

SEMPRE NO MEU QUINTAL? A PROXIMIDADE DA POBREZA E DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

**André Luiz Marques Serrano^a, Patricia Guarnieri^b, Vinícius Amorim Sobreiro^c e
Carlos Rosano Peña^d**

^a Universidade de Brasília, FACE, Campus Darcy Ribeiro, Prédio da FACE Asa
andrelms@unb.br

^b Universidade de Brasília, FACE, Campus Darcy Ribeiro, Prédio da FACE Asa
patguarnieri@gmail.com

^c Universidade de Brasília, FACE, Campus Darcy Ribeiro, Prédio da FACE Asa
sobreiro@unb.br

^d Universidade de Brasília, FACE, Campus Darcy Ribeiro, Prédio da FACE Asa
crosano@unb.br

Palavras-chave:

Geração de resíduos
sólidos; Gestão de
resíduos sólidos;
Índice Firjan de
Desenvolvimento;
Pobreza.

Resumo O objetivo deste artigo é investigar a existência da relação entre variáveis representativas da geração de resíduos sólidos e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal para os municípios paulistas - IFDM (*proxy* de crescimento da renda) ao estilo da Curva de Kuznets Ambiental - CKA, para o ano de 2010. Em virtude da indisponibilidade dos dados para os estados brasileiros referentes ao percentual dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário, percentual do tratamento de esgotos, produção de lixo diário, domicílios com lixo coletado e produção de lixo diário produzido por cada habitante, optou-se por fazer uma análise global para 607 municípios do estado de São Paulo. Verificou-se que o nível para eliminação de resíduos é alcançado quando não há diferença, na margem, entre o controle ambiental e os custos dos danos. Quando essa condição é satisfeita, o total de resíduos e o custo de eliminação são minimizados.

Key words:

Firjan Municipal Development Index; Generation of solid waste; Solid waste management; Poverty.

Abstract

The objective of this paper is to investigate the existence of a relationship between variables representing the generation of solid waste and Firjan Municipal Development Index for the São Paulo state municipalities. - IFDM (proxy for income growth) in the style of Environmental Kuznets Curve - EKC in 2010. Due to the unavailability of data for the Brazilian states as: the percentage related to households served by the sewer system; percentage of sewage treatment; daily waste production; households with waste collection, and waste generated daily per capita; it was decided to make a comprehensive analysis for 607 municipalities in the state of São Paulo. It was found that the level for waste disposal is achieved when there is no difference between the control and environmental damage costs. When this condition is satisfied, the total waste and disposal cost are minimized.

1 INTRODUÇÃO

As práticas de gestão de saneamento básico nos estados brasileiros refletem a necessidade de um tratamento adequado para os resíduos sólidos, bem como uma cobertura eficiente aos serviços de coleta. Os municípios brasileiros sofrem o impacto desse problema não apenas em decorrência dos déficits registrados nos serviços públicos de coleta e saneamento básico, mas também pela forma como a questão vem sendo tratada pelo setor público. Deve-se, ainda, considerar os elementos técnicos necessários tanto do ponto de vista da engenharia, quanto do ponto de vista econômico-social. Neste sentido, os números da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2011) são representativos: mais de 50% do lixo gerado no país não sofre qualquer tipo de tratamento e é descartado em terrenos baldios, encostas e cursos d'água, e aproximadamente 48% do lixo hospitalar recebe a mesma destinação que a do lixo domiciliar quando deveria ser incinerado. O resultado disto se traduz em externalidades negativas de diversas naturezas (ROLNIK e KLINK, 2011).

Segundo a pesquisa Ciclosoft 2012, realizada pela associação Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRESA desde 1994, somente 766 municípios brasileiros, ou seja, aproximadamente 14% do total operam programas de coleta seletiva, sendo que a concentração destes permanece nas regiões Sudeste e Sul (CEMPRESA, 2012). Com a carência de programas de coleta seletiva na maioria dos municípios brasileiros constata-se que, apenas no ano de 2011, foram descartados 24 milhões de toneladas de resíduos em lugares inadequados, de acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos 2011 da Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de

Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012).

O aumento do uso de produtos descartáveis e, conseqüentemente, a crescente geração de resíduos sólidos, além das deficiências no sistema de saneamento básico, conduzem ao seguinte questionamento: Existe proximidade da pobreza e da disposição de resíduos sólidos? (COLE e FREDRIKSSON, 2009). A inevitável produção de resíduos pelas sociedades não representaria um sério problema se fosse possível estabelecer uma relação previsível entre o descarte de resíduos e as mudanças nas relações de consumo. Assim, destaca-se que o objetivo deste trabalho é investigar a existência da relação entre variáveis representativas da geração de resíduos sólidos e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal - IFDM (proxy de crescimento da renda), para os municípios paulistas, ao estilo da Curva de Kuznets Ambiental - CKA, no ano de 2010.

A contribuição do artigo reside na abordagem alternativa, a qual fornece novos *insights*, bem como expõe fatores econômicos, tecnológicos e ecológicos que são considerados significativos para se avaliar a prevenção e os custos da poluição, e que podem ser úteis na criação de políticas públicas na área de saneamento e de políticas de gerenciamento de resíduos sólidos por empresas e governo. Ademais, ressalta-se que pesquisa relacionando aspectos ambientais e fatores econômicos ainda são escassas, desta forma este artigo pode ser útil para indicar direcionamentos para futuras pesquisas. É importante enfatizar que a poluição é um subproduto inevitável de qualquer atividade econômica. Por outro lado, há uma quantidade mínima de atividade econômica que pode ser realizada sem causar danos ao meio ambiente, pois este tem a capacidade de se recuperar da degradação

gerada por certa quantidade de resíduos, embora para alguns poluentes persistentes a capacidade de assimilação possa ser zero ou bastante insignificante (NORDHAUS, 1991; ANDRADE e ROMEIRO, 2011)

Ainda com base nesse contexto, quando a quantidade de resíduos eliminados excede a capacidade de assimilação do meio ambiente torna-se imediatamente aparente o *trade-off* entre qualidade ambiental e poluição, ou seja, a poluição ocorre a um determinado custo, o que justifica uma estratégia de controle da poluição ou gestão ambiental. De uma perspectiva econômica, a gestão do controle da poluição ou da qualidade ambiental é facilmente compreendida se o problema for visto como uma forma de minimizar o total dos custos para a eliminação dos resíduos (ROMEIRO, 2012).

