autor comenta, a escolha destas variáveis foi fortemente determinada pela disponibilidade dos dados. Este problema é válido para a maioria dos trabalhos, inclusive o nosso.

<sup>12</sup> O uso de dados de painel foi um avanço, ao controlar especificidades regionais não observadas que podem influenciar os resultados.

<sup>13</sup> Para levar em consideração dotações específicas de cada localidade, tais como clima ou localização dos medidores de poluição, por exemplo, os autores incluíram em sua equação efeitos fixos, que permitem que cada país tenha seu próprio intercepto na regressão estimada. Para contemplar fatores exógenos que podem afetar diretamente o nível de qualidade ambiental, como a tecnologia disponível, os autores incluíram na equação de regressão um termo de tendência temporal, que foi utilizado como *proxy* para o efeito supracitado. E finalmente, no caso das políticas públicas, por conta da dificuldade em medir seus impactos diretos e também pela escassez de dados, os autores mencionam sua importância, mas restringem-se apenas a inferir possíveis relações entre as mesmas e os níveis de renda per capita observados.

espécies que garante o equilíbrio do ecossistema etc), os autores buscam promover um estudo mais abrangente, incluindo assim em sua análise dados sobre poluição do ar nas áreas urbanas, estado do regime de oxigênio nas bacias hidrográficas, contaminação das bacias por coliformes fecais e por metais pesados.

Os resultados de regressões com polinômios de 3ª ordem na renda sugerem que não há evidências de que o crescimento econômico esteja necessariamente relacionado a maiores danos ambientais. Pelo contrário, eles mostram que enquanto o crescimento econômico pode estar associado a uma queda na qualidade dos indicadores ambientais em países muito pobres, em países de maior renda tais indicadores passam a se beneficiar do desenvolvimento econômico uma vez que a economia atinge um determinado nível de renda (os chamados *turning points*).

Entretanto, apesar de seus resultados indicarem não haver relação direta entre crescimento econômico e deterioração ambiental para todos os países (leia-se, para todos os níveis de renda per capita), os autores enfatizam que deve-se tomar cuidado no que tange à interpretação deste fato. Não há razão para que se acredite que o processo de melhoria dos indicadores ambientais seja algo automático, ou seja, que ocorre naturalmente à medida que as nações se tornam mais ricas.

Na verdade, alguns fatores básicos estariam por trás desta relação. Em primeiro lugar, sabe-se que ocorre uma certa substituição de tecnologias quando há crescimento econômico – os países substituem métodos antigos e poluidores por tecnologias novas e mais “limpas”. Além disto, políticas ambientais se tornam mais freqüentes à medida que as sociedades se tornam mais prósperas, visto que os cidadãos passam a demandar das instituições públicas leis e padrões mais rígidos no que tange à preservação do meio ambiente. E finalmente, um fator que não pode jamais ser desconsiderado, principalmente pelos países em desenvolvimento, é que sempre que há incremento na renda há também mudanças na pauta de importações. O crescimento econômico faz com que os países parem de produzir bens cuja produção é altamente poluidora e estes passam a importá-los de países que apresentam leis ambientais menos restritivas.

Em consonância com estes argumentos, BOUSQUET e FAVARD (2000) afirmam que o que suporta teoricamente a EKC são as escolhas tecnológicas e as preferências quanto à qualidade ambiental. Para eles, o formato de U invertido da relação entre poluição e crescimento econômico reflete basicamente três efeitos sobre o meio ambiente, a saber, efeitos de escala, composição e técnicos.

Em primeiro lugar, o crescimento econômico exhibe efeitos de escalas na medida em que um aumento na atividade econômica gera maior poluição. Tudo o mais constante, um aumento do nível de atividade econômica por unidade de área leva a maiores índices de degradação ambiental, pois os recursos naturais são mais utilizados e a geração de elementos poluentes é maior<sup>14</sup>. Em segundo lugar, este mesmo crescimento induz mudanças estruturais na economia, ao que chamamos de efeito composição. O que ocorre é que quando uma economia amadurece e atinge um estágio pós-industrial, o setor de serviços passa a responder por grande parte do Produto Interno Bruto, o que acaba tendo um impacto positivo sobre o meio ambiente. E finalmente, o efeito técnico diz respeito ao progresso tecnológico que acompanha o crescimento econômico e traz consigo tecnologias menos poluidoras.

Também PANAYOTOU (1997) ressalta que existem diferentes canais pelos quais o crescimento econômico, via renda, pode influenciar na qualidade do meio ambiente. Sua abordagem é bastante interessante, pois além de citar os efeitos escala e composição, tão explorados na grande maioria dos trabalhos relacionados a este tema, ele associa à redução da poluição movimentos de demanda e oferta, ao que denomina os efeitos “puros” da variável renda.

---

<sup>14</sup> Como bem lembram Grossman e Krueger (1991), o crescimento econômico traz consigo também um maior fluxo de negócios entre nações, o que significa aumento dos serviços de transportes e, conseqüentemente, maior poluição (supondo meios de transportes poluidores).

Do lado da demanda, aos níveis mais baixos de renda, as pessoas estão mais preocupadas com a satisfação de suas necessidades básicas, quais sejam, alimentação, vestuário e moradia. Já aos níveis de renda mais altos, as pessoas começam a demandar uma maior qualidade ambiental, que vem ao encontro de sua situação de prosperidade material. Do lado da oferta, baixas rendas indicam que uma localidade, seja um país ou um município, não tem condições de investir em preservação ambiental, mesmo que a demanda existisse. Mas o importante é que o crescimento econômico não somente gera demanda por maior qualidade do meio ambiente, mas também gera recursos para suprir tal demanda. Se a localidade é mais próspera, pode investir mais em infra-estrutura ambiental, em instituições reguladoras e em novas tecnologias.

Outra contribuição do artigo de PANAYOTOU (1997) é inserir na literatura uma questão pouco explorada, mas bastante pertinente – será somente o *nível* de renda a única variável que realmente importa na determinação dos níveis de poluição, ou será que a *velocidade* com a qual cada nível de renda é alcançado também tem seu peso nesta determinação?

A grande maioria dos trabalhos sobre a EKC assume que cada nível de renda resulta em um determinado nível de qualidade ambiental, independentemente da velocidade com a qual é atingido. Entretanto, parece lógico que um rápido crescimento econômico pode resultar em níveis piores de qualidade ambiental se o fluxo de emissões de poluentes ou a taxa de degradação ambiental exceder à taxa à qual o meio ambiente assimila tais agressões. Isto só não ocorre se houver um grande empenho por parte da sociedade em reduzir os efeitos perversos do crescimento acelerado.

