

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA

BÁRBARA AFONSO AVELINO

Matrícula: 11612ECO002

**SAÚDE AMBIENTAL E CRESCIMENTO ECONÔMICO NOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS: TESTE DAS HIPÓTESES DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL
E DA TRANSIÇÃO EPIDEMIOLÓGICA**

UBERLÂNDIA

2018

BÁRBARA AFONSO AVELINO

Matrícula: 11612ECO002

**SAÚDE AMBIENTAL E CRESCIMENTO ECONÔMICO NOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS: TESTE DAS HIPÓTESES DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL
E DA TRANSIÇÃO EPIDEMIOLÓGICA**

Dissertação para apresentação ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos César Santejo Saiani.

UBERLÂNDIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

A948s Avelino, Bárbara Afonso, 1988-
2018 Saúde ambiental e crescimento econômico nos municípios
brasileiros : teste das hipóteses da curva de Kuznets Ambiental e da
transição epidemiológica / Bárbara Afonso Avelino. - 2018.
75 f. : il.

Orientador: Carlos César Santejo Saiani.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Economia.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.501>
Inclui bibliografia.

1. Economia - Teses. 2. Desenvolvimento econômico - Teses. 3.
Kuznets, Simon Smith, 1901-1985 - Teses. 4. Saúde ambiental - Teses. I.
Saiani, Carlos César Santejo. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

Glória Aparecida – CRB-6/2047

BÁRBARA AFONSO AVELINO

Matrícula: 11612ECO002

**SAÚDE AMBIENTAL E CRESCIMENTO ECONÔMICO NOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS: TESTE DAS HIPÓTESES DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL
E DA TRANSIÇÃO EPIDEMIOLÓGICA**

Dissertação para apresentação ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Uberlândia, 26 de Fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Carlos César Santejo Saiani - IERIUFU

Profa. Dra. Mônica Yukie Kuwahara - UFABC

Profa. Dra. Michele Polline Veríssimo - IERIUFU

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que passaram por mim nas tantas singularidades de tempo e espaço desse período; especialmente aqueles que são bons exemplos de encontros de sorte na vida.

Aos meus pais, Rô e Luiz, que me deram a vida e com quem desde então tenho a satisfação de viver uma parceria amorosa, corajosa e divertida.

Ao Carlos Saiani, pela orientação e disposição em relação a este trabalho. Com quem aprendi muito e isso só foi possível pela sua generosidade ao compartilhar o que sabe.

A Deus e seus infinitos mistérios que se manifestaram vividamente muitas vezes durante esse tempo.

Aos meus amigos que são as mais sinceras, bonitas (às vezes não) e alegres (às vezes deboches) histórias de amor e tolerância da minha vida: Amilton, Carlla, Carol, Dani, Dja, Fer, Gui, Hugo, Lo, Mari, Mi, Murilo, Nayran, Paula, Rafa, Re, Silvim e Victor.

Às paixões que vivi de carne e osso e às que não saíram do meu imaginário, pelos sorrisos abertos que me arrancaram e pelos instantes de descanso.

Aos mestres do IERI-UFU, parte importante na minha formação acadêmica e pessoal pelas trocas de afeto, experiências e conhecimento técnico.

Aos técnicos do IERI-UFU pela disposição em fazer a coisa dar certo através do importante trabalho invisível como abrir o laboratório para esta aluna que vos escreve.

À CAPES pelo apoio fundamental à pós-graduação no Brasil, e pelo auxílio financeiro.

À Universidade Federal de Uberlândia pelos esforços dos três pilares de ensino, pesquisa e extensão. Sei que estudar é um privilégio e espero contribuir com minha formação para que todos tenham acesso ao conhecimento com os próprios olhos se assim desejarem.

Obrigada.

RESUMO

Como alcançar o desenvolvimento sustentável atendendo às necessidades atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras nas dimensões econômica, social e ambiental? Este atual debate envolve aqueles que consideram o crescimento econômico como a maior causa de problemas ambientais e aqueles que defendem que a melhor maneira de se alcançar qualidade ambiental é o país sendo rico. Esta dissertação analisou relações entre o crescimento econômico e indicadores de saúde que refletem possíveis problemas associados ao meio ambiente, como a poluição do ar e o saneamento básico, através das evidências apontadas pelos testes das hipóteses da Curva de Kuznets Ambiental e da Transição Epidemiológica.

Foram adotadas medidas indiretas de degradação ambiental que representam morbidade e mortalidade (internações hospitalares e óbitos) por doenças dos aparelhos respiratório, circulatório e doenças associadas ao saneamento que apresentam relação direta com problemas ambientais. Trata-se de duas hipóteses que revelam possíveis impactos do crescimento econômico na saúde ambiental. A Curva de Kuznets Ambiental tradicionalmente apresenta uma relação degradação-renda no formato de “u-invertido”, indicando que inicialmente a degradação ambiental aumenta em níveis maiores da renda até um determinado nível da renda a partir do qual a degradação diminui. A crítica mais comum a este formato é a possibilidade de a relação se dar no formato “N”, ou seja, a diminuição da degradação ambiental em relação aos níveis maiores da renda não se sustenta no longo prazo. Já pela hipótese da transição epidemiológica há uma evolução progressiva de um perfil de alta mortalidade causada por doenças infecciosas para um perfil em que predominam óbitos por doenças crônicas e causas externas. As hipóteses convergem entre si uma vez que grande parte das doenças infecciosas está associada ao saneamento; além disso, doenças respiratórias e circulatórias associadas à poluição do ar têm maior peso na carga das doenças crônicas. Neste sentido os objetivos desta dissertação foram: os testes das hipóteses da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) em “u-invertido”, a relação degradação-renda no formato “N” e da transição epidemiológica. Foram realizadas estimações econométricas para dados em painel pelo método de efeitos fixos com dados dos municípios brasileiros referentes ao período de 1999 a 2012. Dos resultados obtidos destacam-se evidências da CKA, ou seja, de uma relação degradação-renda no formato de “U-invertido” para a morbidade e no formato “N” para a mortalidade por doenças associadas à poluição do ar (circulatórias e respiratórias). A relação não é clara para doenças associadas ao saneamento básico. Além disso, foram encontradas evidências da ocorrência de transição epidemiológica reveladas na queda da morbimortalidade por doenças infecciosas e parasitárias. Esta dissertação contribui para o tema ao trazer evidências empíricas de impactos do crescimento econômico na saúde ambiental, adotando medidas indiretas de degradação ambiental para municípios brasileiros revelando particularidades comuns em países não desenvolvidos.

Palavras-chave: Crescimento Econômico. Saúde. Curva de Kuznets Ambiental. Transição Epidemiológica. Dados em Painel.

ABSTRACT

How to achieve sustainable development able to meet the economic, social and environmental needs of today's society without compromising the capacity to meet the needs of future generations? This important debate involves those who consider economic growth the biggest cause of environmental problems and those who advocate economic growth as the best way to achieve environmental quality. The purpose of this dissertation were analyze a relation between economic growth and municipal health indicators that reflect environmental problems, such as air pollution and basic sanitation, testing: a Environmental Kuznets Curve (EKC) traditional “inverted-u”, a relation in “N” shape, and the Epidemiological Transition. Indirect measures of environmental degradation were adopted represented by morbidity and mortality indicators (hospitalizations and deaths) for environmental diseases (respiratory, circulatory and sanitation diseases). A panel data econometric estimations were performed using the fixed effects method to brazilian cities from 1999 to 2012. The results corroborate a EKC “inverted-u” for morbidity and “N” shape for mortality to circulatory and respiratory diseases, but is not verifiable to basic sanitation diseases. There is evidence of the occurrence of the Epidemiologic Transition (decrease in mortality from infectious and parasitic diseases).

Key words: Economic Growth. Health. Environmental Kuznets Curve. Epidemiologic Transition. Panel Data.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Figura 1 - Curva Ambiental de Kuznets (CKA): “U-invertido”	25
Figura 2 – Relação degradação-renda: formato “N”	27
Quadro 1 - Revisão da literatura empírica: evidências internacionais sobre a CKA	31
Quadro 2 - Revisão da literatura empírica: evidências nacionais sobre a CKA.....	34
Quadro 3 - Revisão da literatura empírica nacional: efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde	37
Quadro 4 - Principais doenças relacionadas aos serviços de saneamento ambiental	40
Quadro 5 - Descrições das variáveis independentes: indicadores municipais de saúde ambiental	44
Quadro 6 - Descrições das variáveis de controle: indicadores municipais.....	46
Tabela 1 - Estatísticas descritivas do PIB per capita e das variáveis de controle (1999 a 2012)	48
Tabela 2 - Morbidade: evolução dos indicadores municipais médios (1999 a 2012)	50
Tabela 3 - Mortalidade: evolução dos indicadores municipais médios (1999 a 2012)	50
Tabela 4 - Morbidade respiratória: resultados das estimações (efeitos fixos).....	52
Tabela 5 - Morbidade circulatória: resultados das estimações (efeitos fixos).....	53
Tabela 6 - Morbidade feco-oral: resultados das estimações (efeitos fixos)	54
Tabela 7 - Morbidade outras saneamento: resultados das estimações (efeitos fixos)	55
Tabela 8 - Mortalidade respiratória: resultados das estimações (efeitos fixos).....	56
Tabela 9 - Mortalidade circulatória: resultados das estimações (efeitos fixos).....	57
Tabela 10 - Mortalidade feco-oral: resultados das estimações (efeitos fixos)	58
Tabela 11 - Mortalidade outras saneamento: resultados das estimações (efeitos fixos)	59

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS	9
INTRODUÇÃO	11
I – TRANSIÇÃO EPIDEMIOLÓGICA, CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL E INDICADORES DE SAÚDE AMBIENTAL	16
1.1 Transição epidemiológica.....	17
1.2 A Curva de Kuznets Ambiental (CKA)	23
1.3 Indicadores de saúde ambiental	35
II – ESTRATÉGIAS EMPÍRICAS.....	41
III – ANÁLISES DESCRITIVAS E RESULTADOS	49
3.1 Análises descritivas	49
3.2 Indicadores de morbidade: resultados das estimações	51
3.3 Indicadores de mortalidade: resultados das estimações	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO

Atualmente, um importante debate político e acadêmico refere-se a como alcançar um desenvolvimento sustentável, considerado como aquele que atende às necessidades atuais sem comprometer a possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades nas suas três dimensões fundamentais (pilares): econômica, social e ambiental.

Beckerman (1992), por exemplo, defende que o desenvolvimento econômico (ou crescimento) causa, inicialmente, degradação ambiental. Contudo, ao longo do tempo, é a melhor forma – ou talvez a única – de se alcançar um meio ambiente mais preservado. Essa afirmação baseia-se na hipótese de que, nos primeiros níveis de desenvolvimento, a degradação aumentaria, mas diminuiria em níveis mais avançados. Ou seja, existiria uma relação não linear no formato de um “U-invertido”, não necessariamente simétrico, entre degradação ambiental e renda *per capita*. Devido ao formato similar ao da Curva de Kuznets, a hipótese foi chamada de Curva Ambiental de Kuznets (CKA).

O trabalho de Grossman e Krueger (1991) foi o primeiro a encontrar evidências da CKA, avaliando uma relação entre poluição do ar e renda *per capita*. A partir deste, diversos estudos testaram a validade da hipótese, utilizando diferentes métodos, amostras, períodos e medidas de degradação, inclusive para casos de estados e municípios brasileiros. Alguns trabalhos apresentaram a CKA em formato de “u-invertido” como um fato estilizado, e outros tentaram justificá-la por aspectos econômicos, políticos e institucionais.

Jones e Manuelli (1998), por exemplo, através de um modelo matemático analítico mostraram que para alguns casos, a relação da renda com a degradação assume o formato de um “N”, justificada pelo fato de que a poluição envolve externalidades, e internalizar adequadamente tais externalidades requer instituições relativamente avançadas para a tomada de decisões coletivas que só podem ser verificadas em economias desenvolvidas. Os autores defendem que dependendo da tomada de decisão da instituição, a relação renda-poluição pode apresentar um formato parecido com um “S- espelhado” o que ficou conhecido como “N”. Este formato revela que a poluição volta a aumentar em níveis mais elevados da renda.

A maioria dos trabalhos que apresentam evidências empíricas adotam medidas diretas de degradação ambiental, principalmente emissões e concentração de poluentes no ar. Poucos trabalhos usam medidas indiretas, como fontes de potenciais impactos sobre o ambiente. Shafik e Bandyopadhyay (1992) foram os primeiros a apontar que o déficit de acesso ao saneamento básico, ao gerar externalidades negativas sobre o meio ambiente deve ser

considerado uma medida indireta de degradação ambiental, destacando os efeitos deletérios sobre as condições de saúde dos indivíduos.

Trata-se de serviços com impactos sobre a saúde por meio de um canal ambiental. Condições inadequadas na provisão dos serviços de saneamento podem levar à contaminação dos mananciais, dos cursos de água e dos solos, assoreamento dos rios e inundações, contribuindo para formação de ambientes propícios à proliferação de agentes transmissores de doenças (HELLER, 1997).

A literatura médica comumente aponta um quadro epidemiológico com relações diretas entre desfechos na saúde e níveis de poluição do ar (Gouveia et al, 2003). A maior parte dos trabalhos apontam evidências no que diz respeito à relação entre doenças do aparelho respiratório e do aparelho circulatório com emissão e concentração poluentes: material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂). Junto da expansão da urbanização houve um aumento do consumo de energia e de emissões de poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis por fontes como indústrias, automóveis, queima de biomassa, etc.

Apontadas as evidências da relação entre problemas ambientais e doenças, não foi encontrado nenhum estudo, para o caso brasileiro pelo menos, em que tenha sido testada a CKA não para um indicador direto de degradação ambiental, mas para indicadores de saúde que refletem problemas relacionados ao meio ambiente.

Assim, para contribuir para o preenchimento desta lacuna na literatura empírica, o **objetivo principal** desta dissertação é avaliar se indicadores municipais de saúde de morbimortalidade apresentam uma relação com o crescimento econômico medido pela renda *per capita* semelhante à CKA no formato de “u-invertido” ou “N”.

Será considerada aqui a morbimortalidade por doenças relacionadas aos aparelhos respiratório, circulatório e doenças relacionadas ao saneamento ambiental, por refletirem diretamente consequências de problemas ambientais (pressões sobre o meio ambiente).

A maioria das doenças associadas ao saneamento são doenças infecciosas e parasitárias dentre as quais se destacam: malária, esquistossomose, infecções intestinais, febre tifoide e cólera. Atualmente o Brasil tem passado por mudanças no perfil da morbimortalidade e as doenças crônicas representadas principalmente pelas cardiovasculares e respiratórias têm sido identificadas como o maior peso na carga de doenças no país.

Sob esta perspectiva cabe destacar a inserção do conceito da transição epidemiológica para este trabalho, apresentado por Omran (1977) que aponta ao longo do tempo transformações no perfil de saúde de uma localidade estão associadas às condições de

desenvolvimento econômico, de modo que à medida que o país se desenvolve, verifica-se que um grupo de doenças crônico-degenerativas se sobrepõe às doenças infecciosas parasitárias. Pela hipótese da transição epidemiológica doenças infecciosas e parasitárias deixariam de ser algumas das principais causas da mortalidade e seriam substituídas por doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, e outras doenças crônicas.

A maioria das doenças adotadas para contemplar o objetivo principal desta dissertação, a verificação da hipótese da CKA, apresenta relação com a teoria da transição epidemiológica. Além disto, as duas hipóteses pressupõe possíveis impactos do crescimento econômico. Desta maneira o **objetivo secundário** desta dissertação é avaliar a ocorrência da transição epidemiológica nos municípios brasileiros, associada à renda *per capita*.

O ponto de convergência das duas hipóteses buscou responder ao seguinte **problema investigativo**: qual o comportamento da morbimortalidade dos aparelhos respiratório, circulatório, e por doenças infecciosas e parasitárias em função da renda *per capita*.

Para alcançar os objetivos do presente trabalho serão realizadas estimações econométricas para um painel dos municípios brasileiros, e uma análise descritiva dos comportamentos dos indicadores epidemiológicos, como advogam a literatura, referentes ao período de 1999 a 2012 para testar as seguintes hipóteses:

- i. a relação entre a morbimortalidade respiratória, circulatória e por doenças associadas ao saneamento e a renda *per capita* apresenta um formato de U invertido como sugere a hipótese;
- ii. a relação entre morbimortalidade respiratória, circulatória e por doenças associadas ao saneamento e a renda *per capita* apresenta um outro formato, próximo a um “N”, como advogam os críticos à CKA;
- iii. a participação da morbimortalidade respiratória, circulatória que são predominantemente crônicas, apresenta um aumento em relação às doenças associadas ao saneamento que são predominantemente infecciosas e com o aumento do nível da renda per capita, confirmando a hipótese da transição epidemiológica.

A motivação para a elaboração desta dissertação **justifica-se** principalmente pelas novas contribuições e levantamentos acerca da relação entre indicadores epidemiológicos e o crescimento econômico medido pela renda *per capita*.

Justifica-se ainda, pois é um antigo desafio da humanidade atribuir como fatores responsáveis pelo estado endêmico local o clima, o solo, a água, o modo de vida e a nutrição, destacando a importância do meio ambiente na gênese, determinação e evolução das doenças.

Desde o século V, no texto de Hipócrates “Ares, Águas e Lugares” que se verifica um esforço para compreensão da relação ambiente e doenças.

A ideia é de que mudanças socioambientais impactam o perfil de saúde de uma população positiva ou negativamente, com efeitos diretos e indiretos. No que se refere aos possíveis impactos de transformações no meio ambiente, ocorrem alterações nas causalidades, distribuições, dimensões temporais e espaciais além do comportamento dos agentes vetores e hospedeiros, como em secas e enchentes, por exemplo, como apontam Buss e Pellegrini (2007).

Sabroza e Waltner (2001) destacam a importância de abordar integralmente as partes e o todo, no esforço de formulação de estratégias para lidar com doenças emergentes e re-emergentes que vêm causando impactos sobre a saúde, a economia e os ecossistemas.

Franco Netto et al (2009) ressaltam o trabalho de Prüss e Corvalán (2008) em que os autores mostram uma relação entre o crescimento da renda e o decréscimo da carga ambiental nos países desenvolvidos. Para o caso de países em desenvolvimento com características semelhantes às do Brasil, argumentam que tal relação não ocorre de maneira linear, pois nestes países, as opções de gestão ambiental associadas com os determinantes sociais (pobreza, educação e condições de trabalho) impactam determinantes ambientais e combinam com variações sobre a saúde das populações.

O presente trabalho justifica-se mais ainda, pois o estudo sobre as condições econômicas e sociais que impactam sobre a saúde e doença passa, por uma contextualização de modelos de crescimento que incorporam o capital humano como fator de produção. O capital humano tem a saúde como um dos seus principais determinantes defende Schultz (1973).

Mankiw, Romer e Weil – MRW (1992) foram os pioneiros a incorporar o capital humano na literatura de crescimento, que ficou conhecido como “modelo de Solow ampliado”, considerando os efeitos do capital humano sobre o crescimento econômico.

Assim, o modelo dos autores partiu da estruturação do modelo de Solow e revelou que mudanças nos recursos voltados à acumulação de capital humano podem levar a relevantes mudanças no produto *per capita*, apontando relação saúde-crescimento como sendo de “ida e volta”, ou seja, a saúde influencia o crescimento econômico, mas este também influencia a saúde.