Ademais, em termos amplos, os custos para minimização dos resíduos sólidos são principalmente resultantes de duas fontes: o custo que surge do esforço da sociedade para controlar a poluição usando algum tipo de tecnologia e os custos dos danos causados pela própria poluição, resultado do não tratamento dos resíduos despejados no meio ambiente. Desta forma, o problema econômico é minimizar os custos da redução da quantidade de resíduos com o pleno reconhecimento do *trade-off* entre qualidade ambiental e geração de resíduos. Isto ocorre porque, do ponto de vista econômico, um dólar de investimento em tecnologia de controle de poluição fará sentido se, e somente se, a sociedade for compensada por benefícios superiores. O controle dos custos diretos da poluição representa as despesas monetárias com a redução da emissão de resíduos sólidos (BESEN, 2010). Despesas com as instalações de estações de tratamento de esgoto, fábricas de reutilização e fábricas de reciclagem são alguns exemplos de custos do controle da poluição que proporcionam a redução de resíduos produzidos.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: Na seção 2 realizou-se uma análise da gestão de resíduos sólidos para o Brasil. Na seção 3 é apresentado o estado da arte da gestão de resíduos em países emergentes. Na seção 4 são apresentados os métodos e procedimentos utilizados na condução da pesquisa. Na seção 5 são discutidos os principais resultados encontrados e, por fim, na seção 6 apresentam-se as considerações finais.

2. ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

De maneira geral, quando se fala em resíduos sólidos, refere-se a algo resultante de atividades de origem urbana, industrial, de serviços de saúde, rural, especial ou diferenciada. Segundo Dalmeida e Vilhena (2000), esses materiais gerados nessas atividades são potencialmente matéria prima e/ou insumos para produção de novos produtos ou fonte de energia. Esses materiais constituem aquilo que genericamente se chama lixo: materiais sólidos considerados sem utilidade, supérfluos ou perigosos que devem ser descartados ou eliminados (DALMEIDA e VILHENA, 2000).

Embora o termo lixo se aplique aos resíduos sólidos em geral, grande parte do mesmo pode ser tratada de forma a ser reutilizada. Assim, além de gerar emprego e renda, a reciclagem proporciona uma redução da demanda de matérias-primas e energia, contribuindo também para o aumento da vida útil dos aterros sanitários. No entanto, cabe ressaltar que certos resíduos não podem ser reciclados, por exemplo, o lixo hospitalar ou nuclear (DALMEIDA e VILHENA, 2000). Para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT possui a norma NBR 10.004/2004, que estabelece os níveis de periculosidade e as alternativas mais adequadas para destinação (ABNT, 2004). Adicionalmente, a Lei nº11.445/2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil. De maneira mais precisa, em seu artigo 3, para efeito da lei, considera:

- I. Saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: a) abastecimento de água potável; b) esgotamento sanitário; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas;
- II. Gestão associada: associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no artigo 241 da Constituição Federal;
- III. Universalização: ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico; e
- IV. Controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos

processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico.

Embora não existam dúvidas sobre a importância da atividade de saneamento tanto para a preservação do meio ambiente como para a manutenção da saúde da população, essa percepção não tem sido traduzida em ações efetivas por parte do poder público e sociedade, de forma a possibilitar mudanças qualitativas na situação negativa que muitos municípios brasileiros se encontram atualmente (FERREIRA e ANJOS, 2001). Em levantamentos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), observou-se que o número de municípios brasileiros que apresentam alguma oferta de serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, independentemente da abrangência, eficiência e extensão da rede de coleta, é insuficiente em relação ao total necessário para o país.

Ainda nesse contexto, de maneira mais precisa, aproximadamente 14% do total de municípios brasileiros possuem programas de coleta seletiva, sendo que a concentração destes permanece nas regiões Sudeste e Sul (CEMPRE, 2012). No ano de 2012, foram quase 24 milhões de toneladas de resíduos em lugares inadequados no Brasil. Assim, verifica-se a necessidade de análises dos problemas decorrentes da gestão de resíduos sólidos gerados pela inconsistência, insuficiência da cobertura e desconexão entre os serviços de saneamento (ABRELPE, 2012).

De maneira geral, para o Brasil, os dados levantados pelo Atlas de Saneamento (IBGE, 2011) indicam que a atual situação do despejo e da coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos nos municípios e estados é caótica, pois em poucos estados brasileiros como, por exemplo, São Paulo e Minas Gerais, existe uma cobertura satisfatória dos serviços de saneamento. Por outro lado, para um número expressivo de unidades da federação as políticas públicas para saneamento não atendem aos três pilares do sistema: gestão de resíduos sólidos, coleta e tratamento de esgoto doméstico, e fornecimento de água potável.

Vale destacar que, dentre os serviços de saneamento, observou-se a menor abrangência municipal, como indicado no mapa da distribuição espacial dos municípios sem serviço de saneamento básico (IBGE, 2011). Segundo os resultados da

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, (IBGE, 2011) no caso do sistema de esgotamento sanitário, a situação revelou-se preocupante, pois constatou-se a falta de rede coletora de esgoto em 2.495 municípios das unidades da federação, com exceção do estado de São Paulo, no qual apenas uma cidade não apresentava rede coletora. A ausência da rede de esgotamento sanitário, por exemplo, constitui a realidade de grande parte dos municípios com menos de 50 mil habitantes (BESEN, 2010).

É válido destacar que, segundo dados da Abrelpe (2012), de 2003 a 2012, a quantidade de resíduos gerados por pessoa aumentou de 955g/dia para 1,223 kg/dia. Um levantamento realizado pelo IPEA (2012) apresenta que em relação à coleta regular total, a cobertura no país vem crescendo e alcançou, em 2009, 90% dos domicílios do país. Prova da preocupação crescente pela gestão dos resíduos sólidos no Brasil é a recente sanção da Lei 12.305/2010 que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, a qual tramitou mais de duas décadas no Congresso Nacional, e estabelece o fim dos lixões e a implementação da coleta seletiva em todos os municípios até 2014 (BRASIL, 2010).

A Lei 12.305/2010 institui a PNRS e alterou a Lei 9.605/1998, referente aos Crimes Ambientais, dispendo sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. A regulamentação da PNRS ocorreu em dezembro de 2010 por meio do decreto Federal 7.404/10 (BRASIL, 2010). Segundo Machado (2012), são considerados preceitos básicos da PNRS:

- I. Princípio da prevenção;
- II. Princípio da precaução;
- III. Princípio poluidor-pagador;
- IV. Princípio da responsabilidade compartilhada;
- V. Princípio da cooperação;
- VI. Princípio do protetor recebedor;
- VII. Princípio da visão sistêmica;
- VIII. Princípio do desenvolvimento sustentável;
- IX. Princípio da ecoeficiência;
- X. Princípio do reconhecimento do valor do resíduo sólido reutilizável e reciclável; e
- XI. Princípio do direito da sociedade ao controle social.

É importante ressaltar que para o cumprimento da PNRS, visando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, deve-se iniciar com a segregação dos resíduos recicláveis e não recicláveis pelo consumidor, bem como, em último caso, a destinação ambientalmente correta dos rejeitos, requer educação não apenas da coletividade, mas também do próprio poder público (FELDMANN e ARAÚJO, 2012).