Contudo, não há certezas neste campo – tal crescimento acelerado não leva os agentes, necessariamente, a empenhar maiores esforços no combate à poluição. E isto por um motivo muito simples, qual seja, mudanças ambientais e sociais não acontecem com a mesma velocidade. As mudanças sociais, que incluem alterações nas preferências dos agentes e nas normas de conduta, tendem a ocorrer em ritmo bem menos acelerado do que as mudanças econômicas e seus resultados em termos de qualidade ambiental. Aliás, segundo PANAYOTOU (1997), esta seria também uma outra maneira de explicar o formato de U invertido da EKC – a existência de um *gap* entre as taxas de mudanças sociais e econômicas faz com que as primeiras estejam sempre atrás das últimas e, quanto mais rápido a economia “avança”, maior tende a ser o *gap* entre as duas<sup>15</sup>.

HETTIGE et. al. (1997) em seu artigo decompõem a poluição industrial total em quatro de seus determinantes, quais sejam, produto nacional, parcela da indústria no produto nacional, parcela dos setores poluidores no produto industrial, e intensidade de poluição (fumaça) advinda das chaminés das fábricas (*end of pipe pollutions intensities*) nos setores poluidores. Como os autores acreditam que o declínio da poluição assumido pela EKC aos níveis mais altos de renda ocorrem geralmente em decorrência de alguma variação nos últimos três fatores, eles investigam tais mudanças.

Primeiramente, estimam os efeitos do crescimento econômico na parcela industrial do produto total e na composição setorial da atividade industrial. Em seguida, utilizam dados de poluição das águas de doze países, entre eles o Brasil, para investigar os efeitos da renda per capita, do poder regulatório e dos preços relativos dos insumos na intensidade de poluição relativa ao produto (poluição/produto). A trajetória de U invertido da curva de Kuznets só é encontrada para a parcela industrial do produto total. Para a composição setorial o caminho se torna mais “limpo” até um nível médio de renda e depois se estabiliza. E finalmente, para the end-of-pipe, a poluição declina fortemente com a renda.

De posse dos resultados, os autores passam então para uma simulação do efeito total do crescimento econômico na poluição das águas. Mas como cada um dos três fatores têm relações muito diferentes com a renda, o resultado é um caminho assintótico, e não uma parábola – a

---

<sup>15</sup> O resultado da estimação de PANAYOTOU (1997) encontra-se no Quadro II do Apêndice I.

degradação ambiental aumenta até que os países atinjam níveis médios de renda e depois permanece aproximadamente constante na medida em que se tornam mais ricos.

MOOMAW e UNRUH (1998) mapeiam emissões de CO<sub>2</sub> per capita versus Produto Interno Bruto per capita para uma série considerável de países ao longo do tempo, e através desta análise os dividem em três tipos. Os países para os quais dão o nome de “países do tipo 1” (que são, na verdade, um subgrupo de membros da OCDE) apresentam o comportamento típico esperado pela teoria da Curva Ambiental de Kuznets, dado que a relação CO<sub>2</sub>/PIB apresenta inicialmente uma correlação positiva e após um determinado nível de renda passa a apresentar uma correlação negativa. O grupo de “países do tipo 2”, formado pelas antigas economias planificadas e por algumas nações em desenvolvimento, demonstra uma relação puramente positiva entre as duas variáveis. E, finalmente, os “países do tipo 3” (países em desenvolvimento que não apresentaram, para o período de tempo em análise, crescimento consistente de seus produtos agregados) apresentam um movimento aleatório, sem nenhuma relação consistente entre as variáveis.

O enfoque do trabalho são os “países do tipo 1”, e após análise econométrica os autores concluem que: i/a relação esperada de U invertido realmente se verifica para os países do tipo 1; ii/ conclusões de trabalhos anteriores de que a inflexão das curvas se daria somente em níveis relativamente mais altos de renda estão equivocadas; iii/ a transição da relação positiva entre as variáveis para a relação negativa não parece estar correlacionada com algum nível específico de renda, mas sim a um ponto específico no tempo, aparentemente em resposta a algum choque exógeno nestas economias; iv/ os países do grupo estudado parecem passar pela transição simultaneamente; v/ muito da relação de U invertido e a presença do polinômio de terceira ordem devem ser atribuídos ao ajuste da curva polinomial e não a relações estruturais do modelo; vi/ os modelos não apóiam a renda como um fator decisivo para a transição entre a relação positiva e a relação negativa.

TORRAS e BOYCE (1998) e BOUSQUET e FAVARD (2000) propõem inserir a variável desigualdade de renda em suas análises. Os primeiros utilizam tal variável como regressora, mas sua influência não é significativa estatisticamente. BOUSQUET e FAVARD (2000) argumentam que mesmo que as condições que asseguram a existência da EKC estejam presentes (ou seja, quando a renda atinge um determinado nível a poluição começa a diminuir), pode ser que o formato do U invertido não se mantenha caso sejam consideradas mudanças na desigualdade de renda além das mudanças na renda média. Eles demonstram (teoricamente) que neste caso a EKC assume o formato de dois U's invertidos, como dois “montes”. Através de simulações de um modelo de provisão de qualidade ambiental no qual a variável desigualdade de renda é inserida, os autores chegam à conclusão de que esta última tem seu impacto reduzido para níveis crescentes de preservação do meio ambiente.

Um outro teste empírico pode ser verificado em HARBAUGH et. al. (2000). O foco do artigo é analisar se existe evidência empírica suficiente para concluir que os níveis de poluição decrescem com o crescimento econômico para apenas três tipos de poluentes do ar – dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), fumaça e partículas suspensas (*total suspended particulates* – TSP). Os autores afirmam que o formato de U invertido não é um resultado robusto, pois os chamados *turning points* mudam ou mesmo desaparecem quando ocorrem pequenas variações nos dados e/ou na forma funcional da equação.

ECHEVARRIA e HO (2000) concentram sua análise empírica em apenas um indicador, qual seja, emissões totais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)<sup>16</sup>. Neste trabalho, os autores tentam explicar a tese da EKC através da decomposição da relação entre poluição (ou degradação ambiental) e renda em dois fatores, quais sejam, o já discutido “fator escala” e o “fator qualidade ambiental”<sup>17</sup>. A

<sup>16</sup> Segundo os autores, esta foi a única medida de emissões disponível para uma amostra significativa de países.

