

**UMA ANÁLISE DO DÉFICIT DE ACESSO A ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ENTRE OS MUNICÍPIOS DO NORDESTE BRASILEIRO SOB A
PERSPECTIVA DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL PARA O PERÍODO
2000-2010**

CAROLINA DE QUEIROGA FERRAZ JUCÁ

Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: queirogajuca@gmail.com

ANDREA SALES SOARES DE AZEVEDO MELO

PIMES/Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: andrea.samelos@ufpe.br

RESUMO

O presente estudo avalia a existência de uma Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para o caso dos déficits municipais de acesso a serviços de esgotamento sanitário, que podem ser considerados como medidas indiretas de degradação ambiental. Os resultados obtidos apontam que, para os municípios do Nordeste, a relação existente entre os déficits de acesso e o desenvolvimento econômico teria o formato de “N” e não de “U-invertido”, tradicional formato da CAK. Portanto, para o caso dos serviços de esgotamento sanitário no Nordeste, a hipótese de que o desenvolvimento econômico seria a melhor maneira para alcançar a preservação ambiental não é válida, uma vez que no longo prazo o crescimento voltaria a gerar degradação ambiental.

Palavras-chave: Esgotamento sanitário, Curva Ambiental de Kuznets, Nordeste.

ABSTRACT

The present study evaluates the existence of an Environmental Kuznets Curve (EKC) in the case of absence of municipal access to sewage system services, which can be considered as an indirect measure of environmental degradation. The results show that for the cities in the Northeast of Brazil the relation between the absence of access to sewage system services and economic development has the format of an “N” instead of “inverted-U”, which is the traditional EKC shape. Therefore, for the specific case of the sewage system services in Northeastern cities, the hypothesis that economic development would be the best manner to achieve environmental preservation is not validated, as in the long term the development would generate once again degradation.

Keywords: Sewage system, Environmental Kuznets Curve, Brazilian Northeast.

Área – Desenvolvimento Regional; Classificação JEL: O18.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	SANEAMENTO E CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS.....	5
2.1	A CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS	5
2.2	SANEAMENTO AMBIENTAL	6
3	SANEAMENTO NO BRASIL	7
3.1	OS PROBLEMAS DA FALTA DE SANEAMENTO	7
3.2	O CENÁRIO DO SANEAMENTO NO BRASIL	8
4	METODOLOGIA	10
4.1	O MODELO	10
4.2	OS DADOS	11
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	13
6	CONCLUSÕES.....	17

1 INTRODUÇÃO

A falta de acesso a saneamento adequado é uma das principais causas de doenças em todo o mundo, portanto, melhorar o acesso a tal serviço tem impacto positivo na saúde e qualidade de vida das pessoas. Entretanto, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 do IBGE, dos 5.564 municípios Brasileiros, 2.495 não tinham rede coletora de esgoto, dos quais 974 (44,8%) são do Nordeste, sendo a região com maior percentual de municípios sem rede coletora de esgoto.

Quando a Curva Ambiental de Kuznetz (CAK) surgiu na década de 1990, os pesquisadores queriam encontrar evidências empíricas que confirmassem a relação entre o PIB *per capita* e a degradação ambiental no formato de “U-invertido”, ou seja, que a degradação se elevaria no início do desenvolvimento e passaria a cair ao alcançar determinado nível de desenvolvimento. Tal confirmação significaria que para se alcançar um meio ambiente preservado a melhor política seria incentivar o crescimento econômico. Entretanto, trabalhos recentes mostram que essa relação não se sustentaria no longo prazo, podendo a curva tomar a forma de “N”, o que representaria a necessidade de uma política mais ativa por parte do poder público em relação a degradação ambiental. Além disso, assumindo a hipótese que essa relação tenha o formato de “U-invertido”, o ponto de inflexão pode ser alto demais, gerando, até alcança-lo, muitas doenças e mortes desnecessárias, caso não haja uma política ativa.