Neste contexto, a complexidade da gestão do saneamento básico envolve tanto os equipamentos móveis quanto os resultados das obras de engenharia que são responsáveis pelas redes de coletas, tratamentos, interceptores, entre outros, e que promovem salubridade à população e cuidado com o meio ambiente como, também, os impactos diretos e indiretos da ausência do sistema de saneamento perante as “sombrias” condições de vida de parte da população que habita uma mesma cidade. Além disso, é importante destacar que o grande número de municípios preponderantemente pequenos e com população dispersa (densidade demográfica inferior a 80 habitantes por quilômetro quadrado) inviabiliza economicamente a oferta dos serviços de coleta de resíduos e coleta de esgoto (JACOBI e BESEN, 2011).

A relação proporcional entre o número de municípios com rede de esgotamento sobre o total de municípios de cada unidade da federação e a distribuição espacial dos municípios com rede de esgotamento sanitário confirma que, de modo geral, existiu um avanço em termos de proporção de municípios atendidos, no período de 1989 a 2010, fato este corroborado pelo Panorama de Resíduos Sólidos da Abrelpe (2012). Contudo, os avanços ocorridos no sistema de esgotamento sanitário passaram de 33,5% em 2000 para 45,7% em 2010. No entanto, apenas na Região Sudeste, mais da metade dos domicílios (69,8%) tinham acesso à rede geral. A segunda Região em cobertura do serviço foi a Centro-Oeste (33,7%), com resultado próximo ao da Região Sul (30,2%). Seguem-se as Regiões Nordeste (29,1%) e Norte (3,5%) (IBGE, 2010).

O destino dos resíduos sólidos urbanos coletados no país por município de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2011) pode ser resumido da seguinte forma:

- 27,7% dos municípios utilizam aterros sanitários;
- 22,5% utilizam aterros controlados; e

- 50,8% utilizam vazadouros a céu aberto (lixões).

Com base nessa mesma pesquisa é possível destacar que a disposição final dos resíduos sólidos no Brasil vem melhorando, com a diminuição de vazadouros a céu aberto e o aumento do uso de aterros sanitários, mas a situação é ainda uma situação preocupante, pois mais da metade dos municípios brasileiros ainda fazem uso de vazadouros a céu aberto (lixões).

Alguns lixões já foram fechados, tendo em vista o disposto na PNRS, como foi o caso do aterro de Gramacho em 2012, considerado o maior lixão a céu aberto da América Latina. Entretanto, segundo informações da Agência Brasil (2013), apesar de fechado oficialmente, sabe-se que ainda ocorre o descarte ilegal de resíduos e, por conseguinte, existe uma parcela da população que acessa ilegalmente o lixão para prover seu sustento. Ainda nesse sentido, um ponto relevante quanto à coleta de resíduos sólidos foi relatado no diagnóstico de manejo de resíduos sólidos urbanos realizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2010), que chegou às seguintes conclusões: a cobertura média de coleta de resíduos é bastante significativa, com predominância de uma média de 70% da coleta que ocorre de duas a quatro vezes por semana, correspondendo a um valor *per capita* de resíduos sólidos urbanos de 0,98 kg/hab/dia. Já em relação ao estado de São Paulo, de acordo com dados de 2009, aproximadamente 65,9% dos municípios contam com instalações de disposição final de resíduos sólidos domiciliares enquadradas nas condições adequadas (SNIS, 2010).

De acordo com Besen (2010), os aterros sanitários dos municípios brasileiros estão próximos da saturação e os resíduos são transportados por longas distâncias até os locais de disposição final como, por exemplo, na cidade de São Paulo, já se faz necessário percorrer entre 25 a 40 km para disposição final dos resíduos sólidos. Dessa maneira, está se tornando comum para as administrações municipais enviarem seus resíduos para disposição final em outras cidades. Foi verificado, neste estudo, uma dificuldade para obtenção de dados para diversos estados brasileiros, porém um avanço expressivo para os municípios do estado de São Paulo por meio de levantamentos realizados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp. Ademais, deve-se destacar, no Brasil,

a atuação dos catadores de materiais recicláveis na coleta informal de resíduos, os quais trabalham, frequentemente, sem equipamentos de proteção e segurança alguma nos lixões e aterros, coletando os materiais recicláveis a fim de garantir o sustento de suas famílias, as quais, na maioria das vezes, vivem às margens dos lixões em meio ao chorume (FRANCO e LANGE, 2011).

No tocante a esse aspecto, é oportuno destacar que existem dificuldades na definição da parcela da população exposta, direta ou indiretamente, aos efeitos do gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos municipais, pois os sistemas de informação e monitoramento sobre saúde e meio ambiente não contemplam o aspecto coletivo da população, assim não se dispõe de dados suficientemente confiáveis (FERREIRA e ANJOS, 2001).

Fatos citados anteriormente apontam a necessidade para uma agenda específica comprometida com a expansão de serviços públicos essenciais à população residente nos municípios brasileiros. Em anos recentes, alguns esforços têm sido implementados nessa direção, sendo possível confirmar que, em pequenos municípios, as obras de implantação e extensão da rede de abastecimento de água e de coleta de esgoto têm sido efetivamente realizadas. Observa-se que a gestão de resíduos passa a ser uma possibilidade no “mundo”, via políticas de governo de combate à pobreza e de elaboração de novas alternativas para o consumo.

Outra variável que influencia a produção de resíduos e, portanto, o tamanho do dano ambiental em determinada economia é a renda *per capita* dos agentes econômicos. Esta variável em particular é de grande interesse para aquelas economias que almejam elevar sua posição no *ranking* mundial dos países com melhor desempenho econômico. O estudo realizado pelo IPEA (2010, p.13) ressalta que:

[...] a geração de resíduos sólidos urbanos tende a aumentar não apenas com o aumento da população, mas também com o aumento da renda, principalmente quando estratos da população que tinham acesso muito restrito a produtos industrializados e embalados ganham poder de compra.

Observando tal premissa, constata-se que o aumento do consumo proveniente da melhoria da qualidade de vida da população, impõe desafios à gestão da disposição dos resíduos sólidos, assim como instiga um novo paradigma de economia, no qual o foco está no consumo consciente, permeado

pela redução de materiais e pela escolha de embalagens recicláveis (IPEA, 2010).

A princípio, pode-se pensar que um aumento na renda média da população teria como subproduto um aumento na produção de lixo, de tal forma que existiria um *trade-off* entre crescimento econômico e qualidade ambiental. Entretanto, ao considerarmos que elevações de renda e indicadores de desenvolvimento em geral são acompanhadas de outras mudanças significativas - tais como avanços tecnológicos bem como mudanças no padrão de consumo e no trato do lixo gerado - esta relação entre dano ambiental e crescimento econômico já não parece tão clara.

3. ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS EM PAÍSES EMERGENTES

Na análise de literatura, realizada por Guerrero, Maas, & Hogland (2013), sobre gerenciamento de resíduos sólidos em países em desenvolvimento, abrangendo artigos publicados de 2005 a 2011, foi identificado que os maiores desafios para as cidades nestes países estão relacionados aos seus apontamentos, a saber:

- a) Coleta;
- b) Transferência e transporte;
- c) Tratamento;
- d) Disposição final; e
- e) Reciclagem.

Normalmente, conforme afirmam Bleck e Wettberg (2012), o gerenciamento de resíduos nestes países possui uma predominância de trabalhos manuais, tanto na coleta domiciliar realizada pelos funcionários responsáveis pela limpeza pública, como também na coleta informal realizada pelos catadores de materiais recicláveis realizadas nas ruas, aterros e lixões. Os trabalhos manuais, nem sempre realizados com equipamentos de proteção suficientes, comumente geram infecções gastrointestinais, doenças respiratórias e de pele, assim como problemas músculo-esqueléticos e lesões por cortes nas pessoas que o desempenham (BLECK e WETTBERG, 2012).

Ahmed e Ali (2004) ainda enfatizam que em muitas cidades nos países em desenvolvimento a atividade de catação é realizada pela parcela da

população mais vulnerável e marginalizada, composta em sua maioria por mulheres e crianças, aposentados e desempregados. Wilson, Velis, & Cheeseman (2006) analisam o papel do gerenciamento de resíduos informal em sociedades em desenvolvimento e apontam como solução a criação de políticas públicas que integrem o gerenciamento informal e formal de resíduos. Com o objetivo de comparar o gerenciamento de resíduos no Brasil e demais países em desenvolvimento, são sumarizados no Quadro 1 os principais trabalhos publicados nos últimos cinco anos.

Quadro 1 - Gestão de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento.

PAÍS	AUTORES	PROBLEMA
Bósnia e Herzegovina	Vaccari, Bella, Vitali e Collivignarelli (2013).	Estudo da adoção da coleta seletiva e dos impactos para os <i>stakeholders</i> envolvidos, dentre os quais foram apontados: geração de emprego e inclusão formal dos catadores.
Nigéria	Oguntoyinbo (2012).	Estudo das atividades do gerenciamento informal de resíduos e das barreiras para integrá-lo a um sistema formal e inclusivo.
	Nzeadibe (2009).	Estudo da reforma da gestão de resíduos sólidos na área urbana de Enugu, identificação da contribuição dos recicladores informais na coleta de resíduos e discussão de como integrá-los na reforma de forma a possibilitar a criação de empregos e a redução da pobreza.
China	Zhen-shan, Lei, Xiao-Yan e Yu-mei (2009).	Identificação dos principais problemas no gerenciamento de resíduos sólidos em Beijing, dentre as quais podem ser citados: necessidade de melhorias na legislação, capacidade das estações de transferência de resíduos e estações de tratamento, educação, e gerenciamento dos catadores de materiais recicláveis informais.
	Chi, Streicher-Porte, Wang e Reuter (2011).	Estudo do gerenciamento informal de resíduos e identificação dos principais problemas relacionados ao lixo eletrônico, os quais são: sérios impactos ambientais e na saúde da população, deficiência no abastecimento dos recicladores formais, problemas de segurança com produtos remanufaturados ou reconicionados.
Índia	Talyan, Dahiya, e Sreekrishnan (2008).	Descrição e avaliação do atual estado do gerenciamento de resíduos sólidos em Delhi, o que resultou na constatação que a política atual e infraestrutura são inadequadas para tratar a quantidade de resíduos gerados e que a privatização da coleta, segregação, transporte e disposição final com a colaboração dos catadores seriam uma solução adequada.
	Zia e Devadas (2008).	Estudo das oportunidades e perspectivas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Kanpur e identificação de que o setor de reciclagem informal é ignorado pelas autoridades locais.
Bangladesh	Matter, Dietschi e Zurbrügg (2013).	Estudo do papel da reciclagem informal no gerenciamento de resíduos sólidos de Dhaka e das principais dificuldades da cidade, como a impossibilidade de crescimento da reciclagem informal, devido à falta de resíduos recicláveis em bom estado.
	Bari, Hassan e Haque (2012).	Estudo do padrão tradicional de reciclagem de resíduos sólidos na cidade de Rajshahi e levantamento do mercado de reciclagem em termos de empresas atuantes e trabalhadores. Verificou-se que a capacitação, aperfeiçoamento das condições de vida e de higiene pessoal dos catadores de resíduos deve sofrer melhorias.
Indonésia	Sasaki e Araki (2013).	Estudo da reciclagem informal e disposição dos resíduos em Bantar Gebang. A reciclagem informal é realizada pelos catadores de materiais recicláveis e não há ligação com a administração pública, o que pode ser objeto futuro de políticas públicas.
	Sembiring e Nitivattananon (2010).	Estudo do papel da reciclagem informal em Bandung. É destacado o dilema existente entre implementar o gerenciamento mais eficiente de resíduos, por meio de uma empresa terceirizada ou mais inclusivo, com a colaboração dos catadores.
Pakistan	Asim, Batool e Chaudhry (2012).	Estudo sobre os catadores de materiais recicláveis em Lahore. Os catadores reduzem o impacto ambiental e fornecem matérias-primas secundárias às indústrias, o governo e, com o seu trabalho, as empresas reduzem os custos com a limpeza pública, no entanto, eles não recebem apoio do poder público, sofrem com a polícia local e com doenças causadas pelo lixo.

No Quadro 1 pode-se verificar que o gerenciamento de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento, geralmente, consiste nos setores formais (poder público e empresas privadas) e informais (catadores de materiais recicláveis) (SEMBIRING e NITIVATTANANON, 2010). Comumente, o setor informal é composto por pessoas à margem da sociedade e que vivem em situação de extrema pobreza, sujeitos a doenças causadas pelo lixo (AHMED e ALI, 2004).

Um dos principais desafios apontados pelos autores é a integração desses setores em prol de um menor impacto ambiental e melhor condição de vida para os catadores de materiais recicláveis. Percebe-se também que a situação do gerenciamento de resíduos nos países em desenvolvimento é bastante similar, permeada pela pobreza extrema das pessoas que vivem do lixo, péssimas condições de vida e trabalho, doenças e epidemias causadas pelo incorreto manuseio e disposição dos resíduos, problemas de saneamento e infraestrutura deficiente.