Feitas essas considerações, esta dissertação se divide além desta introdução em três capítulos e considerações finais. O Capítulo I apresenta uma revisão da literatura teórica e

evidências empíricas referentes à relação entre condições de saúde e crescimento econômico, destacando as duas hipóteses da CKA e da Transição Epidemiológica.

Preliminarmente pode-se apontar que os resultados corroboram a CKA no formato de “u-invertido” para os indicadores de morbidade respiratória e circulatória e “N” para mortalidade por esses mesmo grupos. Além disso, verificam-se evidências da transição epidemiológica e sinais das particularidades reconhecidas na literatura ao abordarem países não desenvolvidos.

O capítulo I está dividido em três seções. A primeira discute a hipótese da transição epidemiológica. Na segunda seção é apresentada a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental (CKA), por fim, uma terceira seção que discute indicadores que podem refletir efeitos do meio ambiente sobre a saúde.

O Capítulo II apresenta as estratégias empíricas, a metodologia, modelos e os dados utilizados para o teste das duas hipóteses. O capítulo III apresenta análise descritiva e dos resultados das estimações. E por fim, as considerações finais.

I – TRANSIÇÃO EPIDEMIOLÓGICA, CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL E INDICADORES DE SAÚDE AMBIENTAL

Neste capítulo, são apresentadas uma revisão da literatura teórica e evidências empíricas referentes à relação entre condições de saúde e crescimento econômico, destacando as duas hipóteses relevantes para esta dissertação. Na primeira seção, é discutida a hipótese da transição epidemiológica. Na segunda seção, é apresentada a hipótese da CKA. A hipótese da transição epidemiológica é comum na literatura demográfica e de saúde. A hipótese da CKA é tradicional no debate sobre efeitos das atividades econômicas sobre o meio ambiente. Portanto, mesmo que de forma implícita, as duas hipóteses pressupõem possíveis impactos da expansão da renda de uma economia (crescimento econômico) sobre a qualidade ambiental e, dado que esta afeta a saúde, efeitos sobre o perfil epidemiológico de uma sociedade. O capítulo é finalizado (terceira seção) com uma discussão sobre saúde ambiental, mais especificadamente, sobre indicadores que podem refletir efeitos do meio ambiente sobre a saúde.

Antes de apresentar as hipóteses e o conceito e indicadores de saúde ambiente, vale ressaltar que a literatura aponta a relação saúde-crescimento como sendo de “ida e volta”, ou seja, a saúde influencia o crescimento, mas este também influencia a saúde. Este trabalho foca a segunda relação. Porém, a primeira também é bastante discutida, em especial na abordagem do crescimento afetado pelo capital humano. Em relação a essa abordagem, alguns breves apontamentos são interessantes.

Até meados de 1950, a Economia Clássica considerava o capital, a terra e o trabalho como os principais fatores determinantes do crescimento econômico. Tal aspecto passou a ser revisto na medida em que surgiam outros estudos sobre a teoria do crescimento. Exemplos disto são os trabalhos de Mincer (1958), Becker (1964) e Schultz (1964), que discutiram a importância de outro fator, não físico, sobre a produtividade dos demais fatores e, assim, sobre o crescimento.

Este outro fator acabou sendo chamado de capital humano. Schultz (1973) dedicou-se ao conceito na obra “Capital Humano” com o intuito de expandir a compreensão da dinâmica do crescimento econômico. Considera o capital humano como um fator de produção que decorre dos investimentos dos indivíduos em si próprios, alterando suas habilidades, produtividades e, assim, capacidades de gerarem produção e renda. Dentre os determinantes que promoveriam o capital humano, o autor destaca a educação e a saúde.

No modelo de Lucas (1988), por exemplo, a produção é realizada pela combinação entre capital físico, capital humano e trabalho. O capital humano gera efeitos internos ao aumentar a produtividade do trabalho e externalidades na produção, em função de aumentos no nível de tecnologia. Assim, o capital humano é considerado como um fator acumulável e capaz de compensar o declínio da produtividade marginal do capital

Mankiw, Romer e Weil (1992) incorporaram o capital humano no modelo clássico de Solow de crescimento, o que ficou conhecido na literatura como “Modelo de Solow Ampliado”. Neste trabalho e em outros derivados, existem evidências de uma relação positiva entre o capital humano e o crescimento. Assim, o “Modelo de Solow Ampliado” sugere que mudanças na acumulação do capital humano podem resultar em mudanças no produto *per capita*.

Na maioria dos trabalhos empíricos, o capital humano é mensurado por medidas de escolaridade/educação. Contudo, como ressaltam Figueiredo et al. (2003), o estado de saúde também deve ser considerado como um componente do capital humano, podendo influenciar a produtividade e a capacidade de geração de renda dos indivíduos por meio de efeitos diretos na produtividade do trabalho e na oferta de trabalho (afastamentos, faltas ou até invalidez).

1.1 Transição epidemiológica

Segundo Barreto et al. (1993), uma importante abordagem para interpretar alterações nos padrões de incidência de problemas de saúde, refletidas em indicadores de morbidade e de mortalidade, é a teoria da transição epidemiológica, desenvolvida, originalmente, como um dos pilares da teoria da transição demográfica, que se preocupa com a dinâmica do crescimento populacional e de sua estrutura etária. Tal dinâmica é associada a avanços na área da saúde – que se refletem na fecundidade, natalidade, mortalidade e expectativa de vida –, à urbanização, ao desenvolvimento de novas tecnologias e a políticas públicas, entre vários outros aspectos.

Nesse sentido, teorias demográficas neo-malthusianas defendem experiências exitosas de desenvolvimento econômico como decorrentes de quedas da mortalidade e fecundidade devido à assimilação de novas tecnologias que aumentam a efetividade e a eficiência dos serviços de saúde, independentemente dos níveis de produção e consumo (BARRETO et al., 1993).

Frederiksen (1969), por sua vez, apresenta uma interpretação alternativa, defendendo que reduções da mortalidade e da fertilidade decorreriam do aumento do nível de vida associado ao desenvolvimento econômico. No entanto, estas reduções seriam soluções para os problemas populacionais e não determinantes do desenvolvimento. Ademais, o autor foi pioneiro na ideia de que os padrões de doenças (e de reprodução) ocorrerem em estágios (tradicional, transicional precoce, transicional tardio e moderno) que refletem o grau de modernização da sociedade. Cada estágio representa padrões definidos de problemas ambientais, doenças predominantes, mortalidade, fertilidade, estado nutricional, organização dos serviços de saúde, entre outros.

Anos depois, Omran (1977) abordou o conceito de transição epidemiológica inspirando-se na abordagem de Frederiksen (1969). Além de reforçar o argumento de que a mortalidade tem uma tendência de diminuição, uma importante contribuição é a discussão da evolução progressiva de um perfil de alta mortalidade (composição) causada por doenças infecciosas para um perfil em que predominam óbitos por doenças cardiovasculares, neoplasias, causas externas e outras doenças crônico-degenerativas. Ou seja, a possibilidade de ocorrer substituição da importância relativa de doenças transmissíveis por não-transmissíveis e causas externas. Assim, epidemias de infecções seriam progressivamente substituídas por doenças degenerativas. Febre tifóide, tuberculose, cólera e difteria deixariam de ser algumas das principais causas de óbitos e internações hospitalares, sendo substituídas por doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, câncer, úlcera gástrica, diabetes, entre outras doenças crônicas, enfermidades mentais e aquelas que advém da exposição ao ambiente deteriorado (poluição de solos, recursos hídricos e ar).

Omran (1977) destacou, ainda, que essa transição é acompanhada pelo desenvolvimento socioeconômico, conforme foi verificado em países desenvolvidos, ou por uma combinação de desenvolvimento médico e mudanças sociais precoces, como observado em alguns países em desenvolvimento após a introdução de antibióticos, inseticidas e outras tecnologias médico-sanitárias. De qualquer maneira, a modernização da sociedade é o componente fundamental, dado que estudos mostram que medidas médicas e novas tecnologias de saúde não resultam em impactos positivos e eficazes quando as condições de vida da população são muito precárias.

Ainda segundo Omran (1977), a transição epidemiológica é fundamentado nas seguintes proposições: a) a mortalidade é um importante fator na dinâmica populacional; b) durante a transição, ocorrem mudanças de longa duração nos padrões de morbidade e mortalidade, onde pandemias de doenças infecciosas são paulatinamente substituídas por

doenças degenerativas; c) também durante a transição epidemiológica, as mudanças mais profundas ocorrem entre crianças, jovens e mulheres; e d) mudanças que ocorrem nos padrões de saúde acompanham a transição demográfica e socioeconômica, fazendo parte do complexo de modernização. Além disso, o autor defende a existência de três sucessivos estágios para a transição epidemiológica:

- idade da pestilência e da fome: quando a mortalidade é alta e flutuante, impedindo um crescimento populacional sustentado; neste estágio, a expectativa de vida varia entre 20 e 40 anos, uma vez que os grandes determinantes dos óbitos incluem gripe, pneumonia, diarreia, varíola, tuberculose e outras que atingem principalmente jovens;

- idade de recuo das pandemias: quando a mortalidade declina progressivamente, sendo uma fase caracterizada por mudanças nos elementos epidemiológicos e por melhorias no saneamento básico e em medidas de saúde que se refletem na qualidade de vida; ademais, mesmo aqueles possivelmente vulneráveis às doenças infecciosas e parasitárias tendem a chegar às idades adultas e idosas, nas quais enfrentam riscos associados a doenças crônicas e seus agravos; a expectativa de vida ao nascer aumenta, entre 30 e 50 anos, uma vez que os extremos da estrutura etária estão menos vulneráveis;

- idade de doenças degenerativas ou provocadas pelo homem: estágio motor da transição epidemiológica, pois o ritmo de declínio nas taxas de mortalidade por meio das estruturas etárias diminui assim que os limites teóricos dos declínios da mortalidade são alcançados; as principais causas de morte são doenças e agravos crônicos não transmissíveis (doenças cardíacas, cerebrovasculares e cânceres, por exemplo); aumento na expectativa de vida, que passa dos 70 anos, e fertilidade como o fator crucial do crescimento populacional.

Alguns trabalhos, dentre os quais o de Olshansky e Ault (1986) e o de Lebrão (2007), ao observarem queda da mortalidade por doenças crônicas, defendem a consideração de um quarto estágio para a transição epidemiológica: a idade das doenças degenerativas retardadas (ou do prolongamento destas), representada por uma rápida queda das taxas de mortalidade em idades avançadas e o padrão etário da mortalidade sendo desviado progressivamente para as idades avançadas, mas com aumentos na sobrevivência concentrados em idades mais avançadas.

Vale ressaltar que a literatura mais recente defende que as transformações ou tendências históricas dos padrões de morbidade e mortalidade não ocorrem, necessariamente, de maneira linear como era advogado pela literatura tradicional referente à transição epidemiológica. Contudo, autores que trabalharam com tendências históricas de indicadores

de mortalidade para países desenvolvidos mostram evidências que há processos constantes nos padrões de saúde, com substituição de doenças infecciosas e parasitárias pelas doenças crônico degenerativas. Por exemplo, nos Estados Unidos, a partir de 1968, foram observadas taxas declinantes de doenças infecciosas em detrimento de doenças crônicas e cardiovasculares, o mesmo acontecendo em outros países desenvolvidos, como Holanda, Japão, Canadá e Bélgica (BARRETO, et al. 1993).

Segundo Barreto et al. (1993), a partir de evidências de outros trabalhos, as estatísticas apontam que, nos países desenvolvidos, a mortalidade começou a cair a partir da segunda metade do século XIX com gradual substituição de doenças infecciosas e parasitárias (DIP) por doenças crônicas degenerativas (DCD) e por causas externas. Na Inglaterra, entre 1848 e 1971, 74% da redução das taxas de mortalidade pode ser atribuída à forte redução das DIPs, devido a melhorias no estado nutricional da população e a ações de saneamento ambiental que reduziram a proliferação de agente patogênicos. Países como a China, Cuba e Hungria são classificados no grupo de transição rápida, pois passaram quedas rápidas na mortalidade e na preponderância de DIPs, configurando-se como possíveis casos de transições de epidemiológicas aceleradas.

Waldman (2000) destaca que, desde o final do século XX, o mundo passa possivelmente pela mais significativa transformação nas condições de saúde da história. Tal fenômeno refere-se aos avanços no conhecimento acerca das causas e consequências das doenças, progressos no saneamento básico, nas condições de nutrição e na segurança no trabalho e desenvolvimento de vacinas e remédios mais eficazes. É neste contexto que a transição epidemiológica resulta em redução da mortalidade infantil e declínio da morbidade por causas infecciosas em detrimento de aumento das taxas das doenças crônico degenerativas e enfermidades por causas externas.

Isto se deve à combinação de vários fatores, como destacou Waldman (2000) : a) industrialização; b) modelos de desenvolvimento econômico e seus efeitos nos processos de urbanização, migração, alterações no meio ambiente e fecundidade; c) ampliação da cobertura do acesso à água potável; d) expansão da educação e do acesso a serviços de saúde; e) aumento da renda, melhorias nas condições habitacionais e maior disponibilidade de alimentos, o que diminui a desnutrição; f) mudanças no estilo de vida – hábitos sedentários, maior estresse, substituição de alimentos in natura por alimentos industrializados – ; g) ingresso da mulher no mercado de trabalho e maior acesso a métodos contraceptivos; h) novas técnicas de armazenamento de alimentos; e i) incorporação de novas técnicas médicas.

Deve-se ressaltar que, ainda de acordo com Waldman (2000) estas transformações revelam-se em novos desafios à sociedade, pois implicam no envelhecimento da população, em mudanças nos padrões de morbidade e em maior permanência da população sob condições de morbidade devido a doenças crônicas degenerativas e causas externas.

Uma crítica comum (limitação) à hipótese da transição epidemiológica é que, ao tratar a transição como um processo homogêneo e com padrões, desconsidera as particularidades dos países em suas transformações associadas ao desenvolvimento: revolução industrial, mudanças nos padrões sanitários e diferenças entre as diversas regiões dentro de um mesmo país. Defende-se que os padrões de saúde das pessoas entre países não se revelam sob os mesmos parâmetros, intensidade e velocidade entre as diversas regiões do mundo (BARRETO et al., 1993).

Ao analisar a América Latina, Frenk et al. (1989), por exemplo, aponta diferenças em relação a países desenvolvidos, constatando que a perspectiva linear não se aplica. Assim, propõe um modelo de transição epidemiológica para lidar com as especificidades regionais a partir dos seguintes aspectos: superposição de etapas em que as doenças infecciosas coexistem às não infecciosas e causam significativas morbidades e mortalidades; “contratransição” – doenças erradicadas ou em estágios avançados ressurgem; transição prolongada – permanência de uma situação de morbi-mortalidade mista com elevada incidência de doenças infecciosas; e polarização epidemiológica em que os últimos três aspectos afetam de maneira desigual, sendo a heterogeneidade relevante às particularidades dos países e entre regiões de um mesmo país.

Por último, é interessante discutir evidências específicas para o Brasil. Primeiramente, vale apontar que é fato quase consensual que os últimos 20 anos do século XX foram de intensas transformações positivas no país no que diz respeito a indicadores demográficos, sociais e de saúde. Mas a transição epidemiológica não tem ocorrido de acordo com o que experimentaram os países considerados mais desenvolvidos. O Brasil apresentou melhorias no que diz respeito à nutrição infantil, que impacta não apenas na forte queda revelada da mortalidade infantil, mas também no desenvolvimento físico e intelectual da criança. A morbi-mortalidade deixou de ter como principal causa as DIPs e verifica-se envelhecimento da população (CARMO, 2003).

Com dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes às décadas de 1980 e 1990, Waldman (2000) observaram, no período, aumento da população urbana, redução do analfabetismo, aumento da participação dos domicílios com água, redução significativa da desnutrição em crianças com menos de 5 anos e,

consequentemente, redução significativa de mortes por doenças infecciosas e parasitárias. Ao longo do tempo, as DIPs perderam a participação nas causas de óbitos, assim como nos países desenvolvidos, passando de 45,7% em 1930 para 5,9% em 1999. Já os óbitos causados por DCD apresentaram uma tendência ascendente, assim como os causados por doenças respiratórias e causas externas.

Ainda que tenha havido queda relevante da participação das doenças infecciosas, elas não deixaram de ocorrer. A Fundação Nacional de Saúde (2002) expande esta análise para observar a tendência de tais doenças por grupos, enfatizando que são doenças que se espera o controle a partir de mecanismos de prevenção. Assim, foram observadas três tendências: a) declinante; b) quadro de persistência; e c) emergentes e reemergentes. Na primeira, é claro o sucesso dos instrumentos de prevenção e controle. São os casos da varíola, tétano e sarampo, consideradas erradicadas pela aplicação de vacinas; febre tifoide, doença de chagas e hanseníase, por melhorias sanitárias. Para as doenças com persistência (hepatite B e C, leptospirose, meningites, leishmaniose, esquistossomose, malária e febre amarela), há evidências de disparidades entre as regiões e, dentre os fatores que afetam sua incidência, estão a urbanização sem infraestrutura adequada, alterações no meio ambiente, desmatamento, ampliação de fronteiras agrícolas e processos migratórios. Já AIDS, dengue e hantavirose são exemplos de doenças com tendência emergente e reemergente. São doenças que surgiram ou foram identificadas recentemente.

Assim como na já mencionada análise da América Latina de Frenk et al. (1989), para o Brasil, Schramm et al. (2004) defende que ocorreu uma superposição entre as etapas nas quais predominam doenças transmissíveis e crônico-degenerativas, assim como a reintrodução de DIPs, como dengue e cólera, ou o recrudescimento de outras, como malária, leishmaniose e hanseníase; Araújo (1992) apresenta o peso da “heterogeneidade estrutural” onde em uma mesma região existem diferentes perfis epidemiológicos. Barreto (1994) destacou as especificidades do Brasil, revelando uma transição atípica em que há permanência do peso de doenças infecciosas, contrariando a linearidade do processo supracitado defendido por Onram (1971).

Schramm et al. (2004) consideraram um indicador para medir simultaneamente o impacto da mortalidade e dos problemas de saúde que afetam a qualidade de vida dos indivíduos, o Disability Adjusted Life of Years (DALY) – anos de vida ajustados por capacidade –, e as doenças foram classificadas em três principais grupos: i) doenças infecciosas e parasitárias, causas perinatais, causas maternas e doenças endócrinas; ii) doenças não transmissíveis; e iii) causas externas. Para 1998, constata-se a predominância de doenças

não transmissíveis, sendo responsáveis por 59% de todos os óbitos registrados. Destacam-se as doenças cardiovasculares em todas as regiões, sendo acima da média nacional no Sul e Sudeste. No caso das neoplasias, segundo grupo de maior em causalidade de óbitos, Sul e Sudeste também se destacam. Doenças do primeiro grupo eram responsáveis por 35% dos óbitos no Nordeste, superior à média do país (26%) e, principalmente, às médias regionais. Dentre as doenças deste grupo, destacam-se como principais causas de óbitos no Nordeste as infecciosas e parasitárias e condições perinatais.

1.2 A Curva de Kuznets Ambiental (CKA)

Em 1955, Simon Kuznets publicou um importante artigo em que mostra uma relação não linear entre a desigualdade da distribuição da renda e o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* para os Estados Unidos, Grã-Bretanha e Alemanha. Trata-se da hipótese do "U invertido", que pressupõe que à medida em que a renda cresce há aumento da desigualdade de renda até um ponto de máximo em que é verificada inflexão da curva (*turning point*), indicando assim queda da desigualdade da renda a partir de certo nível de renda *per capita* (KUZNETS, 1955).