Como se dá a relação entre déficit de acesso a esgotamento sanitário e o crescimento econômico nos municípios do Nordeste brasileiro? O presente trabalho tem como objetivo testar a existência de uma CAK para a relação entre *PIB per capita* e déficit de acesso a esgotamento sanitário para os municípios do Nordeste para os anos 2000 e 2010, tendo o déficit esgotamento sanitário como uma medida indireta de degradação ambiental. Para alcançar o objetivo proposto se fará primeiro um levantamento dos dados de déficit de acesso a esgotamento sanitário nos municípios do Nordeste. Depois se traçará um perfil comparativo entre os estados do Nordeste a partir

dos dados levantados. Posteriormente, se estimará a correlação entre o desenvolvimento econômico e o déficit de acesso a esgotamento sanitário.

Poderemos então, a partir da análise de resultados, dizer como o déficit de acesso a esgotamento sanitário se comporta ao longo do processo de crescimento econômico e se a melhor política para diminuir tal déficit é de fato incentivar o próprio crescimento, caso se confirme a existência da curva em formato de “U-invertido”.

Para testar a existência da CAK usaremos o modelo de dados em painel. Serão feitas estimações a partir do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), além dos métodos com efeitos fixos e efeitos aleatórios. Os resultados das três estimações serão apresentados e comparados e, por fim, serão realizados testes para verificar qual método tem a melhor modelagem para os dados analisados.

O trabalho possui, além desta introdução, mais seis sessões. Na sessão seguinte será feita uma revisão da literatura sobre saneamento e CAK, trazendo possíveis justificativas para explicar tal relação. Na terceira sessão será feita a contextualização do saneamento no cenário brasileiro. A metodologia será apresentada na quarta sessão, onde também será realizada uma análise descritiva dos dados. Os resultados e sua análise serão apresentados na quinta sessão. A sexta sessão apresentará as conclusões. Ao fim, será feita a referência bibliográfica.

2 SANEAMENTO E CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS

Na década de 1950 o economista Simon Kuznets defendeu que a relação entre crescimento econômico e desigualdade teria o formato de “U-invertido”, logo se um país crescesse a desigualdade primeiro aumentaria para depois diminuir (Kuznets, 1955), ficando a relação conhecida como Curva de Kuznets. A partir de 1990, pesquisadores buscaram evidências empíricas para a hipótese do formato em “U-invertido” para a relação entre degradação ambiental e crescimento, chamada de Curva Ambiental de Kuznets. Este capítulo traz trabalhos que justificam ou testam a Curva Ambiental de Kuznets, além de trabalhos que relacionam CAK e saneamento ambiental.

2.1 A Curva Ambiental de Kuznets

Grossman e Krueger (1991) são os primeiros a obterem evidências empíricas da CAK. Eles analisaram a relação entre qualidade do ar urbano e crescimento para vários países entre 1970 e 1980. Segundo Beckerman (1992), crescimento econômico em geral eleva degradação ambiental nos estágios iniciais do desenvolvimento, porém é a melhor - se não a única - maneira de se alcançar preservação ambiental.

Yandle et al. (2002) afirma que a parte ascendente ocorre porque nos primeiros estágios do crescimento as nações passam de economias agrárias, pouco poluentes, para economias industriais, usando mais recursos naturais e tecnologias menos eficientes e mais poluentes. Já a parte descendente se daria pela mudança para setores produtivos menos poluentes, que usam insumos e tecnologias que causam menos emissões, reduzindo assim a poluição. (Stern, 2004).

Há ainda outras explicações para o formato de “U-invertido” da CAK. Andreoni e Levinson (2001), por exemplo, a explicam através da hipótese da existência de economias de escala da poluição, ou seja, a poluição só seria combatida quando fosse grande o suficiente para diminuir os custos para combatê-la. Entretanto, nem todos encontraram evidências de uma Curva Ambiental de Kuznets em formato de “U-

invertido”. Jones e Manuelli (1998) encontraram evidências de que, a depender do mecanismo de decisão coletiva, a CAK para poluição pode ter a forma de um “N”, levando a um aumento da poluição em estágios mais avançados do crescimento.

Apesar da maioria dos trabalhos sobre a Curva Ambiental de Kuznets serem sobre a relação entre crescimento econômico e poluição, é possível, segundo Arrow et al. (1995), que a curva se aplique para qualidade do meio ambiente em geral, já que as pessoas gastam proporcionalmente mais em qualidade ambiental quando a renda cresce.

