

III-245 - CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) DO ESTADO DA BAHIA E SUA CORRELAÇÃO COM O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

Maria do Socorro Costa São Mateus⁽¹⁾

Engenheira Civil pela UCSal – Universidade Católica do Salvador. Mestre em Geotecnia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Possui Doutorado em Geotecnia Ambiental pela COPPE-UFRJ. Professora Adjunto do Departamento de Tecnologia – UEFS, Feira de Santana-Ba. Professora do Programa de pós-graduação em engenharia civil e ambiental – UEFS.

Denilton Salomão Souza dos Santos⁽²⁾

Físico pela Universidade Estadual de Feira de Santana/BA. Engenheiro Civil pela Faculdade de Tecnologias e Ciências da Bahia. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana/BA.

Caroline Silva dos Santos⁽³⁾

Graduanda em engenharia civil, UNEF.

Endereço⁽¹⁾: Campus Universitário, Módulo 3, BR-116 km-03 Bairro Novo Horizonte – Feira de Santana - Ba - CEP: 44031-460 - Brasil - Tel: (75) 3161-8056 - e-mail: so_mateus@yahoo.com.br

RESUMO

A proposta do trabalho foi de avaliar a composição gravimétrica dos RSU de algumas cidades das diversas regiões baianas e relacionar com os dados do índice de desenvolvimento humano (IDH), número de habitantes, geração per capita dos resíduos sólidos urbanos gerados, tentando traçar um perfil regional desses resíduos. Foi observado que em todas as regiões do estado da Bahia a fração orgânica predomina, variando entre 47,75% e 62,60% dos RSU gerados, sendo que a maior geração de orgânicos foi apresentada pelos municípios com população abaixo de 50 mil habitantes, PIB abaixo de 10.000 e IDH variando entre 0,589 e 0,666. Correlacionando os dados do Brasil com outros países que possuem nível de desenvolvimento semelhante, têm-se em comum elevada geração de matéria orgânica em seus RSU, geração per capita até 1kg/hab.dia e IDH abaixo de 0,759, que é o índice do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Caracterização Gravimétrica, Índice de Desenvolvimento Humano - IDH.

INTRODUÇÃO

Os tipos de materiais presentes nos resíduos sólidos urbanos - RSU diferem para cada cidade, em função de muitos aspectos, a exemplo do grau de desenvolvimento cultural, social e econômico da população. Comumente, esses resíduos são descartados sem triagem em valas, lixões e aterros sanitários, sem nenhum aproveitamento ou beneficiamento, no Brasil.

O conhecimento das características dos RSU possui importância na gestão de aterros sanitários, na implantação de projetos de reciclagem, na implantação de projetos de queima de biogás e geração de energia. Contudo, a falta de um maior volume de dados de caracterização dos resíduos, dificulta a implantação de medidas sustentáveis de beneficiamento para cada região especificamente.

Estudos apontam que existe uma correlação entre fatores de desenvolvimento social de uma comunidade e sua respectiva geração e características dos RSU, porém essa informação muda de região para região. O controle exato da geração é em grande parte afetado porque muitos resíduos não são destinados em locais que possuam controle de entrada, ou seja, são destinados em lixões clandestinos.

Dessa forma, tentando estabelecer uma relação entre os resíduos gerados e grau de desenvolvimento de uma cidade, esse trabalho relacionou a composição gravimétrica dos resíduos com o índice de desenvolvimento humano – IDH.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - IDH

O cálculo do IDH é efetuado a partir de três aspectos em uma população: renda, educação e saúde. O resultado varia de 0 a 1, de forma que, quanto mais próximo do valor máximo, maior é o desenvolvimento humano de uma determinada localidade. Entretanto, este índice não considera outros aspectos como a sustentabilidade e a distribuição de renda.