Kuznets (1955), em sua análise, parte de um sistema de produção simples apenas com setores agrícola e industrial em uma abordagem de economia dual. Sua ideia é a de que quando a economia inicia seu processo de crescimento, é verificada uma transferência de mão de obra para setores mais dinâmicos de retornos crescentes – no sentido de um setor tradicional, como o agrícola, para um mais moderno/dinâmico, como o industrial. Verifica-se neste ínterim uma tendência à elevação da desigualdade até que a economia alcance a maturidade industrial.

Portanto, a explicação de Kuznets (1955) está associada essencialmente ao diferencial de rendimentos na transição de um setor para o outro; ou seja, derivada da diferença dos produtos marginais do trabalho entre os setores. Um avanço do crescimento sob esta transição revela que, com o aumento da renda, o diferencial de renda entre setores agrícola e industrial aumenta, uma vez que o crescimento da produtividade no setor industrial é maior, mas isso tem um limite.

Realizadas essas considerações iniciais, deve-se apontar que, até os anos 1970, existia a crença de que o crescimento econômico seria a principal fonte de problemas ambientais. Porém, como os recursos ambientais eram relativamente abundantes, a questão tinha pouco

destaque nos debates econômicos. À medida que as escalas de produção e de consumo expandiram, a possível restrição ambiental ao crescimento passou a ser considerada. A publicação de “Limits to growth” (Meadows et al., 1972) ilustra isto.

Ao mesmo tempo, outros fatores chamaram a atenção para a questão ambiental, como a poluição nos países de economias industrializadas, os choques do petróleo na década de 1970, a projeção catastrofista do Clube de Roma em 1972, a publicação do trabalho de Solow (1972) sobre o impacto do crescimento no meio ambiente, os grandes desastres ambientais nas décadas de 1970 e 1980 de Seveso, Bhopale, Chernobyl e o lançamento do trabalho “Nosso Futuro Comum” pelo Conselho Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente da ONU em 1987.

Neste contexto, diversos trabalhos tratam de forma pessimista os efeitos das atividades econômicas sobre o meio ambiente. Outros trabalhos amenizam um pouco o pessimismo. Por exemplo, Beckerman (1992) defende que o impacto adverso do crescimento econômico sobre a degradação ambiental poderia ser reduzido se o aumento da renda for acompanhado de políticas e instituições ambientais. A solução não passaria, então, por reduzir a produção e sim por alterar a maneira pela qual se produz. Dessa forma, a visão de que o aumento da atividade econômica inevitavelmente fere o meio ambiente desconsideraria avanços nas tecnologias, preferências e investimentos em qualidade ambiental associados ao aumento da renda.

Existem, ainda, trabalhos que consideram a relevância de possíveis efeitos de alterações educacionais, tecnológicas, econômicas, institucionais e políticas, associados ao próprio crescimento, defendem este como capaz de lidar com problemas ambientais, não existindo um *trade-off* entre o crescimento econômico e a degradação ambiental (BECKERMAN, 1992; SELDEN; SONG, 1994). Beckerman (1992) reforça o argumento defendendo que o melhor e provavelmente o único caminho para atingir a qualidade ambiental é o país se tornar rico.

Destacam-se, nesse sentido, os trabalhos seminais de Grossman e Krueger (1991), Shafik e Bandyopadhyay (1992) e Panayotou (1993), nos quais foi levantada a hipótese de uma relação não linear no formato de um “U-invertido” entre a degradação ambiental e o nível de renda. Ou seja, a degradação, em níveis baixos (iniciais) de renda, expande com o crescimento; contudo, atingida dada renda (*turning point*), o crescimento resulta em queda da degradação. Tal hipótese é chamada de Curva de Kuznets Ambiental (CKA) devido ao formato similar ao da Curva de Kuznets (CK), que advoga relação desigualdade-renda em “U-invertido” (KUZNETS, 1955).

Nesse contexto, a Curva de Kuznets passou a ser referência na discussão econômica sobre a questão do meio ambiente, fundamentando a teoria da Curva de Kuznets Ambiental

(CKA), que pressupõe uma relação também em “U-invertido” entre medidas de degradação ambiental e o nível de renda *per capita*. Grossman e Krueger (1991) apresentaram a primeira evidência favorável à relação. A partir de então, a CKA passou a ser referência para tentar explicar como a degradação ambiental, em várias formas, evolui com o crescimento (ARRAES et al., 2006).

Portanto, a hipótese da CKA é a de que a degradação ambiental aumenta nos primeiros estágios de crescimento econômico (desenvolvimento) até que atinge um ponto de máximo, a partir do qual há uma inflexão em que se verifica uma diminuição da degradação à medida em que a renda aumenta, atingindo-se patamar mais avançado de desenvolvimento. Pode-se dividir tal processo em três estágios segundo a interação dos efeitos escala, técnico e composição, como é ilustrado na Figura 1.

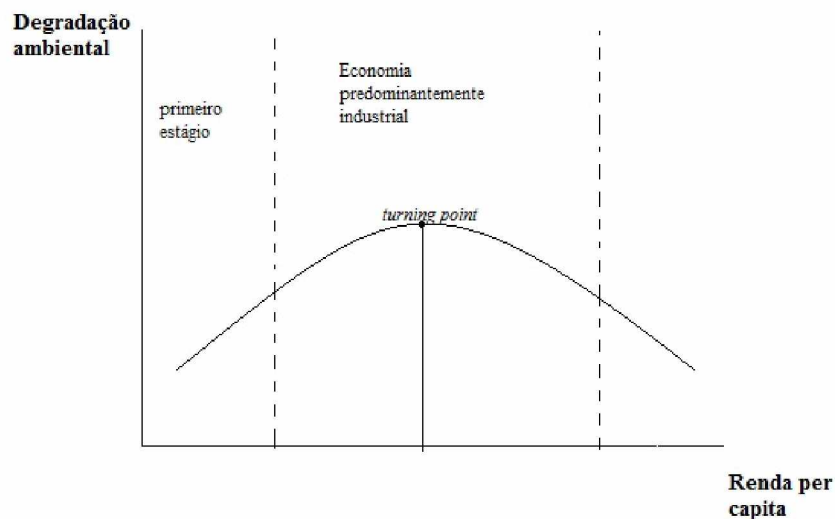


Figura 1 - Curva Ambiental de Kuznets (CKA): “U-invertido”

Fonte: Elaboração própria.

O primeiro estágio, é o da transição de uma economia tradicionalmente agrícola para uma industrializada, de maneira que o crescimento econômico implica em maior pressão sobre o meio ambiente, pois o setor industrial é mais poluente que o agrícola. No estágio seguinte, após o *turning point*, verifica-se o amadurecimento da indústria e o atendimento das necessidades básicas, que viabiliza o fortalecimento de setores menos intensivos na exploração de matérias-primas e energia e na geração de resíduos. No último estágio, há um descolamento (*de-linking*) entre crescimento e pressão ambiental; ou seja, o aumento da renda

não depende da degradação ambiental (GROSSMAN; KRUEGER, 1991; ALMEIDA; CARVALHO, 2010).

Os próprios Grossman e Krueger, em trabalho posterior ao que apresentaram a hipótese da CKA, reconheceram que nada garante que a trajetória em “U-invertido” seja automática; ou seja, que o crescimento da renda *per capita* por si só pode não ser a única condição para que ocorra, a partir de certo estágio, uma diminuição da degradação ambiental. Os autores destacam que políticas ambientais adequadas têm papel fundamental para o ponto de inflexão na trajetória da degradação (GROSSMAN; KRUEGER, 1995). Outros autores apontam mais justificativas.

Selden e Song (1994) divide explicações existentes na literatura para a CKA em quatro grupos: i) elasticidade positiva para qualidade ambiental; ii) mudanças na composição da produção e consumo; iii) níveis maiores de educação ambiental e conscientização sobre as consequências da atividade econômica sobre o ambiente; e iv) sistemas políticos mais abertos.

Resumindo e agregando as quatro explicações, a CKA tem o formato de um “U-invertido” em função de uma transição a partir do ponto máximo (*turning point*) da seguinte forma: há uma elasticidade renda positiva para qualidade ambiental, de maneira que, à medida que a renda se eleva, as pessoas a demandam mais. Ademais, quanto maior for o nível de desenvolvimento, tendem a ocorrer mudanças na composição da produção e consumo no sentido de produtos “mais limpos”, assim como melhoram os níveis de educação e de acesso a informações, o que tende a aumentar a conscientização ambiental. Mais pessoas passam a demandar produtos menos degradantes e políticas que garantam que isso seja atingido (SELDEN; SONG, 1994).

Stern (2004) ressaltam alguns efeitos como determinantes da relação da CKA: diretos (escala de produção, mudanças estruturais na composição da produção, avanços tecnológicos, mudanças nos recursos usados na produção) e indiretos associados aos diretos, como regulação, educação e conscientização ambiental. Há trabalhos que defendem que o segmento decrescente também decorre de práticas de economias desenvolvidas de exportarem alguns processos de produção intensivos em poluição para as menos desenvolvidas. Trata-se da hipótese do “paraíso de poluição” – “*pollution haven hypothesis*” (SURI; CHAPMAN, 1998; ARRAES et al., 2006).

Cole (2004) e Lucena (2006) ressaltam, ainda, que o deslocamento das indústrias mais intensivas em poluição para os países de renda mais baixa em função dos possíveis diferenciais de regulação ambiental, de maneira que os diferenciais de rigidez na regulação ambiental entre países industrializados e países em desenvolvimento resultam em vantagens

comparativas em produtos intensivos em poluição. Assim, para que se corrobore a trajetória da CKA nos países em desenvolvimento, a elasticidade renda por produtos manufaturados, em particular aqueles intensivos em poluição, deve ser negativa quando se atinge um elevado nível de renda.

Mais recentemente, alguns trabalhos discutem a possibilidade da CKA em “U-invertido” não se sustentar no longo prazo, sugerindo que tal formato se aplica apenas para estágios iniciais da relação entre qualidade ambiental e nível de renda. Argumenta-se que após dado nível mais avançado de renda, há outro *turning point*; nesse caso, um ponto de mínimo a partir do qual a curva voltaria a ser ascendente, conforme é ilustrado na Figura 2. Assim, a relação degradação-renda teria, na verdade, o formato próximo a um “N”, indicando que a degradação volta a aumentar em estágios mais avançados de renda. Esse formato decorreria da incapacidade de as instituições ambientais internalizarem externalidades negativas das atividades econômicas, do efeito escala superando novamente efeitos tecnológico e composição e/ou se as possibilidades de melhorias na eficiência tecnológica forem exauridas ou seus custos se tornarem bastante altos e economicamente inviáveis (OPSCHOOR, 1990; DE BRUYN, 1997; DE BRUYN et al., 1998; JONES; MANUELLI, 1998; LIST, 1999; BIAGE, 2013; ALMEIDA, 2015).

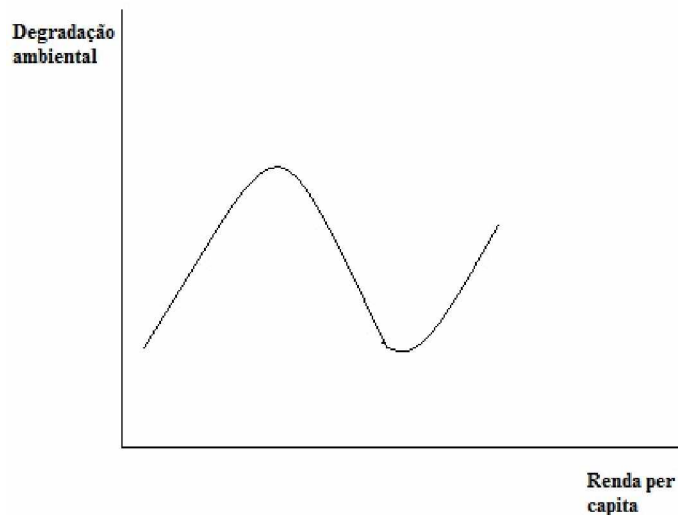


Figura 2 – Relação degradação-renda: formato “N”

Fonte: Elaboração própria.

As primeiras evidências empíricas em relação à CKA foram apresentadas já no trabalho seminal de Grossman e Krueger (1991) sobre a hipótese. Neste trabalho, foi realizado um estudo econométrico para 42 países relacionando três tipos de poluentes à renda *per capita*:

dióxido de enxofre (SO_2), partículas suspensas e fumaça. O trabalho chegou a evidências que corroboram o “U-invertido” para o SO_2 e a fumaça, enquanto que, para as partículas suspensas em um dado volume de ar, a relação apresenta tendência monotonicamente decrescente em relação à renda.

Shafik e Bandyopadhyay (1992), por meio de estimações econométricas com dados para 149 países, consideraram como variáveis dependentes a ausência de acesso a água limpa e a outros serviços de saneamento urbano, assim como volumes de óxido de enxofre, oxigênio dissolvido em rios, coliformes fecais em rios, resíduos *per capita* e emissões de carbono *per capita*. Os resultados encontrados sinalizaram que apenas resíduos e emissões de carbono são crescentes com a renda; os outros indicadores apresentaram relações que corroboram a CKA.

Selden e Song (1994) examinaram a poluição do ar pelos mesmos elementos analisados por Grossman e Krueger (1991), mais nitrogênio (NO_3) e monóxido de carbono (CO), para 30 países, sendo as variáveis independentes (*proxies* para o nível de desenvolvimento econômico) a renda *per capita* e a densidade populacional. Os resultados obtidos mostraram que, em níveis suficientemente altos de renda, a poluição tenderia a cair, confirmando a hipótese da CKA. Os autores destacaram, ainda, que as emissões agregadas têm um ponto de inflexão em um nível de renda *per capita* mais alto do que o *turning point* para qualidade do ar nas cidades.

Stern (1996) inclui fatores que influenciam diretamente a relação entre pressão ambiental e crescimento – escala de produção, mudanças estruturais na composição da produção, avanços tecnológicos e mudanças nos recursos utilizados na produção – e fatores indiretos associados, como regulação, educação e conscientização ambiental, para sustentar a CKA. Hettige et al. (1992), Shafik (1994), Cropper e Griffiths (1994) e Hilton e Levinson (1998) também sustentam a hipótese, principalmente para medidas de poluição do ar. Cropper e Griffiths (1994) mostram evidências da CKA também para o desmatamento na África e América Latina, mas não na Ásia.

Almeida e Carvalho (2010) investigaram a relação entre o crescimento e o aquecimento global para 187 países. Para isso, foi estimada uma CKA para emissões de CO_2 *per capita* contra a renda *per capita*, em nível e ao quadrado; exportações *per capita*; consumo de energia *per capita* e uma *dummy* com países que adotaram o Protocolo de Kyoto. Foram verificadas evidências de uma CKA (“U-invertido”), ou seja, o crescimento reduz o impacto ambiental das atividades econômicas. Contudo, ao incorporar a renda *per capita* ao cubo, observou-se que as emissões voltam a aumentar para níveis mais elevados de renda, indicando que a relação entre renda e redução de emissões não é automática e que há um momento em

que não se verifica a CAK, mas sim o formato “N”. Outra evidência do trabalho é a de que os países que se inseriram sob condições do Protocolo de Kyoto reduziram emissões de CO₂, revelando que o crescimento é importante, mas se fazem necessárias outras medidas que busquem qualidade ambiental.

Na literatura empírica, também há evidências específicas para o Brasil. Lucena (2005), por exemplo, testou, por meio de estimações econométricas, a hipótese da CKA para o consumo de energia e emissões de CO₂ – variáveis dependentes. A medida de crescimento foi a renda *per capita*, sendo inseridas algumas variáveis de controle. Os resultados das estimações são diferentes para cada medida. Ao utilizar as emissões de CO₂ como variável dependente, as estimações não sustentam a existência de uma CKA; porém, para o consumo de energia como variável dependente, as estimações são inconclusivas para corroborar ou refutar a hipótese.

Cunha (2008) estimou, por mínimos quadrados ordinários (MQO), uma equação cúbica em relação à renda *per capita* para a emissão de dióxido de carbono como variável dependente, com dados brasileiros referentes ao período de 1980 a 2004. O resultado obtido revelou que um aumento da renda per capita sempre leva a um aumento da emissão de dióxido de carbono, não corroborando, portanto, a hipótese da CKA. Serrano et al. (2014), por outro lado, obtiveram evidências favoráveis à hipótese também estimando a relação entre a emissão de CO₂ e o nível de renda *per capita* por meio de um polinômio de terceiro grau em relação ao PIB *per capita*.

Fonseca e Ribeiro (2005) estimaram uma CKA modificada para os estados brasileiros e Distrito Federal. Para isso, os autores utilizaram como variável dependente o percentual de áreas ambientais protegidas. Como variáveis independentes foram utilizadas renda *per capita* (polinômio de 3º grau) e algumas variáveis de controle. Os resultados deste trabalho mostram a importância da renda *per capita* e de variáveis de controle que refletem o nível de escolaridade da população como determinantes de proteção ambiental no Brasil. Ademais, corrobora a CKA.

Souza et al. (2008), com informações municipais, averiguaram a hipótese da CKA para características que sinalizariam o nível de desenvolvimento sustentável, representando as dimensões meio ambiente, educação, saúde e renda. Os resultados deste estudo mostraram que as variáveis representativas do desenvolvimento sustentável apresentam uma relação com renda *per capita* dos municípios que não corroboram a hipótese da CKA; pelo contrário, tais variáveis apresentaram relações no formato “U”, indicando que os problemas decrescem com

a renda até um dado nível, para depois aumentar e, para algumas variáveis, ter um comportamento cíclico.

Saiani et al. (2013) avaliou a existência de uma CKA para *déficits* municipais de acesso a serviços de saneamento ambiental (coleta de lixo, coleta de esgoto e abastecimento de água), considerados como medidas indiretas de degradação ambiental. Para esta análise, a renda municipal *per capita* (polinômio de 3º grau) foi a principal variável de interesse, por ser a medida de desenvolvimento econômico para avaliar a existência da CKA. Além disso, houve o controle por outras variáveis. Verificou-se que *déficits* de acesso a lixo e esgoto aumentam em níveis iniciais de desenvolvimento e diminuem a partir de um ponto, porém, no longo prazo isso não se sustenta, sugerindo, portanto, uma curva em “N”, ou seja, a CKA não se corrobora.

Os Quadros 1 e 2 apresentam outras evidências empíricas da literatura – internacional e nacional, respectivamente sobre a existência ou não da CKA –, com diferentes medidas de degradação ambiental, métodos e amostras. Deve-se destacar que poucos utilizam medidas de consequências da degradação ambiental, como impactos sobre a saúde – estratégia adotada na presente dissertação. Além disso, vale reforçar que há diversas evidências sobre a validade ou não da CKA ou da relação entre degradação e crescimento em “N” para vários países e locais do Brasil, com diferentes estratégias empíricas. No entanto, nenhuma das relações pode ser considerada como consensual, existindo, inclusive, evidências de relações monotônicas e não lineares em “U” e “N-invertido”, sendo o primeiro formato contrário à tese do crescimento como solução para a degradação e o segundo favorável, mas com comportamento cíclico. Para evidências internacionais e nacionais, sobre estes outros possíveis formatos da relação, conferir, entre outros trabalhos: Stern et al. (1996), Ciriaci e Palma (2009), Carvalho e Almeida (2010), Oliveira et al. (2011), Saiani et al. (2013), Serrano et al. (2014) e Rodrigues et al. (2016).