2.2 Saneamento Ambiental

No trabalho de Shafik e Bandyopadhyay (1992), por exemplo, eles observam a relação entre crescimento e qualidade ambiental usando oito indicadores de qualidade, entre eles a falta de acesso a saneamento urbano. Dados em painel para 149 países entre 1960 e 1990 mostram que o acesso a saneamento melhora quando a renda aumenta.

Kusumawardani (2011), por outro lado, usa dados em cross-country para 124 países e encontra que a CAK teria o formato não de “U-invertido”, mas de “N”. O autor usa como qualidade ambiental o *Environmental Performance Index (EPI)*, índice formado por 16 indicadores, incluindo saneamento adequado. O trabalho de Saiani et al. (2013) analisa o déficit de acesso a serviços de saneamento ambiental para os municípios brasileiros para os anos 1991 e 2000, e também encontra evidências de uma curva em formato de “N”.

Por fim, o trabalho de Ogundipe et al. (2014) testa a hipótese da CAK para quatro indicadores de qualidade ambiental para países da África usando dados para os anos de 1990 a 2012. Os autores confirmam a existência da curva em formato de “U-invertido” para o indicador de falta de acesso a saneamento.

3 SANEAMENTO NO BRASIL

3.1 Os problemas da falta de saneamento

O saneamento básico no Brasil é um direito assegurado pela Constituição e é formado pelos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A literatura especializada indica a rede geral como o modelo ideal para o abastecimento do água e esgotamento sanitário. Já para limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é apontada como ideal a coleta por serviços de limpeza. Outras formas aumentam o risco de impactos sociais e ambientais negativos.

“A ausência de serviços adequados de saneamento é causa de diversas doenças transmitidas pela água, cuja qualidade é afetada pela disposição inadequada dos resíduos produzidos pela população, sejam domésticos, agrícolas ou industriais”, (MPO/Sepurb/IPEA, 1995). Ainda de acordo com MPO/Sepurb/IPEA (1995), o consumo de água não adequadamente tratada e a disposição inadequada de esgoto e resíduos sólidos tem impacto negativo nos índices de internação hospitalar e mortalidade infantil. No artigo de Mello (2001), o autor cita que estudos da Organização Mundial de Saúde mostram que R\$1,00 aplicado em saneamento gera R\$2,50 de economia em saúde.

Quanto a mortalidade infantil, de acordo com o MS/FNS/Datasus, entre 1985 e 1990 houveram 102.487 óbitos de crianças entre 0 (zero) e 5 (cinco) anos, sendo 99,6% por infecções intestinais mal definidas (MPO/Sepurb/IPEA, 1995). Dados elaborados pelo IPEA para o mesmo período trazem que a taxa de mortalidade infantil nos domicílios com condições adequadas de saneamento foi de 21,9%, enquanto nos domicílios com condições inadequadas a taxa subiu para 59,1% (MPO/Sepurb/IPEA, 1995).

Não se deve deixar de citar os impactos negativos da falta de condições adequadas de saneamento, principalmente de esgotamento sanitário e manejo de

resíduos sólidos, sobre o meio ambiente. Entre os impactos estão: contaminação dos mananciais e dos cursos d'água; assoreamento dos rios, que contribui para que haja inundações. (MPO/Sepurb/IPEA, 1995).

3.2 O Cenário do Saneamento no Brasil

Ao longo do século passado, o saneamento no Brasil passou por experiências distintas. Antes de 1968 os serviços de saneamento eram prestados segundo modelos institucionais e financeiros bastante flexíveis, tendo como prestadores o setor público e o privado, este último sendo muitas vezes concessionárias estrangeiras. Entre 1968 e 1970 foi criado o Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), além de outros instrumentos de financiamento. Em 1971 se criou o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), que permitiu a expansão e a melhoria na qualidade dos serviços prestados de saneamento, principalmente no que diz respeito ao serviço de abastecimento de água. Em 1992 o Planasa foi extinto e substituído pelo Programa de Saneamento para Núcleos Urbanos (Pronurb), que encontrou dificuldades em promover investimentos compatíveis com o crescimento populacional e em superar os déficits existentes.