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O procedimento utilizado nesta pesquisa foi o da modelagem, que estabelece os procedimentos para a estruturação de problemas formalmente. Ackoff e Sasieni (1975) e Armentano, Arenales, Morabito, e Yanasse (2007) destacam que existem cinco fases para a estruturação de problemas de maneira formal, as quais fazem parte da modelagem, são elas:

I. Estruturação do problema: define o escopo do problema em estudo;

II. Construção do modelo: traduz a fase anterior em relações matemáticas ou lógicas de simulação, ou uma combinação delas;

III. Solução do modelo: utiliza métodos de solução de algoritmos conhecidos para resolver o problema da fase anterior;

IV. Validação do modelo: verifica se o modelo representa apropriadamente o problema; esta fase é bastante importante, pois está diretamente ligada à qualidade da solução; e

V. Implementação da solução: preocupa-se com a implementação da solução na prática, traduzindo os resultados do modelo em decisões.

Com base nesse contexto, a intenção do artigo é a de investigar a existência de uma relação entre variáveis representativas de emissão de resíduos

sólidos e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal para os municípios paulistas - *IFDM* (*proxy* de crescimento da renda), ao estilo da Curva de Kuznets Ambiental - *CKA*, para o ano de 2010. Em virtude da indisponibilidade dos dados para os estados brasileiros referentes ao percentual dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário, percentual do tratamento de esgotos, produção de lixo diário, domicílios com lixo coletado e produção de lixo diário produzido por cada habitante, optou-se por fazer uma análise global para 607 municípios do estado de São Paulo.

O estado de São Paulo é considerado a maior potência industrial e econômica do Brasil, possui a maior população, maior complexo industrial e produção econômica do país, apresentando também o maior Produto Interno Bruto - PIB. São Paulo concentra aproximadamente 33,1% da riqueza total do Brasil. O estado é dividido em 645 cidades e sua área total é de 248.209.426 km^2 . Existem atualmente 41.901.219 pessoas residindo em São Paulo, o que corresponde a 22% da população brasileira. O estado possui a densidade de 165,7 habitantes por km^2 e um índice de urbanização de 94,6% (IBGE, 2010).

Considerando esses dados, pressupõe-se também que São Paulo é um dos estados brasileiros que mais geram resíduos sólidos, necessitando de políticas de gerenciamento destes. Com base na pesquisa Ciclosoft 2012, denota-se que é neste estado que se concentram as maiores iniciativas relativas à coleta seletiva (CEMPRE, 2012). Ademais, o estado de São Paulo é o único estado brasileiro cuja maior parte dos municípios possui dados referentes ao percentual dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - DAE; percentual do tratamento de esgotos/capacidade de tratamento do esgoto - VTE; produção diária de lixo por domicílio - PDL; número de domicílios com lixo coletado - DLC; produção de lixo diário por habitante - PLDH e Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal para os municípios paulistas - IFDM.

A partir dessas informações, foram estimados cinco modelos de regressão linear que descrevem o relacionamento entre as variáveis dependentes e a variável independente. Vale salientar que esse estudo usou a equação cúbica econométrica derivada do estudo de Grossman e Krueger (1995).

$DAE = \alpha_1 + \beta_1(IFDM) + \beta_2(IFDM^2) + \beta_3(IFDM^3) + \xi_{1t}$	(1)
$VTE = \alpha_2 + \delta_1(IFDM) + \delta_2(IFDM^2) + \delta_3(IFDM^3) + \xi_{2t}$	(2)
$PDL = \alpha_3 + \gamma_1(IFDM) + \gamma_2(IFDM^2) + \gamma_3(IFDM^3) + \xi_{3t}$	(3)
$DLC = \alpha_4 + \psi_1(IFDM) + \psi_2(IFDM^2) + \psi_3(IFDM^3) + \xi_{4t}$	(4)
$PLDH = \alpha_5 + \varsigma_1(IFDM) + \varsigma_2(IFDM^2) + \varsigma_3(IFDM^3) + \xi_{5t}$	(5)

De maneira particularizada, no Quadro 2 são apresentadas as variáveis das Equações 1 a 5, o sinal esperado dos coeficientes, de acordo com a teoria econômica, estimados pelo MQO, além dos referenciais teórico e empírico e as fontes dos dados. Com base nesse contexto, a Equação 1 representa a relação entre a variação dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário nos municípios paulistas - DAE e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal - IFDM, que foi considerado como *proxy* de renda. Por sua vez, a Equação 2 representa a relação entre a variação percentual do tratamento de esgoto nos municípios - VTE e o IFDM. Conseqüentemente, a Equação 3 expõe a relação entre a produção de lixo diária em toneladas por dia - PLD e o IFDM. Nesse sentido, a Equação 4 representa a relação entre domicílios com coleta de lixo - DLC e o IFDM e, por fim, a Equação 5 apresenta a relação entre a produção diária de lixo por habitantes nos municípios - PLDH e o IFDM.

É importante destacar que nas Equações de 1 até 5, o parâmetro ξ representa o termo de erro estocástico. Conseqüentemente, considerando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários - MQO, para as cinco equações cúbicas, o objetivo foi observar se os coeficientes são predominantemente significativos, utilizando a estatística F , ao nível de 10%.

Quadro 2 - Variáveis consideradas para estimação das equações.

Variável	Descrição	Sinal Esperado (MQO)	Referencial Teórico	Referencial Empírico	Fonte de Dados
Dependente	DAE	-	Grossman & Krueger (1995).	Saxena, Srivastava, & Samaddar (2010).	Sabesp (2012)
	VTE	-			
	PLD	-			
	DLC	-			
	PLDA	-			
Independente	IFDM	+	Grossman & Krueger (1995).	Saxena, Srivastava, & Samaddar (2010).	Firjan (Unsupported source type (DocumentFromInternetSite) for source Fir10.)
	IFDM ²	-			
	IFDM ³	nulo			
	Constante	+			

Para cada variável dependente, apresentada na Quadro 2, uma expectativa considerando os pressupostos da teoria econômica é esperada conforme apresentado na Tabela 1..

Tabela 1 - Expectativas econômicas.