Para a avaliação do parâmetro educação, o cálculo do IDH municipal considera a taxa de alfabetização de pessoas acima de 15 anos de idade, tendo peso dois, e a taxa bruta de frequência à escola, com peso um. O primeiro indicador é o percentual de pessoas com mais de 15 anos capazes de ler e escrever um bilhete simples, consideradas adultos alfabetizados. O calendário do Ministério da Educação indica que, se a criança não se atrasar na escola, ela completará esse ciclo aos 14 anos de idade, daí a medição do analfabetismo se dar a partir dos 15 anos. O segundo indicador é resultado de uma conta simples: o somatório de pessoas, independentemente da idade, que frequentam os cursos: fundamental, secundário e superior dividido pela população na faixa etária de 7 a 22 anos da localidade. Estão também incluídos na conta os alunos de cursos de primeiro e de segundo graus, de classes de aceleração e de pós-graduação universitária. Apenas classes especiais de alfabetização são descartadas para efeito do cálculo. Para a avaliação da dimensão longevidade, o IDH municipal considera o mesmo indicador do IDH de países: a esperança de vida ao nascer. Esse indicador mostra o número médio de anos que uma pessoa nascida naquela localidade no ano de referência (no caso, 2000) deve viver. O indicador de longevidade sintetiza as condições de saúde e salubridade do local, uma vez que quanto mais mortes houver nas faixas etárias mais precoces, menor será a expectativa de vida. Para a avaliação da dimensão renda, o critério usado é a renda municipal per capita, ou seja, a renda média de cada residente no município. Para se chegar a esse valor, soma-se a renda de todos os residentes e divide-se o resultado pelo número de pessoas, que moram no município (inclusive crianças ou pessoas com renda igual a zero).

GERAÇÃO DE RSU E DESENVOLVIMENTO HUMANO

Muitos estudos sobre saneamento básico, em cidades, indicam que quanto maior a *renda per capita* de uma população, maior é a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados. Outro fator é o PIB, que está relacionado com a diminuição da geração de matéria orgânica e maior descarte de produtos recicláveis como: papel, papelão, plásticos, vidros, metais. Segundo Maciel (2009), a diversidade de aspectos socioculturais e ambientais do país traz diferenciações na composição dos resíduos. O grau de desenvolvimento social e econômico propicia a diferenciação na composição gravimétrica observada em diferentes países e cidades, sendo que quanto maior esse nível de evolução socioeconômica, menor o percentual de matéria orgânica existente nos resíduos desse país em questão.

A média da geração per capita de resíduos sólidos é função da quantidade de resíduos coletados em uma cidade, dividida pela população beneficiada por esses serviços. E se altera em função de hábito de consumo, padrão de vida e renda familiar que define o poder de compra (BIDONE e POVINELLI, 1999). Os RSU podem ser indicadores socioeconômicos, tanto por sua quantidade como também pela sua caracterização. Fatores econômicos como crise ou apogeu refletem diretamente no consumo de bens duráveis e não duráveis, na alimentação e na consequente geração per capita de resíduos sólidos. A análise sobre a evolução da geração per capita de resíduos sólidos pode ser estudada em função de diversos modelos, a saber: estudos no domicílio, na vizinhança, no município, no estado e no país (BEIGL, LEBERSRGER e SALHOFER, 2008).

PANORAMA NACIONAL DOS RSU

A quantidade de resíduos sólidos urbanos – RSU, descartados pela população continua a aumentar no Brasil. Este cenário é apontado na edição do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, em 2017 pela ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). O total de RSU gerado no ano de 2017 no país foi de 78,4 milhões de toneladas, o que demonstra uma retomada no aumento em cerca de 1% em relação a 2016. O montante coletado em 2017 foi de 71,6 milhões de toneladas, registrando um índice de cobertura de coleta de 91,2% para o país, o que evidencia que 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio.

Em relação à disposição final dos RSU coletados, o levantamento da ABRELPE em 2017 não registrou avanços em relação ao cenário do ano anterior, mantendo praticamente a mesma proporção entre o que segue para locais adequados e inadequados, com cerca de 42,3 milhões de toneladas de RSU, ou 59,1% do coletado, dispostos em aterros sanitários. Os 40,9% restantes dos resíduos coletados, foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando mais 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, que não possuem um sistema de medidas necessárias para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, ocasionando danos diretos à saúde de milhões de pessoas.

No período entre os anos de 2016 e 2017 a população brasileira apresentou um crescimento de 0,75%, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%, totalizando uma valor de 1,035kg/hab/dia. Este valor é similar ao gerado em países mais desenvolvidos e com renda (PIB per capita) mais alta do que o Brasil como Japão (354 kg/ano) e Coreia do Sul (358 kg/ano).

Um dos princípios básicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei Federal 12.305/2010) é a obediência à seguinte ordem de prioridades de ações: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada. Desta forma, tal princípio representa um desafio relevante, dado o atual gerenciamento dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros. Na figura 1 têm-se os dados da destinação anual dos RSU no Brasil segundo levantamento da ABRELPE.

