

Existência de aterros sanitários nos municípios brasileiros: determinantes socioeconômicos e impactos sobre a saúde

Carlos César Santejo Saiani (NPQV/MACKENZIE)

Wendy Ani Soares Burai (MACKENZIE)

Mônica Yukie Kuwahara (NPQV/MACKENZIE)

RESUMO

O objetivo deste artigo é descrever os determinantes da existência de aterros e seus impactos sobre a saúde da população. Variáveis socioeconômicas, como PIB *per capita*, densidade demográfica, crescimento populacional são utilizadas em um modelo Probit para identificar influências sobre a existência de aterros. Indicadores de morbidade e mortalidade nos municípios brasileiros em 2008 são utilizados em uma estimação por Mínimos Quadrados Ordinários para analisar os impactos da existência de aterros em termos de doenças relacionadas ao saneamento básico. Os resultados indicam que as variáveis socioeconômicas utilizadas, como PIB *per capita*, densidade demográfica, número populacional e área, podem ser identificadas como determinantes da existência de aterros. Verificou-se também uma relação significativa entre a existência de aterros e a saúde pública.

ABSTRACT

The aim of this paper is to describe the determinants of the existence of landfill and its impacts on population health. Socioeconomic variables such as GDP per capita, population density, population growth are used in a probit model to identify influences on the existence of landfills. Indicators of morbidity and mortality in Brazilian municipalities in 2008 are used in an OLS estimation to analyze the impacts of the existence of landfills in terms of sanitation-related diseases. The results indicate that socioeconomic variables used, such as GDP per capita, population density, number of population and area, can be identified as determinants of the existence of landfills. There was also a significant relationship between the existence of landfill and public health.

Introdução

Nas últimas décadas ampliou-se a preocupação mundial em relação aos impactos negativos da expansão das atividades econômicas sobre o meio ambiente. Além das da exaustão de recursos naturais, a degradação ambiental causada pelos rejeitos provenientes do consumo e da produção vem se ampliando. Teme-se que a própria expansão da economia esteja gerando as condições para que, em determinado momento, o decrescimento seja inevitável. Buscam-se mecanismos regulatórios e incentivos econômicos para a utilização de novas tecnologias menos agressivas ao meio ambiente¹. No Brasil, um exemplo desse tipo de mecanismo seria a recentemente promulgada Lei Federal nº 12.305, conhecida como Lei de Resíduos Sólidos (LRS).

A Lei de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305) estabelece a eliminação dos lixões até 2014, além de definir diretrizes básicas para a elaboração de programas institucionais de gerenciamento de resíduos, atribuindo responsabilidades aos produtores de materiais que possam causar dano ao meio ambiente, além de conferir ao setor público a responsabilidade de estimular a redução na geração de resíduos. Se esgotadas as possibilidades econômicas de reutilização dos resíduos sólidos, a sua disposição final deve ocorrer de forma a reduzir ou eliminar impactos nocivos ao meio ambiente, exigindo melhorias nos sistemas de disposição tais como o dos aterros sanitários. As informações da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), indicam que, naquele ano, 78% dos municípios brasileiros não possuíam aterro sanitário sugerindo que muitos deverão ser os avanços para que os objetivos da Lei sejam alcançados.

O presente artigo tem dois objetivos principais. O primeiro é averiguar quais características socioeconômicas influenciaram a construção de aterros sanitários em alguns municípios antes da exigência legal imposta pela Lei de Resíduos Sólidos. Para analisar os determinantes da existência de aterros em alguns municípios, são realizadas estimações pelo método *Probit*. O segundo objetivo é avaliar se a existência de aterros tem efeitos sobre indicadores municipais de saúde. Para isso, são realizadas estimações pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários, adotando como estratégia de identificação a avaliação dos efeitos por causas específicas de morbidade (internações) e de mortalidade (óbitos).

Além dessa introdução e das considerações finais, o artigo é dividido em duas seções. Na primeira seção, por meio de análises da literatura de outros serviços de utilidade pública e de estimações econométricas, são analisados os determinantes socioeconômicos da existência de

¹ Essa discussão é detalhada no livro de May (2010).

aterros sanitários. Já na segunda seção, por meio de uma breve revisão da literatura e de estimações econométricas, é estimado se a existência de aterros possui efeitos sobre indicadores municipais de saúde.

1. Determinantes da existência de aterros sanitários municipais

Conforme foi apontado na introdução, a Lei de Resíduos Sólidos definiu que, esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento econômico, a disposição final dos rejeitos deve ocorrer de forma ambientalmente adequada, o que é possível por meio de aterros sanitários. Além disso, ficou estabelecido que, até 2014, todos os municípios devem se ajustar a essa regra. É importante ressaltar que a Lei foi promulgada em 2010, mas, antes desse ano, já existia um conjunto significativo de municípios brasileiros com aterros sanitários. Em um contexto em que não havia uma exigência legal, o que pode ter influenciado esses municípios a construírem aterros?

A construção de aterros sanitários em alguns municípios, antes da exigência legal da Lei de Resíduos Sólidos, pode ter sido influenciada por seus níveis de desenvolvimento socioeconômico, pela concentração populacional, pelo tamanho da população e pela área. Esses seriam alguns dos determinantes da existência de aterros sanitários municipais que poderiam refletir aspectos relacionados às preferências dos cidadãos, a custos de provisão, às capacidades de arrecadação e de investimento e às motivações dos políticos.

Para estimar quais características municipais podem ser consideradas como determinantes da existência de aterros sanitários, é necessário escolher um método adequado para lidar com variáveis dependentes binárias, uma vez que é observado apenas se o município i possui ou não aterro sanitário. Nos municípios com aterro sanitário, a variável dependente A_i assume o valor 1 e, nos municípios sem aterro, assume o valor 0. Em casos como esse, é estimada a probabilidade de um evento ocorrer (existência de aterro) condicional a um conjunto de variáveis explicativas X_i (características municipais). Por se tratar de probabilidade, o desafio é limitar o valor estimado ao intervalo entre 0 e 1, o que não ocorre pelos métodos convencionais de regressão linear.

Neste artigo optou-se pelo método *Probit*, que, ao utilizar uma função cumulativa de probabilidade normal padronizada, tem a propriedade de ajustar a probabilidade estimada ($Prob[A_i = 1|X_i]$) ao intervalo entre 0 e 1². Os modelos estimados, por esse método, baseiam-se

² Para maiores detalhes sobre o método *Probit*, ver, entre outros: Greene (1997), Johnston e DiNardo (2000), Wooldridge (2002) e Pindyck (2004).

na equação (1), apresentada abaixo³. Vale ressaltar, mais uma vez, que as informações municipais utilizadas nas estimações referem-se ao ano de 2008.

$$Prob[A_i = 1|X_i] = \alpha_0 + \alpha_1 X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

sendo: A_i a variável binária dependente que assume o valor 1, se o município i possui aterro sanitário, ou 0, caso contrário; X_i o vetor de variáveis explicativas que representa um conjunto de características do município i ; α_0 a constante (intercepto); α_1 o vetor de coeficientes associados às características municipais X_i e ε_i o termo errático.

No método *Probit*, o vetor de coeficientes estimados α_1 pode ser utilizado para avaliar o sinal e a significância da relação, mas sua magnitude não representa o efeito marginal, uma vez que este depende de todas as variáveis explicativas pertencentes ao conjunto X_i . Conforme apontam Johnston e DiNardo (2001), a derivada da probabilidade em relação a uma variável varia em função desta, mas também em função das demais variáveis explicativas do modelo. Assim, além dos coeficientes, também são calculados e reportados os efeitos marginais em relação ao “indivíduo médio” (município hipotético para o qual as características X_i correspondem às médias da amostra total).