<sup>17</sup> O fator escala seria o responsável pela parte ascendente da curva, por supor que a produção de manufaturas cresce na medida em que a renda per capita aumenta. Já o “fator qualidade ambiental” trata a variável meio ambiente

hipótese da EKC é testada utilizando-se emissões de dióxido de carbono por unidade de produto (ora manufatura, ora indústria)<sup>18</sup>. A grande conclusão deste trabalho é que, a qualquer “intervalo” de renda, quanto mais recursos financeiros possuem os agentes, maior sua propensão em investir em um meio ambiente mais limpo, pois, apesar dos autores terem encontrado elasticidades-renda das emissões por unidade de produto bem pequenas, elas são maiores para o sub-grupo dos países da OCDE.

Diferentemente da grande maioria dos trabalhos feitos nesta área, que se concentram em algum poluente específico ou em um grupo deles, BIMONTE (2001) inova, utilizando outra medida de qualidade ambiental. Ele utiliza em seu trabalho a variável “percentual de áreas protegidas” para um grupo de países desenvolvidos (europeus somente). Uma das vantagens desta medida é que ela possibilita um teste que vai além do efeito composição, existente na perda de importância relativa dos setores agrícola e industrial no PIB durante o processo de desenvolvimento.

As variáveis explicativas são a renda per capita, o índice de Gini (utilizado como uma *proxy* para a participação dos cidadãos na renda da sociedade), e o número de jornais por cada grupo de mil pessoas vendido anualmente em cada país (utilizado como uma *proxy* do acesso à informação). Estas duas últimas variáveis cumprem para o autor o papel de representar a força da participação social no processo de desenvolvimento sustentado.

Através de alguns exercícios econométricos, o autor demonstra que a distribuição de renda e o acesso à informação determinam o nível mínimo de preservação do meio ambiente que um país está disposto a aceitar para conviver com as externalidades negativas que o crescimento econômico pode gerar. Desta forma, Bimonte faz questão de enfatizar o que ele considera seu principal resultado – durante o processo de crescimento econômico das nações, o papel da participação social é fundamental para definir qual será o caminho seguido em termos de qualidade ambiental. Segundo este autor, a única forma de assegurar a sustentabilidade do desenvolvimento é incrementar o nível de envolvimento da sociedade com as questões ambientais, e concomitantemente, mudar a percepção dos agentes quanto ao bem “meio ambiente”, que, em sua visão, deveria deixar de ser considerado um bem de luxo, como é usualmente percebido.

A revisão de literatura sobre a Curva Ambiental de Kuznets deixa claro que não há uma conclusão definitiva sobre o tema. Dependendo do tipo de poluente, da forma funcional utilizada no teste empírico, e até mesmo da amostra utilizada, a relação entre crescimento econômico e poluição ambiental assume um resultado diferente. Muitas vezes, até mesmo para um único tipo específico de poluente, os resultados são bastante diversos, como podemos ver no Quadro II (Apêndice I).

Além disto, alguns autores chamam atenção para o fato de que as mesmas conclusões equivocadas que eventualmente possam ter sido extraídas da Curva de Kuznets original podem ser extraídas também da variante ambiental. Se por algum tempo se acreditou que o crescimento econômico levaria inexoravelmente a uma distribuição de renda mais igualitária (o que na prática não ocorreu para todos os países), alguns formuladores de políticas têm interpretado a EKC como uma relação direta entre crescimento econômico e preservação ambiental.

Entretanto, esta interpretação é ingênua e pode levar a decisões de políticas públicas equivocadas, pois não há razão para acreditarmos que a relação entre crescimento da renda per capita e qualidade ambiental seja automática<sup>19</sup>. Na verdade, esta relação não é e não pode ser

---

“limpo” como um bem normal (ou seja, seu “consumo” aumenta na medida em que a renda aumenta), e isto justificaria a parte descendente da curva.

<sup>18</sup> A distinção feita pelos autores é a seguinte: em “manufaturas” estão as indústrias de vestuário, têxtil, alimentos, bebidas, equipamentos de transporte e maquinaria, química entre outras. Já o grupo chamado “indústria” é mais abrangente, compreendendo a própria manufatura, construção civil, transportes, mineração, fornecimento de água, gás e eletricidade.

<sup>19</sup> Na verdade, como adverte BIMONTE (2001), esta crença pode levar a uma espécie de “armadilha ambiental”, que funciona como um círculo vicioso: se um crescimento econômico acelerado pode levar a uma deterioração

encarada como automática porque existem outras variáveis além da renda que influem nas questões de preservação ambiental. É claro que o nível de renda influencia nas escolhas dos cidadãos com relação a “bens” ambientais, mas para que o crescimento econômico possa ser sustentável, uma série de outras variáveis tem que ser levadas em consideração, tais como o desenvolvimento de tecnologias mais “limpas”, a construção de um arcabouço legal ambiental coerente e instituições ambientais sólidas, mercados bem estruturados, e ainda a promoção de educação ambiental e disseminação da informação, para que haja maior participação social.

#### 4. Modelo empírico

O objetivo do presente estudo é analisar empiricamente a relação entre preservação ambiental e crescimento econômico no Brasil, supondo implicitamente um modelo básico de demanda por proteção ambiental, onde o nível de renda e as preferências são determinantes dessa.

A inspiração para tal modelo vem de BIMONTE (2001). A grande maioria dos estudos feitos nesta área utiliza como variável dependente as mais diversas possibilidades de indicadores de poluição do ar ou das águas, como pôde ser visto no Seção 2, em que apresentamos uma pequena revisão da literatura. Entretanto, neste trabalho optamos por utilizar uma abordagem diferente, apresentando como variável dependente o percentual de área protegida dos estados da federação.

Existem algumas vantagens significativas de se utilizar a variável “área protegida” como indicadora de qualidade ambiental. Em primeiro lugar, trata-se de uma variável de estoque, o que lhe confere maior representatividade no que tange à sustentabilidade ambiental. Além disto, esta variável pode ser considerada uma *proxy* para o arcabouço de políticas públicas e gastos ambientais, bem como para as preferências da sociedade<sup>20</sup>, fatores sempre citados nos trabalhos como sendo de fundamental importância, mas nem sempre contemplados por ausência de informação. Finalmente, por ser o meio ambiente uma variável multidimensional, pode ser mais interessante medir a qualidade ambiental de modo amplo, através de uma medida que abranja todo o ecossistema.