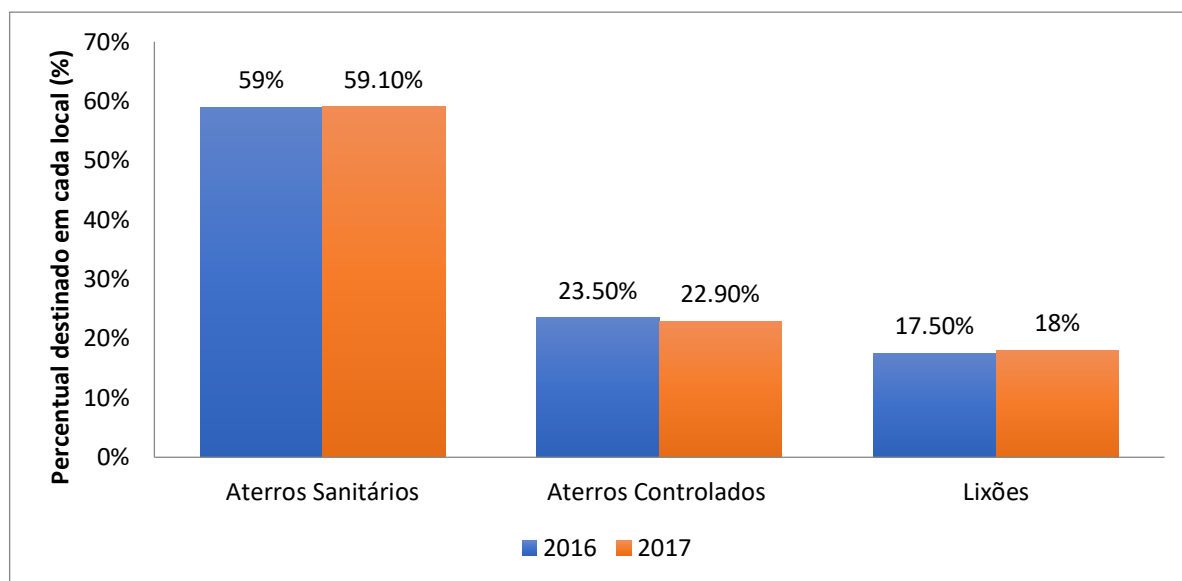


Figura 1: Destinação dos resíduos sólidos no Brasil em 2016 e 2017

CENÁRIO DOS RSU NA BAHIA

Na Bahia, o cenário da disposição é ainda mais crítico, onde a maioria dos locais de destinação adequada dos RSU está localizada próxima ao litoral. Outro fator de destinação adequada está ligado aos conglomerados, aterros regionais que atendem diversos municípios, como no caso de Feira de Santana, região metropolitana de Salvador, região de Ilhéus, dentre outras. Verificando um levantamento da SEDUR e MP e comparando com pesquisas realizadas em visitas nos municípios baianos para composição desse trabalho, tem-se que do total de 417 municípios, existem apenas 39 atendidos por aterros sanitários e 40 por aterros controlados, conforme figura 2.

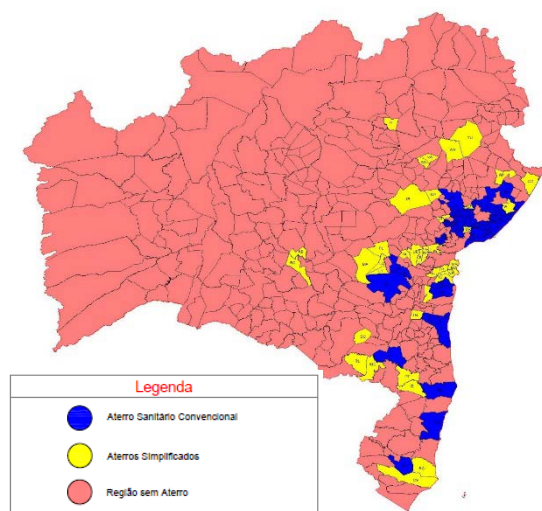


Figura 2: Destino dos resíduos sólidos na Bahia

As figuras 3 e 4 apresentam o percentual de cidades e população baiana, atendidas por tipo de disposição de resíduos em 2017. Essa população foi calculada com base no último censo, realizado pelo IBGE em 2010.