Na ausência de trabalhos que avaliaram, de forma sistematizada, os determinantes da existência de aterros sanitários, o vetor de características municipais X_i foi escolhido seguindo a literatura de outros serviços públicos e de questões ambientais, partindo-se do pressuposto de que essas variáveis também influenciariam a forma de disposição final dos resíduos sólidos. Além disso, foi levado em conta a recomendação de Heller e Castro (2007) e Caldeira et alii (2009), de que, para entender a dinâmica de ações e resultados no saneamento básico brasileiro, é necessário levar em conta o caráter de política pública setorial que este representa. Assim, é importante avaliar os condicionantes sistêmicos (processos sociais, políticos, econômicos, culturais e demográficos) que determinam tanto as políticas como as preferências dos beneficiários. O quadro 1 mostra as variáveis municipais escolhidas como potenciais determinantes da existência de aterros, assim como suas descrições e fontes. Já na tabela A.1, do Apêndice, são apresentadas algumas estatísticas descritivas dessas variáveis.

1.2. As variáveis do modelo

A variável *PIB per capita* é utilizada como medida de desenvolvimento econômico dos municípios, buscando evidências de aumento da probabilidade de existência de aterro sanitário

³ É utilizado um estimador para os erros-padrão robusto ao problema de heterocedasticidade.

aumenta à medida que o PIB *per capita* se eleva. Supõe-se que em estágios mais avançados de desenvolvimento, a população tenha uma maior conscientização ambiental, demandando serviços de saneamento básico que degradem menos o meio ambiente⁴. Dentre esses serviços, estaria a disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Diante dessa demanda, os gestores públicos municipais, motivados por oportunidades eleitorais, podem investir na construção de aterros.

A possível relação positiva com o PIB *per capita* pode decorrer, ainda, da viabilidade econômica da provisão do serviço, uma vez que municípios mais desenvolvidos tendem a ter uma capacidade de arrecadação tributária maior e, portanto, mais recursos para a realização de investimentos. Há casos de aterros sob a responsabilidade de empresas privadas, que podem escolher a localização destes em função do nível de renda do município. Similarmente, potenciais relações positivas com a *densidade demográfica* e com a *população* (tamanho), refletiriam a viabilidade econômica da provisão dos serviços, uma vez que podem existir economias de escala e de densidade no setor, no sentido de quanto maior o número de beneficiários e mais eles estiverem concentrados, menor o custo de provisão dos serviços.

No caso da população, a relação pode decorrer, ainda, do número de potenciais contribuintes, que viabilizaria a provisão em função do pagamento de tarifas e de tributos⁵. Já no caso da densidade demográfica, conforme defende Glaeser (2005), a elevação da concentração populacional, ao reduzir a distância entre os indivíduos, aumenta a possibilidade destes se organizarem e, conseqüentemente, de exercerem maior pressão política para o atendimento de suas preferências.

A extensão territorial do município impacta sobre o custo da disposição final dos resíduos sólidos, uma vez que o custo de transporte destes é crescente em função da distância a ser percorrida. Além disso, conforme destacam Suzuki e Gomes (2009), quando a distância de traslado é elevada, são necessários investimentos adicionais para a construção de estações de

⁴ Este é um argumento presente na Teoria da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) que pressupõe uma relação no formato de “U-invertido” entre medidas de degradação ambiental e o desenvolvimento econômico. Essa relação foi inicialmente observada no estudo de Grossman e Krueger (1991). Alguns estudos utilizam, inclusive, indicadores de inadequação dos serviços de saneamento básico como medidas indiretas de degradação – ver, por exemplo, Shafik e Bandyopadhyay (1992) e Sousa et alii (2008). Baseando-se nessa literatura, pode-se dizer que o desenvolvimento econômico resulta em uma maior conscientização ambiental. Nesse contexto, conforme destaca Stern (1994), os indivíduos passam a demandar produtos e serviços com menores impactos nocivos ao meio ambiente, assim como políticas públicas e instituições que garantam uma maior preservação ambiental. Tais demandas são efetivamente atendidas se os indivíduos conseguirem influenciar as decisões dos governantes, que são motivados por oportunidades eleitorais.

⁵ Para uma discussão mais aprofundada sobre a existência de economias de escala e de densidade na provisão de serviços públicos, assim como sobre as maiores capacidades de arrecadação e, conseqüentemente, de realização de investimentos em localidades mais populosas e desenvolvidas, ver, entre outros: Case et alii (1993), Alesina e Spolaore (1997), Mendonça et alii (2003), Caldeira et alii (2009) e Giuberti (2010). Especificamente para uma discussão da importância da escala em aterros sanitários, ver: Abetre e FGV (2009) e Suzuki e Gomes (2009).

transbordo. Para captar esses efeitos, que podem influenciar os investimentos necessários e, consequentemente, a existência de um aterro, a variável *área* é incorporada nas estimações.

Quadro 1. Variáveis explicativas (indicadores municipais): descrições e fontes

Variáveis	Descrições	Fontes
PIB <i>per capita</i>	Produto Interno Bruto (PIB) municipal <i>per capita</i> (R\$ 1.000)	IBGE
Densidade Demográfica	Densidade Demográfica (milhares de habitantes por Km ²)	IBGE
População	População total (milhares de habitantes)	IBGE
Área	Área total (milhares de Km ²)	IBGE
Ensino Médio	Proporção de empregados formais com ensino médio completo ou mais	Ministério do Trabalho
Formalização	Razão entre os empregados formais e a População Economicamente Ativa (PEA)	Ministério do Trabalho e IBGE
Jovens	Razão entre a população residente com idade inferior a 19 anos e a população total	IBGE
Idosos	Razão entre a população residente com idade superior a 60 anos e a população total	IBGE
<i>Dummy</i> Região Metropolitana	Municípios que pertencem a uma região metropolitana assumem o valor 1; caso contrário, assumem o valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Capital	Municípios que são capitais estaduais ou a capital Federal assumem o valor 1; caso contrário, assumem o valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Norte	Municípios que pertencem à Região Norte assumem o valor 1; caso contrário, assumem o valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Nordeste	Municípios que pertencem à Região Nordeste assumem o valor 1; caso contrário, assumem o valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Centro-Oeste	Municípios que pertencem à Região Centro-Oeste assumem o valor 1; caso contrário, assumem o valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Região Sul	Municípios que pertencem à Região Sul assumem o valor 1; caso contrário, assumem o valor 0	IBGE

A variável *ensino médio* é utilizada como *proxy* para o nível educacional da população. Segundo Rezende et alii (2007), indivíduos com maiores graus de educação são mais conscientes sobre questões ambientais e de saúde, o que faz com que demandem serviços adequados de saneamento básico e, considerando a hipótese de que existiria uma relação positiva entre a participação política e o nível educacional⁶, consigam influenciar as decisões dos governantes, motivados pela maximização de oportunidades eleitorais, nesse sentido.

⁶ Ver: Gradstein e Justman (1999).

Segundo Wennemo (1993), elevadas taxas de desemprego resultam em desigualdades de renda e em uma parcela significativa da população com maior probabilidade de estarem em extrema pobreza. Além das consequências econômicas (redução das capacidades de arrecadação e de investimentos da localidade), a falta de emprego pode levar, ainda, à perda de contatos sociais e de autoestima, afetando a capacidade de organização e de influência política das pessoas nessa situação. Para captar se esses potenciais efeitos influenciaram a construção de aterros, é utilizada a variável *formalização*, que representa a parcela da população economicamente ativa (PEA) com emprego formal⁷. O inverso dessa variável pode ser considerado como uma *proxy* para o desemprego.