Variáveis Dependentes	Equação Cúbica	Expectativa Econômica
<i>DAE</i>	1	Espera-se que o <i>IFDM</i> apresente um sinal positivo, ou seja, um aumento no mesmo leve a um aumento dos números de domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário nos municípios paulistas. Pressupõe-se também que um aumento no <i>IFDM</i> ² ocasione uma diminuição do número de domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário nos municípios paulistas e que um aumento no <i>IFDM</i> ³ não promova nenhuma variação nos níveis de poluição, isto é, que seu efeito seja nulo.
<i>VTE</i>	2	De forma muito semelhante à expectativa para o <i>DAE</i> , espera-se que <i>IFDM</i> tenha um sinal positivo, ou seja, que um aumento no <i>IFDM</i> amplie a capacidade de tratamento de esgoto nos 607 municípios paulistas. Consequentemente, acredita-se que um aumento no <i>IFDM</i> ² proporcione uma redução da capacidade de tratamento de esgoto nos municípios paulistas. Por fim, há fortes indícios que um aumento no <i>IFDM</i> ³ não promova nenhuma variação nesta capacidade.
<i>PLD</i>	3	No tocante ao <i>PLD</i> , é provável que o <i>IFDM</i> expresse um sinal positivo ou, em outras palavras, um aumento no <i>IFDM</i> ampliará a produção diária de lixo nos 607 municípios paulistas. Observando esse apontamento, um aumento no <i>IFDM</i> ² possibilitará uma redução na produção diária de lixo e, tão logo, um aumento no <i>IFDM</i> ³ não resultará em nenhuma variação.
<i>DLC</i>	4	De maneira idêntica a <i>PLD</i> , o sinal do <i>IFDM</i> deverá ter sinal positivo, isto é, um aumento no <i>IFDM</i> ampliará o número de domicílios com lixo coletado. Nesse sentido, pressupõe-se também que um aumento no <i>IFDM</i> ² resulte em uma redução no número de domicílios com lixo coletado e, por sua vez, um aumento no <i>IFDM</i> ³ não resultará em nenhuma variação na capacidade de coleta de lixo.
<i>PLDA</i>	5	O <i>IFDM</i> deverá apresentar um sinal positivo e um aumento no mesmo resultará em expansão da produção diária de lixo por habitante. Por sua vez, no que diz respeito ao <i>IFDM</i> ² espera-se que um aumento nessa variável ocasione uma redução na produção diária de lixo por habitante e que um aumento no <i>IFDM</i> ³ não altere a produção diária de lixo por habitante.

Nas equações de 1 a 5, os coeficientes β_i , δ_i , γ_i , ψ_i e ζ_i , onde i varia de 1 até 3, e podem ser representados por $Coef_i$, determinam o formato da curva que relaciona fatores ligados à emissão de resíduos e o *IFDM*, proxy para crescimento da renda. Observando esse apontamento, pode existir uma relação linear monotônica crescente quando $Coef_1 > 0$ e $Coef_2 = Coef_3 = 0$, indicando que a elevação do *IFDM* está associada a maiores níveis de emissão de resíduos. Por outro lado, pode existir uma relação linear monotônica decrescente quando $Coef_1 > 0$, $Coef_2 > 0$ e $Coef_3 = 0$, indicando que a elevação do *IFDM* está associada à diminuição dos níveis de emissão de resíduos. Ainda nesse sentido, é válido destacar que o formato da curva “U” invertido ao estilo da CKA é constatado quando existe uma relação quadrática entre as variáveis de desenvolvimento municipal ou, em outras palavras, $Coef_1 \geq 0$, $Coef_2 < 0$, e $Coef_3 = 0$,

mostrando que a elevação do *IFDM* está associada a uma maior emissão de resíduos na atmosfera.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Todas as equações cúbicas foram identificadas com auxílio do método MQO e a matriz de covariância foi estimada observando os princípios da técnica *Newey-West*, pois, de maneira geral, a mesma proporciona estimadores mais robustos. Com base nesse contexto, os principais resultados obtidos são apresentados na Tabela 2. Consequentemente, é importante destacar que todas as regressões são globalmente significativas ao nível de 10% considerando o teste F e, observando os valores obtidos de R^2 , todas as variáveis explicativas foram

capazes de expor a relação entre as variáveis dependentes e independentes. Entretanto, conforme apresentado na Tabela 3, nem todas as relações econômicas identificadas entre tais variáveis em cada equação cúbica atendem as expectativas previamente estabelecidas na Tabela 1.

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros.

*Considerando um nível de significância de 10%.

Equação Cúbica	Variável	Coefficientes	Estimativas	Erro Padrão	Teste t	Estatística F*	R ²	Observações
1	Independente	<i>IFDM</i>	2,177	1,389	1,57	4,63	22%	607
		<i>IFDM</i> ²	-0,996	1,610	-0,62			
		<i>IFDM</i> ³	-0,169	0,901	-0,19			
		<i>Constante</i>	0,218	0,496	-0,44			
2		<i>IFDM</i>	1,239	1,295	0,96	28,26	12%	
		<i>IFDM</i> ²	-0,237	1,500	-0,16			
		<i>IFDM</i> ³	-0,988	0,848	1,18			
		<i>Constante</i>	0,345	0,462	0,75			
3		<i>IFDM</i>	2,361	0,634	-3,72	53,21	22%	
		<i>IFDM</i> ²	0,661	0,726	0,91			
		<i>IFDM</i> ³	1,048	0,407	2,57			
		<i>Constante</i>	0,967	0,229	4,21			
4		<i>IFDM</i>	14,519	19,985	-0,73	3,21	14%	
		<i>IFDM</i> ²	15,085	23,152	0,65			
		<i>IFDM</i> ³	-7,320	12,959	-0,56			
		<i>Constante</i>	6,974	7,141	0,98			
5	<i>IFDM</i>	2,808	2,282	-1,23	2,98	11%		
	<i>IFDM</i> ²	-0,547	2,643	0,21				
	<i>IFDM</i> ³	1,919	1,479	1,30				
	<i>Constante</i>	2,060	0,815	2,53				

Tabela 3 - Relações econômicas identificadas.

Variáveis Dependentes	Equação Cúbica	Análise dos Sinais	Relações Econômicas Identificadas
<i>DAE</i>	1	Esta em conformidade com a teoria econômica.	O <i>IFDM</i> mostrou-se ser uma variável explicativa para o percentual de domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário na redução dos indicadores de emissão de resíduos, uma vez que os valores dos seus coeficientes foram mais significativos. A associação positiva entre nível de renda ($\beta_1 = 2,177$) e emissão de resíduos significa que quanto maior o nível de renda, maior será o índice de emissão de resíduos. Já a associação negativa entre nível de renda ao quadrado ($\beta_2 = -0,996$) e a emissão de resíduos significa que quanto maior o nível de renda, menor será o índice de emissão de resíduos. A taxa de emissão de resíduos cresce num primeiro período, mas decresce consistentemente à medida que aumenta o nível de renda da população. Logo, os resultados encontrados corroboram com a CKA.
<i>VTE</i>	2	Esta em conformidade com a teoria econômica.	No tocante à Equação 2, o <i>IFDM</i> mostrou ser uma variável explicativa para o percentual de domicílios atendidos por tratamento de esgotos na redução dos indicadores de emissão de resíduos sólidos, sem controle ambiental, uma vez que os valores dos seus coeficientes foram mais significativos. A associação positiva entre nível de renda ($\delta_1 = 1,239$) e o percentual de tratamento de esgotos significa que quanto maior o nível de renda, maior será o percentual de tratamento de esgotos. Por outro lado, a associação negativa entre o <i>IFDM</i> ² ($\delta_2 = -0,237$) e o percentual de tratamento de esgotos significa que quanto maior o <i>IFDM</i> , menor será o índice de tratamento de esgotos.
<i>PLD</i>	3	Não esta em conformidade com a teoria econômica.	Para a Equação 3, o <i>IFDM</i> não mostrou ser uma variável explicativa para a produção de lixo diário na redução dos indicadores de emissão de resíduos sólidos, pois todos os seus coeficientes foram positivos.
<i>DLC</i>	4	Não esta em conformidade com a teoria econômica.	De maneira semelhante à Equação 3, o <i>IFDM</i> não mostrou ser uma variável explicativa para o percentual de domicílios com lixo coletado na redução dos indicadores de emissão de resíduos sólidos.
<i>PLDA</i>	5	Esta em conformidade com a teoria econômica.	No que diz respeito à Equação 5, o <i>IFDM</i> mostrou-se ser uma variável explicativa para a produção de lixo diário por habitante para a redução dos indicadores de emissão de resíduos sólidos. A associação positiva entre nível de renda ($\varsigma_1 = 2,808$) e a produção de lixo diário por habitantes significa que quanto maior o nível de renda, maior será a produção de lixo diário por habitante. De maneira oposta, a associação negativa entre o <i>IFDM</i> ² ($\varsigma_1 = -0,547$) e a produção de lixo diário por habitante significa que quanto maior o <i>IFDM</i> , menor será a produção de lixo diário por habitante.