Cabe ressaltar que BIMONTE (2001) utiliza a metodologia de regressões *cross-section*, enquanto neste trabalho utilizaremos dados de painel. A vantagem de se aplicar a metodologia de dados de painel reside no fato de que ela permite ao pesquisador modelar diferenças no comportamento entre os agentes analisados, sejam indivíduos, países ou estados, como é o nosso caso. E como as diferenças entre as 27 unidades da federação brasileira são enormes, tanto fisicamente quanto do ponto de vista econômico e cultural, esperamos poder capturar a heterogeneidade existente.

Supondo uma equação de demanda por proteção, estimaremos, primeiramente, dois modelos básicos, descritos abaixo. A diferença entre as duas equações está na presença, em (3.1), da variável “logaritmo da renda per capita” na forma cúbica.

$$APc_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 (\log Y_{it})^2 + \beta_3 (\log Y_{it})^3 + \beta_4 VBN_{it} + \beta_5 \log EM_{it} + \beta_6 G_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

---

ambiental, esta última por sua vez pode retardar o processo de crescimento; e se uma economia pobre destrói seus recursos, também é verdade que um meio ambiente poluído gera mais pobreza.

<sup>20</sup> As áreas protegidas requerem verba pública para serem administradas, e, desta forma, a variável em análise cumpre bem o papel de *proxy* para os dispêndios ambientais. Além disso, os recursos públicos são finitos, e quanto mais se gasta com meio ambiente, menos se reverte para outros fins, o que torna essa variável uma boa *proxy* também para as preferências da sociedade.

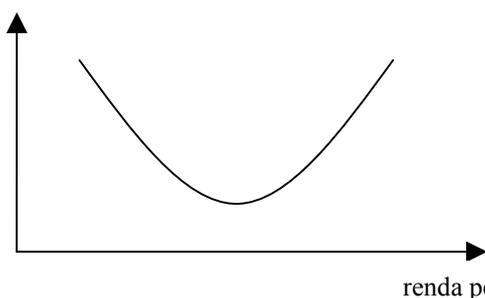
$$AP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 (\log Y_{it})^2 + \beta_3 VBN_{it} + \beta_4 \log EM_{it} + \beta_5 G_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (3.2)$$

onde,  $i = 1, \dots, 27$  (26 estados brasileiros e o Distrito Federal);  $t = 1985, 90, 95$  e  $2000$ ;  $AP_{it}$  = Percentual da área do estado em questão que é considerado área (estadual) protegida;  $Y_{it}$  = Renda per capita;  $VBN_{it}$  = Somatório dos percentuais de votos brancos e nulos em eleições para governador;  $EM_{it}$  = Escolaridade média;  $G_{it}$  = Índice de Gini;  $u_i$  = Efeito não observado específico de cada unidade da federação;  $\varepsilon_{it}$  = Distúrbio aleatório.

As áreas protegidas são definidas legalmente, no Brasil, pelo termo unidades de conservação, e, neste trabalho, conforme já foi explicitado no Seção 1, utilizaremos os dados das unidades de conservação estaduais, ou seja, aquelas que estão sob responsabilidade dos órgãos estaduais de meio ambiente. A renda per capita que utilizaremos está expressa em reais de 2000, e foi deflacionada pelo deflator implícito do produto interno bruto. O sinal esperado para tal variável é positivo, já que supomos que a demanda por preservação ambiental aumenta juntamente com a renda. Os votos brancos e nulos figuram em nossa equação como uma *proxy* para a participação social, pois seriam um indicador do nível de envolvimento da sociedade no processo político. Aqui o sinal esperado é negativo, ou seja, quanto maior o índice de votos brancos e nulos, menor o envolvimento dos agentes neste processo e, conseqüentemente, menor a pressão (ou capacidade de pressão organizada) por qualidade ambiental. A escolaridade média é nossa *proxy* para o nível de informação dos agentes, supondo-se que quanto mais anos de escolaridade, maior a capacidade de discernimento e interesse pelas questões sociais; logo, a expectativa é de um sinal positivo. Finalmente, o índice de Gini é utilizado como *proxy* para a participação das pessoas na renda total, apostando-se na crença de que menores diferenças de rendas (dada uma renda média constante), conferem aos cidadãos maior poder de pressão política, e levam-nos a demandar caminhos de crescimento mais sustentáveis<sup>21</sup>. Aqui, o sinal esperado é negativo, visto que quanto maior o índice, maior a desigualdade de renda e, portanto, menor a demanda por qualidade ambiental<sup>22</sup>.

A estimação de dois modelos distintos se justifica pelo seguinte fato: a Curva Ambiental de Kuznets, como já citado, possui o formato de um U invertido. Mas em nosso caso, por trabalharmos com uma medida direta de qualidade ambiental, a EKC passa a ter a forma de um U.

% área preservada (p)



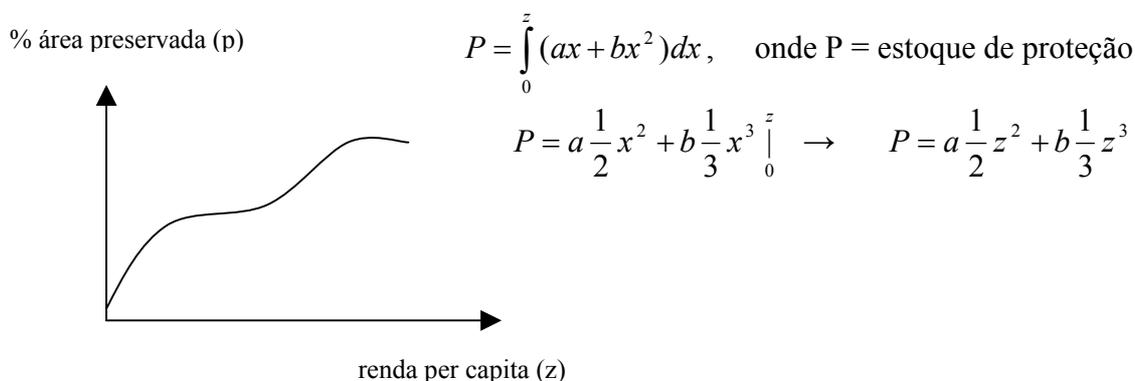
$$p = ax + bx^2$$

$$\text{onde: } a < 0 \text{ e } b > 0$$

<sup>21</sup> Ver também a aplicação do índice de Gini em Torras e Boyce (1998).