De acordo com Case et alii (1993), características distintas de demanda por serviços públicos entre localidades podem ser influenciadas por diferenças na estrutura etária. As variáveis *jovens* e *idosos* foram incluídas com o intuito de captar possíveis efeitos da distribuição etária da população sobre a decisão de construção de um aterro. Indivíduos nessas faixas etárias necessitam de cuidados especiais comparativamente a indivíduos das faixas intermediárias de idade, por serem mais vulneráveis a problemas ambientais. Isso poderia resultar em maiores pressões sociais por serviços mais adequados de saneamento básico nos municípios com uma participação significativamente elevada de jovens e de idosos na população total.

Uma maior parcela de idosos na população pode sinalizar, ainda, que se trata de um município mais antigo, mais consolidado, com menor dinâmica demográfica e com menor demanda por expansão de habitações e infraestrutura urbana. Já no caso de municípios com uma maior participação de jovens, a dinâmica de crescimento populacional deve ser maior, com maior demanda por habitações e por infraestrutura urbana. Além disso, os não jovens e não idosos são os que mais contribuem para a arrecadação tributária, o que influencia a capacidade de realização de investimentos dos municípios.

Os municípios que pertencem a regiões metropolitanas e as capitais estaduais (ou a capital Federal) tendem a ser mais desenvolvidos e a ter maiores tamanhos e concentrações populacionais. Se mantidas as considerações anteriormente feitas sobre as variáveis PIB *per capita*, *densidade demográfica* e *população*, estes municípios apresentariam maiores arrecadações tributárias e capacidade de investimentos, assim como sua população exerceria maior pressão pelo provimento de serviços adequados de saneamento básico. Seus governantes podem ser mais motivados a adequar os serviços nessas localidades, em função da maior visibilidade interna e externa que estas possuem. Para avaliar esse conjunto de potenciais efeitos,

⁷ Seguindo a classificação utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é considerada como população economicamente ativa (PEA) todas as pessoas que possuem 10 ou mais anos.

são utilizadas as *dummies Região Metropolitana e Capital*, buscando-se averiguar se municípios do interior (base de comparação) têm menor probabilidade de existência de aterro sanitário.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, regiões geográficas menos desenvolvidas têm proporções de municípios com aterros inferiores às regiões com maior desenvolvimento socioeconômico. Assim, tomando como base de comparação a região Sudeste, são utilizadas as *dummies Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul* para avaliar diferenças na probabilidade de existência de aterros sanitários entre as regiões.

As variáveis explicativas utilizadas também são determinantes da geração de resíduos sólidos em um município. Conforme a revisão da literatura sobre o tema e testes empíricos realizados por Silva (2008), os níveis de desenvolvimento econômico (renda *per capita*) e educacional de uma localidade, assim como o tamanho e a concentração populacionais, ao influenciarem os padrões de produção e de consumo, determinam o volume de resíduos gerados. Quanto maior for esse volume, mais elevada pode ser a pressão para que os governantes se preocupem com a disposição final, o que pode ter influenciado a decisão pela construção de um aterro.

1.2 Análises dos resultados: determinantes da existência de aterros municipais

A seguir, são analisados os resultados das estimações, cujas estratégias foram apresentadas na subseção anterior, que permitem avaliar quais são as variáveis que influenciaram a construção de aterros em alguns municípios antes da exigência legal imposta, em 2010, pela Lei de Resíduos Sólidos. Esses resultados são apresentados na tabela 1. Além dos coeficientes estimados, são reportados os efeitos marginais. Contudo, devido às características específicas desses efeitos, as análises consideram apenas os sinais e as significâncias das relações.

Deve-se apontar que, devido ao potencial problema de multicolinearidade entre as variáveis explicativas *PIB per capita, densidade demográfica, população e área*, são estimadas especificações alternativas do modelo baseado na equação (1): (i) a *especificação I* considera apenas o *PIB per capita*; (ii) a *especificação II* considera apenas a *densidade demográfica*; (iii) a *especificação III* considera apenas a *população*; (iv) a *especificação IV* considera apenas a *área* e (v) a *especificação V* considera essas quatro variáveis conjuntamente.

Espera-se que a hipótese de todos os coeficientes serem iguais a zero possa ser rejeitada, o que se observa nas estatísticas do teste de Wald com distribuição chi-quadrado. O poder de explicação das estimações é dado pela estatística pseudo-R². As diferenças dessas estatísticas são pequenas, mas pode-se apontar a *especificação V* como a que tem maior poder de explicação.

Observa-se que o coeficiente estimado da variável *PIB per capita* é positivo e significativo. Ou seja, quanto mais elevado for o *PIB per capita*, maior é a probabilidade de existência de aterro. Outros resultados que convergem à esta afirmativa são os coeficientes positivos e significativos das variáveis *densidade demográfica* e *população*. Portanto, a probabilidade de existência de aterros aumenta em municípios com maiores concentrações e tamanhos populacionais.

A variável *área* não impacta sobre a existência de aterros, enquanto para o caso das variáveis *ensino médio* e *formalização*, quanto maiores forem seus valores, mais elevada é a probabilidade de um município possuir aterro sanitário (coeficientes positivos e significativos). Por outro lado, quanto maiores forem os valores das variáveis *jovens* e *idosos*, menor é a probabilidade de um município possuir aterro sanitário (coeficientes negativos e significativos).

Os municípios pertencentes a uma região metropolitana ou que são capitais estaduais (ou a capital Federal) têm probabilidades maiores de possuir aterros em comparação a municípios do interior, uma vez que os coeficientes das *dummies região metropolitana* e *capital* são, de uma maneira geral, positivos e significativos.

Finalmente, verifica-se que municípios pertencentes a regiões com menores desenvolvimentos socioeconômicos possuem probabilidades menores de existência de aterros do que municípios de regiões mais desenvolvidas. Tomando o Sudeste como base comparação, observa-se que os coeficientes estimados das *dummies Norte*, *Nordeste* e *Centro-Oeste* são negativos e significativos, enquanto que os coeficientes estimados da *dummy Sul* são positivos e significativos.

Os resultados sugerem, portanto, que a construção de aterros sanitários, antes da exigência legal imposta pela Lei de Resíduos, foi determinada por características socioeconômicas dos municípios. De acordo com a discussão realizada na subseção anterior, ao justificar as variáveis explicativas adotadas, essas características podem influenciar a arrecadação tributária, os recursos disponíveis para a realização de investimentos, os custos de provisão do serviço, o volume gerado de resíduos sólidos, a conscientização ambiental dos cidadãos e, conseqüentemente, suas preferências e suas capacidades de influenciar os governantes.