Analisando um período mais recente e levando em conta apenas os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, realizada pelo IBGE, traz algumas informações relevantes. Em 2008, segundo o PNSB, 78,6% dos domicílios brasileiros tinham abastecimento de água por rede geral de distribuição. Nas grandes regiões, o Sudeste tinha 87,5%, enquanto o Nordeste tinha 68,3% e o Norte apenas 45,3%. Por outro lado, o percentual de domicílios brasileiros que possuíam o serviço de esgotamento sanitário por rede geral em 2008 era de apenas 44%. Nas grandes regiões, novamente o Sudeste teve maior percentual, 69,8%, enquanto o Nordeste tinha apenas 22,4% dos domicílios com acesso a esgotamento sanitário por rede geral, e o Norte com apenas 3,8%.

Entretanto, ao analisar cada estado do Nordeste, é possível perceber grandes diferenças estaduais no acesso a esgotamento sanitário. De acordo com os dados obtidos no Censo Demográfico de 2010, realizado pelo IBGE, no Nordeste 33,5% dos domicílios particulares permanentes tinham banheiros ligados por rede geral ou pluvial. Contudo, os estados da Bahia e Pernambuco ficaram bem acima da média regional, com

44,8% e 43,1% respectivamente, enquanto Maranhão e Piauí possuíam apenas 6,9% e 11,2% dos domicílios particulares permanentes com banheiros ligados a rede geral ou pluvial, respectivamente.

De acordo com BNDES (1998), devido as limitações de recursos institucionais e financeiros, as empresas públicas de saneamento básico investiram mais em abastecimento de água ao invés de esgotamento sanitário pois era mais rentável e tinha maior visibilidade. Portanto, por causa da discrepância entre o acesso aos dois serviços é que o presente trabalho irá analisar apenas o déficit de acesso ao serviço de esgotamento sanitário, levando em conta apenas os municípios do Nordeste brasileiro.

As evidências empíricas encontradas por Saiani (2006) corroboram com a afirmação do BNDES (1998). O autor obtém que renda domiciliar mensal e *per capita* mensal, assim como renda municipal *per capita* mensal, população e taxa de urbanização afetam positivamente a probabilidade de acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Portanto, segundo o autor, “o acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil está intimamente relacionado ao perfil de renda dos consumidores e à existência de economias de escala e de densidade no setor”, sendo motivados não pelo alto retorno social, mas sim pelo retorno econômico.

Por fim, escolaridade também parece ser uma variável importante quando se quer saber o acesso a serviços de saneamento básico. O artigo de Rezende et al. (2007) defende que as características dos moradores dos domicílios influenciam na escolha da forma de abastecimentos de água e de esgotamento sanitário. Segundo os autores, o número de anos de estudo é uma dessas características, logo, quanto maior a escolaridade maior é o percentual de acesso a rede de abastecimento e coletora.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho testará a hipótese da existência de uma CAK para a relação entre crescimento econômico e déficit de acesso a esgotamento sanitário nos municípios do Nordeste, para os anos de 2000 e 2010. Serão usados os microdados dos Censos Demográficos de 2000 e 2010, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

4.1 O Modelo

Para testar a hipótese apresentada usaremos o método de análise em painel. Serão feitas estimações por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), efeito fixo e efeito aleatório. O intuito é comparar os resultados das três estimações e analisar o modelo que traz os melhores resultados. Além disso, serão realizados testes para verificar qual modelo econométrico se adequa melhor aos dados.

A estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados em painel é a versão mais simples da análise com dados em painel. Nela os dados são “empilhados” e a regressão é rodada, como mostra a equação abaixo:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dit + \beta_2 Dit^2 + \beta_3 Dit^3 + \beta_4 Wit + Tt + \varepsilon_{it} \quad (1),$$

onde Y_{it} é a medida de degradação ambiental do município i no período t ; Dit é a medida de desenvolvimento econômico do município i no período t ; Wit é o conjunto de características observáveis (controles) do município i no período t , refletindo as características distintas de cada município que podem ter influência sobre degradação ambiental; Tt é a dummy de ano; ε_{it} é o erro aleatório.

Para que a hipótese da CAK em formato de “U-invertido” seja validada, os coeficientes β_1 e β_2 devem ser significativos e cumprir as seguintes condições quanto aos sinais: $\beta_1 > 0$ e $\beta_2 < 0$; além disso, é preciso que $\beta_3 < 0$ ou que seja não

significativo. O termo elevando a terceira a medida de desenvolvimento econômico serve para testar a existência de uma CAK em formato de “N”, que já foi encontrada em outros trabalhos empíricos, como o de Jones e Manuelli (1998). Para isso ocorrer, os coeficientes β_1 , β_2 e β_3 devem ser significativos e os sinais $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 > 0$.