<sup>22</sup> Sobre as variáveis independentes: i) a variável “renda per capita”, extraída do Ipeadata, está expressa em R\$ mil de 2000, e foi deflacionada pelo deflator implícito do Produto Interno Bruto; ii) os dados da variável “votos brancos e nulos” foram extraídos de Nicolau (1998) e correspondem ao somatório dos percentuais de brancos e nulos das eleições para governador. Para o ano de 85, os dados são referentes às eleições de 1986, para o ano de 1990 eleições do próprio ano (1º turno), para 1995 dados das eleições de 94 (1º turno) e, finalmente, para o ano de 2000, utilizamos uma média simples dos dados referentes às eleições de 98 e 2002; iii) a variável “escolaridade média” foi extraída de Porto Jr. (2002), e diz respeito ao número médio de anos na escola; iv) no caso do índice de Gini, o IBGE nos forneceu a variável para os anos 90 (extraído do Censo de 91) e 99 (extraído do Censo de 2000). Para 85 e 95 fizemos uma interpolação com os dados disponíveis.

Entretanto, como nossa variável dependente é uma variável de estoque, para conseguirmos uma estimativa do estoque de proteção, é preciso integrar a equação quadrática, o que nos leva a um polinômio cúbico, de curva positivamente inclinada, conforme se vê no gráfico abaixo.



Este resultado elimina a possibilidade de encontrarmos, utilizando a variável dependente escolhida, uma parábola, o que seria a verdadeira representação gráfica da Curva Ambiental de Kuznets. Além disso, intuitivamente, não nos parece realmente possível verificar um caminho de U através do percentual de áreas preservadas, visto que, para que isso acontecesse, seria necessário que os governos criassem unidades de conservação em um primeiro momento, depois as extinguissem, e em seguida novamente as instituíssem. Como esta situação não parece factível, pois, uma vez criada, é muito difícil que haja revogação legal de uma área protegida<sup>23</sup>, imaginamos que apenas a parte positivamente inclinada do U seria possível, o que é exatamente o resultado encontrado matematicamente.

Contudo, apenas em caráter experimental, resolvemos estimar também nossa variável dependente dando a ela um tratamento de fluxo, ou seja, não acumulando os valores ao longo do tempo. Este exercício tem como objetivo possibilitar que encontremos, caso nosso modelo tenha realmente algum poder explicativo, um resultado que esteja em consonância com a teoria da EKC. Desta forma, a equação (3.1), que possui o termo cúbico da renda, será destinada à estimação da variável agregada como um estoque, e a equação (3.2), que se constitui em um polinômio quadrático, será destinada à estimação da variável agregada como um fluxo.

Utilizaremos então, para a estimação da relação entre crescimento econômico e preservação ambiental, dois tipos de agregação distintos no que diz respeito à variável dependente. Primeiramente, tratando-a como um estoque, fomos acumulando as áreas protegidas criadas até o ano em questão – tudo o que foi criado até 1985 pertence ao ano 85; somamos a este valor tudo o que foi criado até 1990; depois acumulamos mais duas vezes, até 95 e até 2000<sup>24</sup>. Já no segundo painel registramos a variável dependente como um fluxo. Neste caso, tratamos os dados da seguinte maneira: tudo o que foi criado até 1985 e também o que foi criado em 86 e 87 pertence ao ano 85; tudo o que foi criado em 88, 89, 90, 91 e 92 pertence ao ano 90; o que foi criado em 93, 94, 95, 96 e 97 pertence ao ano 95 e o mesmo valendo para o ano 2000.

<sup>23</sup> As áreas protegidas podem até ser abandonadas pelo poder público, mas dificilmente são destituídas de tal condição legal.

<sup>24</sup> No ano de 2000 incluímos também as áreas criadas depois do referido ano.

## 5. A estimação e seus resultados

A seguir apresentaremos os resultados das estimações do painel de estoque. Vale ressaltar que, no que diz respeito ao painel que considera a variável dependente como um fluxo, nenhum dos modelos testados apresentou significância estatística. Os testes  $t$  não validam as variáveis, e os testes  $F$  também não apresentam significância para o conjunto das mesmas, donde podemos concluir que o presente modelo não é capaz de explicar a trajetória do percentual de áreas protegidas dos estados brasileiros quando este é tratado como um fluxo<sup>25</sup>.

No Apêndice I encontram-se as estatísticas descritivas (Quadro I) e as regressões do painel em estoque (Quadro III), com os valores dos coeficientes e os respectivos desvios-padrões entre parênteses para as formas funcionais testadas, tanto supondo efeitos fixos ( $fe$ ) quanto efeitos aleatórios ( $re$ ). Apresentamos, primeiramente, a forma funcional (3.1), e em seguida duas outras possibilidades.

No modelo A estão presentes todas as variáveis explicativas propostas em (3.1). Os coeficientes estimados apresentam os sinais esperados para todas as variáveis. Para testar a hipótese de endogeneidade do termo aleatório  $u_i$  e verificar qual seria o melhor modelo entre efeitos fixos e efeitos aleatórios, usamos o chamado teste de Hausman<sup>26</sup>. No caso desta especificação, o resultado obtido para o teste é 20,84, o que nos faz rejeitar  $H_0$ , ou seja, o melhor modelo seria o de efeitos fixos. No modelo B, experimentamos excluir as variáveis “percentual de votos brancos e nulos” e “índice de Gini”, que não demonstraram significância estatística na forma funcional anterior. O teste de Hausman acusa 12,55 e rejeitamos  $H_0$ , o que mais uma vez nos leva a considerar o modelo de efeitos fixos como o que melhor explica a relação das variáveis. Os sinais dos coeficientes são os esperados, e todas as variáveis apresentam resultados significativos para a estatística  $t$ . No modelo C excluimos a variável “escolaridade média”, que sabemos manter forte correlação com a renda per capita, e o resultado é que os termos de renda tornam-se mais significativos, comparando-se os modelos de efeitos fixos de B e C (novamente o teste de Hausman rejeita  $H_0$  – 13,11). Mais uma vez os sinais dos coeficientes estão de acordo com as hipóteses especificadas *a priori*.

Importante ressaltar que para todos os modelos, tanto para efeitos fixos, quanto para efeitos aleatórios, o conjunto de variáveis apresenta-se estatisticamente significativo como um todo. Entretanto, os resultados para o coeficiente múltiplo de determinação ( $R^2$ ) são baixos, o que aparentemente é comum na literatura de dados de painel.