Tabela 1. Resultados da estimação: determinantes da existência de aterros sanitários municipais

Variáveis / Especificações	I	II	III	IV	V
PIB <i>per capita</i>	0,010 ^(b) (0,005) [0,003 ^(b)]				0,011 ^(b) (0,005) [0,003 ^(b)]
Densidade Demográfica		0,170 ^(a) (0,059) [0,049 ^(a)]			0,099 ^(c) (0,054) [0,029 ^(c)]
População			0,001 ^(a) (0,000) [0,001 ^(a)]		0,001 ^(a) (0,000) [0,001 ^(a)]
Área				0,000 (0,000) [0,000]	0,000 (0,000) [0,000]
Ensino Médio	0,663 ^(a) (0,169) [0,192 ^(a)]	0,666 ^(a) (0,168) [0,193 ^(a)]	0,590 ^(a) (0,170) [0,171 ^(a)]	0,731 ^(a) (0,167) [0,211 ^(a)]	0,509 ^(a) (0,172) [0,148 ^(a)]
Formalização	1,197 ^(a) (0,301) [0,346 ^(a)]	1,457 ^(a) (0,295) [0,422 ^(a)]	1,389 ^(a) (0,285) [0,403 ^(a)]	1,441 ^(a) (0,294) [0,416 ^(a)]	1,158 ^(a) (0,294) [0,336 ^(a)]
Jovens	-7,502 ^(a) (1,019) [-2,168 ^(a)]	-7,299 ^(a) (1,009) [-2,114 ^(a)]	-7,150 ^(a) (0,989) [-2,077 ^(a)]	-7,701 ^(a) (1,039) [-2,225 ^(a)]	-6,898 ^(a) (0,965) [-2,004 ^(a)]
Idosos	-8,515 ^(a) (1,467) [-2,461 ^(a)]	-8,219 ^(a) (1,470) [-2,381 ^(a)]	-7,762 ^(a) (1,455) [-2,254 ^(a)]	-8,831 ^(a) (1,491) [-2,552 ^(a)]	-7,290 ^(a) (1,427) [-2,117 ^(a)]
<i>Dummy</i> Região Metropolitana	0,325 ^(a) (0,086) [0,104 ^(a)]	0,221 ^(b) (0,090) [0,069 ^(b)]	0,236 ^(a) (0,088) [0,074 ^(a)]	0,327 ^(a) (0,086) [0,105 ^(a)]	0,195 ^(b) (0,091) [0,060 ^(b)]
<i>Dummy</i> Capital	1,120 ^(a) (0,287) [0,413 ^(a)]	0,755 ^(b) (0,314) [0,270 ^(b)]	-0,039 (0,415) [-0,011]	1,064 ^(a) (0,287) [0,392 ^(a)]	0,100 (0,422) [0,030]
<i>Dummy</i> Norte	-0,546 ^(a) (0,113) [-0,128 ^(a)]	-0,530 ^(a) (0,112) [-0,126 ^(a)]	-0,546 ^(a) (0,115) [-0,129 ^(a)]	-0,573 ^(a) (0,116) [-0,133 ^(a)]	-0,531 ^(a) (0,115) [-0,126 ^(a)]
<i>Dummy</i> Nordeste	-0,777 ^(a) (0,078) [-0,199 ^(a)]	-0,797 ^(a) (0,078) [-0,204 ^(a)]	-0,795 ^(a) (0,077) [-0,204 ^(a)]	-0,796 ^(a) (0,079) [-0,203 ^(a)]	-0,773 ^(a) (0,077) [-0,199 ^(a)]
<i>Dummy</i> Centro-Oeste	-0,723 ^(a)	-0,686 ^(a)	-0,692 ^(a)	-0,719 ^(a)	-0,695 ^(a)

	(0,087)	(0,086)	(0,087)	(0,087)	(0,088)
	[-0,157 ^(a)]	[-0,152 ^(a)]	[-0,153 ^(a)]	[-0,157 ^(a)]	[-0,154 ^(a)]
<i>Dummy Sul</i>	0,643 ^(a)	0,668 ^(a)	0,675 ^(a)	0,650 ^(a)	0,672 ^(a)
	(0,052)	(0,052)	(0,052)	(0,052)	(0,053)
	[0,210 ^(a)]	[0,219 ^(a)]	[0,222 ^(a)]	[0,212 ^(a)]	[0,221 ^(a)]
Constante	2,516 ^(a)	2,415 ^(a)	2,328 ^(a)	2,612 ^(a)	2,194 ^(a)
	(0,539)	(0,538)	(0,526)	(0,550)	(0,513)
Número de Observações	5.474	5.474	5.474	5.474	5.474
Wald ²	1.316,54	1.324,98	1.334,64	1.309,24	1.356,28
Prob > chi ²	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pseudo-R ²	0,266	0,267	0,268	0,265	0,270

Notas: Erros-padrão entre parênteses. Efeitos marginais entre colchetes. ^(a) Significativo a 1%. ^(b) Significativo a 5%. ^(c) Significativo a 10%.

2. Efeitos da existência de aterros sanitários sobre a saúde

Nessa seção, é averiguado se a existência de aterros sanitários impacta sobre indicadores municipais de saúde. Inicialmente (subseção 2.1), é realizada uma breve revisão da literatura que discute os potenciais efeitos dos serviços de saneamento básico em geral e, especificamente, da disposição final dos resíduos sólidos sobre as condições de saúde dos indivíduos, destacando as doenças que são diretamente causadas por situações inadequadas nesses serviços. Após isso (subseção 2.2), são discutidos os indicadores municipais de saúde e os dados utilizados, assim como as estratégias de estimação e de identificação adotadas. Finalmente (subseção 2.3), os resultados das estimações são analisados.

2.1 Revisão da literatura: saneamento básico, aterros sanitários e saúde

Os serviços de saneamento básico são aqueles relacionados ao abastecimento de água, ao esgotamento sanitário (coleta e tratamento de esgoto), à drenagem de águas pluviais, ao manejo e à disposição final dos resíduos sólidos. Se forem providos adequadamente, tais serviços reduzem os efeitos da ação humana sobre a salubridade ambiental. Caso contrário, geram externalidades negativas sobre o meio ambiente e, conseqüentemente, sobre a saúde. Em relação a esse último aspecto, diversos estudos encontraram evidências da existência de uma relação entre a situação dos serviços e indicadores de saúde de uma localidade. Essas evidências

sinalizam, de uma maneira geral, que as condições de saúde dos indivíduos são influenciadas positivamente por intervenções no setor⁸.

Tais estudos defendem que situações adequadas de saneamento básico reduzem, diretamente, a proliferação de um conjunto amplo de doenças, apresentadas no quadro 2. Nesse quadro, as doenças relacionadas ao saneamento são divididas em quatro categorias e em nove grupos, que levam em conta os sintomas, os ciclos de vida dos agentes patogênicos e, principalmente, as vias de transmissão⁹. Uma discussão mais aprofundada sobre as características e os sintomas específicos de cada uma delas foge do escopo do presente estudo.

Dentre os serviços de saneamento básico com potenciais impactos sobre a saúde, está a disposição final dos resíduos sólidos. Segundo Garcia e Zanetti-Ramos (2004), quando esta ocorre de forma inadequada, os recursos hídricos e os solos podem ser contaminados pelo escoamento do líquido proveniente da decomposição dos dejetos (chorume), além de contribuir para enchentes. Ou seja, são criados ambientes propícios para a proliferação dos agentes patogênicos causadores das doenças apresentadas no quadro 2. Os autores discutem, ainda, os efeitos nocivos dos lixões sobre a saúde dos catadores. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Mara e Alabaster (1995), Heller (1997) e Heller e Catapreta (1999) apontam a disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos como uma das principais de controle das doenças relacionadas ao saneamento. O último estudo, inclusive, encontrou evidências empíricas a favor desse argumento para o caso do município de Belo Horizonte.

Situações inadequadas dos serviços de saneamento básico, ao afetarem o meio ambiente alteram as condições de saúde dos indivíduos, o que resulta em sérios impactos sobre a economia e, assim, sobre o desenvolvimento socioeconômico. Além dos recursos públicos gastos com o tratamento doentes, que poderiam ser alocados para outros fins, deve-se destacar que as doenças relacionadas ao saneamento debilitam os trabalhadores e os estudantes. No caso dos trabalhadores, além da diminuição da produtividade, estes podem, inclusive, se afastar do trabalho, reduzindo a produção e, conseqüentemente, a renda. A produção também é afetada pelos impactos das condições inadequadas dos serviços sobre o meio ambiente – por exemplo, a poluição dos solos e dos recursos hídricos prejudica a agropecuária. Nos estudantes, o efeito se daria sobre o desempenho, a frequência e a evasão escolar. Há, ainda, estudos que discutem os

⁸ Resultados para diversos países podem ser avaliados em Briscoe et alii (1986), Esrey et alii (1990), Wennemo (1993), Heller (1997), entre outros. Evidências para o caso brasileiro podem ser analisadas nos estudos de Merrick (1985), Kassouf (1994), Motta et alii (1994), Motta e Rezende (1999), Simões (2002), Alves e Belluzzo (2004), Costa et alii (2005), Libânio et alii (2005), Mendonça e Motta (2007) e IBRE e Trata Brasil (2010).