É muito importante frisar que nas regiões mais pobres da federação, o tratamento dado aos resíduos sólidos constitui um sério problema a ser combatido, na medida em que o crescimento econômico acarrete uma queda no número de famílias situadas abaixo da linha de pobreza e a uma expansão do consumo. Portanto, é justamente nesses locais que políticas de governo que têm por objetivo reduzir o dano ambiental teriam maior benefício social líquido.

Observando as relações econômicas apresentadas na Tabela 3, no tocante à modelagem por equações cúbicas, é importante destacar que, considerando a proposição de Grossman & Krueger (1995), o parâmetro cúbico é considerado constante.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo visou investigar a existência da relação entre variáveis representativas da geração de resíduos sólidos e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal para os municípios paulistas - IFDM, considerada uma variável *proxy* de crescimento da renda, ao estilo da Curva de Kuznets Ambiental - CKA, para o ano de 2010.

Assim, destaca-se que o objetivo foi atendido ao verificar-se que a elevação do IFDM está associada a uma maior emissão de resíduos na atmosfera e que todas as regressões são globalmente significativas ao nível de 10% considerando o teste F. Ademais observou-se que as variáveis explicativas foram capazes de expor a relação entre as variáveis dependentes e independentes. Portanto, foram observadas relações econômicas entre as variáveis representativas da geração de resíduos e o índice IFDM.

Tendo em vista esses *trade-offs*, constatou-se que os aterros sanitários dos municípios brasileiros estão próximos da saturação e os resíduos são transportados por longas distâncias até os locais de disposição final, a exemplo do que ocorre na região metropolitana do estado de São Paulo. Dessa maneira, nota-se a frequência com que as administrações municipais enviam seus resíduos para disposição final em outras cidades. Ademais, o presente estudo verificou uma dificuldade para obtenção de dados para diversos estados brasileiros, contudo, um avanço expressivo para os municípios do estado de São Paulo por meio de levantamentos realizados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp.

Nesse contexto, as disposições no meio ambiente de resíduos e rejeitos têm características e impactos mais variados, envolvem fenômenos complexos, muitos ainda não totalmente compreendidos até mesmo pela ciência. A economia do meio ambiente requer, entretanto, que se simplifique essa realidade. Os processos de produção e de consumo originam fluxos de energia dissipada e de matéria degradada, devolvidos ao meio-ambiente por meio dos fluxos de poluição. Uma parte desses fluxos é absorvida e tornada inofensiva pelo meio ambiente. Este, como já se argumentou, tem, até certo ponto, a capacidade de regenerar a degradação causada pela poluição. Entretanto, nas economias industriais modernas a poluição tende a exceder essa capacidade, e uma parte significativa e crescente dos fluxos de

rejeitos emanados pelo sistema econômico acabam ocasionando preocupante degradação ambiental.

Os danos totais da poluição em um dado período de tempo decorrem tanto de fluxos de poluentes, que afetam negativamente o bem-estar das pessoas e têm impactos perversos sobre ecossistemas, como os fluxos que se acumularam no passado, constituindo estoques de poluentes no meio ambiente. Esse tende a absorver parte de tais estoques, tornando-a inofensiva, mas, com os aumentos da poluição, os estoques se acumulam. Com exemplos de poluição de fluxo, temos as emissões de particulados, de dióxido de enxofre, de metano, os resíduos industriais, e os dejetos humanos. Alguns destes resíduos e rejeitos têm efeitos locais e outros acabam exercendo impactos sobre localidades diferentes daquelas em que ocorre a sua emissão (por exemplo, a chuva ácida, que geralmente cai longe das fontes de emissão de dióxido de enxofre).

Segue-se, então, que o nível para eliminação de resíduos é alcançado quando, na margem, não há diferença entre o controle ambiental e os custos dos danos. Quando essa condição é satisfeita, como demonstrado neste artigo, o total de resíduos e custo de eliminação (a soma do total controle e custos de danos) são minimizados. A análise adicional da natureza das duas categorias de custos da poluição revelou o seguinte:

i. O custo de controle da emissão de resíduos marginal aumenta com um aumento na limpeza das atividades poluentes. Isto porque, incrementalmente, um nível mais elevado da qualidade ambiental requer investimentos em tecnologias que são cada vez mais dispendiosos, de acordo com a teoria econômica e de controle da poluição; e

ii. O custo marginal dos danos da poluição é uma função crescente à emissão de poluentes. Isto pode ser explicado pelo princípio ecológico em que a poluição reduz a capacidade de um ecossistema natural suportar mais poluição, isto é, uma perda gradual da capacidade de resiliência ecológica, por assim dizer. O custo marginal do dano ambiental pode ser interpretado como representando a vontade da sociedade em pagar a limpeza da poluição e, portanto, a demanda por qualidade ambiental.

Foi observado que, uma vez que o problema econômico é identificado, encontrar a forma mais barata de dispor de um nível predeterminado de

resíduos, na busca pela ênfase do ótimo econômico, tem sido a limpeza da poluição, o que, por sua vez, é um fator mais expressivo do que a prevenção da poluição. Essa diferença é importante porque o foco sobre a prevenção da poluição é a redução de resíduos na fonte, enquanto que no caso da redução da poluição o objetivo é encontrar a forma mais barata de dispor de um nível predeterminado de resíduos.