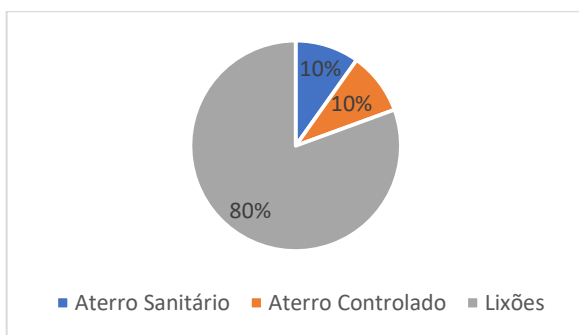


Figura 3: Disposição de RSU – Bahia (municípios)

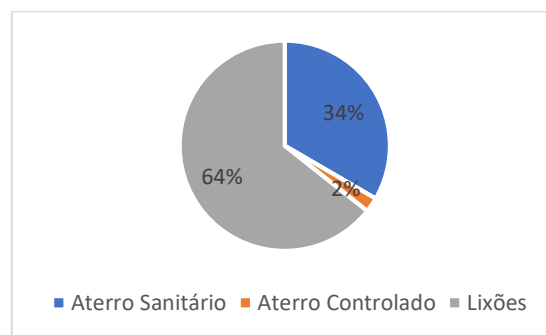


Figura 4: População atendida conforme disposição de RSU – Bahia

METODOLOGIA

O trabalho realizou o estudo de 11 cidades baianas, buscando abranger as diferentes regiões do estado. Nessa análise foi verificado, nas diferentes cidades, qual é a característica dos resíduos sólidos urbanos gerados e sua composição gravimétrica. Os dados sobre geração de resíduos foram levantados dos planos municipais de resíduos sólidos urbanos.

Dentre os elementos da composição gravimétrica, separou-se em grupos de: Matéria orgânica, metal, papel/papelão, plástico, vidro e outros.

Além da composição, verificou-se no IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a população da cidade, o PIB e o IDH, para correlacionar com as características do RSU gerado.

Foram levantados também os dados para diversos países, para mostrar o padrão de geração de RSU com relação ao seu IDH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os dados da caracterização dos RSU em cidades das diferentes regiões no Estado da Bahia.

Tabela 1 – Composição gravimétrica dos RSU em regiões da Bahia

Região	Cidade	Metal	Papel	Plást.	Vidro	Org.	Outros	Pop. (2010)	IDH (2010)	PIB (2015)	Fonte
Oeste	Luiz Eduardo	1,50	4,50	21,25	0,50	47,75	24,50	60105	0,716	55074	PMGIRS 2017
	Barreiras	1,36	20,76	15,70	1,48	49,49	11,21	137427	0,721	24145	PMGIRS 2014
	Santa Maria da	2,05	14,13	15,93	1,54	61,10	5,25	40309	0,614	9275	PMGIRS 2013
Centro norte	Anguera	1,60	8,60	12,90	2,70	59,10	15,10	10242	0,589	5397	PMSB 2018
	Amélia Rodrigues	3,18	11,04	8,14	2,61	50,30	27,73	25190	0,666	10003	PMSB 2016
	Feira de Santana	8,10	11,30	7,60	1,40	50,70	20,90	556642	0,712	19370	Salomão 2019
Região Metr. de Salvador	Camaçari	2,70	16,50	16,60	0,80	51,20	12,20	242970	0,694	71012	PMGIRS 2015
	São Francisco	4,91	14,29	13,26	4,60	56,48	6,46	33183	0,674	219845	PMSB 2015
	Salvador	1,88	12,92	20,79	2,64	48,95	12,82	2675656	0,759	19812	Andrade 2014
Centro Sul	Lençóis	2,00	3,40	5,90	1,60	61,70	25,40	10368	0,623	9834	Andrade 2014
Sul	Morro de São Paulo	2,40	4,50	6,40	3,50	62,60	20,60	88673	0,623	13586	Andrade 2014

Fonte IBGE: IDH 2010, PIB 2015, População 2010

Na tabela 1, observa-se que em todas as regiões do Estado da Bahia a fração orgânica predomina, variando entre 47,75% e 62,60% dos RSU gerados, seguidos pela geração de plástico e papel. Em geral, a maior geração de orgânicos foi apresentada pelos municípios com população abaixo de 50 mil habitantes, PIB abaixo de 10.000 e IDH variando entre 0,589 e 0,666. A cidade de Salvador, com maior população e maior IDH, gerou um dos menores percentuais de orgânicos. Feira de Santana, segunda maior população do estado, gerou maior quantidade de orgânico quando comparada com Luiz Eduardo Magalhães e Barreiras, que possui IDH superior.

A tabela 2 apresenta os dados da caracterização dos RSU, geração per capita e IDH em diferentes países, incluindo o Brasil. Os dados foram coletados em 2015 e abrangem 188 países e territórios. O IDH é um índice medido anualmente pela ONU e utiliza indicadores de renda, saúde e educação.