⁹ De acordo com Heller (1997), são quatro as vias de transmissão dessas doenças: (i) transmissão hídrica – agente patogênico na água ingerida –; (ii) transmissão relacionada à higiene – evitável com a adoção de práticas de higiene –; (iii) transmissão baseada na água – agente patogênico desenvolve parte de seu ciclo vital em um animal aquático – e (iv) transmissão por insetos vetores – transmitida por insetos que procriam na água ou que picam próximos a ambientes aquáticos.

efeitos dos serviços de saneamento básico sobre os preços das terras e dos produtos industrializados, assim como sobre o turismo em uma localidade e o desenvolvimento humano (ampliação das capacidades e das liberdades individuais)¹⁰.

Quadro 2. Doenças relacionadas ao saneamento básico, segundo categorias e grupos de doenças

Categorias	Grupos de Doenças	Doenças
Feco-Oral ⁽¹⁾	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, Ascaridíase, 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 Helmintos, Teníase e Cisticercose
Relacionadas à Higiene	Doenças dos Olhos	Tracoma
		Conjuntivites
	Doenças da Pele	Dermatofitoses
		Micoses Superficiais

Fonte: Cairncross e Feachem (1990) e Mara e Feachem (1999). ⁽¹⁾ Transmissão hídrica ou relacionada à higiene.

2.2 Indicadores municipais de saúde, estratégias de estimação e de identificação

Para avaliar os efeitos de serviços de saneamento básico, os estudos costumam utilizar dois tipos de indicadores de saúde: (i) morbidade (número de casos ou de internações) e (ii) mortalidade (número de óbitos). No presente artigo, a avaliação dos efeitos da existência de aterros sobre a saúde também é feita utilizando esses dois indicadores, tendo como unidade de análise os municípios. Uma vez que a literatura especializada, brevemente revista na subseção anterior, aponta um conjunto de doenças como sendo diretamente afetadas pelas condições do saneamento (apresentadas no quadro 2), apenas estas serão consideradas na análise. Assim, os indicadores municipais de saúde avaliados são os descritos a seguir, construídos com dados referentes ao ano de 2008.

¹⁰ Para uma discussão mais aprofundada sobre os potenciais impactos socioeconômicos dos serviços de saneamento básico, ver, por exemplo: CPS e Trata Brasil (2008), Esrey et alii (1990), Mehta (2006), PNUD (2006) e IBRE e Trata Brasil (2010).

- *morbidade por doenças relacionadas ao saneamento*: número de internações devido a doenças relacionadas ao saneamento básico por 100 habitantes;
- *mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento*: número de óbitos devido a doenças relacionadas ao saneamento básico por 100 habitantes;

As informações referentes aos números de internações são oriundas do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS)¹¹, gerido pelo Ministério da Saúde e disponibilizado por meio do Departamento de Informática do SUS (DATASUS). Já as informações referentes aos números de óbitos, utilizadas para o cálculo dos indicadores municipais de mortalidade geral, são oriundas do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), de responsabilidade do Ministério da Saúde. O levantamento dessas informações é feito pelas secretarias municipais e estaduais de saúde, que as coletam por meio das certidões de registro de óbitos realizadas em cartórios, enviando-as ao Ministério da Saúde, no qual são consolidadas no SIM e, após isso, disponibilizadas pelo DATASUS¹².

No Brasil, é comum que um indivíduo residente em um município seja internado ou tenha seu registro de óbito realizado em outro município. Partindo-se do pressuposto de que as condições de saúde desse indivíduo são impactadas pela existência de aterros no município em que reside, as informações de internações e óbitos foram coletadas de acordo com os locais de residência dos indivíduos.

Para calcular os indicadores municipais de morbidade e de mortalidade, foi necessária, ainda, a coleta da população dos municípios brasileiros no ano em análise (2008). Essas informações são disponibilizadas pelo IBGE. Optou-se por considerar os indicadores de saúde por 100 habitantes para a apreensão da idéia de probabilidade (ou de risco) de um residente do município ⁱ ser internado e ir a óbito. Ou seja, a probabilidade de se transformar de uma pessoa sadia ou viva em uma pessoa doente ou morta. Duas ressalvas a essa interpretação devem ser feitas: (i) não existem informações se um mesmo indivíduo foi internado mais de uma vez e (ii) não é possível avaliar se um indivíduo já estava doente antes do óbito¹³.

¹¹ O Sistema Único de Saúde (SUS) é, *grosso modo*, a rede pública de saúde brasileira, abrangendo as unidades hospitalares públicas, responsáveis tanto por procedimentos simples de atendimento ambulatorial e campanhas de vacinação como pela realização de procedimentos mais complicados (transplantes de órgãos, por exemplo). Há, ainda, unidades hospitalares não públicas conveniadas ao sistema. O SUS segue os pressupostos, definidos na Constituição Federal de 1988, de acesso à saúde de forma integral, universal e gratuita, sendo sua gestão descentralizada (municipalizada), o que foi estabelecido na Lei Orgânica da Saúde, de 1990. Deve-se apontar, ainda, que o financiamento do SUS se dá por meio da vinculação das receitas das três esferas de governo (federal, estadual e municipal) a despesas com saúde. Para maiores detalhes sobre o SUS, consultar seu *site* (<http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/default.cfm>).

¹² Portanto, as informações para o cálculo dos indicadores municipais de *morbidade geral* e de *mortalidade geral* foram coletadas no *site* do DATASUS (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>).

¹³ Essa discussão é aprofundada em FUNASA (2002).

Para avaliar os efeitos da existência de aterros sanitários sobre os indicadores municipais de morbidade e mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento, são estimados modelos baseados na equação (2), apresentada a seguir. O método adotado é o de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)¹⁴. A variável de interesse é a A_i , que, conforme descrito na primeira seção, é binária (*dummy*), assumindo o valor 1, se o município i possui aterro sanitário, ou 0, caso contrário. As variáveis dependentes M_i correspondem aos indicadores municipais de saúde.

$$M_i = \beta_0 + \beta_1 A_i + \beta_2 Z_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

sendo: M_i as variáveis dependentes relacionadas ao município i (indicadores de saúde); A_i a *dummy* representativa da existência de aterro sanitário no município i , que assume o valor 1, se o município i possui aterro sanitário, ou 0, caso contrário; Z_i o vetor de variáveis explicativas que representa um conjunto de características do município i ; β_0 a constante (intercepto); β_1 o coeficiente associado à existência de aterro no município i ; β_2 o vetor de coeficientes associados às características municipais Z_i e ε_i o termo errático.

A tabela 2 mostra as médias dos indicadores municipais de mortalidade e de morbidade por doenças relacionadas ao saneamento, em 2008, segundo a existência ou não de aterros sanitários nos municípios. Observa-se que as médias dos dois indicadores são inferiores nos municípios com aterro. Essas evidências, contudo, não podem ser interpretadas como decorrentes da disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, uma vez que esses municípios podem ter outras características diferenciadas que também impactam sobre os indicadores de saúde. Por isso, as estimações econométricas são importantes, principalmente por considerar, como controles, um conjunto amplo de variáveis municipais (Z_i), que, de acordo com a literatura de saúde, influenciariam as condições de saúde de uma localidade. As variáveis de controle são apresentadas no quadro 3, no qual constam suas descrições e fontes.