A inconsistência entre o fator econômico e a condição ecológica ideal pode surgir quando a poluição é suscetível às imposições geradas pelos danos ambientais e que podem ser irreversíveis em longo prazo. Logo, os custos dos danos ambientais podem ser determinados, não existindo garantia de que o nível econômico ótimo da poluição protegerá adequadamente o bem-estar dos indivíduos. Finalmente, é importante destacar que

a principal limitação neste trabalho é não realizar uma comparação dos resultados obtidos com a abordagem clássica, obtida geralmente pela relação das variáveis dependentes e o Produto Interno Bruto - PIB. Consequentemente, para estudos futuros, sugere-se a realização da comparação entre ambas as abordagens.

A contribuição deste artigo está relacionada à abordagem alternativa com a associação de fatores econômicos, tecnológicos e ecológicos que são considerados significativos para se avaliar a prevenção e os custos da poluição. Esta abordagem pode servir de *insight* a pesquisadores em futuras pesquisas que associem variáveis ambientais a variáveis econômicas. Além disso, esta abordagem pode ser útil na criação de políticas públicas na área de saneamento e de políticas de gerenciamento de resíduos sólidos por empresas e governo.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasil, 2004.
- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012**. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentação.cfm Acesso em 17 de Julho de 2012.
- ACKOFF, R. L.; SASIENI, M. W. **Pesquisa operacional**. Tradução de José L. Moura. Rio de Janeiro: LTC, 1975.
- AHMED, S. A.; ALI, M. Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities. **Habitat International**, 28, n. 3, 2004, p. 467-479.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Degradação Ambiental e Teoria Econômica: Algumas Reflexões sobre uma “Economia dis Econsistemas”. **Economia**, 12, n. 1, 2011, p. 3-26.
- ARMENTANO, V. A. et al. **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 523 p.
- ASIM, M.; BATOOL, S. A.; CHAUDHRY, M. N. Scavengers and their role in the recycling of waste in Southwestern Lahore. **Resources, Conservation and Recycling**, 58, n. 1, 2012, p. 152-162.
- BARI, Q. H.; HASSAN, K. M.; HAQUE, M. E. Solid waste recycling in Rajshahi city of Bangladesh. **Waste Management**, 32, n. 11, 2012, p. 2019-2032.
- BESEN, G. R. Resíduos Sólidos: Vulnerabilidades e Perspectivas. In: SALDIVA, P. **Meio Ambiente e Saúde: O Desafio das Metrópoles**. São Paulo: Ex-Libris, 2010. 200p.
- BLECK, D.; WETTBERG, W. Waste collection in developing countries - Tackling occupational safety and health hazards at their source. **Waste Management**, 32, n. 11, 2012, p. 2009-2017.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Pesquisa Ciclossoft 2012**, 2012. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2012.php>. Acesso em 3 Junho 2013.
- CHI, X. et al. Informal electronic waste recycling: A sector review with special focus on China. **Waste Management**, 31, n. 4, 2011, p. 731-742.
- COLE, M. A.; FREDRIKSSON, P. G. Institutionalized pollution havens. **Ecological Economics**, 68, n. 4, 2009, p. 1239-1256.
- DALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2000. 350 p.
- FELDMANN, F.; ARAÚJO, S. M. V. G. Integração da **Política Nacional de Resíduos Sólidos** com a Política Nacional de Educação Ambiental. In: JARDIM, A.; VALVERDE, J.; YOSHIDA, C. Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, 2012, p. 561-572.
- FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. D. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Caderno de Saúde Pública**, 17, n. 3, 2001, p. 689-696.
- FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental**, 16, n. 1, 2011, p. 73-82.
- GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Economic Growth and the Environment. **The Quarterly Journal of Economics**, 110, n. 2, 1995, p. 353-377.
- GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, 33, n. 1, 2013, p. 220-232.
- JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, 25, n. 71, 2011, p. 135-158.

- MACHADO, P. A. L. Princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: JARDIM, A.; VALVERDE, J.; YOSHIDA, C. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Paulo: Manole, 2012, p. 39-56.
- MATTER, A.; DIETSCHI, M.; ZURBRÜGG, C. Improving the informal recycling sector through segregation of waste in the household - The case of Dhaka Bangladesh. **Habitat International**, 38, n. 1, 2013, p. 150-156.
- NORDHAUS, W. D. To Slow or Not to Slow: The Economics of The Greenhouse Effect. **The Economic Journal**, 101, n. 407, 1991, p. 920-948.
- NZEADIBE, T. C. Solid waste reforms and informal recycling in Enugu urban area, Nigeria. **Habitat International**, 33, n. 1, 2009, p. 93-99.
- OGUNTOYINBO, O. O. Informal waste management system in Nigeria and barriers to an inclusive modern waste management system: A review. **Public Health**, 126, n. 5, 2012, p. 441-447.
- ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos Estudos**, 1, n. 89, 2011, p. 89-109.
- ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, 26, n. 74, 2012, p. 65-92.
- SABESP - Empresa de Saneamento Básico de São Paulo. Estatísticas. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=4>. **www.sabesp.com.br/**, 2012. Acesso em 15 de Junho de 2012.
- SASAKI, S.; ARAKI, T. Employer–employee and buyer–seller relationships among waste pickers at final disposal site in informal recycling: The case of Bantar Gebang in Indonesia. **Habit International**, 40, n. 1, 2013, p. 51-57.
- SAXENA, S.; SRIVASTAVA, R. K.; SAMADDAR, A. B. Towards sustainable municipal solid waste management in Allahabad City. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, 21, n. 3, 2010, p. 308-323.
- SEMBIRING, E.; NITIVATTANANON, V. Sustainable solid waste management toward an inclusive society: Integration of the informal sector. **Resources, Conservation and Recycling**, 54, n. 11, 2010, p. 802-809.
- SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos**. Brasília: Secretária Nacional de Saneamento Ambiental, 2010. 264 p. Ministério das Cidades.
- TALYAN, V.; DAHIYA, R. P.; SREEKRISHNAN, T. R. State of municipal solid waste management in Delhi, the capital of India. **Waste Management**, 28, n. 7, 2008, p. 1276-1287.
- VACCARI, M. et al. From mixed to separate collection of solid waste: Benefits for the town of Zavidovići (Bosnia and Herzegovina). **Waste Management**, 33, n. 2, 2013, p. 277-286.
- WILSON, D. C.; VELIS, C.; CHEESEMAN, C. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. **Habit International**, 30, n. 4, 2006, p. 797-808.
- ZHEN-SHAN, L. et al. Municipal solid waste management in Beijing City. **Waste Management**, 29, n. 9, 2009, p. 2596-2599.
- ZIA, H.; DEVADAS, V. Urban solid waste management in Kanpur: Opportunities and perspectives. **Habitat International**, 32, n. 1, 2008, p. 58-73.