Quadro 1 - Revisão da literatura empírica: evidências internacionais sobre a CKA

Trabalhos	Delimitações Espaciais e Temporais	Variáveis	CKA?
Grossman e Krueger (1991)	42 países para SO ₂ , 19 países para fumaça escura, 29 países para MPS, 1977, 1982 e 1988	SO ₂ , MPS, fumaça escura, PIB, PIB ² , PIB ³	Sim
Shafik e Bandyopadhyay (1992)	149 países, 1960-1990	Emissão de SO, emissão de CO, déficit água limpa, saneamento urbano, resíduos <i>per capita</i> , PIB, PIB ² , PIB ³	Sim, com exceções
Panayotou (1993)	68 países para área desmatada, 54 países para os poluentes, final de 1980	Emissão de NO _x , SO ₂ , MPS, área desmatada, PIB, PIB ²	Sim
Cropper e Griffiths (1994)	64 países da África, América Latina, Ásia, 1961-1991	Área desmatada, PIB, PIB ²	Sim, com exceção
Selden e Song (1994)	30 países com diferentes níveis de renda, 1973-1984, 1979-1981, 1982-1984	SO ₂ , CO, NO ₃ , MP, PIB, PIB ²	Sim
Holtz-Eakin e Selden (1995)	130 países, 1951-1986	Emissões de CO, PIB, PIB ²	Sim
Grossman e Krueger (1995)	42 países (SO ₂), 29 países (MPS), 1977-1988	Emissão de SO ₂ , MPS, PIB, PIB ² , PIB ³	Sim
Hilton e Levinson (1998)	48 países, 1972, 1982, 1992	Emissões de automotivos, PIB, PIB ² , PIB ³	Sim
List e Gallet (1999)	Estados dos Estados Unidos, 1929-1994	SO ₂ , NO _x	Sim, com restrições
Day e Grafton (2003)	Canadá, 1974-1997 (CO), 1958-1995 (CO ₂), 1974-1997 (SO ₂)	Emissão de CO, Emissão de CO ₂ , Emissão de SO ₂ , PIB, PIB ² , PIB ³	Não
Haisheng et al (2005)	China, 1990-2002	Desperdício de água pela indústria, emissão de SO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Stern (2002)	64 países, 1973-1990	Emissão de SO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Plassmann e Khanna (2006a)	Estados Unidos, 1990	CO, MP, PIB, PIB ² , PIB ³	Sim
Plassmann e Khanna (2006b)	Canadá, 1975-1999	Área de floresta desmatada, PIB, PIB ²	Sim
Ang (2007)	França, 1960-2000	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Apergis e Payne (2009)	América Central, 1971-2004	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Atici (2009)	Europa Central e Oriental, 1980-2002	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Halicioglu (2009)	Turquia, 1960-2005	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Jalil e Mahmud (2009)	China, 1975-2005	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Llorca e Meunier (2009)	China, 1985-2003	Emissão de SO ₂ , PIB, PIB ² , PIB ³	Não

Acaravci e Ozturk (2010)	Europa, 1960-2005	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim, com exceções
Apergis e Payne (2010)	Comunidade dos Estados Independentes, 1992-2004	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Fodha e Zaghdoud (2010)	Tunísia, 1961-2004	Emissão de CO ₂ , Emissão de SO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Jalil e Feridun (2010)	China, 1953-2006	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Iwata et al (2010)	França, 1960-2003	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Lean e Smyth (2010)	Associação de Nações do Sudeste Asiático, 1980-2006	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Ozturk e Acaravci (2010)	Turquia, 1968-2005	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Não
Pao e Tsai (2010)	Países BRIC, 1971-2005	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Nasir e Rehman (2011)	Paquistão, 1972-2008	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Orubu e Omotor (2011)	África, 1900-2002	Poluentes na água, PIB, PIB ² , PIB ³	Sim
Pao et al. (2011)	Rússia, 1990-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Não
Pao e Tsai (2011a)	Brasil, 1980-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Pao e Tsai (2011b)	Países BRIC, 1992-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Wang et al. (2011)	China, 1995-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Zilio e Rcalde (2011)	América Latina e Caribe, 1970-2007	Fornecimento de energia, PIB, PIB ²	Não
Ahmed e Long (2012)	Paquistão, 1971-2008	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Du et al. (2012)	China, 1995-1999	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Não
Esteve e Tamarit (2012)	Espanha, 1857-2007	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Hamit-Haggar (2012)	Canadá, 1990-2007	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Jayanthakumaran et al. (2012)	China e Índia, 1971-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Saboori et al. (2012)	Malásia, 1980-2009	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Shahbaz et al. (2012)	Paquistão, 1971-2009	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Babu e Datta (2013)	Países em desenvolvimento, 1980-2008	Indicador de degradação ambiental (EDI) elaborado pelos autores, PIB, PIB ² , PIB ³	Não
Chandran e Tang (2013)	Associação de Nações do Sudeste Asiático, 1971-2008	Emissão de CO ₂ , consumo de energia dos transportes, PIB, PIB ²	Não
Govindaraju e Tang (2013)	China e Índia, 1965-2006	Emissão de CO ₂ , consumo de carvão, consumo de energia, PIB, PIB ²	Não
Ozcan (2013)	Oriente Médio, 1990-2008	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Não
Ozturk e Acaravci (2013)	Turquia, 1960-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Saboori e Sulaiman (2013a)	Associação de Nações do Sudeste Asiático, 1971-2009	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim, com exceções
Saboori e Sulaiman (2013b)	Malásia, 1980-2009	Emissão de CO ₂ , consumo de energia PIB, PIB ²	Não
Shahbaz et al. (2013a)	Malásia, 1971-2011	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB	Sim

Shahbaz et al. (2013b)	Turquia, 1970-2010	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Shahbaz et al. (2013c)	Romênia, 1980-2010	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Tiwari et al. (2013)	Índia, 1966-2011	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Cho et al. (2014)	Países da OCDE, 1971-200	Emissão de CO ₂ , Emissão de NO ₂ , Emissão de CH ₄ , consumo de energia, PIB, PIB ² ,	Sim
Chow (2014)	132 países: desenvolvidos e em desenvolvimento, 1992-2004	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Farhani et al. (2014)	Tunísia, 1971-2008	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Lau et al. (2014)	Malásia, 1970-2008	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Onafowora e Owoye (2014)	Brasil, China, Egito, Japão, México, Nigéria, Coréia do Sul, África do Sul, 1970-2010	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim, com exceções
Osabuohienet et al. (2014)	África, 1995-2010	Emissão de CO ₂ , PIB, PIB ²	Sim
Shahbaz et al. (2014)	Tunísia, 1971-2010	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim
Yavuz (2014)	Turquia, 1960-2007	Emissão de CO ₂ , consumo de energia, PIB, PIB ²	Sim

Fonte: Apud Al Mulali et al. (2015). Acréscimos próprios.

Quadro 2 - Revisão da literatura empírica: evidências nacionais sobre a CKA

Trabalhos	Delimitações Espaciais e Temporais	Variáveis	CKA?
Fonseca e Ribeiro (2004)	26 estados brasileiros e Distrito Federal, 1985,1990, 1995 e 2000	Percentual de áreas estaduais preservadas, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Arraes et al. (2006)	Países, 2000	Déficit de abastecimento de água, Déficit de acesso à rede sanitária, déficit na expectativa de vida em relação ao ideal, déficit na alfabetização de adultos com relação ao ideal; emissão CO ₂ per capita e taxa de mortalidade, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Lucena (2006)	Brasil, 1970-2003	Consumo de energia no Brasil, emissões de CO ₂ , PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Cunha (2008)	Brasil, 1980-2004	Emissões de CO ₂ provenientes do consumo de petróleo, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Sim
Santos et al. (2008)	792 municípios da Amazônia Legal, 2000-2004	Área desmatada, PIB per capita, PIB per capita ²	Sim
Sousa et al. (2008)	Municípios brasileiros, 1991 e 2000	PIB per capita, déficit em água potável, déficit em saneamento básico, déficit em coleta de lixo, mortalidade infantil, déficit na alfabetização de adultos, expectativa de vida, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Almeida e Carvalho (2010)	187 países, 2004	Emissões de CO ₂ per capita, consumo de energia per capita, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Biage (2012)	34 países, 1991-2006	Emissão CO ₂ , PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Saiani et al. (2013)	Municípios brasileiros, 1991 e 2000	Déficit municipal de acesso a serviços de saneamento ambiental, representados por: coleta de lixo, coleta de esgoto e abastecimento de água, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Serrano et al. (2014)	Brasil, 1980-2010	Emissões de CO ₂ provenientes do consumo de petróleo, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Ávila e Diniz (2015)	99 países, 1972-2008	Emissões de CO ₂ per capita, taxa média de crescimento das emissões per capita, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Sousa et al. (2016)	51 países com diferentes níveis de desenvolvimento, 2005-2010	Emissões de CO ₂ per capita, PIB per capita, PIB per capita ² , PIB per capita ³	Não
Prado et al. (2017)	80 países, 1990-2013	Emissão CO ₂ , consumo de energia, PIB per capita, PIB per capita ²	Sim

Fonte:

Elaboração

própria

1.3 Indicadores de saúde ambiental

A epidemiologia tem como objeto de estudo o processo de ocorrência de doenças, óbitos, agravos e riscos à saúde em uma localidade. Assim, indicadores epidemiológicos mensuram a relação entre os casos de doentes (no geral, pelas internações hospitalares) e/ou de óbitos e a população da localidade. Mais especificamente, tais indicadores também podem se entendidos como aqueles que reúnem aspectos da relação entre a saúde e o meio ambiente (ALMEIDA FILHO; ROUQUAYROL, 1992; SOARES et al., 2006). A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saúde ambiental como as consequências na saúde da interação entre os homens, o meio ambiente físico-natural e o meio ambiente transformado pela ação do homem. A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) considera indicadores (epidemiológicos) de saúde ambiental como uma expressão dos efeitos da relação entre a saúde e o meio ambiente

Briggs (1999) defende que os principais objetivos do uso de indicadores sócio-ambientais (saúde ambiental) são: identificar situações de risco, efetivas e potenciais, associadas a questões (problemas) ambientais, monitorar tendências no ambiente e na saúde resultantes de exposições a fatores de risco, comparar condições ambientais e de saúde em diferentes localidades, o que possibilita tanto a identificação de áreas prioritárias como avaliações de efeitos de políticas.

Resumidamente, um dos objetivos principais de indicadores de saúde ambiental, inclusive para o objeto da presente dissertação, é sinalizar como, o crescimento econômico, funcionando como meio propulsor dos elementos que compõe o dinamismo de um local, gera impactos que modificam o meio ambiente, e, assim, a saúde humana, por meio de várias formas de exposição em que as pessoas entram em contato com o ambiente degradado e têm suas saúdes afetadas.

Dentre as principais formas de degradação ambiental, está a poluição atmosférica, que pode ser definida como a presença de substâncias estranhas no ar resultantes de processos naturais ou das atividades humanas, em especial as econômicas, podendo interferir direta ou indiretamente nas condições de saúde e segurança dos indivíduos, risco que é amenizado ou potencializado a depender da concentração da poluição e da frequência da exposição. As fontes naturais de poluição do ar são a queima de biomassa (material derivado de plantas ou animais) – sem ações humanas – e erupções vulcânicas. Principalmente após a Revolução Industrial, destacaram-se outras fontes por meio das

ações dos homens, como a queima de combustíveis fósseis nos motores a combustão, nas indústrias siderúrgicas, nos veículos automotivos etc..

Diversos estudos avaliaram os impactos negativos da poluição atmosférica sobre a saúde humana, mostrando evidências robustas da existência de tais impactos, principalmente para as doenças associadas ao aparelho respiratório, diretamente relacionadas à inalação do ar poluído. Tal fato causa uma resposta inflamatória no aparelho respiratório, pela ação de substâncias oxidantes, as quais acarretam aumento da produção, acidez, viscosidade e consistência do muco produzido pelas vias aéreas, levando a uma debilidade do sistema mucociliar. Deve-se ressaltar, ainda, que em estudos epidemiológicos que investigam os efeitos da poluição com indicadores agregados por localidades – como será feito nesta dissertação –, predomina o uso de indicadores de mortalidade – óbitos – e morbidade – internações hospitalares (GOUVEIA, 1998).

Cropper (2000) apresenta um exercício empírico em que a melhoria da qualidade do ar resulta em reduções na mortalidade prematura, nas incidências de asma e de bronquite crônica, nas internações e nos sintomas de doenças crônicas pulmonares, mas também nos sintomas de doenças cardíacas. Outros estudos também sinalizam efeitos da poluição atmosférica sobre o aparelho circulatório. O contato com os poluentes resulta em aumento da viscosidade sanguínea de marcadores inflamatórios, progressão da arteriosclerose, alterações de coagulação, redução da variabilidade da frequência cardíaca e aumento da pressão arterial, fatores de risco para doenças cardiovasculares (Rummel (1993); Martins et al (2006); Gouveia et al (2006). De acordo com a literatura médica, a exposição crônica a poluentes aumenta o risco de doenças cardiovasculares que relacionadas à inflamação pulmonar crônica, como apontam Arbex et al (2012).

Rummel (1993), por exemplo, mostra uma relação entre infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral associado a alta temperatura e concentração de CO. Neste trabalho, a poluição atmosférica por CO e o calor são fatores de risco para episódio agudo de infarto do miocárdio. Portanto, além de partos prematuros, má formação congênita e menor ganho de peso durante a gestação, no caso dos bebês; na população em geral, a poluição atmosférica resulta em óbitos (mortalidade) e adoecimento (morbidade) por doenças dos aparelhos respiratório e circulatório.

Grande parcela dos trabalhos consultados sobre a temática, listados no Quadro 3, mostram evidências robustas de efeitos negativos da inalação de alguns poluentes sobre a saúde (aumentos de sintomas de doenças, internações, procura por atendimento

médico, óbitos etc.). No geral, estes atingem predominantemente as vias respiratórias, o nariz, garganta, mucosa dos olhos, traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos, tecido pulmonar e corrente sanguínea. Dentre as doenças que mais se destacam nessa relação são asma, doença obstrutiva pulmonar crônica (DOPC), pneumonia, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral. É importante ressaltar que a poluição, se sistêmica e contínua, pode causar ou agravar doenças crônicas.

Quadro 3 - Revisão da literatura empírica nacional: efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde

Trabalhos	Indicadores de Saúde	Poluentes
Penna e Duchiate (1991)	Mortalidade infantil por pneumonia	MP ₁₀
Rummel et al. (1993)	Acidente vascular cerebral e infarto do miocárdio	CO
Saldiva et al. (1995)	Mortalidade em idosos	SO ₂ , CO, NO, MP ₁₀
Freitas et al. (1997)	Mortalidade em idosos e internações por doenças respiratórias	CO, MP ₁₀ , O ₃
Kishi e Saldiva (1998)	Internações por doenças respiratórias	CO, MP ₁₀ , O ₃
Lin et al. (1999)	Atendimento de emergências por causas respiratórias	SO ₂ , CO, MP ₁₀
Gouveia e Fletcher (2000)	Mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares	SO ₂ , CO, MP ₁₀ , O ₃
Conceição et al. (2001)	Mortalidade em crianças por doenças respiratórias	SO ₂ , CO, MP ₁₀
Martins et al. (2002)	Atendimentos de emergência por doenças respiratórias das vias inferiores	SO ₂ , O ₃
Botter et al. (2002)	Mortalidade em idosos	SO ₂
Lin et al. (2003)	Internações por doenças cardíacas isquêmicas	SO ₂ , CO, MP ₁₀ , O ₃
Martins et al. (2004)	Mortalidade por doenças respiratórias	MP ₁₀
Gouveia et al. (2006)	Internações por doenças respiratórias e cardiovasculares	SO ₂ , CO, NO ₂ , MP ₁₀
Martins et al. (2006)	Atendimentos por doenças cardiovasculares	SO ₂ , CO, NO ₂ , MP ₁₀ , O ₃
Cendon et al. (2006)	Internações por infarto	SO ₂ , CO, NO ₂ , MP ₁₀ , O ₃
Nascimento et al. (2006)	Internações por pneumonia	SO ₂ , MP ₁₀ , O ₃
Braga et al. (2007)	Atendimentos de emergência por doenças respiratórias e cardiovasculares	MP ₁₀
Mascarenhas et al. (2008)	Atendimentos de emergência por doenças respiratórias	MP _{2,5}
Moura et al. (2009)	Atendimentos de emergência por doenças respiratórias	MP ₁₀ , O ₃
Oliveira et al. (2011)	Mortalidade por doenças respiratórias	SO ₂ , MP ₁₀ , O ₃
Nascimento (2011)	Admissões por doenças cardiovasculares	MP ₁₀
Sousa et al. (2012)	Atendimentos de emergência por doenças respiratórias	SO ₂ , MP ₁₀ , CO
Amâncio e Nascimento (2012)	Internações por asma	SO ₂ , MP ₁₀

Nascimento et al. (2012)	Internações por acidente vascular cerebral	MP ₁₀
Nascimento e Francisco (2013)	Internações por hipertensão	MP ₁₀

Fonte: Pereira e Limongi (2015). Acréscimos próprios.

Nesse momento, alguns apontamentos adicionais sobre as doenças associadas à poluição atmosférica. Primeiramente, deve-se apontar que características climáticas e geográficas podem potencializar os efeitos da qualidade do ar sobre a saúde. Por exemplo, uma umidade do ar inferior a 30% pode afetar a integridade das vias aéreas; enquanto uma umidade em excessiva causa mofo e fungo. Por isso, vários dos trabalhos do Quadro 3 se esforçam para controlar outros aspectos em seus estudos empíricos, como: sazonalidade, *delay* em relação ao aumento da concentração do poluente e resposta na procura por atendimento médico e temperatura.

Outra característica comum apresentada nas investigações sobre a temática é a distinção entre grupos mais susceptíveis, destacando crianças, idosos, doentes crônicos e recém-nascidos. Saldiva (1995), ao comparar a poluição do ar por alguns materiais particulados: (MP_{0,5}, MP_{2,5}, MP₁₀, NO₂, SO₂ e CO) e a mortalidade em idosos com mais de 65 anos para uma série histórica, encontrou uma relação robusta para a concentração de materiais particulados. Conceição (2001) encontrou relação entre materiais particulados e mortalidade respiratória de crianças. Gouveia e Fletcher (2000), Jasinski et al. (2010), Amâncio e Nascimento (2012), Martins et al (2002), Nardocci et al. (2013), Pinheiro et al (2014) e Gouveia et al (2014) também reportaram relações entre a poluição do ar e indicadores de saúde para os grupos de maior vulnerabilidade.

A maior vulnerabilidade de idosos e crianças deve-se, ao menos em parte, às condições de seus sistemas fisiológico e imunológicos. Os primeiros, no geral, são pessoas com sistemas fragilizados; as crianças, com sistemas em formação. Deve-se considerar, ainda, como destacam Arbex et al (2012) que estas são mais vulneráveis às doenças respiratórias, pois tomando como base o peso corporal, o volume de ar que passa por meio das vias respiratórias é maior do que em um adulto.