Foi adotada uma estratégia de identificação com o objetivo de garantir maior robustez aos resultados: estimação dos efeitos da existência de aterros sobre indicadores municipais de morbidade e de mortalidade por demais causas. Justifica-se esse procedimento pelo fato da literatura de saúde, revista anteriormente, apontar as condições dos serviços de saneamento básico como causas diretas de um conjunto de doenças (apresentadas no quadro 2), não impactando, diretamente, sobre outras. Se os resultados das estimações apontarem evidências nesse sentido, ou seja, efeitos significativos sobre internações e óbitos por doenças relacionadas

¹⁴ Para maiores detalhes sobre o método de Mínimos Quadrados Ordinários, ver, entre outros: Greene (1997), Johnston e DiNardo (2000), Wooldridge (2002), Hill et alii (2003) e Pindyck (2004). Deve-se apontar que é utilizado um estimador para os erros-padrão robusto ao problema de heterocedasticidade

ao saneamento e não por demais causas, estes podem ser interpretados, com maior confiabilidade, como uma relação de causalidade da existência de aterros sobre a morbidade e a mortalidade¹⁵. Assim, também serão estimados modelos baseados na equação (2) nos quais as variáveis dependentes (M_i) representam os seguintes indicadores municipais de saúde:

- *morbidade por demais causas*: número de internações devido a demais doenças (exceto relacionadas ao saneamento básico) por 100 habitantes;
- *mortalidade por demais causas*: número de óbitos devido a doenças (exceto relacionadas ao saneamento básico) por 100 habitantes.

Tabela 2. Médias dos indicadores municipais de morbidade e de mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento, segundo a existência ou não de aterro nos municípios (2008)

Municípios	Morbidade	Mortalidade
Sem Aterro	0,5468	0,0051
Com Aterro	0,3275	0,0032
Total	0,4860	0,0045

Fontes: DATASUS, IBGE e PNSB. Elaboração própria.

Quadro 3. Descrição das variáveis de controle

Variáveis	Descrição	Fontes
Acesso Lixo	População com acesso à coleta de lixo	IBGE
Acesso Água	Razão entre o número de domicílios com acesso e abastecimento de água por rede geral e o número total de domicílios	IBGE
Acesso Esgoto	Razão entre o número de domicílios com acesso a esgotamento sanitário por rede geral e o número total de domicílios	IBGE
Privado Lixo	<i>Dummy</i> representativa da coleta de lixo por empresas privadas	PNSB
Privado água	<i>Dummy</i> representativa de acesso à água disponibilizado por empresas privadas	ABCON e SNIS
Acesso a Esgoto privatizado	<i>Dummy</i> representativa de acesso à esgoto disponibilizado por empresas privadas	ABCON e SNIS
Imunizações	Cobertura das Imunizações (% da população alvo)	API/DATASUS
Programa Saúde da Família	Razão entre o número de pessoas cadastradas no programa saúde da família e o número total de habitantes	DATASUS
Leitos SUS	Número de leitos de unidades hospitalares participantes do SUS (1.000 habitantes)	DATASUS
Leitos outros	Número de leitos de unidades hospitalares não participantes do	DATASUS

¹⁵ Galiani et alii (2005) adotou uma estratégia semelhante para avaliar os efeitos da privatização dos serviços de saneamento básico na Argentina sobre a mortalidade infantil.

	SUS (1.000 habitantes)	
PIB <i>per capita</i>	Razão entre a Renda Municipal <i>per capita</i> de todos os domicílios e o número total de domicílios	IBGE
Densidade Demográfica	Densidade Demográfica dos Municípios (milhares de habitantes)	IBGE
População	População Total dos Municípios (milhares de habitantes)	IBGE
Bens Meritórios ^(a)	Razão entre a despesa com Bens Meritórios e a despesa total (média móvel 4 anos)	STN
Bem Estar ^(b)	Razão entre a despesa com Bem Estar e a despesa total (média móvel 4 anos)	STN
Administração Pública	Proporção de empregados formais na Administração Pública	RAIS
Ensino Médio	Proporção de empregados formais com ensino médio completo ou mais	RAIS
Rendimento Baixo	Proporção de empregados formais com rendimento inferior a 2 Salários Mínimos (%)	RAIS
Formalização	Razão entre os empregados formais e a População Economicamente Ativa (PEA)	RAIS
Setor Terciário	Proporção de empregados formais no Setor Terciário (comércio e serviços)	RAIS
Jovens	Razão entre a população residente com idade inferior a 19 anos e a população total	IBGE e DATASUS
Idosos	Razão entre a população residente com idade superior a 60 anos e a população total	IBGE e DATASUS
<i>Dummy</i> Região Metropolitana	Municípios que pertencem a Regiões Metropolitanas, assumem valor 1; caso contrário, assumem valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Capital	Município que é Capital Estadual ou Federal, assume valor 1; caso contrário, assume valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Norte	Municípios que pertencem a Região Norte, assumem valor 1; caso contrário, assumem valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Nordeste	Municípios que pertencem a Região Nordeste, assumem valor 1; caso contrário, assumem valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Centro-Oeste	Municípios que pertencem a Região Centro-Oeste, assumem valor 1; caso contrário, assumem valor 0	IBGE
<i>Dummy</i> Sul	Municípios que pertencem a Região Sul, assumem valor 1; caso contrário, assumem valor 0	IBGE

Notas: (a) Somatório das despesas com educação, cultura, habitação, urbanismo, saúde e saneamento básico – classificação de Sanz e Velázquez (2002). (b) Somatório das despesas com agricultura, indústria, comércio, transporte, desenvolvimento regional, energia, recursos minerais e comunicações – classificação de Sanz e Velázquez (2002).

2.3 Análise dos Resultados

O Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários, acima citado, possibilita a análise de variáveis contínuas, se adequando a necessidade desta seção de explicar os impactos da existência de aterros sobre a saúde pública, a partir de indicadores de morbidade e mortalidade.

A relação entre a existência de aterros sobre as variáveis morbidade e mortalidade são dadas a partir de teste econométrico que resulta na tabela 3. Sua análise foi possível já que a constante e a variável aterro são significativas. A partir daí, é possível verificar que a existência de aterros se mostra inversa em relação às doenças relacionadas ao saneamento básico, ou seja, enquanto ocorre o aumento da existência de aterros há a redução de 0,033 de doenças relacionadas à disposição final inadequada de resíduos sólidos. O resultado é significativo a 5%, corroborando a literatura vista na seção anterior (2.2) em que os aterros apresentam a característica de reduzir uma série de doenças causadas ao ser humano, já que a disposição final inadequada permite que esteja mais suscetível às doenças, quando há o contato direto (como os catadores), ou ainda o indireto: contato com insetos ou roedores contaminados e se alimentar de animais que são criados nestes locais, entre outros.

Foram utilizados indicadores de morbidade e mortalidade para que fosse possível projetar o impacto que a existência de um aterro teria sobre a saúde (seja o resultado doença ou morte), sendo que as doenças relacionadas ao saneamento básico são as citadas no quadro 2 e as outras doenças consideradas são as demais, exceto as relacionadas ao saneamento básico. De acordo com a literatura, o efeito negativo da inexistência de aterro sobre a saúde pública existia, embora o tema tenha sido pouco explorado. No entanto, a partir tabela 3, a qual mostra o efeito significativo da variável existência de aterro sobre a variável saúde (morbidade e mortalidade), é possível afirmar que, realmente, existe a relação em que as condições de serviços de saneamento básico tem impactos sobre o conjunto de doenças anteriormente citados, ou seja, as doenças relacionadas ao saneamento, mas não são significativas quando tratam do impacto sobre outras doenças. Verifica-se, então, a partir desse teste, que há um maior grau de confiabilidade desses dados, visto que houve a confirmação dos dados da literatura, anteriormente discutidos.