O gráfico dos valores previstos obtidos através da estimação do modelo A para o painel em estoque (utilizamos o modelo de efeitos fixos) demonstra uma nítida tendência positiva. Este resultado vem ao encontro do que esperávamos, uma vez que nossa variável dependente possui uma natureza diferente das tantas outras variáveis indicadoras de níveis de poluição utilizadas nos trabalhos empíricos sobre a Curva Ambiental de Kuznets, conforme já foi discutido. Mas se analisarmos os sinais dos coeficientes em um gráfico de fluxo, teremos uma curva de  $U$ , como esperado para uma medida de qualidade ambiental.

## 6. Conclusão

O referencial teórico que mais se aproxima do estudo que se pretendeu realizar é aquele da Curva Ambiental de Kuznets. Como detalhado na Seção 2, a EKC assume que a qualidade do meio ambiente está relacionada com o crescimento econômico, especialmente com o Produto Interno

---

<sup>25</sup> Os resultados das estimações encontram-se disponíveis com os autores.

<sup>26</sup> Para maiores detalhes sobre o teste, ver HSIAO (1986).

Bruto per capita, da seguinte forma: a poluição cresce com o produto nacional, mas a partir de algum determinado nível de renda a qualidade do meio ambiente começa a crescer juntamente com o PIB per capita.

De acordo com a revisão de literatura sobre este tema, não pudemos chegar a uma conclusão definitiva sobre a existência ou não da EKC. Dependendo do tipo de poluente, da forma funcional utilizada no teste empírico, e até mesmo da amostra utilizada, a relação entre crescimento econômico e poluição ambiental assume um resultado diferente. Na Seção 2, onde são apresentados alguns trabalhos e seus respectivos resultados para cada tipo de poluente, pudemos perceber que até mesmo para um único tipo específico de poluente, os resultados são bastante diversos.

O presente estudo procurava encontrar alguma evidência empírica sobre a relação entre crescimento econômico e preservação ambiental para o Brasil. Para tal, utilizamos a variável “percentual de áreas estaduais preservadas” das 26 unidades da federação mais o Distrito Federal. Pela observação desses dados, ficou claro que no Brasil a preocupação governamental em se preservar áreas ambientais relevantes é um fenômeno recente. Com exceção do estado de São Paulo e do Distrito Federal, que já na década de 80 possuíam uma área preservada sob jurisdição estadual maior que 2%, a grande maioria dos estados brasileiros somente iniciou seu processo de preservação na década de 90. Os destaques positivos são os estados do Ceará e do Maranhão, que atualmente possuem 24,51% e 20,8%, respectivamente, de sua área preservada; e os destaques negativos ficam com os estados do Acre, Roraima, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que ainda hoje possuem menos de 2% de sua área preservada.

O modelo utilizado neste trabalho estabeleceu uma relação entre o percentual de áreas preservadas e o logaritmo da renda per capita, o logaritmo da escolaridade média, uma *proxy* para participação social (aqui percentual de votos brancos e nulos), e o índice de Gini. Foram testadas algumas especificações, partindo de um modelo mais geral até um mais reduzido, em que a variável “percentual de área preservada” foi regredida somente contra a renda per capita.

As estimativas indicam a importância da renda per capita em polinômio e da escolaridade como determinantes na extensão da proteção ambiental. Nossa medida de capital social (votos brancos e nulos) e a desigualdade não afetaram significativamente a variável dependente. Os coeficientes significativos foram como esperados, indicando uma Curva Ambiental de Kuznets.

O gráfico dos valores previstos obtidos através da estimação do modelo completo demonstra uma nítida tendência positiva. Este resultado vem ao encontro do que esperávamos e sugere que de fato existe no Brasil uma relação direta entre o crescimento econômico e a preservação ambiental. Entretanto, vale ressaltar, não podemos em hipótese alguma relacionar tal resultado a algum “automatismo”, ou entender o processo de evolução da qualidade ambiental como um resultado direto do crescimento da economia. Parece-nos claro que a elevação da renda muda a atitude das pessoas em relação ao meio ambiente, mas para que a preservação ambiental seja um movimento continuado, faz-se necessário que haja o desenvolvimento de tecnologias mais “limpas”, a construção de um arcabouço legal ambiental coerente e instituições ambientais sólidas, e que cada vez mais as pessoas se eduquem “ambientalmente”, o que só ocorre em presença de maior disseminação da informação.

## Referências bibliográficas

- BIMONTE, S. “Model of Growth and Environmental Quality. A New Evidence of the Environmental Kuznets Curve”, April, mimeo, 2001.
- BORGHESI, S. “The Environmental Kuznets Curve: a Survey of the Literature”, *Economics Energy Environment Working Paper*. 1999, p. 85-99.
- BOUSQUET, A., FAVARD, P. “Does S. Kuznets’ Belief Question the Environmental Kuznets Curves?”, September, mimeo, 2000.
- BRADFORD, D., FENDER, R., SHORE, S. “The Environmental Kuznets Curve: Exploring a Fresh Specification”, August, mimeo, 2002.
- DASGUPTA, S., MODY, A., ROY, S., WHEELER, D. “Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis”, World Bank, *Policy Research Department Working Paper # 1448*, April, 1995.
- DASGUPTA, S., LAPLANTE, B., WANG, H., WHEELER, D. “Confronting the Environmental Kuznets Curve”, *Journal of Economic Perspectives*. 16:1, 2002. p. 147-68.
- ECHEVARRIA, C., HO, S. “A Decomposition of the Environmental Kuznets Curve”. February, mimeo, 2000.
- GREENE, William H. *Econometric Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, United States, 2000.
- GROSSMAN, G. M., KRUEGER, A. B. “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, *NBER Working Paper #3914*, November, 1991.
- \_\_\_\_\_ “Economic Growth and the Environment”, *The Quarterly Journal of Economics*. May, 1995. p. 353-77.
- HARBAUGH, W. T., LEVINSON, A., WILSON, D. M. “Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve”, *NBER Working Paper #7711*, May, 2000.
- HETTIGE, H., MANI, M., WHEELER, D. “Industrial Pollution in Economic Development: Kuznets Revisited”, World Bank, *Development Research Group*, December, 1997.
- HSIAO, C. *Analysis of panel data*. Cambridge University Press, United States, 1986.
- JOHN, A., PECCHENINO, R. “An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment”, *The Economic Journal*. 104, 1994. p. 1393-1410.
- KOLSTAD, C. D. *Environmental Economics*. Oxford University Press, New York, 2000.
- KUZNETS, S. “Economic Growth and Income Inequality”, *American Economic Review*. January, 45, 1955. p. 1-28.
- MOOMAW, W. R., UNRUH, G. C. “Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us?”, Tufts University Working Paper, 1998.
- NICOLAU, J. M. *Dados Eleitorais do Brasil: 1982-1996*. Editora Revan, Rio de Janeiro, 1998.
- PANAYOTOU, T. “Demystifying the Environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool”, *Environment and Development Economics*. 1997. p. 465-484.
- PORTO Jr., S. “A distribuição espacial da educação no Brasil: índice de Gini e crescimento” in *II Encontro Brasileiro de Estudos Regionais e Urbanos*, São Paulo, 2002.
- SERÔA DA MOTTA, R., YOUNG, C. E. F. “Projeto Instrumentos Econômicos para a Gestão Ambiental – Relatório Final”, Dezembro, Rio de Janeiro, 1997.