Além da poluição do ar, a poluição do solo e dos recursos hídricos também são exemplos de degradação ambiental com impactos sobre a saúde. Como um dos fatores determinantes destas poluições, pode-se apontar os serviços de saneamento básico (ou saneamento ambiental).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define saneamento básico/ambiental como o controle de todos os fatores do meio físico humano que exercem ou podem

exercer efeitos negativos sobre o bem-estar físico, mental e social (WHO, 2004). Em termos práticos, no Brasil, legalmente o saneamento é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água (captação, tratamento e distribuição), esgotamento sanitário (coleta, tratamento e disposição final), limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos (coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final) e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007).

Assim, tratam-se de serviços com impactos sobre a saúde por meio do canal ambiental. Segundo a OMS, várias doenças infecciosas e parasitárias têm no meio ambiente alguma fase do ciclo de transmissão. Uma grande parte dessas doenças está associada a situações adversas da má qualidade da água, da destinação e tratamento de resíduos sólidos e líquidos. Assim, condições inadequadas na provisão dos serviços de saneamento podem levar à contaminação dos mananciais, dos cursos de água e dos solos, assoreamento dos rios e inundações, contribuindo para formação de ambientes propícios à proliferação de agentes transmissores de doenças. Ademais, a falta ou precariedade do acesso à água representa situação de risco que propicia o aumento da incidência de doenças infecciosas agudas ou a prevalência de doenças crônicas (CAIRNCROSS; FEACHEM, 1990; HELLER, 1997; WHO, 2004).

As doenças mais associadas ao saneamento ambiental, de acordo com a literatura, são sintetizadas no Quadro 4, que as divide em categorias e grupos que consideram sintomas, ciclos de vida dos agentes patogênicos e vias de transmissão. Nas doenças de veiculação hídrica, o agente patogênico está presente na água, isto é, a água é a principal forma de exposição ao agente. Nas doenças baseadas na água, o agente patogênico tem parte do seu ciclo vital na água em reservatórios aquáticos e a água pode ser uma forma de contato do agente com as pessoas. Já nas doenças transmitidas por insetos, o patogênico não tem relação direta com a água, mas seu ciclo de vida depende do inseto que se alimenta e procria na água (HELLER, 1997).

É importante ressaltar que ações no saneamento são importantes para reduzir suas proliferações, como coleta e tratamento dos resíduos sólidos e líquidos, prevenção da poluição das águas de rios, mares e outros mananciais, garantia da qualidade da água para o consumo, controle de vetores, drenagem das águas das chuvas, prevenção de enchentes e cuidados com áreas subterrâneas. Além disso, no geral, as doenças são infecciosas e parasitárias (DIPs) e não crônicas degenerativas ou causas externas, principalmente as feco-orais, que são as mais redutíveis por ações no setor.

(CAIRNCROSS; FEACHEM, 1990; ESREY et al 1990; HELLER, 1997; MARA; FEACHEM, 1999).

Quadro 4 - Principais doenças relacionadas aos serviços de saneamento ambiental

Categorias	Grupos de Doenças	Doenças
Feco-Oral (Transmissão Hídrica ou Relacionada à Higiene)	Diarreicas	Cólera, Infecções por Salmonela, Amebíases, Isosporíases, Outras Infecções Intestinais (bactérias, protozoários ou vírus)
	Febres Entéricas	Febres Tifoides e Paratífoides
	Outras	Hepatite A, Poliomielite, Leptospirose, Ascariíase, Tricuríase
Inseto Vetor	Procriação na Água	Filariose Linfática, Malária, Doença de Chagas, Dengue, Febre Amarela, Leishmanioses
	Picada Próxima à Água	Doença do Sono
Contato com a Água	Penetração na Pele	Esquistossomose
	Ingestão	Infecções por Helminthos, Teníase e Cisticercose
Relacionadas à Higiene	Doenças dos Olhos	Tracoma e Conjuntivites
	Doenças da Pele	Dermatofitoses e Micoses Superficiais

Fonte: Adaptado de Feachem et al. (1983), Cairncross e Feachem (1990), Heller (1997) e Mara e Feachem (1999).

Por último, vale apontar que, assim como no caso das doenças do aparelho respiratório, no caso das doenças associadas ao saneamento básico/ambiental, crianças são mais vulneráveis, devido ao desenvolvimento fisiológico das crianças (sistema imunológico em formação) e aos maiores riscos de exposição, em função da ingestão de mais água e alimento em relação ao peso corpóreo, hábito de levarem as mãos e objetos à boca e proximidade e permanência no chão. Os idosos também são podem ser vulneráveis em relação às doenças infecciosas principalmente pelo fato de várias manifestarem-se em diarreia, levando à desidratação e, assim, a agravos de doenças crônicas, especialmente aquelas que alteram o funcionamento dos rins e à hipertensão (BRISCOE et al., 1986; ESREY et al., 1990; VICTORA et al., 1994; HELLER, 1997).

II – ESTRATÉGIAS EMPÍRICAS

Para averiguar as relações entre indicadores de saúde ambiental associadas à poluição atmosférica e à inadequação dos serviços de saneamento básico (ambiental) e o nível de renda *per capita* agregados por localidades, testando as hipóteses da transição epidemiológica e da Curva de Kuznets Ambiental (CKA), apresentadas no capítulo anterior, serão feitas estimações econométricas para um painel de todos os municípios brasileiros com dados disponibilizados referentes ao período de 1999 a 2012 – período definido devido à disponibilidade dos dados.

Para a realização destas estimações, será seguida a estratégia empírica tradicionalmente utilizada pela literatura para a investigação da CKA. Nos trabalhos iniciais, a hipótese da CKA foi testada com dados em *cross-section* para estimar modelos baseados na equação (1), que considera um polinômio de 2º grau em relação à medida de crescimento (ou desenvolvimento).

$$M_i = \alpha_0 + \alpha_1 Y_i + \alpha_2 Y_i^2 + \epsilon_i \quad (1)$$

sendo: M_i uma medida de degradação ambiental da localidade i ; Y_i uma medida de crescimento econômico (ou desenvolvimento) da localidade i – a renda *per capita* é a mais utilizada; e ϵ_i o termo de erro aleatório.

Para que a hipótese da CKA seja corroborada, confirmando uma relação entre degradação ambiental e nível de renda *per capita* no formato de um “U-invertido”, é necessário que os coeficientes α_1 e α_2 sejam significativos e respeitem as seguintes condições: $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 < 0$.

O emprego de dados em *cross-section* para testar a ocorrência da CKA é contestado em alguns trabalhos por ser uma relação resultante de processos dinâmicos de transformações na economia, como foi discutido na revisão bibliográfica do primeiro capítulo. Assim, defende-se o emprego de dados em painel. Também pela possibilidade de diminuir vieses decorrentes de características específicas de cada localidade que levariam a trajetórias únicas e não controladas em estimações seccionais. A abordagem de painel com efeitos fixos (estimador *Within* e erros-padrão robustos) parece mais adequada para testar a CKA, pois permite considerar se medidas de degradação de localidades distintas seguem a mesma trajetória com o crescimento da renda, mesmo com interceptos distintos (FIELDS; JAKUBSON, 1994). Ademais, permite corrigir viés da correlação entre variáveis omitidas fixas no tempo e regressores e efeito comum às

unidades seccionais que variam no tempo (GREENE, 1997; BALTAGI, 2001; WOOLDRIDGE, 2002).

O teste da hipótese da CKA com dados em painel pelo método dos efeitos fixos é feito por meio da estimação de modelos baseados na equação (2). Para validar a hipótese, continua sendo necessário respeitar a “regra” $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 < 0$, com os dois coeficientes significativos.

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \mu_i + T_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

sendo: M_{it} uma medida de degradação ambiental da localidade i no período t ; Y_{it} uma medida de desenvolvimento econômico (ou crescimento) da localidade i no período t ; μ_i um conjunto de características não observadas da localidade i constantes no tempo (os efeitos fixos); T_t um conjunto de características constantes entre as localidades, mas que variam ao longo do tempo – geralmente são usadas variáveis de tendência ou *dummies* de períodos – e ϵ_{it} o erro aleatório.

É importante reforçar que as equações (1) e (2) são meios de testar se a relação entre a degradação ambiental e o nível de renda *per capita* apresenta o formato de um “U-invertido”. Contudo, conforme foi mencionado no primeiro capítulo, existem trabalhos que apontaram evidências para diferentes formatos da relação. Neste contexto, destaca-se o trabalho de Jones de Manuelli (1998) e outros posteriores nos quais foi apresentada a possibilidade de uma relação em “N”, ou seja, a degradação aumenta em níveis menores de renda *per capita*, diminui a partir de certo estágio, mas volta a aumentar em estágio superior. Para testar, pelo método de efeitos fixos, a hipótese da relação nesse formato, inclui-se na equação (2) um polinômio de 3º grau em relação à medida de crescimento da renda, estimando modelos baseados na equação (3).

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 Y_{it}^3 + \mu_i + T_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

Para corroborar a relação degradação-renda no formato próximo a um “N”, é necessário que os coeficientes α_1 , α_2 e α_3 sejam significativos e sigam o seguinte padrão de sinais: $\alpha_1 > 0$; $\alpha_2 < 0$ e $\alpha_3 > 0$. Se α_1 e α_2 forem significativos, com $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 < 0$, mas α_3 não for significativo ou $\alpha_3 < 0$, a relação assume o formato tradicional da CAK de um “U invertido”. Outras combinações de sinais e significâncias representam diferentes formatos para a relação.

A validação da CAK ou do “N” somente por meio da estimação de modelos baseados nas equações (1), (2) e (3) também pode ser questionada, pois alguns estudos

apontaram evidências favoráveis ao abordar, conjuntamente, países desenvolvidos e em desenvolvimento. Porém, ao considerarem amostras desagregadas, as evidências não se mostraram tão favoráveis (STERN, 2004). Tal fato pode sinalizar que os resultados para a amostra total reflitam outras diferenças entre os locais e não apenas a relação entre degradação ambiental e nível de renda *per capita*.

Para lidar com esse possível problema, podem ser incluídas nas estimações variáveis de controle (covariadas) que refletem características distintas das localidades que também podem influenciar a degradação ambiental. Tal sugestão foi adotada em alguns estudos (STERN, 2004) que estimaram modelos baseados na equação (3) incorporando um conjunto de características observadas (controles) Z_{it} da localidade i no período t , conforme é denotado na equação (4):

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 Y_{it}^3 + \alpha_4 Z_{it} + \mu_i + T_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

A hipótese da relação no formato de “N” continua a ser corroborada se α_1 , α_2 e α_3 forem significativos, $\alpha_1 > 0$; $\alpha_2 < 0$ e $\alpha_3 > 0$. Se α_1 e α_2 forem significativos, com $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 < 0$, mas α_3 não for significativo ou $\alpha_3 < 0$, a relação tem o formato do “U invertido” (CAK).

Realizados estes apontamentos iniciais, deve-se apontar que na presente dissertação são estimados modelos baseados nas equações (3) e (4) nos quais as variáveis dependentes M_{it} representam os 8 indicadores de saúde ambiental no município i no ano t listados no Quadro 5.

Quadro 5 - Descrições das variáveis independentes: indicadores municipais de saúde ambiental

Variáveis	Descrições
Morbidade Respiratória	Coeficiente de morbidade hospitalar por doenças do aparelho respiratório (número de internações devido a estas doenças por 10.000 habitantes)
Morbidade Circulatória	Coeficiente de morbidade hospitalar por doenças do aparelho circulatório (número de internações devido a estas doenças por 10.000 habitantes)
Morbidade Feco-Oral	Coeficiente de morbidade hospitalar por doenças feco-orais (número de internações por estas doenças por 10.000 habitantes)
Morbidade Outras Saneamento	Coeficiente de morbidade hospitalar por outras doenças associadas ao saneamento ambiental (número de internações por estas doenças por 10.000 habitantes)
Mortalidade Respiratória	Coeficiente de mortalidade por doenças do aparelho respiratório (número de óbitos por estas doenças por 10.000 habitantes)
Mortalidade Circulatória	Coeficiente de mortalidade por doenças do aparelho circulatório (número de óbitos por estas doenças por 10.000 habitantes)
Mortalidade Feco-Oral	Coeficiente de mortalidade por doenças feco-orais (número de óbitos devido a este tipo de doença por 10.000 habitantes)
Mortalidade Outras Saneamento	Coeficiente de mortalidade por outras doenças associadas ao saneamento ambiental (número de óbitos por estas doenças por 10.000 habitantes)

Os dados de internações hospitalares são disponibilizados pelo Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do Sistema Único de Saúde (SUS), por meio de seu Departamento de Informática (DATASUS), vinculado ao Ministério da Saúde. Para serem reembolsadas pelas internações, unidades hospitalares participantes do SUS (públicas ou privadas) enviam as informações aos gestores municipais ou estaduais, por meio de “Autorizações de Internações Hospitalares” (AIHs). Estas são encaminhadas ao DATASUS, que as processa e disponibiliza. Já os dados referentes aos óbitos são originários do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). As secretarias municipais e estaduais de saúde coletam estes nas declarações de óbitos em cartórios e também os encaminham ao DATASUS, que os consolidam e disponibilizam.

Em relação a indicadores de mortalidade, deve-se ressaltar as menores confiabilidade e validade dos dados, principalmente em função de subnotificações (BRISCOE et al., 1986; WENNEMO, 1993). No Brasil, embora a legislação obrigue o registro de todos os óbitos, não há notificação de grande parcela deles, problema que se concentra nos pobres e em áreas rurais (COSTA et al., 2005; LIBÂNIO et al., 2005) e, por isso, pode enviesar comparações de locais com rendas e urbanizações distintas. Na morbidade, a limitação é a disponibilidade de dados somente para internações no Sistema Único de Saúde (SUS) – simplificada, a rede pública de atendimento de

saúde no país. Assim, apenas internações públicas são consideradas. Porém, estas representam grande parcela do total (MS, 2005; BITTENCOURT et al., 2006).

Vale ressaltar que, no Brasil, é comum um indivíduo residir em um município, mas ser internado em unidade hospitalar ou seu óbito ser registrado em outro. Como é plausível esperar que sua saúde seja influenciada pelas condições ambientais e socioeconômicas do município em que reside, dados de internações e óbitos são coletados segundo o município de residência. As variáveis são calculadas para 10.000 habitantes de acordo com estudos e estatísticas oficiais. Os dados de população são oriundos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

É importante reforçar que as variáveis dependentes são consideradas como *proxies* para problemas ambientais, pois não indicam a degradação ambiental propriamente dita, mas refletem problemas relacionados ao meio ambiente, mais especificamente, prováveis pressões ambientais decorrentes dos serviços de saneamento e da poluição do ar. Assim, é interessante avaliar quais as relações que estes indicadores apresentam com o nível de renda *per capita* Y_{it} , que será aqui medido pelo Produto Interno Bruto (PIB) municipal *per capita* (R\$ milhares de 2012). As informações sobre os PIBs municipais também são disponibilizadas pelo IBGE.

Para os indicadores de morbi-mortalidade respiratória, são consideradas as doenças do aparelho respiratório do capítulo I (códigos I00 a I99) da classificação internacional (CID-10). Já para os indicadores de morbi-mortalidade circulatória, as doenças do aparelho circulatório do capítulo J (códigos J00-J99). As doenças associadas ao saneamento básico/ambiental foram apresentadas no Quadro 4 no primeiro capítulo, no qual é justificada a divisão em feco-orais e outras devido às primeiras serem mais diretamente relacionadas ao saneamento e infecciosas. De qualquer forma, os 4 grupos de doenças aqui considerados são compostos, em sua maioria, por doenças infecciosas e parasitárias (DIPs) e não crônicas degenerativas ou causas externas.

Dessa forma, pelos aspectos também discutidos no primeiro capítulo, são doenças sujeitas as reduções de suas incidências, tanto em termos de internações hospitalares como de óbitos, em função da “modernização” das economias, aqui entendida como crescimento econômico (ou desenvolvimento), medido pelo nível da renda (PIB) *per capita*. Ou seja, são doenças para as quais deveriam cair as incidências com o aumento da renda *per capita* (relações internações-renda ou óbitos-renda negativas) caso a hipótese da transição epidemiológica seja válida.

Uma forma adicional de testar a validade da hipótese de transição epidemiológica será a inserção de uma variável tendência linear como termo T_t nos modelos baseados nas equações (3) e (4) e não *dummies* anuais, como é tradicional nos testes da CAK. Assim, será avaliado o comportamento dos indicadores ao longo do tempo, verificando se há uma tendência de queda como preconizado pela hipótese. Assim, a variável tendência captará os efeitos de atributos não observados constantes entre os municípios, mas variantes no tempo (efeitos fixos temporais). Ou seja, efeitos da “modernização” das economias não refletidos somente pela renda *per capita*.

Por último, deve-se ressaltar que serão controladas características não observadas fixas no tempo, mas diferentes entre os municípios – efeitos fixos μ_i – e características observadas variantes entre os municípios e no tempo (Z_{it}), para garantir maior robustez na interpretação de que as possíveis relações obtidas decorram de diferentes níveis de renda *per capita* (crescimento ou desenvolvimento) e não de outros atributos relacionados. Para isso, serão utilizadas variáveis de controle (Z_{it}) que correspondem a *proxies* para determinantes das condições de saúde defendidos pela literatura. As variáveis de controle empregadas são listadas no Quadro 6. Já a Tabela 1 apresenta algumas estatísticas descritivas para estas variáveis e para o PIB *per capita*.

Quadro 6 - Descrições das variáveis de controle: indicadores municipais

Variáveis	Descrições	Fontes
População	População total (milhares de habitantes)	IBGE
Urbanização	Razão entre a população urbana e a população total	IBGE e SNIS
Crianças	Razão entre a população de até 5 anos e a população total	IBGE e DATASUS
Idosos	Razão entre a população acima de 65 anos e a população total	IBGE e DATASUS
Educação	Razão entre os empregados com no mínimo fundamental completo e os vínculos formais totais	RAIS
Indústria	Razão entre o valor adicionado pela indústria e o PIB	IBGE
Veículos	Frota de veículos <i>per capita</i>	DENATRAN
Acesso Água	Razão entre a população atendida com abastecimento de água e a população total	IBGE e SNIS

Observações: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (Ministério das Cidades); DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Ministério da Saúde); RAIS – Relação Anual de Informações Sociais (Ministério do Trabalho e Emprego); DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito.

Em relação às variáveis população e urbanização, são justificadas pelo fato da maioria das doenças que compõem os três grupos considerados serem transmissíveis entre as pessoas por contaminações de solos e recursos hídricos ou insetos vetores. Assim, quanto maior e mais concentrada a população, maior tende a ser a incidência destas doenças. Segundo a primeira seção do primeiro capítulo, urbanização e educação também são características que explicam a CAK. Assim, ao serem controlados, é verificado se as prováveis relações morbidade-renda e mortalidade-renda quando estimadas se mantêm.

No esforço qualitativo para investigar a ocorrência da transição epidemiológica é comum na literatura que busquem identificar determinantes das transformações em um determinado local. Dentre essas características Rodrigues (2010) destacam-se condições que se articulam e se materializam por meios dos sistemas de atenção à saúde, atenção sanitária, construída em grande parte pelo desenvolvimento social, econômico e tecnológico. Laurenti et al (2004) ponderam ainda a participação da população urbana, idosos, crianças, educação.

Já na terceira seção do primeiro capítulo, foi discutida a maior vulnerabilidade das crianças e dos idosos as doenças do aparelho respiratório e às doenças associadas ao saneamento, em função, entre outros fatores, dos sistemas fisiológicos e imunológicos em formação ou debilitados. Já nas doenças circulatórias, os adultos tendem a serem mais suscetíveis.