No modelo de dados em painel com efeitos fixos se adiciona uma variável *dummy* para modelagem das variáveis omitidas, que permanecem constantes ao longo do tempo. Nesse caso os efeitos específicos de cada município podem estar correlacionados com as outras variáveis explicativas. Já o modelo com efeitos aleatórios trata os efeitos municipais específicos como aleatório, logo não devem estar correlacionados com as demais variáveis.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dit + \beta_2 Dit^2 + \beta_3 Dit^3 + \beta_4 Wit + Tt + Ui + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dit + \beta_2 Dit^2 + \beta_3 Dit^3 + \beta_4 Wit + Tt + ei + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

O modelo com efeitos fixos é representado pela equação (2), onde Ui é um conjunto de características não observáveis do município i constantes no tempo (efeitos fixos). Já o modelo com efeitos aleatórios é representado pela equação (3), onde ei representa um fator aleatório (efeitos aleatórios) que atinge cada município de forma diferenciada. A validação ou não da hipótese da CAK em formato de “U-invertido” segue os mesmos princípios apresentados em parágrafo anterior.

Por fim, serão realizados testes para comparar qual modelo melhor se ajusta aos dados. O teste de Breusch-Pagan compara o método por MQO com o de efeitos aleatórios, onde a hipótese nula é usar o MQO. O teste de Hausman compara os métodos de efeitos aleatórios e efeitos fixos, tendo a hipótese nula como efeitos aleatórios.¹

4.2 Os Dados

Para testar a hipótese apresentada, a medida de degradação ambiental (Y_{it}) será representada pela proporção de domicílios do município sem acesso a esgotamento

¹ Existe ainda o teste de Chow, que compara o método de estimação por MQO e por efeitos fixos. Porém, não foi realizado devido a sua complexidade.

sanitário por rede geral. Para a medida de desenvolvimento econômico (*Dit*), usaremos a renda municipal *per capita* em sua forma logarítmica, que foi calculada tirando a média por município da renda familiar *per capita*.

As variáveis de controle (*Wit*) usadas no presente trabalho serão: a população municipal em sua forma logarítmica, taxa de urbanização municipal, taxa de analfabetismo, população não branca, população abaixo de 18 anos e acima de 65 e *proxies* de riqueza. Como *proxies* de riqueza usaremos a proporção de domicílios que tenham acesso: energia, computador, e automóvel. A proporção de indivíduos abaixo de 18 anos e acima de 65 anos busca capturar características distintas nas demandas municipais. Saiani et al. (2013) defende que indivíduos nessas faixas etárias precisam de maiores cuidados e por isso municípios com uma maior proporção de indivíduos nessas idades sofrem uma maior demanda por infraestrutura adequada. Já a proporção de indivíduos não brancos procura refletir a heterogeneidade étnica do município.

Além disso, como já foi discutido em sessão anterior, o nível de escolaridade pode ser fator decisivo para determinação da forma de esgotamento sanitário. O uso da taxa de analfabetismo como variável de controle procura confirmar a ideia proposta por Saiani et al. (2013), que afirma que um maior nível educacional e conscientização ambiental faz com que os indivíduos valorizem mais a qualidade dos recursos naturais, demandando políticas públicas para preservação e produtos menos agressivos ambientalmente. Para se chegar ao valor da variável foi feita a proporção dos indivíduos que não sabiam ler nem escrever e que tinham 25 anos ou mais.

Já a variável de controle taxa de urbanização e população municipal procura refletir as economias de escala e de densidade do setor de esgotamento sanitário. A concentração populacional no espaço urbano reduziria a distância entre os indivíduos, possibilitando uma maior organização social e influência política, atendendo assim as necessidades de infraestrutura de saneamento (Saiani et al., 2013). A variável taxa de urbanização foi calculada a partir da proporção de domicílios urbanos no município.