SHAFIK, N. “Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis”, *Oxford Economic Papers*. October, 46, 1994. p. 201-227.

SHAFIK, N., Bandyopadhyay, S. “Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country Evidence”, *The World Bank*, Washington D. C., 1992.

STERN, D. I. “Progress on the Environmental Kuznets Curve?”, *Environment and Development Economics*. 3:2, 1998. p. 175-98.

TORRAS, M., BOYCE, J. K. “Income Inequality and Pollution: a Reassessment of the Environmental Kuznets Curve”, *Ecological Economics*. Vol. 25, n. 2, 1998. p. 147-60.

WHEELER, D. “Information in Pollution Management: The New Model” in “Brazil: Managing Pollution Problems, The Brown Environmental Agenda”, World Bank, June, 1997.

WORLD BANK *The World Bank Development Report 1992: Development and The Environment*. Oxford University Press, New York, 1992.

## Apêndice I

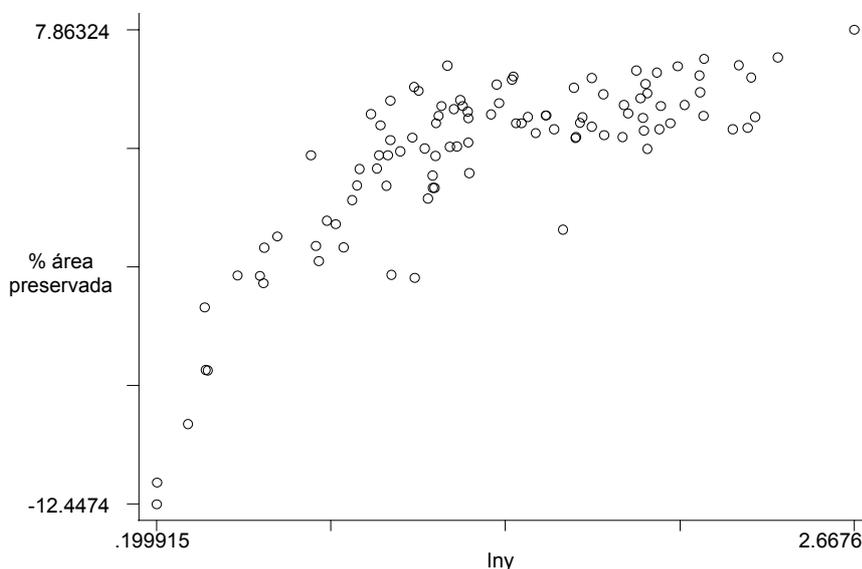
Quadro I – Estatística Descritiva

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Área preservada – painel estoque (%)	2,40844	4,830809	0	24,50644
Área preservada – painel fluxo (%)	1,306324	3,489728	0	24,23132
Renda per capita (R\$ mil)	4,563611	2,540512	0*	14,40537
Escolaridade média	4,729265	0,9371032	2,796746	6,984549
Votos brancos e nulos (%)	19,68221	7,246928	6,1	36,9
Índice de Gini	0,6113729	0,0262132	0,548	0,6815936

\* Este valor mínimo deve-se ao fato de que o estado de Tocantins somente foi instituído em 1º de janeiro de 1989, e nossa base de dados se inicia em 1985.

Gráfico I

Valores previstos pelo modelo de efeitos fixos – painel em estoque  
Relação entre preservação ambiental e renda



## Quadro II

### Resumo de alguns resultados de estudos relativos à Curva Ambiental de Kuznets

Meio	Indicador	Estudo	Forma*	Ponto de inversão
Ar	SO <sub>2</sub>	GK(1991) <sup>1</sup>	Formato de N	1º) US\$ 4.100 2º) US\$ 14.000
		GK(1991) <sup>2</sup>	Formato de N	1º) ~ US\$ 4.300 2º) não avaliado
		SB(1992)	EKC	US\$ 3.700
		GK(1995)	EKC	US\$ 4.000
		P(1997) <sup>2</sup>	EKC	US\$ 5.000
		HA(2000)	EKC inversa (U)	US\$ 9.150
	Partículas suspensas	GK(1991) <sup>1</sup>	Curva negativa	Não há
		GK(1991) <sup>2</sup>	Curva positiva	Não há
		SB(1992)	EKC	US\$ 3.300
		GK(1995)	Curva negativa	Não há
	Fumaça	GK(1991) <sup>1</sup>	Formato de N	1º) US\$ 5.000 2º) US\$ 10.000
		GK(1991) <sup>2</sup>	Formato de N	1º) ~ US\$ 4.500 2º) US\$ 10.500
GK(1995)		EKC	US\$ 6.150	
HA(2000)		EKC	US\$ 6.000	
CO <sub>2</sub>	EH (2000)	Curva negativa	Não há	
	SB(1992)	Curva positiva	Não há	
	MU(1998) <sup>2,3</sup>	EKC	~ US\$ 12.800	
	MU(1998) <sup>4</sup>	Formato de N	1º) ~ US\$ 12.800 2º) ~ US\$ 18.300	
Água	Água limpa <sup>a</sup>	SB(1992)	Curva negativa	Não há
	Saneamento <sup>a</sup>	SB(1992)	Curva negativa	Não há
	Oxigênio dissolvido <sup>a</sup>	SB(1992)	Curva positiva	Não há
		GK(1995)	EKC	US\$ 2.700
	Demanda biológica por oxigênio (BOD)	HE(1997)	Curva positiva entre US\$500 e US\$ 7.000 e depois constante	Não há
GK(1995)		EKC		
Coliformes fecais	SB(1992)	Formato de N	1º) US\$ 1.400 2º) US\$ 11.400	
	GK(1995)	EKC	~ US\$ 8.000	
Terra	Desmatamento	SB(1992)	Insignificante	Não há
	Área de preservação ambiental <sup>a</sup>	BI(2001)	EKC	~ US\$ 9.600

Notas: Grossman e Krueger (GK); Shafik e Bandyopadhyay (SB); Panayotou (P); Hettige et al. (HE); Moomaw e Unruh (MU); Harbaugh et. al. (HA); Echevarria e Ho (EH); Bimonte (BI).