Quanto à mortalidade, a existência de aterro ocasiona a redução da mortalidade de pessoas com doenças provenientes da disposição final inadequada de resíduos sólidos, em 0,001, resultado este que se mostra significativo a 10%. Dessa maneira, mais uma vez os resultados do teste corroboram a teoria do grande impacto da inexistência de destinação final adequada sobre a saúde, sendo que quanto maior a disponibilidade de aterros, o contato que as pessoas terão com o lixo é menor, o número de animais criados e insetos e roedores contaminados serão reduzidos e

consequentemente o número de doenças provenientes do saneamento básico, bem como de mortalidade que é resultante dessas mesmas doenças, serão menores.

Tabela 3. Resultados da estimação: impactos da existência de aterros sanitários sobre a saúde pública

Morbidade			Mortalidade	
Variáveis	Doenças relacionadas ao Saneamento	Outras	Doenças relacionadas ao Saneamento	Outras
Aterro Sanitário	-0,033 ^(b) (0,014)	0,103 (0,082)	-0,001 ^(c) (0,000)	-0,005 (0,004)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim
R ²	0,171	0,213	0,052	0,462
Observações	5,302	5,302	5,302	5,302

Notas: Erros-padrão entre parênteses. ^(a) Significativo a 1%. ^(b) Significativo a 5%. ^(c) Significativo a 10%.

Fonte: Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS). Elaboração própria.

No que tange às outras doenças, a relação se mostra negativa, mas sem qualquer grau de significância, demonstrando que o maior número de aterros não tem ligação com mortalidade ocasionada por doenças que não são provenientes de saneamento básico. Os resíduos despejados de uma maneira qualquer acumulam gases, os quais ficam presos por camadas e camadas de terras podendo ocasionar explosões, líquidos que escorrem até os lençóis freáticos, contaminando o solo e as águas e ainda outros. Nessa vertente, um ponto importante de ser destacado é a Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, à medida que essa trouxe, além das novas perspectivas já citadas anteriormente, outras medidas que devem ser tomadas, como a extinção de catadores, proibição de criação de animais nos locais próprios para destinação final de resíduos, e ainda a proibição de moradias nestes locais, que acabará resultando em uma redução no número de contaminações, visando reduzir as doenças no ser humano, entre outros motivos e contribuindo ainda para uma melhoria nas condições do meio ambiente.

Considerações Finais

Com base nas análises realizadas ao longo deste artigo, é possível afirmar, de fato, que a existência de aterros sanitários tem impactos positivos sobre a saúde de uma população. Foi possível chegar à constatação de que as variáveis socioeconômicas utilizadas, como PIB *per*

capita, densidade demográfica, número populacional e área, podem ser encaradas como determinantes da existência de aterros antes da Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, entrar em vigor, ou seja, quando não havia estímulo ou exigências Legislativas, mesmo assim existiam aterros, mesmo que poucos.

No entanto, agora como exigência Legislativa, os municípios brasileiros terão que se adequar às novas normas e se preparar para apresentar seus projetos de redução, reutilização, segregação e em última instância, de disposições finais adequadas (aterros controlados). A Lei serve como motivação e esperança de que melhores resultados sejam alcançados com a redução de geração e disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, em breve.

As variáveis determinantes da existência de aterros são fundamentais e devem ser levadas em consideração, pois a partir desta análise se tornou oportuna a verificação sobre os impactos dessa existência de aterros sobre a saúde pública. A estimação por Mínimos Quadrados Ordinários realizada sobre essa vertente indicou que há uma relação significativa entre a existência de aterros e a saúde pública (tendo em vista as variáveis de controle). À medida que a existência de locais para disposição final adequada permitem que menos indivíduos sejam alvos de insetos, roedores e outros animais contaminados - bem como o controle desses locais reduz a contaminação de solos e águas-, reduzem-se as chances de doenças, reduzindo indicadores de morbidade e mortalidade, já que foi verificada a grande significância entre essas variáveis, corroborando com a ideia inicial de que a relação era fato. Lembrando que os indicadores de morbidade e mortalidade foram considerados como relacionados ao saneamento (doenças indicadas na literatura) e outras doenças (demais doenças, exceto as doenças relacionadas ao saneamento básico).

As pessoas com maior poder aquisitivo buscarão não residir em locais próximos à destinação final de resíduos sólidos, principalmente de lixões, como são chamados os locais de disposição final inadequada. Sendo assim, há a relação entre o PIB *per capita* com a maior existência de destinação final adequada de resíduos sólidos. De semelhante forma, as outras variáveis socioeconômicas apresentaram relações com tal existência. A utilização de indicadores de morbidade e mortalidade também apresentaram queda quando havia existência de aterros, levando em consideração doenças relacionadas ao saneamento básico.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, com o objetivo de facilitar a coleta de dados em um futuro próximo, permitirá que os dados sejam analisados com maior facilidade e que medidas de prevenção possam ser tomadas com maior rapidez. Para isso, essa Lei traça metas e objetivos que trarão melhorias ao meio ambiente e à sociedade, instituindo maiores responsabilidades aos geradores de resíduos, e ainda, contando com medidas de proibição de

criação de animais ou moradias em locais que tenham a finalidade de comportar tais resíduos, exigência de controles e metas para todos os municípios do Brasil, que devem apresentar seu projeto em 2012 e ainda estar em conformidade com a Lei até o ano 2014, e ainda muitas outras metas que deverão trazer novos e melhores resultados para o nosso país.

Referências bibliográficas

- ABETRE; FGV. *Estudo sobre os aspectos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterros sanitários*. Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos, Fundação Getúlio Vargas-Projetos, 2009.
- ALESINA A.; SPOLAORE, E. “On the number and size of nations”. *The Quarterly Journal of Economics*, v.112, n.4, 1997.
- ALVES, D.; BELLUZZO, W. “Child health and infant mortality in Brazil”. *Anais do XXVI Encontro da Sociedade Brasileira de Econometria*, Sociedade Brasileira de Econometria, João Pessoa, dez., 2004.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em 28 fev. 2011.
- BRISCOE, J.; FEACHEM, R. G.; RAHAMAN, M. M. *Evaluating health impact; water supply, sanitation, and hygiene education*. International Development Research Centre, Ottawa, 1986.
- CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. *Environmental health engineering in the tropics: an introductory text*. John Wiley & Sons, Chichester, 1990.
- CALDEIRA, M. M.; REZENDE, S.; HELLER, L. “Estudo dos determinantes da coleta de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais”. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.14, n.3, jul-set, 2009.
- CASE, A. C.; ROSEN, H. S.; HINES JUNIOR, J. R. “Budget spillovers and fiscal policy interdependence: evidence from the states”. *Journal of Public Economics*, n.52, 1993.
- COSTA, S. S.; HELLER, L.; BRANDÃO, C. C. S.; COLOSIMO, E. A. “Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal”. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.10, n.2, abr.-jun., 2005.
- CPS; TRATA BRASIL. *Saneamento, educação, trabalho e turismo*. Centro de Políticas Sociais/Fundação Getúlio Vargas, Instituto Trata Brasil, São Paulo, abr., 2008.