De acordo com a literatura, a educação sanitária é um importante determinante da contração de doenças associadas. Segundo Caldwell (1990), por exemplo, pessoas mais educadas são mais informadas e, por isso, tendem a adotar práticas de higiene que restringem a propagação das doenças, potencializando efeitos positivos da adequação do saneamento ou amenizando efeitos negativos da inadequação e da poluição do ar. Vale ressaltar que não existem informações municipais para todos os anos que possibilitem outra *proxy* melhor para a educação. Assim, emprega-se os vínculos formais da RAIS.

As variáveis indústria e veículos se justificam pelo fato das atividades industriais e dos motores de automóveis serem apontados na literatura como importantes fontes de emissões de poluentes, como SO₂ e CO, que impactam diretamente sobre doenças dos aparelhos respiratório e circulatório, como ilustrado no Quadro 3, baseado pelo trabalho de Pereira e Limongi (2015). Vale destacar, ainda, que estes poluentes são comumente utilizados na literatura empírica para testar a validade da hipótese da CKA, como também foi discutido no primeiro capítulo (segunda seção) e lá ilustrado no Quadro 1.

A indústria também pode gerar efluentes sobre o solo e os recursos hídricos. Assim, a variável que representa a participação deste setor é controlada para todos os indicadores de saúde ambiental, considerados como variável dependente. Já a variável veículos, será controlada apenas nas estimações com os indicadores de saúde ambiental respiratória e circulatória e em estimações específicas, uma vez que reduz a amostra em função das informações de frotas de veículos serem disponibilizadas apenas a partir de 2003.

A variável acesso água é controlada justamente pelas coberturas a serviços de saneamento serem apontadas pela literatura como determinante do conjunto específico de doenças apresentado no primeiro capítulo no Quadro 4 e utilizado nesta dissertação, existindo diversas evidências nesse sentido (HELLER, 1997; WHO, 2005). Por fim, é importante apontar que a variável acesso água será controlada apenas nas estimações para indicadores de saúde ambiental associados ao saneamento e em uma estimacão adicional devido aos dados de acesso serem restritos a somente uma amostra de municípios.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas do PIB per capita e das variáveis de controle (1999 a 2012)

Variáveis	Médias	Desvios-Padrão	Mínimos	Máximos
PIB <i>per capita</i>	13,68	16,81	0	834,51
População	33,11	197,02	0,718	11376,68
Urbanização	0,62	0,22	0,01	1
Crianças	0,11	0,02	0,01	0,4141153
Idosos	0,71	0,02	0,00	0,2201447
Educação	0,13	0,08	0	1
Indústria	0,14	0,12	0	0,94
Veículos	0,15	0,42	0	27,79
Acesso Água	0,65	0,25	0	4,71

Fontes: IBGE, SNIS, DATASUS, RAIS e DENATRAN. Elaboração própria.

III – ANÁLISES DESCRITIVAS E RESULTADOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar algumas análises descritivas para as variáveis de saúde ambiental e, principalmente, discutir os resultados das estimações com o intuito de avaliar as hipóteses da transição epidemiológica e da CKA.

Na seção 3.1, são realizadas as análises descritivas, apresentando as evoluções dos indicadores municipais médio de morbidade e mortalidade para o período de 1999 a 2012, o que já garante algumas evidências para a questão da transição epidemiológica. Já os resultados das estimações são analisados da seguinte forma: na seção 3.2 são reportados os resultados dos indicadores de morbidade como variáveis dependentes; na seção 3.3, são reportados os resultados dos indicadores de mortalidade como variáveis dependentes.

Antecipadamente, vale destacar que o teste de Hausman apontou em quase todas as estimações a melhor adequação do método de efeitos fixos em comparação ao de efeitos aleatórios. Assim, são reportados somente os resultados das estimações com efeitos fixos.

3.1 Análises descritivas

A revisão da literatura sobre transição epidemiológica aponta comumente análises descritivas de série temporal da mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas e doenças crônicas, predominantemente respiratórias e circulatórias a fim de observar o peso relativo das causas de óbitos e as variações ao longo do tempo (PRATA, 1992), e identificar mudanças no perfil de morbimortalidade de uma localidade. Para verificar ou não evidências nesse sentido, as tabelas 2 e 3 apresentam, as evoluções, de 1999 a 2012, dos indicadores municipais médios de saúde ambiental que são considerados nesta dissertação – morbidade e mortalidade, respectivamente.

Tabela 2 - Morbidade: evolução dos indicadores municipais médios (1999 a 2012)

Variáveis	Médias			Δ% 1999- 2012
	1999- 2012	1999	2012	
Morbidade Total	683,99	756,22	625,10	-17,34
Morbidade Respiratória	122,94	162,07	89,87	-44,55
Morbidade Circulatória	74,40	77,00	69,02	-10,37
Morbidade Feco-Oral	47,95	54,61	35,42	-35,14
Morbidade Outras	1,32	1,93	0,74	-61,72
Saneamento				

Fonte: DATASUS e IBGE. Elaboração própria.

Observação: Δ% 1999-2012: variação percentual da média de 1999 a 2012.

Verifica-se, na Tabela 2, reduções das morbidades devido a todos os grupos de doenças, sendo mais significativa a diminuição da morbidade por doenças do saneamento (feco-oral e outras). Tais fatos podem sinalizar a ocorrência de transição epidemiológica, uma vez que uma das características da ocorrência deste processo é a diminuição do peso de doenças infecciosas e parasitárias no perfil de morbidade. Reforça tal argumento as reduções superiores à da morbidade total nos casos das morbidades respiratórias, feco-orais e outras relacionadas ao saneamento, compostas por mais doenças infecciosas.

Tabela 3 - Mortalidade: evolução dos indicadores municipais médios (1999 a 2012)

Variáveis	Médias			Δ% 1999- 2012
	1999- 2012	1999	2012	
Mortalidade Total	54,27	48,44	60,75	25,41
Mortalidade Respiratória	5,18	4,11	6,28	52,91
Mortalidade Circulatória	15,68	12,53	17,93	43,04
Mortalidade Feco-Oral	0,77	0,86	0,67	-22,72
Mortalidade Outras	0,43	0,42	0,40	-4,77
Saneamento				

Fonte: DATASUS e IBGE. Elaboração própria.

Observação: Δ% 1999-2012: variação percentual da média de 1999 a 2012.

No caso das evoluções dos indicadores de mortalidade, apresentadas na tabela 3, é importante, inicialmente, reforçar o problema de subnotificações dos óbitos apontado anteriormente, de maneira que as conclusões devem ser relativizadas. Por exemplo, os dados apontam um aumento da mortalidade para o período, mas não se sabe ao certo se houve efetivamente um aumento dos óbitos ou das notificações perante o SIM.

Mesmo com esta ressalva, ao analisar por grupos de doenças, os dados apontam algo que foi discutido no primeiro capítulo. Onram (1971), ao abordar o conceito de transição epidemiológica, destaca que há uma evolução de um perfil de alta mortalidade causada por doenças infecciosas para um perfil em que predominam óbitos por doenças cardiovasculares, neoplasias, causas externas e outras doenças crônico-degenerativas. Verifica-se uma sinalização da transição epidemiológica, uma vez que os dados apontam uma diminuição da mortalidade das doenças associadas ao saneamento (feco-oral e outras doenças), que são, em sua maioria, compostas por doenças infecciosas e parasitárias.

3.2 Indicadores de morbidade: resultados das estimações

As tabelas a seguir reportam os resultados das estimações. A análise principal se dá na verificação dos coeficientes associados ao PIB *per capita*, e da variável tendência para destacar evidências das hipóteses uma vez que ambas são possíveis impactos do crescimento econômico. Os resultados dos controles também foram ilustrados, e comentados nos casos mais relevantes para a discussão.

Os resultados são apresentados em 4 especificações. A especificação I corresponde às estimações baseadas na equação (1). A especificação II corresponde às estimações baseadas na equação (3), as especificações III e IV correspondem às estimações baseadas na equação (3), com controles. A variável *veículos* foi adicionada na especificação IV para morbidade respiratória e circulatória. Para a análise dos resultados referentes à morbidade feco-oral e por outras doenças do saneamento foi incluída a variável *acesso água*, nas especificações III e IV.

Tabela 4 - Morbidade respiratória: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,14312** (0,05967)	0,26709*** (0,09955)	0,40886*** (0,12679)	0,41566*** (0,12677)
PIB <i>per capita</i> ²	-0,00013 (0,00012)	-0,00105** (0,00046)	-0,00145** (0,00062)	-0,00147** (0,00062)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000** (0,00000)	0,00000** (0,00000)	0,00000** (0,00000)
Tendência	-6,55531*** (0,14408)	-6,59265*** (0,1458)	-8,02435*** (0,26269)	-7,85781*** (0,27758)
População			0,17553*** (0,03565)	0,17799*** (0,03601)
Urbanização			6,3471 (12,77630)	6,20809 (12,7731)
Crianças			-198,55588*** (37,1762)	-192,69903*** (37,1141)
Idosos			-21,4785 (55,3876)	-13,6078 (55,4551)
Educação			-12,3631 (7,59674)	-12,4288 (7,59961)
Indústria			-44,79088*** (9,72448)	-44,32907*** (9,73218)
Veículos				-5,45565* (3,04278)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,05130	0,05220	0,0107	0,0099
Observações	66.817	66.817	55.328	55.328
Teste de Hausman	22,25***	32,65***	234,19***	257,25***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

Na Tabela 4 a respeito da *morbidade respiratória*, os coeficientes referentes PIB *per capita* são significativos nas especificações I, II, III e IV. Os sinais dos coeficientes do PIB *per capita*, PIB *per capita*², PIB *per capita*³ são esperados para corroborar a hipótese da CKA de maneira que é possível confirmar o formato “U-invertido” da CKA. Ao analisar o coeficiente referente ao PIB *per capita*³, verifica-se um valor muito baixo, porém é positivo, não podendo refutar o formato “N”. O coeficiente da tendência indica que ao longo do tempo a morbidade respiratória deverá cair. A variável controle *criança* é significativa e com sinal esperado uma vez que trata-se de um grupo mais vulnerável à morbidade respiratória. A Tabela 4 revela que o PIB *per capita* em nível, ao quadrado e ao cubo apresentam a relação com a morbidade respiratória esperada pela

hipótese da CKA, além disso, o sinal negativo da tendência sinaliza a transição epidemiológica.

Tabela 5 - Morbidade circulatória: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,0299 (0,03151)	0,08759* (0,04879)	0,078 (0,06261)	0,08013 (0,06254)
PIB <i>per capita</i> ²	-0,00001 (0,00005)	-0,00044* (0,00025)	-0,00045 (0,00036)	-0,00046 (0,00036)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000* (0,00000)	0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)
Tendência	-1,03708*** (0,06596)	-1,05447*** (0,06614)	-1,51661*** (0,12884)	-1,48223*** (0,12761)
População			0,01643* (0,00939)	0,01684* (0,00941)
Urbanização			31,30818*** (5,3683)	31,27949*** (5,36917)
Crianças			-59,16773*** (17,1789)	-57,95878*** (17,0562)
Idosos			-78,06112*** (26,2816)	-76,43649*** (26,2795)
Educação			-4,42732 (2,92826)	-4,44088 (2,92778)
Indústria			-15,66946*** (4,27132)	-15,57413*** (4,27323)
Veículos				-1,12613 (0,73253)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,0069	0,0113	0,0172	0,0156
Observações	66.817	66.817	55.328	55.328
Teste de Hausman	209,95***	261,49***	1.432,53***	1.444,25***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

A Tabela 5 apresenta os resultados referentes à *morbidade circulatória*. Na especificação II, PIB *per capita*, PIB *per capita*², PIB *per capita*³ são significativos, e com os sinais necessários para corroborarem o formato “N” (positivo em nível, negativo ao quadrado, e positivo ao cubo). Como o coeficiente referente ao PIB *per capita*³ é muito baixo não é possível refutar o formato “U invertido”. O sinal negativo da tendência representa uma queda da morbidade ao longo do tempo. Os coeficientes das especificações III e IV apresentam os mesmos sinais das I e II, corroborando o formato “N” mas não são significativos. No que diz respeito aos controles, é interessante destacar o sinal negativo das variáveis crianças e idosos. Não foi enfatizado durante o trabalho, mas a morbidade circulatória é mais comum em adultos, fazendo sentido,

portanto o sinal de tais variáveis. A urbanização pode ser considerada um controle relevante uma vez que se tratando do Brasil, o fato de uma localidade ser mais urbanizada não significa que foi de maneira adequada e planejada, podendo haver alguns fatores prejudiciais como tráfego intenso de veículos. A Tabela 5 apresenta a relação do PIB *per capita* com a morbidade circulatória.

Tabela 6 - Morbidade feco-oral: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,00826 (0,03169)	0,03348 (0,05627)	0,05651 (0,05197)	0,00718 (0,05248)
PIB <i>per capita</i> ²	0,00000 (0,00005)	-0,00019 (0,00024)	-0,00033 (0,0003)	-0,00005 (0,00028)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)
Tendência	-1,71287*** (0,08046)	-1,72023*** (0,08197)	-2,04573*** (0,0942)	-1,95957*** (0,1108)
População			0,01837 (0,01611)	0,02189 (0,01435)
Urbanização			9,33284** (4,29544)	12,61384** (4,93382)
Crianças			58,80711*** (15,0605)	66,61137*** (16,122)
Idosos			100,56747*** (21,9803)	57,65389** (22,7815)
Educação			-3,57459 (2,81949)	-2,50578 (3,43072)
Indústria			-3,83054 (3,4324)	-2,36503 (3,48084)
Acesso água				3,37363** (1,57053)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,0091	0,0080	0,0036	0,0003
Observações	64.229	64.229	53.561	40.976
Teste de Hausman	316,15***	340,15***	285,69***	252,72***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

A Tabela 6 apresenta os resultados para a variável *morbidade feco-oral*. Os coeficientes referentes ao PIB *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ na especificação I não são significativos e não sinalizam a confirmação de uma relação em formato de “U invertido”. De maneira que é possível afirmar que o PIB *per capita* não tem uma relação esperada da CKA com a morbidade feco-oral. Os sinais dos coeficientes referentes PIB *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ das especificações II, III e IV corroboram o formato “N” mas não são significativos. O sinal negativo da tendência indica que ao longo do tempo há uma queda da morbidade feco-oral. Os sinais dos coeficientes do *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ nas

especificações III e IV não mudam em relação aos das I e II. Cabe destacar as variáveis controles *criança*, *idosos*, pois são os mais vulneráveis à morbidade feco-oral devido às características que foram destacadas na seção 1.3.

Tabela 7 - Morbidade outras saneamento: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	-0,00334 (0,00397)	-0,00993 (0,00773)	-0,01197* (0,00701)	-0,01124 (0,00831)
PIB <i>per capita</i> ²	0,0001 (0,00001)	0,00005 (0,00004)	0,00007* (0,00004)	0,00006 (0,00004)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)
Tendência	-0,10153*** (0,01136)	-0,09960*** (0,01103)	-0,14615*** (0,01286)	-0,22477*** (0,01778)
População			-0,00362 (0,00224)	0,00004 (0,00235)
Urbanização			-3,39816*** (0,58634)	-4,78413*** (0,78978)
Crianças			-6,97653*** (2,05395)	-12,86217*** (2,58123)
Idosos			24,68998*** (2,98426)	27,64468*** (3,64612)
Educação			-0,2828 (0,3857)	-1,05186* (0,55205)
Indústria			-0,35949 (0,46725)	-0,30199 (0,55839)
Acesso água				0,02463 (0,25025)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,0040	0,0041	0,0005	0,0004
Observações	66.650	66.650	55.328	42.350
Teste de Hausman	6,19	4,91	252,72***	246,84***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

Os coeficientes referentes ao *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ nas especificações I e II para a variável *morbidade outras doenças* não são significativos, sendo negativo em nível, positivo ao quadrado e positivo ao cubo, de maneira que deve-se rejeitar os formatos da CKA tanto em “U invertido” quanto “N”. Na verdade há uma indicação de relação no formato “U-normal”, indicando que não há um *turning point*. Porém, o sinal da tendência é negativo e indica ao longo do tempo uma diminuição da morbidade por outras doenças do saneamento. Nas especificações III e IV, controladas, verifica-se sinais semelhantes dos coeficientes do *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ aos das especificações I e II.

3.3 Indicadores de mortalidade: resultados das estimações

As tabelas a seguir reportam os resultados das estimações dos indicadores de morbidade. A análise principal se dá na verificação dos coeficientes associados ao PIB *per capita*, e da variável tendência para destacar evidências das hipóteses uma vez que ambas são possíveis impactos do crescimento econômico. Os resultados dos controles também foram ilustrados, e comentados nos casos mais relevantes para a discussão.

Os resultados são apresentados em 4 especificações. A especificação I corresponde às estimações baseadas na equação (1). A especificação II corresponde às estimações baseadas na equação (3), as especificações III e IV correspondem às estimações baseadas na equação (3), com controles. A variável *veículos* foi adicionada na especificação IV para morbidade respiratória e circulatória. Para a análise dos resultados referentes à morbidade feco-oral e por outras doenças do saneamento foi incluída a variável *acesso água*, nas especificações III e IV.

Tabela 8 - Mortalidade respiratória: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,00720** (0,00306)	0,01956*** (0,00418)	0,01109*** (0,00426)	0,01105*** (0,00426)
PIB <i>per capita</i> ²	-0,00001 (0,00001)	-0,00010*** (0,00002)	-0,00006*** (0,00002)	-0,00006*** (0,00002)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000*** (0,00000)	0,00000*** (0,00000)	0,00000*** (0,00000)
Tendência	0,18566*** (0,0041)	0,18194*** (0,00418)	0,16950*** (0,00781)	0,16858*** (0,00797)
População			-0,00725*** (0,00781)	-0,00727*** (0,00136)
Urbanização			0,82021** (0,35626)	0,82098** (0,35626)
Crianças			2,36188* (1,24797)	2,32927* (1,24924)
Idosos			7,94558*** (1,81323)	7,90176*** (1,8148)
Educação			0,41507* (0,23435)	0,41544* (0,23435)
Indústria			-0,47914* (0,2839)	-0,48171* (0,28394)
Veículos				0,03037

				(0,05215)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,0346	0,0475	0,0107	0,0108
Observações	66.817	66.817	55.328	55.328
Teste de Hausman	478,18***	458,98***	1212,13***	1201,85***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

A Tabela 8 apresenta os resultados para *mortalidade respiratória*. Os coeficientes referentes ao PIB *per capita* das especificações II, III e IV (significativos, positivo em nível, negativo ao quadrado, positivo ao cubo) corroboram uma relação em formato de “N”. O coeficiente positivo da tendência indica um aumento da mortalidade respiratória ao longo do tempo, sinalizando a ocorrência da transição epidemiológica. Devem ser destacadas as variáveis controle: população, urbanização, crianças e idosos que apresentam sinais esperados para análise da relação com mortalidade respiratória como foi discutido no capítulo II e na seção 1.3.