Por fim, serão adicionadas variáveis *dummies* para cada estado do Nordeste, como forma de avaliar se os resultados encontrados refletem a relação entre desenvolvimento econômico e déficit de acesso a esgotamento sanitário ou apenas diferenças
estatais

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados encontrados procuram validar ou não a existência de uma Curva de Kuznets Ambiental para a relação entre déficit de acesso a esgotamento sanitário e crescimento econômico para os municípios do Nordeste nos anos 2000 e 2010. Por motivos de respeito ao limite de páginas será apresentada apenas a análise dos resultados das estimações que agregam as variáveis de controle.

As variáveis de controle representam um conjunto de características municipais que podem influenciar o acesso a esgotamento sanitário, sendo usadas neste trabalho: a população municipal em sua forma logarítmica, a taxa de urbanização municipal, a taxa de analfabetismo, a população não branca, a população abaixo de 18 anos e acima de 65 e três *proxies* de riqueza – energia, computador e automóvel. Ao adicionarmos as variáveis de controle nas estimação por MQO, efeitos aleatórios e efeitos fixos, foi observado um aumento no valor do R^2 nos três casos². Logo, é possível afirmar que as variáveis de controle exercem influencia no déficit de acesso municipal a esgotamento sanitário e, assim, o modelo completo possui maior capacidade explicativa.

Além disso, as três estimações apresentam uma curva em formato de “N”, com a variável renda positiva em nível, negativa ao quadrado e positiva ao cubo, significativa a 1% para a estimação em MQO, 5% com efeitos aleatórios e a 10% com efeitos fixos. Isso invalida a hipótese do trabalho no qual a CAK teria formato de “U-invertido”, sugerindo, portanto, que apenas o crescimento econômico não seria suficiente para alcançar o nível desejável de acesso municipal a esgotamento sanitário, uma vez que o déficit tenderia a aumentar em estágios mais altos da renda.

A variável *dummy* de ano apresentou coeficientes significativos para a estimação em MQO e efeitos aleatórios, mas não significativo para a estimação com efeitos fixos. Para os dois primeiros casos, os coeficientes indicam que em média houve um aumento no déficit de acesso a esgotamento sanitário nos municípios do Nordeste entre 2000 e 2010.

² Primeiramente foram realizadas estimações em MQO, efeitos fixos e efeitos aleatórios que não incluíam as variáveis de controle, e estas apresentaram um valor de R^2 inferior.

Os coeficientes de população e taxa de urbanização são ambos negativos e significativos para os três modelos de estimação, ou seja, um município mais populoso e com maior número de domicílios urbanos tem um menor déficit de acesso a esgotamento sanitário. Esse resultado ratifica o argumento explorado anteriormente de que a concentração populacional e a urbanização além de diminuir a distância entre os indivíduos e possibilitarem uma maior organização social e capacidade de demanda por políticas de saneamento, permite uma queda nos custos de provisão do esgotamento por rede geral, refletindo as economias de escala e densidade do setor.

Quanto a variável taxa de analfabetismo, os coeficientes deram não significativos para os três métodos de estimação. Já para a variável não branco, que é a proporção de população não branca do município, os coeficientes deram significativos apenas para o modelo em MQO e efeitos aleatórios, ambos com sinal positivo. Tal resultado expressa que quanto maior a heterogeneidade étnica do município maior será o déficit.

Os coeficientes das *proxies* de riqueza deram todos significativos para os três modelos de estimação. Para as variáveis de proporção de domicílios com energia e automóvel os coeficientes deram positivos, resultado diferente do esperado. Por sua vez, o coeficiente para a variável de proporção de domicílios com computador foi negativo, como o esperado, refletindo que quanto maior a riqueza menor seria o déficit de acesso a esgotamento sanitário.

As variáveis de proporção de indivíduos abaixo de 18 anos e acima de 65 anos, como já foi discutido anteriormente, procuram refletir as diferentes demandas municipais. Como os indivíduos nessas faixas etárias precisam de maiores cuidados, a infraestrutura em municípios com maior número de indivíduos em tais faixas seria melhor, ou seja, menor seria o déficit de acesso a esgotamento. O coeficiente da variável abaixo de 18 anos para a estimação em MQO deu negativo e significativo, comprovando o argumento anterior, porém para a variável acima de 65 anos deu não significativa. Já para o modelo com efeitos aleatórios, o coeficiente foi positivo e significativo para a variável abaixo de 18 anos, não corroborando com o argumento anterior, e não significativo para a variável acima de 65 anos. Por fim, para o modelo com efeitos fixos, ambos os coeficientes foram não significativos.