- ESREY, S. A.; POTASH, J. B.; ROBERTS, L.; SHIFF, C. "Health benefits from improvements in water supply and sanitation: survey and analysis of the literature on selected diseases". *WASH Technical Report*, n.66, Washington, 1990.
- FUNASA. *Textos de Epidemiologia para vigilância ambiental em saúde*. Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde, 2002.
- GALIANI, S.; GERTLER, P.; SCHARGRODSKY, E. "Water for life: the impact of the privatization of water services on child mortality". *Journal of Political Economy*, v.113, n.1, 2005.
- GARCIA, L. P.; ZANETTI-RAMOS, B. G. "Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de saúde: uma questão de biossegurança". *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 20(3):744-752, mai-jun, 2004.
- GIUBERTI, A. C. *Public expenditure and budget rule: effects of the Law of Fiscal Responsibility on the personnel expenditure of the Brazilian municipal districts*. VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, 2010.
- GLAESER, E. L. "Inequality". *NBER Working Paper Series*, n.11511, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Aug., 2005.
- GRADSTEIN, M.; JUSTMAN, M. "The democratization of political elites and the decline in inequality in modern economic growth". In: BREZIS, E.; TEMIN, P. (eds.). *Elites, Minorities, and Economic Growth*, Elsevier, Amsterdam, 1999.
- GREENE, W.H. *Econometric Analysis*. 3ª ed. New Jersey, Prentice Hall, 1997.
- GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. "Environmental impacts of the North American Free Trade Agreement". *Working paper of NBER*, n.3.914, Cambridge, Nov., 1991.
- HELLER, L. *Saneamento e Saúde*. Organização Pan-Americana da Saúde, Brasília. 1997.
- HELLER, L.; CASTRO, J. E. "Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.12, n.3, jul-set, 2007.
- HILL, R. C.; GRIFFITHS, W. E.; JUDGE, G. G. *Econometria*. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- IBRE; TRATA BRASIL. *Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro*. Instituto Brasileiro de Economia/Fundação Getúlio Vargas, Instituto Trata Brasil, São Paulo, jul., 2010.
- JOHNSTON, J.; DINARDO, J. *Métodos Econométricos*. 4ª ed. Lisboa, Mc Graw Hill, 2001.
- KASSOUF, A. L. "A demanda de saúde infantil no Brasil por região e setor". *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 235-260, 1994.

- 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.
- MARA, D. D., ALABASTER, G. P. “Na environmental classification of housing-related diseases in developing countries”. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v.98, 1995.
- MARA, D. D.; FEACHEM, R. G. A. “Water and excreta related diseases: unitary environmental classification”. *Journal of Environmental Engineering*, n.125, 1999.
- MAY, P. H. *Economia do Meio Ambiente*. Elsevier, Campus, São Paulo, 2010
- MEHTA, L. *Water and human development: capabilities, entitlements and power*. Background paper for the 2006 Human Development Report, University of Sussex, 2006.
- MENDONÇA, M. J. C.; GUTIERREZ, M. B. S.; SACHSIDA, A.; LOUREIRO, P. R. A. “Demanda por saneamento no Brasil: uma aplicação do modelo logit multinomial”, XXXI *Encontro Nacional de Economia, Anais do XXXI Encontro Nacional de Economia*, Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2003.
- MENDONÇA, M. J. C.; MOTTA, R. S. “Saúde e saneamento no Brasil”. *Planejamento e Políticas Públicas*, v.30, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2007.
- MERRICK, T. W. “The effect of piped water on early childhood mortality in urban Brazil, 1970 to 1976.” *Demography*, n.22(1), 1985.
- MOTTA, R. S.; MENDES, A. P.; MENDES, F. E.; YOUNG, C. E. F. “Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 35-72, 1994.
- MOTTA, R. S.; REZENDE, L. “The impact of sanitation on waterborne diseases in Brazil”. In: MAY, P. H. (ed.). *Natural resource valuation and policy in Brazil: methods and cases*, Columbia University Press, 1999.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometria: modelos & previsões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- PNUD. *Relatório do Desenvolvimento Humano 2006*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, New York, 2006.
- REZENDE, S. C; WAJNMAN, S.; CARVALHO, J. A. M.; HELLER, L. “Integrando oferta e demanda de serviços de saneamento: análise hierárquica do panorama urbano brasileiro no ano 2000”. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 12, n. 1, jan/mar, 2007.
- SANZ, I.; VELÁZQUEZ, F. J. “Determinants of the Composition of Government Expenditure by Functions”. *European Economy Group Working Papers*, n. 13, 2002.

SHAFIK, N.; BANDYOPADHYAY, S. “Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence”. *Policy Research Working Paper Series*, n.904, World Bank, Washington, DC, Jun., 1992.

SILVA, H. *Aspectos demográficos associados à geração de resíduos domiciliares no município de Belo Horizonte, 2002*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SIMÕES, C. C. S. *Perfis de saúde e de mortalidade no Brasil: uma análise de seus condicionantes em grupos populacionais específicos*. Organização Pan-Americana da Saúde, Brasília, 2002.

SOUSA, A. G.; ARAÚJO, A. A.; SANTOS, R. B. N.; SANTOS, F. T. P.; DINIZ, M. B. “Sustentabilidade e meio ambiente no Brasil: uma análise a partir da Curva de Kuznets”. *Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, SOBER, Rio Branco, jul. 2008.

STERN, D. I. “The rise and fall of environmental Kuznets curve”. *World Development*, v.32, n.8, p.1419-1439, Elsevier, Great Britain, Aug., 2004.

SUZUKI, J. A. N.; GOMES, J. “Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná”. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Nota Técnica, v. 14, n. 2, abr-jun., 2009.

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 Thomson Learning, 20 ed, 2002.

Apêndice. Tabela A.1

Estatísticas descritivas: indicadores municipais (2008)

Variáveis	Médias	Desvios-Padrão	Mínimos	Máximos
Acesso Lixo	65,80	22,66	0,00	99,95
Acesso Água	66,79	20,20	0,00	99,96
Acesso Esgoto	28,52	30,98	0,00	99,74
Privado Lixo	0,08	0,27	0,00	1,00
Privado Água	0,03	0,18	0,00	1,00
Privado Esgoto	0,03	0,17	0,00	1,00
Imunizações	0,83	0,12	0,39	2,20
Programa Saúde da Família	0,87	0,28	0,00	6,74
Leitos SUS	0,07	0,40	0,00	17,53
Outros Leitos	0,01	0,16	0,00	8,75
PIB <i>per capita</i>	5,37	6,11	0,89	149,27
Densidade Demográfica	0,11	0,60	0,00	13,77
População	34,09	200,50	0,83	10.990,25
Bens Meritórios ^(a)	0,70	0,11	0,29	1,38
Bem Estar ^(b)	0,06	0,03	0,00	0,27
Administração Pública	0,46	0,29	0,00	1,00
Ensino Médio	0,49	0,15	0,00	1,00
Rendimento Baixo	0,73	0,15	0,00	1,00
Formalização	0,14	0,11	0,00	1,87
Setor Terciário	0,24	0,18	0,00	1,00
Jovens	0,36	0,06	0,00	0,70
Idosos	0,11	0,03	0,00	0,28
<i>Dummy</i> Região Metropolitana	0,06	0,24	0,00	1,00
<i>Dummy</i> Capital	0,00	0,07	0,00	1,00
<i>Dummy</i> Norte	0,08	0,27	0,00	1,00
<i>Dummy</i> Nordeste	0,32	0,47	0,00	1,00
<i>Dummy</i> Centro-Oeste	0,08	0,28	0,00	1,00
<i>Dummy</i> Sul	0,21	0,41	0,00	1,00

(a) Somatório das despesas com educação, cultura, habitação, urbanismo, saúde e saneamento básico – classificação de Sanz e Velázquez (2002). (b) Somatório das despesas com agricultura, indústria, comércio, transporte, desenvolvimento regional, energia, recursos minerais e comunicações – classificação de Sanz e Velázquez (2002).