Tabela 9 - Mortalidade circulatória: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,01824*** (0,00572)	0,03740*** (0,0099)	0,01395* (0,00833)	0,01470* (0,00833)
PIB <i>per capita</i> ²	-0,00004*** (0,00001)	-0,00018*** (0,00006)	-0,00009* (0,00005)	-0,00009** (0,00005)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000*** (0,00000)	0,00000* (0,00000)	0,00000* (0,00000)
Tendência	0,50722*** (0,01057)	0,50145888 (0,01088)	0,64149*** (0,01529)	0,65988*** (0,0156)
População			-0,03162*** (0,00267)	-0,03134*** (0,00266)
Urbanização			6,30853*** (0,69698)	6,29310*** (0,69675)
Crianças			22,86045*** (2,44155)	23,51078*** (2,44317)
Idosos			-26,81854*** (3,54742)	-25,94460*** (3,54926)
Educação			-0,47448 (0,458480)	-0,48178 (0,45833)
Indústria			-0,61546 (0,55543)	-0,56418 (0,5553)
Veículos				-0,60578*** (0,10199)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,0470	0,0527	0,0006	0,0004
Observações	66.817	66.817	55.328	55.328
Teste de Hausman	153,24***	182,40***	2587,34***	2650,87***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

A Tabela 9 apresenta os resultados da *mortalidade circulatória*. Os coeficientes referentes ao PIB *per capita* na especificação I (significativos, positivo em nível, negativo ao quadrado) corroboram o formato em “U-invertido”. As especificações II, III e IV apresentam coeficientes referentes ao PIB *per capita* também significativos, sinalizando uma relação em formato “N” (positivo em nível, negativo ao quadrado, positivo ao cubo), mas não é possível refutar o “U-invertido” uma vez que embora o coeficiente do PIB *per capita*²⁵ seja positivo é muito baixo. O sinal positivo do coeficiente correspondente à tendência indica um aumento da mortalidade circulatória ao longo do tempo, sinalizando a ocorrência da transição epidemiológica. As variáveis de controles *população* e *urbanização* apresentam o sinal esperado para a relação analisada.

Tabela 10 - Mortalidade feco-oral: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,00045 (0,001)	0,00122 (0,00156)	0,00205 (0,00167)	0,00272 (0,00176)
PIB <i>per capita</i> ²	0,00000 (0,00000)	-0,00001 (0,00001)	-0,00001 (0,00001)	-0,00001 (0,00001)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)
Tendência	-0,01512*** (0,0016)	-0,01535*** (0,00162)	-0,01999*** (0,00306)	-0,02057*** (0,00377)
População			-0,00082 (0,00053)	-0,00067 (0,0005)
Urbanização			0,255718* (0,13966)	0,13938 (0,16747)
Crianças			1,17629** (0,48923)	1,02713* (0,54733)
Idosos			1,41366** (0,71083)	1,35955* (0,77313)
Educação			-0,01246 (0,09187)	-0,06954 (0,11706)
Indústria			0,04088 (0,1113)	0,0489 (0,1184)
Acesso água				0,22473*** (0,05306)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,0010	0,0007	0,0013	0,0008
Observações	66.650	66.650	55.328	42.350
Teste de Hausman	37,70***	39,52***	69,51***	70,05***

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

A tabela 10 apresenta os resultados da *mortalidade feco-oral*. Os coeficientes relativos ao PIB *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ das especificações I, II, III e IV não são significativos. Os sinais dos coeficientes referentes ao PIB *per capita*

da especificação I não confirmam o formato “U invertido” uma vez que são positivo em nível e positivo ao quadrado e sugerem que não há um *turning point*. Nas especificações II, III e IV os coeficientes referentes ao PIB *per capita* não são significativos, mas seus sinais apontam uma relação em formato “N” (positivo em nível, negativo ao quadrado e positivo ao cubo). O sinal negativo da tendência indica uma queda da mortalidade feco-oral ao longo do tempo, sinalizando a ocorrência da transição epidemiológica. Destacam-se aqui as significâncias das variáveis controles urbanização, crianças, idosos por serem os mais vulneráveis à mortalidade feco-oral pelo fato de terem o sistema imunológico mais frágil e outros fatores já mencionados no capítulo II e na seção 1.3.

Tabela 11 - Mortalidade outras saneamento: resultados das estimações (efeitos fixos)

Variáveis	I	II	III	IV
PIB <i>per capita</i>	0,00009 (0,00087)	0,00049 (0,00138)	0,00034 (0,00132)	0,00144 (0,00139)
PIB <i>per capita</i> ²	0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00001)	0,00000 (0,00001)	-0,00001 (0,00001)
PIB <i>per capita</i> ³		0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)	0,00000 (0,00000)
Tendência	-0,00082 (0,00122)	-0,00094 (0,00125)	-0,0004 (0,00241)	-0,00342 (0,00298)
População			-0,00058 (0,00042)	-0,00051 (0,00039)
Urbanização			0,20861* (0,1101)	0,15485 (0,13233)
Crianças			-0,26119 (0,38568)	-0,34514 (0,43248)
Idosos			-1,37302** (0,56037)	-0,22678 (0,61091)
Educação			0,00672 (0,07242)	-0,00135 (0,0925)
Indústria			0,00415 (0,08774)	0,03118 (0,09356)
Acesso água				0,14451*** (0,04193)
Prob > F	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
R ² (overall)	0,000	0,000	0,0016	0,0018
Observações	66.650	66.650	55.328	42.350
Teste de Hausman	2,38*	2,34*	75,46***	58,58*

Observações: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** Significativo a 1%. ** Significativo a 5%. * Significativo a 10%.

Na tabela 11, os coeficientes referentes ao PIB *per capita*, PIB *per capita*² e PIB *per capita*³ dos resultados da *mortalidade por outras doenças do saneamento* não são significativos, não sinalizam uma relação em formato “U-invertido” ou “N”, os resultados positivo em nível, positivo ao quadrado e positivo ao cubo nas especificações I, II e III sugerem que não há um *turning point*. Já o coeficiente correspondente à

tendência é significativo e indica uma diminuição ao longo do tempo da mortalidade por outras doenças do saneamento, sinalizando a ocorrência da transição epidemiológica. A especificação IV, com controles e acesso à água apresenta coeficientes referentes ao PIB *per capita* com sinais que corroboram o formato “N” (positivo em nível, negativo ao quadrado e negativo ao cubo), mas não são significativos.

No geral as estimações apontam a confirmação da relação degradação-renda para os indicadores de morbidade respiratória e circulatória e mortalidade respiratória e circulatória, passíveis de discussão sobre confirmar o formato em “U-invertido” ou “N” uma vez que os coeficientes referentes ao PIB *per capita* ³ quando positivos, foram muito baixos.

No que diz respeito aos indicadores de morbidade e mortalidade *feco-oral* e *outras doenças*, não confirma-se a CKA. Isto significa que o PIB *per capita* não é o suficiente para explicar esses indicadores.

No capítulo I, há vários trabalhos com evidências empíricas para a confirmação da CKA, que destacam restrições ao abordarem países com diferentes níveis de renda, ou países desenvolvidos e países em desenvolvimento (Selden e Song, 1994; Sabooni e Sulamain, 2013; Onafowara e Owove, 2014).

As análises desta dissertação contemplam os municípios de um país com dimensões continentais. Ao observar a análise descritiva da Tabela 1, é possível destacar heterogeneidades no que diz respeito às médias mínimas e máximas das variáveis.

No que diz respeito às variáveis-controles, cabe ressaltar principalmente os sinais que apresentaram: população, educação e urbanização. Como foi justificado com apontamentos da literatura no capítulo II, quanto maior a concentração urbana, maior a pressão da população ao demandar por serviços de infraestrutura urbana. Por outro lado, sabe-se da insuficiência de planejamento urbano no Brasil, de maneira que é verificável a existência de áreas periféricas, de pior acesso aos serviços básicos, o que explica também uma maior tendência à propagação de doenças infecciosas, quanto maior a concentração populacional.

Considerado isto, é importante destacar os sinais das tendências nas estimações, principalmente relativas à mortalidade. A literatura defende que uma forte característica da ocorrência da transição epidemiológica é a mudança no perfil da mortalidade, quando aumenta o peso da mortalidade circulatória e respiratória e diminui o peso da mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias. Sendo assim, as análises das

estimações reforçaram as evidências da transição epidemiológica ao revelar o que já havia sido ressaltado na análise da estatística descritiva.

Onram (1971) destaca que a transição epidemiológica ocorre acompanhada do desenvolvimento socioeconômico, por isso a tendência associada ao PIB *per capita* foi destacada neste trabalho.

Os resultados mostram uma tendência à queda no período analisado na morbidade associada a todos os grupos de doenças aqui analisados. Ao destacar os resultados das estimativas referentes à mortalidade verifica-se uma tendência ao aumento ao longo do tempo da mortalidade respiratória e da mortalidade circulatória, e uma diminuição da mortalidade por doenças do saneamento feco-oral e outras. Isto é também pode ser considerado uma evidência de característica da transição epidemiológica uma vez que indica que há uma tendência a mudança de perfil da mortalidade revelada na queda da mortalidade por doenças do saneamento que são em sua maioria infecciosas e parasitárias, e uma tendência ao aumento da mortalidade respiratória e da mortalidade circulatória.

Um dado que chama atenção é o aumento da mortalidade total. Já foi mencionado no Capítulo II o problema das subnotificações de óbitos; mas, além disso, a literatura sobre transição epidemiológica destaca particularidades de países não desenvolvidos como o Brasil, podendo ser verificado indícios da transição epidemiológica, mas não completamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos desta dissertação foram analisar possíveis relações do crescimento econômico e indicadores de saúde que refletem problemas associados ao meio ambiente através da investigação de evidências das hipóteses da Curva de Kuznets Ambiental e da Transição Epidemiológica.

A grande contribuição deste trabalho para a literatura foi testar a validade da CKA considerando indicadores de saúde associados aos problemas ambientais em recorte municipal.

Cabe destacar que as hipóteses testadas neste estudo abordam possíveis impactos do crescimento econômico em indicadores de saúde ambiental e são questionáveis ao confrontarem recortes de localidades desenvolvidas e subdesenvolvidas.

Através das estimações econométricas corroboram-se a CKA no formato de “u-invertido” para os indicadores de morbidade respiratória e circulatória e “N” para mortalidade por esses mesmos grupos. Além disso, verificam-se evidências da transição epidemiológica e sinais das particularidades reconhecidas na literatura ao abordarem países não desenvolvidos.

O aumento da mortalidade total se contrapõe à teoria da transição epidemiológica uma vez que por se um pilar da teoria demográfica é esperada uma diminuição da mortalidade total.

No entanto, há evidências de características da transição epidemiológica revelada na queda da mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias representadas pelas doenças do saneamento e o aumento da mortalidade respiratória e circulatória.

É interessante destacar o comportamento dos indicadores das *outras doenças do saneamento*, grupo que contempla doenças como febre amarela, dengue, malária; pois se verificou uma queda da mortalidade, mas uma queda muito inferior à mortalidade

feco-oral. Este resultado reforça críticas comuns à teoria, que, ao abordar países em desenvolvimento, identifica persistência de algumas doenças, indicando características de modernização e atraso simultaneamente.

No que se refere ao teste da CKA, os resultados apontam um importante relação do crescimento econômico e indicadores de saúde ambiental nos formatos de “u-invertido” ou “N”, respectivamente para morbidade e mortalidade respiratória e circulatória que são associadas à poluição do ar.

Os resultados obtidos para os indicadores de morbidade respiratória e circulatória corroboram a CKA no formato de “u-invertido”, assim, a morbidade respiratória e circulatória aumentam com o crescimento em níveis maiores e depois diminuem. Porém como os coeficientes referentes ao PIB *per capita*³ são muito baixos não é possível refutar o formato “N”.

Sobre os resultados referentes à de mortalidade respiratória e circulatória, eles apresentam a CKA no formato “N”, indicando que as mortalidades respiratória e circulatória aumentam com o crescimento em níveis maiores do PIB *per capita*, depois diminuem, podendo voltar a aumentar. Pelos coeficientes baixos referentes ao PIB *per capita* não é possível refutar o formato “u-invertido” na relação.

Ao destacar os resultados relacionados com a poluição do ar é interessante resgatar que grande parte dos trabalhos que encontram evidências para CKA utilizam como indicadores diretos de degradação ambiental, poluentes que estão associados às doenças respiratórias e circulatórias como CO₂ e SO₂. Poluentes esses com forte relação com processos industriais, queima de combustíveis veiculares. Sendo assim, este trabalho adiciona ainda elementos sob a perspectiva da poluição ao ar.

Não foi objeto de estudo desta dissertação um recorte regional ou setorial. Mas pelas características do crescimento econômico no período analisado é interessante considerar apontamentos de subdesenvolvimento que envolve a indústria no país e a atual discussão acerca de sua estagnação, e possível desindustrialização, por tratar-se de um período em que o crescimento econômico está fortemente relacionado com as exportações de *commodities*, que revelou um fortalecimento da indústria extrativa.

Neste sentido as usuais explicações para os formatos da CKA são questionáveis. Não é possível afirmar que a queda dos indicadores acontece devido a um amadurecimento da indústria poluente, ou exportações de indústrias poluidoras e sua substituição por indústrias mais limpas decorrentes de processos de inovação tecnológica típicos em países desenvolvidos.

O crescimento econômico impacta positivamente ao viabilizar investimentos, fortalecimento de instituições como ministérios e secretarias do meio ambiente e saúde com autonomia e força para criação de regulamentos e fiscalizações, além de possibilitar cidadãos mais esclarecidos e organizados com maior poder de articulação para demandar dessas instituições.

Ainda que não haja evidências da CKA para a morbimortalidade por doenças do saneamento, este trabalho apresentou resultados importantes. A persistência da mortalidade por doenças como dengue, febre amarela, malária, esquistossomose, sinalizam saneamento inadequado, contaminação das águas e a necessidade de fortalecimento de controle vetorial.

Neste sentido interessante destacar impactos na saúde pública pela perspectiva de cortes de recursos e pessoal em cenários de menor crescimento econômico. Programas com estratégias voltadas para atenção básica são comumente enfraquecidos, por exemplo.

Sabe-se que um importante impacto deste tipo de estratégia é a constatação de que quanto maior a cobertura do PSF nos municípios, maior é a queda na taxa de mortalidade infantil pós-neonatal, associada à diminuição do número de mortes por doenças diarreicas e por infecções do aparelho respiratório. Esta estratégia é importante para identificação do perfil de saúde de uma localidade e para formulação de políticas. As famílias são assistidas por um agente comunitário da saúde que é responsável por coletar informações junto às famílias através de visitas domiciliares a fim de monitorar a situação da saúde, e orientar sobre prevenção de doenças e encaminhamento para atendimentos de consultas ou vacinas.

Por fim, este estudo adicionou elementos para melhor identificação do perfil epidemiológico nos municípios brasileiros, e permitiu analisar impactos do crescimento econômico na saúde, considerando problemas ambientais através de evidências empíricas. Tais elementos chamam atenção pelas características de subdesenvolvimento apresentadas, confirmando a importância deste esforço interdisciplinar para articular a interação entre o crescimento econômico, meio ambiente e saúde. Ao permitir melhor identificação do perfil epidemiológico, e levantar novas relações entre a renda *per capita* e degradação ambiental, sinaliza caminhos para melhor adequação de políticas públicas, planejamentos estratégicos, possibilitando maior qualidade ambiental e desenvolvimento dos cidadãos de maneira que o crescimento tenha impactos mais positivos na saúde e vice-e-versa.

REFERÊNCIAS

ACARAVCI, A., OZTURK, I. On the relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Europe. **Energy** 35, 5412–5420, 2010 . <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.07.009>

AHMED, K., LONG, W., 2012. Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis. **Proc. Econ. Financ.** 1, 4–13, 2012. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00003-2)

AL MULALI, U.; SABOORI, B.; OZTHURK, I. Investigating the environmental Kuznets Curve Hypothesis, **Energy Policy**, 2015 <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>

ALMEIDA, E.; CARVALHO, T. A hipótese da curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.40, n 3, set. 2010

ALMEIDA FILHO, N.; ROUQUAYROL, M. Z. Introdução à Epidemiologia moderna. **Abrasco**, Rio de Janeiro, 1992.

AMANCIO C.T.; NASCIMENTO L.F.C. Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais. **Rev Assoc Med Bras** v. 58(3):302-7, 2008 <https://doi.org/10.1590/S0104-42302012000300009>

ANG, J.B., CO2 emissions, energy consumption, and output in France. **Energy Policy**. 35, 4772–4778, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.032>

ANDREAZZI, M. A. R. et al, Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. **Revista Panamericana Salud Publica**. v. 22(3):000-00, 2007.

ANDREONI, J.; LEVINSON, A., The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve. **NBER Working Papers** 6739, National Bureau of Economic Research, Inc., 1998

APERGIS, N., PAYNE, J.E., CO2 emissions, energy usage, and output in Central America. **Energy Policy**. 37, 3282–3286, 2009
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.048>

APERGIS, N., PAYNE, J.E., The emissions, energy consumption, and growth nexus: Evidence from the commonwealth of independent states. **Energy Policy**. 38, 650–655, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.029>

ARAÚJO, José Duarte de. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 533-538, dez. 2012 .

ARBEX, Marcos Abdo et al . A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 643-655, oct. 2012.
<https://doi.org/10.1590/S1806-37132012000500015>

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

ATICI, C., Carbon emissions in Central and Eastern Europe: environmental Kuznets curve and implications for sustainable development. **Sustain. Dev**. 17, 155–160, 2009
<https://doi.org/10.1002/sd.372>

AVILA, Ednilson Sebastião de; DINIZ, Eliezer Martins. Evidências sobre curva ambiental de Kuznets e convergência das emissões. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 97-126, Mar. 2015. <https://doi.org/10.1590/0101-4161201545197ese>

BARRETO, M. L.; CARMO E H., NORONHA C. V.; NEVES R. B. B.; ALVES, P.C. Mudanças nos padrões de morbi-mortalidade: Uma revisão crítica das abordagens epidemiológicas. **Revista de Saúde Coletiva** 1993.

BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. Wiley and Sons Ltda., 2001

BECKER, G.S. **Human Capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. New York: Columbia University Press, 1964.

BECKERMAN, W. Economic growth and the environment: Whose Growth? Whose environment? **Word Development**, 20, p. 481-496, 1992. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90038-W](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90038-W)

BIAGE, M. Relação entre crescimento econômico e impactos ambientais – uma análise da Curva Ambiental de Kuznets. **Revista Economia Ensaios**, v. 27, n. 1, p. 7–42, 2013.

BIAGE, M.; ALMEIDA, H. J. F. Desenvolvimento e impacto ambiental: uma análise da Curva Ambiental De Kuznets. **Pesquisa e Planejamento econômico**, v. 45, n. 3, p. 1–52, 2015.

BITTENCOURT, S. A.; CAMACHO, L. A. B.; LEAL, M. C. O sistema de informação hospitalar e sua aplicação na saúde coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, n.22(1), jan., 2006.

BRISCOE, J.; FEACHEM, R. G.; RAHAMAN, M. M. **Evaluating health impact; water supply, sanitation, and hygiene education**. International Development Research Centre, Ottawa, 1986.

BOTTER D.A., JORGENSEN B., PERES A.A. A longitudinal study of mortality and air pollution for São Paulo, Brazil. **J Expo Anal Environ Epidemiol**. v. 12(5):335-43, 2002. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500234>

BRAGA A.L, SALDIVA P.H, PEREIRA L.A, MENEZES J.J., CONCEIÇÃO G.M., Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. **Pediatr Pulmonol**. 2001.

BRAGA A.L; PEREIRA L.A, , SALDIVA P.H. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cad Saúde Pública**, 2007

BUSS, P.M.; PELLEGRINI A. A Saúde e seus Determinantes Sociais. **Revista Saúde Coletiva**, v.17(1), p. 77-93 Rio de Janeiro, 2007

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics: an introductory text**. John Wiley & Sons, Chichester, 1990.