Os coeficientes das variáveis *dummies* de UF relacionam o déficit do estado com o déficit do estado omitido. Para a estimação em MQO, o estado omitido foi

Sergipe, portanto, os estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte possuem um déficit de acesso a esgotamento sanitário maior que o do estado de Sergipe. Já Paraíba, Pernambuco e Bahia possuem um déficit menor que o de Sergipe, sendo todos os coeficientes significativos. Apenas para Alagoas o coeficiente deu não significativo.

No caso da estimação com efeitos aleatórios o estado omitido foi a Bahia. Todos os estados tiveram coeficientes positivos, ou seja, possuem um déficit de acesso a esgotamento sanitário maior que o estado da Bahia, sendo todos significativos. Com exceção de Pernambuco, que teve coeficiente negativo, indicando um déficit menor que o da Bahia. Apenas o coeficiente da Paraíba foi não significativo. O modelo com efeitos fixos não permitiu a utilização das *dummies* de UF, uma vez que todas as variáveis foram omitidas.

O teste de Breusch-Pagan foi realizado após a estimação com dados em painel por MQO, o qual rejeita a hipótese nula de homocedasticidade, apontando uma melhor modelagem por efeitos aleatórios. Por sua vez, o teste de Hausman, que compara os modelos por efeitos aleatórios e efeitos fixos, rejeitou a hipótese nula do uso do modelo com efeitos aleatórios, sinalizando o modelo com efeitos fixos como melhor modelagem para os dados analisados.

Tabela 1 – Resultados das estimações por MQO, efeitos aleatórios e efeitos fixos para o modelo que agrega as variáveis de controle.

Variável	MQO	Efeitos Aleatórios	Efeitos Fixos
Renda municipal per capita	8,968 *	3,141 **	2,356 ***
Renda municipal per capita ²	-0,964 *	-0,338 **	-0,253 ***
Renda municipal per capita ³	0,034 *	0,012 **	0,009 ***
Ano	0,142 *	0,038 *	-0,024
População	-0,022 *	-0,027 *	-0,013 ***
Taxa de urbanização	-0,232 *	-0,221 *	-0,079 **
Taxa de analfabetismo	-0,096	0,139	0,103
Não branco	0,134 *	0,081 *	0,048
Energia	0,099 *	0,088 *	0,099 *
Computador	-1,117 *	-0,491 *	-0,341 *
Automóvel	0,673 *	0,311 *	0,241 *
Abaixo de 18 anos	-0,172	0,158 ***	0,103
Acima de 65 anos	-0,706 *	-0,036	0,047
Maranhão	0,122 *	0,206 *	0 (omitido)
Piauí	0,103 *	0,187 *	0 (omitido)
Ceará	0,047 *	0,115 *	0 (omitido)
Rio Grande do Norte	0,042 **	0,108 *	0 (omitido)
Paraíba	-0,08 *	-0,016	0 (omitido)
Pernambuco	-0,181 *	-0,112 *	0 (omitido)
Alagoas	0,017	0,089 *	0 (omitido)
Sergipe	0 (omitido)	0,071 *	0 (omitido)
Bahia	-0,077 *	0 (omitido)	0 (omitido)
Observações	3.580	3.580	3.580
Grupos	-	1.794	1.794
R ²	0,3886	0,2297	0,2439
Prob > F	0,000	-	0,000
Prob > chi2	-	0,000	-

Nota: * Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 10%

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo averiguar a existência de uma Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para a relação entre renda municipal *per capita* e déficit de acesso municipal a esgotamento sanitário, considerado uma medida indireta de degradação ambiental, para os municípios do Nordeste para os anos 2000 e 2010. Para isso, o trabalho se baseou na hipótese que existe uma relação não linear em formato de “U-invertido” entre desenvolvimento econômico e degradação ambiental, ou seja, que a degradação aumentaria em estágios iniciais do desenvolvimento para depois diminuir em estágios mais avançados. Estudos empíricos comprovaram tal hipótese, porém, estudos mais recentes também encontraram evidências de uma curva em formato de “N”, refletindo, portanto, em um aumento da degradação em estágios mais avançados do desenvolvimento.