\* Levando-se em consideração um gráfico de renda no eixo das abcissas, e indicador de qualidade ambiental no eixo das ordenadas.

1 – Modelo de efeitos aleatórios; 2 – Modelo de efeitos fixos; 3 – Polinômio quadrático; 4 – Polinômio cúbico.

a – Esta é uma medida direta de qualidade ambiental. Para efeito de comparação, a forma leva em consideração o efeito na escala negativa (degradação ambiental), como os outros itens.

Quadro III  
Estimações – painel em estoque

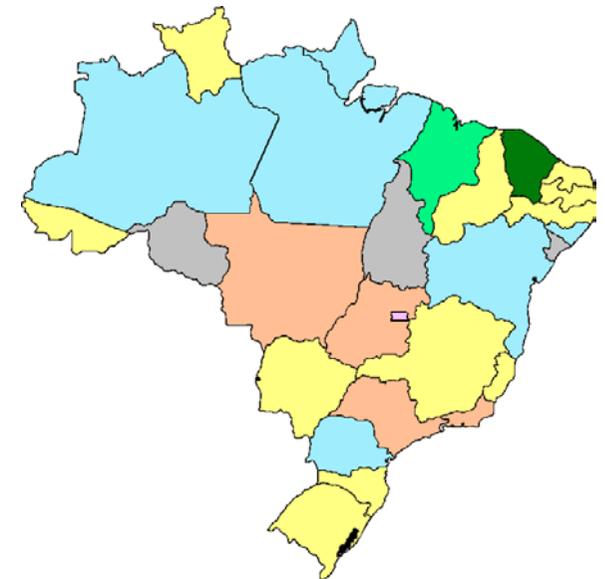
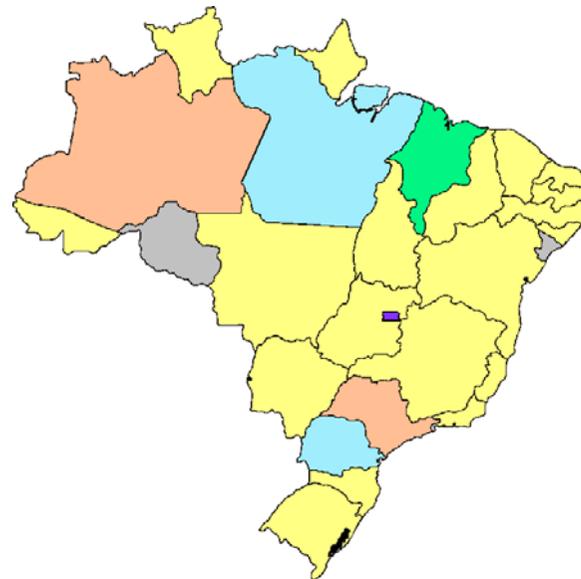
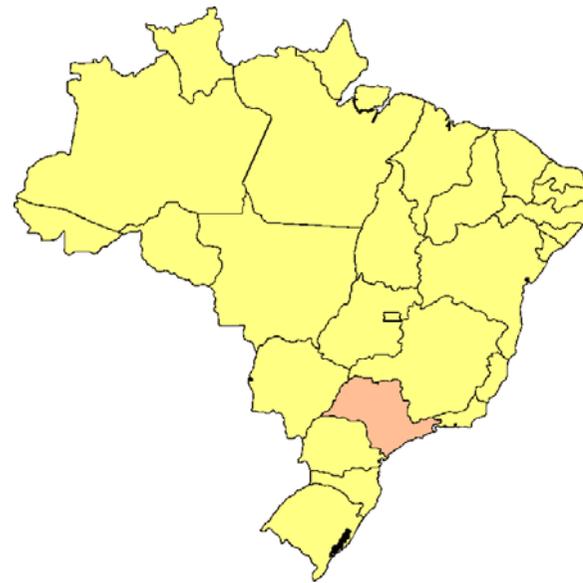
Variáveis explicativas	Constante	Log Renda per capita	(Log Renda per capita)^2	(Log Renda per capita)^3	Log Escolaridade média	Votos brancos e nulos	Índice de Gini
Modelo A (fe)	-44,558*** (25,85726)	25,7124*** (14,50716)	-14,70753 (10,80151)	2,556406 (2,483482)	13,25349* (4,771239)	-0,028593 (0,063667)	23,64503 (34,22037)
Modelo A (re)	-20,68365 (19,55342)	9,869238 (11,59916)	-12,94516 (8,832685)	3,77878*** (2,102576)	11,08665* (4,258857)	0,0189899 (0,059715)	10,22171 (26,36484)
R <sup>2</sup> (fe) = 0,0017 R <sup>2</sup> (re) = 0,1693		Número de observações = 102 Hausman = 20,84			Teste F (fe) = 3,74 Teste F (re) = 3,05		
Modelo B (fe)	-27,69393* (7,04956)	31,78296** (15,0369)	-22,3311** (11,00827)	5,248389** (2,500471)	9,972465** (4,103706)	–	–
Modelo B (re)	-11,6044** (5,299825)	13,78138 (10,77769)	-17,5199** 8,248954	5,145652* (1,973225)	9,038932* (3,478497)	–	–
R <sup>2</sup> (fe) = 0,0270 R <sup>2</sup> (re) = 0,1948		Número de observações = 103 Hausman = 12,55			Teste F (fe) = 6,07 Teste F (re) = 5,49		
Modelo C (fe)	-20,76764* (6,654869)	45,21885* (14,52233)	-29,52854* (10,95617)	6,688754* (2,504288)	–	–	–
Modelo C (re)	-1,979101 (4,080502)	18,8108*** (10,31426)	-19,8595** (8,103665)	5,76286* (1,949768)	–	–	–
R <sup>2</sup> (fe) = 0,0069 R <sup>2</sup> (re) = 0,1694		Número de observações = 107 Hausman = 13,11			Teste F (fe) = 5,71 Teste F (re) = 5,36		

Notas: resultados obtidos pelo software Stata; (fe) = efeitos fixos; (re) = efeitos aleatórios.

\* denota significância a 1%; \*\* denota significância a 5%; \*\*\* denota significância a 10%.

No teste de Hausman, a aceitação da hipótese nula significa que o melhor modelo é o de efeitos aleatórios.

Figura I



Legenda (em %)