CALDWELL, J. C. “**Cultural and social factors influencing mortality levels in developing countries**”. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, v.510, Jul., 1990. <https://doi.org/10.1177/0002716290510001004>

CARMO, E. H.; BARRETO M. L.; SILVA J. B. Mudanças nos padrões de morbimortalidade da população brasileira: os desafios para um novo século. **Epidemiologia e serviços de saúde**, 2003.

CARVALHO, Terciane Sabadini; ALMEIDA, Eduardo. A hipótese da curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial. **Estud. Econ.**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 587-615, Sept. 2010.

CENDON, S; PEREIRA, L.A.; BRAGA, A.L.F.; CCONCEIÇÃO, G.M.S.; Air pollution effects on myocardial infarction. **Rev Saúde Pública**. Jun;40(3):414-9, 2006.

CHO, C.H., CHU, Y.P., YANG, H.Y., An environment Kuznets curve for GHG emissions: a panel cointegration analysis. **Energy Sources Part B: Econ. Plan. Policy** 9, 120–129., 2014 <https://doi.org/10.1080/15567241003773192>

CIRIACI, D.; PALMA, D. Geography, enviromental efficiency and economic growth: how to uncover localized externalities through spatial econometric modeling. **SEA**, III World Conference. Barcelona, 2009.

COLE, M. A. Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. **Ecological Economics**, v. 48, p. 71 – 8, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.09.007>

CONCEIÇÃO G.M; MIRAGLIA S.G, KISHI H.S, SALDIVA P. H.N. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo. **Environ Health Perspec**, v. 109, p. 347-50, 2001. <https://doi.org/10.1289/ehp.01109s3347>

COSTA, Silvano Silvério da et al . Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 10, n. 2, p. 118-127, June 2005.

CROPPER, M., GRIFFITHS, C. The interaction of population growth and environmental quality. **American Economic Review**. v. 84, p.250–254, 1994.

CUNHA, C. A. Curva de Kuznets Ambiental: Estimativa Econométrica Usando CO2 e PIB per capita. In **Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Rio Branco, 2008.

DAY, K.M., GRAFTON, Q. Growth and the environment in Canada: an empirical analysis. **Canadian. J. Agric. Econ.** 51, 197–216, 2003 <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2003.tb00173.x>

DE BRUYN, S. M. Explaining the Environmental Kuznets Curve: structural change and international agreements in reducing sulphur emissions. **Environment and Development Economics**, v. 2, p. 485–503, 1997. <https://doi.org/10.1017/S1355770X97000260>

DE BRUYN, S. M.; VAN DEN BERGH, J. C.; OPSCHOOR, J. B. Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. **Ecological Economics**, v. 25, p. 161–175, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00178-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00178-X)

DU, L., WEI, C, CAI, S., Economic development and carbon dioxide emissions in China: provincial panel data analysis. **China Econ. Rev.** 23, 371–384, 2012 <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2012.02.004>

ESTEVE, V., TAMARIT, C. Threshold cointegration and nonlinear adjustment between CO2 and income: the environmental Kuznets Curve in Spain, 1857– 2007. **Energy Econ.** 34, 2148–2156, 2012 <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.03.001>

FARHANI, S., CHAIBI, A., RAULT, C., CO2 emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. **Econ. Model.** 38, 426–434, 2014 <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.01.025>

FIELDS, G. S.; JAKUBSON, G. H. **New evidence on the Kuznets Curve**. Working Paper Cornell University, 1994

FIGUEIREDO, L., NORONHA, K.V, ANDRADE, M.V. Os impactos da saúde sobre o crescimento econômico na década de 90: Uma análise para os estados brasileiros. **Texto para discussão, UFMG/Cedeplar**, n.219 2003.

FODHA, M., ZAGHDOUD, O. Economic growth and pollutant emissions in Tunisia: An empirical analysis of the environmental Kuznets curve. **Energy Policy** 38, 1150–1156, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.002>

FONSECA, L. N.; RIBEIRO, E. P. Preservação ambiental e crescimento econômico no Brasil. In: Anais do **VII Encontro de Economia da Região Sul**, 2005. Porto Alegre: ANPEC, 2005.

FRANCO NETTO, G.; FREITAS, C.M.; ANDAHUR, J.P.; PEDROSO, M.M.; ROHLFS, D.B. Impactos socioambientais na situação de saúde da população brasileira: Estudo de indicadores relacionados ao saneamento ambiental inadequado. **Saúde Coletiva**. v. 4, n. 4, p. 53-71. 2009.

FREDERIKSEN H. **Feedbacks in economic and demographic transition**. Science, 1969. <https://doi.org/10.1126/science.166.3907.837>

FREITAS, Clarice. Interações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 751-757, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102004000600001>

FRENK, J., FREJKA, T., BOBADILLA, J.L., STERN, C., LOZANO, R., SEPÚLVEDA, J., JOSE, M. La transición epidemiológica em América Latina. **Boletín de la oficina Sanitaria Panamericana** (OSP), 111 (6), dic. 1991.

GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e Sociedade** 8 (1): 49-61. 1999. <https://doi.org/10.1590/S0104-12901999000100005>

GOUVEIA, N., FLETCHER T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in São Paulo, Brazil: a time series analysis. **Occup Environ Med**. v.57(7):477-83, 2000. <https://doi.org/10.1136/oem.57.7.477>

GOUVEIA, Nelson et al. Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 29-40, mar. 2003.

GOUVEIA, Nelson et al. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 3ª ed. New Jersey, Prentice Hall, 1997.

GROSSMAN, G.; KRUEGER, A. Environmental impacts of a North American free trade agreement. **NBER**, National Bureau of Economic Research Working Paper n. 3914. Cambridge, MA, 1991.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER A. B. Economic Growth and Environment. **The Quarterly Journal of Economics**. p. 353-377, May, 1995.

HAISHENG, Y., JIA, J., YONGZHANG, Z., SHUGONG, W., The Impact on environmental Kuznets curve by trade and foreign direct investment in China. **Chin. J. Popul. Resour. Environ.** 3, 14-19,, 2005.
<https://doi.org/10.1080/10042857.2005.10677410>

HALICIOGLU, F., An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. **Energy Policy** 37, 1156-1164, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.012>

HAMIT-HAGGAR, M., Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: a panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective. **Energy Econ.** 34, 358-364, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.005>

HETTIGE, H., LUCAS, R., WHEELER, D. The toxic intensity of industrial production: global patterns, trends and trade policy. **American Economic Review**, vol. 82, issue 2, 478-81, 1992.

HELLER, Léo. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.

HILTON, F.G.H; LEVINSON, A Factoring the Environmental Kuznets Curve: Evidence from Automotive Lead Emissions. **Journal of environmental economics and management**. v.35, p. 126-141, 1998. <https://doi.org/10.1006/jeem.1998.1023>

HOLTZ-EAKIN, D.; SELDEN, T.M. Stoking the fires? CO 2 emissions and economic growth. **J. Public Econom.**, 57 (1), p. 85-101, 1995. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)01449-X](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01449-X)

IWATA, H., OKADA, K., SAMRETH, S., Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO2 in France: the role of nuclear energy. **Energy Policy** 38, 4057-4063, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.03.031>

JALIL, A., MAHMUD, S.F., Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China. **Energy Policy** 37, 5167–5172, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.044>

JALIL, A., FERIDUN, M.,. The impact of growth, energy and financial development on the environment in China: a cointegration analysis. **Energy Econ.** 33, 284-291, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>

JAYANTHAKUMARAN, K., VERMA, R., LIU, Y., CO2 emissions, energy consumption, trade and income: a comparative analysis of China and India. **Energy Policy** 42, 450–460, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.12.010>

JONES, L. E.; MANUELLI, R. E. A positive model of growth and pollution controls. **Working Paper of National Bureau of Economic Research** n.5.205, Cambridge, 1998.

KISHI H.S.; SALDIVA P.H.N. Associação entre poluição atmosférica e internações pediátricas por causas respiratórias na cidade de São Paulo. **Rev Med**, v. 77(1):2-10., 1998.

KUZNETS, P., SIMON, P. Economic growth and income inequality. **American Economic Review**. n 45, p. 1-28, 1955. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>

LAU, L.S., CHOONG, C.K., ENG, Y.K. Investigation of the environmental Kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: do foreign direct investment and trade matter? **Energy Policy** 68, 490–497, 2014.

LEAN, H.H.; SMYTH, R. CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN. **Appl. Energy** 87, 1858–1864, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.02.003>

LEBRÃO, M.L. O envelhecimento no Brasil: aspectos da transição demográfica e epidemiológica. **Saúde Coletiva** v. 4, n. 017, p.135-140, São Paulo, 2007.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. “A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública”. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.10, n.3, jul-set, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000300006>

LIN, C.A.; MARTINS, M.A.; FARHAT S.C.; CONCEIÇÃO, G.M. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. **Paediatr Perinat Epidemiol.** Oct;13(4):475-88, 1999.

LIN, CA, AMADOR L.A., CONCEIÇÃO G.M., KISHI H.S., MILANI R. Jr, BRAGA A.L Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. **Environ Res**, v. 92, p. 57-63, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0013-9351\(02\)00054-3](https://doi.org/10.1016/S0013-9351(02)00054-3)

LIORCA, M.; MEUNIE, A., SO2 emissions and the environmental Kuznets curve: the case of Chinese provinces. **J. Chin. Econ. Bus. Stud.** 7, 1–16, 2009 <https://doi.org/10.1080/14765280802604656>

LIST, J. A; GALLETS, C. A. The environmental Kuznets curve: does one size fit all? **Ecological Economics** v. 31, n.3, p. 409-423, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00064-6)

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

MACIEL, Albertino A. J. et al. Indicadores de vigilância ambiental em saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 8, n.3, p.59-66, Julho/Setembro, 1999.

MANKIW, N. G., ROMER, D., WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics.** v.107, n.2, p.407- 437, 1992. <https://doi.org/10.2307/2118477>

MARTINS L.C., LATORRE, M.R.; CARDOSO, M.R.A; GONÇALVES F.L.T., SALDIVA, P.H.N.; BRAGA, A.L.F; Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública.** Feb;36(1):88-94, 2002.

MARTINS L.C., PEREIRA L.A., LIN C.A., SANTOS U.P.; PRIOLI G., LUIZ, O.C.. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. **Rev Saúde Pública.** 2006 Aug;40(4):677-83, 2006.

MARTINS L.C, FATIGATI F.L., VÊSPOLI, T.C.; PEREIRA L.A.; Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo. **Epidemiol Community Health**, v. 58(1):41-6, 2004. <https://doi.org/10.1136/jech.58.1.41>

MASCARENHAS, M.D.M.; VIEIRA L.C., LANZIERI T.M.; LEAL A.P.; DUARTE, A.F., HATCH, D.L. Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil. **Jornal Bras Pneumol.** Jan;34(1):42-6, 2008.

MOURA M., JUNGER W.L.; MENDONÇA G.A.; LEON, A. P. Air quality and emergency pediatric care for symptoms of bronchial obstruction categorized by age bracket in Rio de Janeiro, Brazil. **Cad Saúde Pública.** v.25(3):635-44, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000300018>

NASCIMENTO L.F.C.; MOREIRA D.A. Are environmental pollutants risk factors for low birth weight? **Cad Saúde Pública,** 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000800015>

NASCIMENTO L.F.C. Air pollution and cardiovascular hospital admissions in a medium-sized city in São Paulo State, Brazil. **Braz J Med Biol Res.** v.44(7):720-4, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2011007500079>

NASCIMENTO L.F.C, FRANCISCO J.B. Particulate matter and hospital admission due to arterial hypertension in a medium-sized Brazilian city. **Cad Saúde Pública.** Aug;29(8):1565-71, 2003.

NASCIMENTO L.F.C, FRANCISCO J.B. PATTO M.B.R. ANTUNES A.M. Environmental pollutants and stroke-related hospital admissions. **Cad Saúde Pública.** 2012 Jul; 28(7):1319-24, 2012.

OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, E.; FREGUGLIA, R.S.; BARRETO, R. C. S. Desmatamento e Crescimento Econômico no Brasil: uma análise da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal. **Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR).** Piracicaba – SP, v. 49, n.3, p. 709-740, jul/set, 2011.

OLSHANSKY, S.J, AULT A.B. The fourth stage of the epidemiologic transition: the age of delayed degenerative diseases. **Milbank Memorial Fund. Quartely.** v. 64, n , p.355-91,1986.

OMRAN, A. R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. **Milbank Memorial Fund Quartely,** 1971.

OZTURK, I; ACARAVCI, A., CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. **Renew. Sustain. Energy Rev.** 14 (9), 3220–3225, 2010 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.005>

PANAYOTOU, T. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development, **Working Paper, Technology and Employment Programme**, Geneva, 1993

PAO, H.T., TSAI, C.M., CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. **Energy Policy** 38, 7850–7860, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.045>

PAO, H.T., TSAI, C.M. Multivariate Granger causality between CO2 emissions, energy consumption, FDI (foreign direct investment) and GDP (gross domestic product): evidence from a panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) countries. **Energy Policy** 36, 685–693, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.09.041>

PAO, H.T., TSAI, C.M. Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil. **Energy Policy** 36, 2450–2458. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.032>

PAO, H.T., YU, H.C., YANG, Y.H. Modeling the CO2 emissions, energy use, and economic growth in Russia. **Energy Policy** 36, 5094–5100, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.004>

PENNA M. L.; DUCHIADE M.P. Air pollution and infant mortality from pneumonia in the Rio de Janeiro metropolitan area. **Bull Pan Am Health Organ.** 1991.

PEREIRA, B. B.; LIMONGI, J. E. Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática. **Cad. saúde colet.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 91-100, Junho 2015.

PLASSMANN, F., KHANNA, K. Household income and pollution implications for the debate about the environmental Kuznets curve hypothesis. **J. Environ. Dev.** 14, 22–41, 2006. <https://doi.org/10.1177/1070496505285466>

PRADO, J. SOARES, T.C., LOPES, L.S. Análise da curva ambiental de Kuznets (CAK) dinâmica e da eficiência no controle das emissões. ANPEC, 2017

PRATA, P.R. A Transição Epidemiológica no Brasil. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 8 (2):168-175, abr/jun, 1992.

RAZZOLINI, Maria Tereza Pepe; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-32, mar. 2008. ISSN 1984-0470.

RUMEL D.; RIEDEL L.F, LATORRE M.R., DUNCAN B.B. Infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral associados à alta temperatura e monóxido de carbono em área metropolitana do sudeste do Brasil. **Rev Saude Publica**. Feb;27(1):15-22, 1993.

SABOORI, B., SULAIMAN, J., MOHD, S., Economic growth and CO2 emissions in Malaysia: a cointegration analysis of the Environmental Kuznets Curve. **Energy Policy** 51, 184–191, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.065>

SABROZA, Paulo Chagastelles; WALTNER-TOEWS, David. Doenças emergentes, sistemas locais e globalização. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, supl. p. S04-S05, 2001.

SAIANI, C.S., TONETO, R., DOURADO, J. Déficit de acesso a serviços de saneamento ambiental: evidências de uma Curva Ambiental de Kuznets para o caso dos municípios brasileiros? **Economia e Sociedade**. v. 22, n. 3 (49), p. 791-824, Campinas, Dezembro, 2013.

SALDIVA P.H., Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. **Arch Environ Health**. Mar-Apr;50(2):159-63, 1993.

SCHRAMM, J. M. A., OLIVEIRA, A. F., LEITE, I. C., VALENTE, J.G., GADELHA, A. M. J., PORTELA, M. C., CAMPOS, M.R. Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 9, p. 897-908, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232004000400011>

SCHULTZ, Theodore W. **O Capital Humano: Investimentos em Educação e Pesquisa**. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1971.

SELDEN, T. M., SONG, D. Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? **Journal of Environmental Economics and Management**. v. 27, p. 147 – 162, 1994 <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>

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

SHAFIK, N., BANDYOPADHYAY, S., Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country-Evidence. **World Bank Policy Research Working Paper**, WPS 904, 1992.

SHAHBAZ, M., SOLARIN, S.A., MAHMOOD, H., AROURI, M. Does financial development reduce CO2 emissions in Malaysian economy? A time series analysis. **Econ. Model.** 35, 145–152, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.06.037>

SHAHBAZ, M; OZTURK, I; AFZA, ALI, A. Revisiting the environmental Kuznets curve in a global economy. **Renew. Sustain. Energy Rev.** 25, 494–502, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.021>

SHAHBAZ, M.; MUTASCU, M., AZIM, P. Environmental Kuznets curve in Romania and the role of energy consumption. **Renew. Sustain. Energy Rev.** 18, 165–173, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.012>

SHAHBAZ, M., KHRAIEF, N., UDDIN, G.S., OZTURK, I. Environmental Kuznets curve in an open economy: a bounds testing and causality analysis for Tunisia. **Renew. Sustain. Energy Rev.** 34, 325–336., 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.022>

SMITH, R.K.; EZZATI, M. How environmental health risks change with development: the epidemiologic and environmental risk transitions revisited. **Annual review of environmental and resources.** v. 30, p.291-333, Novembro, 2005. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144424>

SOARES, D. A.; ANDRADE, S. M.; CAMPOS, J. J. B. **Epidemiologia e indicadores de Saúde**. In: ANDRADE, S. M.; SOARES, D. A.; CORDONI JÚNIOR, L. (orgs.). Bases da Saúde Coletiva. Ed. UEL, Londrina, 2006.

SOARES, Sérgio R. A.; BERNARDES, Ricardo S.; CORDEIRO NETTO, Oscar de M.. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, Dec. 2002.

SOUSA, A. G. N. et al. Sustentabilidade e meio ambiente no Brasil: uma análise a partir da Curva de Kuznets. **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.** 46, 2008.

SOUSA, L. C. R.; SOUSA, D. S. P.; SANTOS, R. B. N. Curva Ambiental de Kuznets: uma análise macroeconômica entre crescimento econômico e impacto ambiental de 2005 a 2010. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 227–246, 2016. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v5e22016227-246>

STERN, D. I. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. **World Development**, v. 32, n. 8, p. 1419–1439, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004>

SURI, V.; CHAPMAN, D. Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. **Ecological Economics**, New York, v. 25, p. 195–208, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00180-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00180-8)

TIWARI, A.K.; SHAHBAZ, M.; HYE, Q.M.A. The environmental Kuznets curve and the role of coal consumption in India: cointegration and causality analysis in an open economy. **Renew. Sustain. Energy Rev.** 18, 519–527, 2013.

WANG, S.S.; ZHOU, D.Q.; ZHOU, P.; WANG, Q.W. CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in China: a panel data analysis. *Energy Policy*. 39, 4870–4875, 2011.

WALDMAN, E. A. A transição epidemiológica: tendências e diferenciais dos padrões de morbi-mortalidade em diferentes regiões do mundo. **O mundo da saúde** - São Paulo, ano 24. V.24, n.1, Fevereiro, 2000.

WENNEMO, I. Infant mortality, public policy and inequality – a comparison of 18 industrialized countries. **Sociology of Health & Illness**, v.15, n.4, 1993.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics**. Pioneira Thompson Learning, 20^a ed., 2002.

YAVUZ, N. CO₂ emission, energy consumption, and economic growth for Turkey: evidence from a cointegration test with a structural break. **Energy Sources Part B: Econ. Plan. Policy** 9 (3), 229–235, 2014

ZILIO, M., RECALDE, M. GDP and environment pressure: the role of energy in Latin America and the Caribbean. **Energy Policy** 39, 7941–7949, 2011