Primeiro foram feitas estimações apenas relacionando o déficit de acesso a esgotamento sanitário e a renda municipal *per capita*, posteriormente, foram adicionadas também variáveis controles, com o intuito de adicionar características municipais que poderiam ter influência sobre o acesso a esgotamento sanitário. Os resultados mostraram que as estimações que continham as variáveis de controle tinham um maior poder explicativo, sinalizando que o acesso a esgotamento sanitário é influenciado não só pela renda mas também por vários outros fatores.

Todos os resultados das estimações para as equações que continham as variáveis de controle indicaram que a relação entre déficit de acesso a esgotamento sanitário e renda municipal *per capita* para os municípios do Nordeste nos anos estudados tinha a forma de “N” e não de “U-invertido”, invalidando a hipótese que se baseava o trabalho.

Tal resultado mostra que apenas desenvolvimento econômico não trará soluções de longo prazo para o problema de esgotamento sanitário. Portanto, é necessário haver políticas públicas efetivas que busquem diminuir o extenso déficit de acesso a esgotamento sanitário nos municípios do Nordeste.

REFERÊNCIAS

- ANDREONI, J.; LEVINSON, A. The simple analytics of the environmental Kuznets curve. *Journal of Public Economics*, n. 80, p. 269-286, 2001.
- ARROW, K.; BOLIN, B.; COSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C. S.; JANSSON, B.; SIMON, L.; MÄLER, K.; PERRINGS, C.; PIMENTEL, D. Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment. *Science*, n. 268, p. 520-521, 1995.
- BECKERMAN, W. Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? *World Development*, v. 20, n. 4, p. 481-496, 1992.
- BNDES. Saneamento: o objeto é a eficiência. *Informe: Infra-estrutura*, n. 23, jun. 1998.
- GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Environmental impacts of North American free trade agreement. *NBER*, 1991. (Working paper, n.3914).
- IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008*. Rio de Janeiro, 2010.
- JONES, L. E.; MANUELLI, R. E. A positive model of growth and pollution controls. *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, 1998. (Working paper, n.5205).
- KUSUMAWARDANI, D. Economic development and environmental quality: an environmental Kuznets curve (EKC) investigation using cross-countries data. *Majalah Ekonomi*, v. 21, n.1, abr. 2011.
- KUZNETS, S. Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, v. 45, n.1, p. 1-28, 1955.
- MELLO, M. F. Privatização do setor de saneamento no Brasil: quatro experiências e muitas lições. *PUC-RIO*, Rio de Janeiro, set. 2001. (Texto para discussão n. 447, p. 1-23).
- MPO/SEPURB/IPEA. Diagnóstico do setor de saneamento: estudo econômico e financeiro. *Série Modernização do Setor Saneamento*, Brasília, n. 7, p. 1-250, 1995.
- OGUNDIPE, A. A.; OLURINOLA, O. I.; ODEBIYI, J. T. Examining the validity of EKC in Western Africa: different pollutants option. *Department of Economics and Development Studies*, Ota, Nigéria, 2014.
- REZENDE, S.; WAJNMAN, S.; CARVALHO, J. A. M.; HELLER, L. Integrando oferta e demanda de serviços de saneamento: análise hierárquica do panorama urbano brasileiro no ano de 2000. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 12, n. 1, p. 90-101, jan./mar. 2007.

- SAIANI, C. C. S. Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. *Prêmio IPEA-Caixa 2006*, Brasília, 2006.
- SAIANI, C. C. S; TONETO JUNIOR, R.; DOURADO, J. A. Déficit de acesso a serviços de saneamento: evidências de uma Curva Ambiental de Kuznetz para os casos dos municípios brasileiros. *Economia e Sociedade*, v.22, n.3 (49), p.791-824, Campinas, dez. 2013.
- SHAFIK, N.; BANDYOPADHYAY, S. Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence. *World Development Report - World Bank*, Washington, DC, jun. 1992.
- STERN, D. I. The rise and fall of environmental Kuznets curve. *World Development*, v. 32, n. 8, p. 1419-1439, 2004.
- YANDLE, B.; VIJAYARAGHAVAN, M.; BHATTARAI, M. The environmental Kuznets curve: a primer. *PERC Research Study*, n. 02-1, mai. 2002.