Tabela 2 – Composição gravimétrica dos RSU, geração per capita e IDH de diversos países

País	IDH	Geração per capita (kg/hab.dia)	Composição (%)				
			Matéria	Plástico	Papel	Vidro	Metal
Japão	0,903	1,120	22,20	7,30	31,10	13,80	6,40
Reino Unido	0,922	1,590	23,40	4,20	33,90	14,40	7,10
Canadá	0,926	1,200	30,00	10,00	32,00	6,00	3,00
Gana	0,592	0,600	64,00	4,00	3,00	3,10	1,00
Nigéria	0,532	0,634	63,60	8,70	9,70	2,60	3,20
Kuwait	0,803	1,010	44,40	11,20	8,60	5,30	2,80
Paraguai	0,702	0,850	60,80	4,40	12,20	4,60	2,30
Nepal	0,574	0,330	46,00	10,00	6,00	7,00	5,00
Haiti	0,498	0,210	65,50	12,00	7,50	2,25	2,90
China	0,752	0,646	42,49	8,24	8,77	5,89	3,50
Brasil	0,759	1,040	65,00	3,00	25,00	3,00	4,00
EUA	0,924	2,010	35,60	6,50	41,00	8,20	8,70

Fonte: (UN, 2016); (OECD, 2009)

Observa-se que países com nível de desenvolvimento semelhante ao do Brasil, apresentam elevada geração de matéria orgânica em seus RSU, geração per capita até 1kg/hab.dia e IDH abaixo de 0,759, que é o índice do Brasil. Os países com IDH acima de 0,9, possuem geração per capita acima de 1,11kg/hab.dia e produzem mais de 40% de orgânicos.

CONCLUSÕES

Dos municípios baianos estudados, verificou-se uma forte correlação entre população, geração do resíduo sólido orgânico, PIB e IDH, onde os municípios com população inferior a 50 mil habitantes, PIB abaixo de 10 mil e IDH abaixo de 0,7 geram elevado percentual de resíduos orgânicos. Observa-se que o maior IDH está na região centro-norte, entretanto, não se trata da maior geração de orgânicos.

A despeito desta observação, é necessário fazer a verificação de uma quantidade maior de municípios para definir um perfil característico dos municípios baianos, por região, uma vez que dentre as cidades estudadas, existem algumas com características peculiares de turismo e litoral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. Revista Panorama, São Paulo – SP. 2018
2. AGUIAR, P. H. do Valle; BARROS, R. T. de V. Proposta de Modelagem para previsão da composição dos resíduos sólidos. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2017.
3. ANDRADE, S. F. Aplicação da técnica de recirculação de chorume em aterros tropicais – Estudo de caso do Aterro Sanitário Metropolitano Centro (ASMC). 173 p., Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
4. BEIGL, P.; LEBERSRGER, S.; SALHOFER, S. (2008) Modelling municipal solid waste generation: review. Vienna, Austria: Institute of Waste Management, Department of Water, Atmosphere and Environment, BOKU – University of Natural Resources and Applied Life Sciences.
5. BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC; USP, 1999.
6. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Relatório 2012. Disponível em: <http://www.epa.gov/oswer/publication.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.
7. JUCÁ, J. F. T. et al. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. 1. ed. Recife: CCS Gráfica Editora Ltda., 2013. 186p.
8. LACOSTE, E; CHALMIN, P. From waste to resource: 2006 world waste survey. Paris: Economica editions, 2006.

9. EUROSTAT. Environmental Data Centre on Waste 2012. Disponível em: <http://www.ec.europa.eu/eurostat/web/environment/waste/database>>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.
10. MACIEL, F.J. Geração de biogás e energia em aterro experimental de resíduos sólidos urbanos. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) UFPE, 2009. Recife - PE, 333 fls
11. UNITED NATIONS. Human Development Index and its componentes 2016. Disponível em http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdi_table.pdf. Acesso em: 25 de outubro de 2018.
12. ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). (2009) Municipal waste generation – OECD Fact book 2009: economic, environmental and social. Disponível em: <http://www.oecdilibrary.org/preview/sites/factbook-2009-en/08/02/02/index.html>. Acesso em: 05 de outubro de 2018.
13. SALOMÃO D. S. S.; Recirculação de lixiviado em um aterro sanitário: implicações na estabilidade do maciço. (Dissertação) - Programa de pós graduação em engenharia civil e ambiental - UEFS. Feira de Santana, 2019.
14. SOUZA R. C. C.; BAETTKER E. C.; NAGALLI A.; IZZO R. L. S.; Métodos estimativos da geração e composição de resíduos sólidos urbanos: uma revisão. R. Eng. Constr. Civ., Curitiba – PR jul./dez., 2014.