

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES
GERADOS EM CONJUNTOS HABITACIONAIS MINHA CASA MINHA VIDA
LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI (BAHIA)**

Hitomi Pires Miyamoto⁽¹⁾

Bióloga (UCSAL). Especialista em Gestão de Resíduos Sólidos Socialmente Integrada (UFBA). Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (UFBA). e-mail: hitomiyamoto@hotmail.com

Viviana Maria Zanta

Engenheira Civil (UFSCar). Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP). Professora Associada do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica (UFBA). e-mail: zanta@ufba.br

Endereço⁽¹⁾: R. Prof. Aristίδes Novis, 2 – Escola Politécnica da UFBA, Dept^o de Engenharia Ambiental, Sala 10 - Federação, Salvador - BA, 40210-630 - Brasil - Tel: +55 (71) 3283-9454.

RESUMO

Os resíduos sólidos domiciliares (RSD) são gerados nas atividades domésticas e devem ser tratados adequadamente antes de serem dispostos no ambiente. Dados gravimétricos estimam que do total de resíduos sólidos coletados no país (183.481,5t/dia), 83,3% são potencialmente recicláveis e dessa alíquota 31,9% é constituído por materiais recicláveis secos e 51,4% por material orgânico. A caracterização física dos resíduos sólidos fornece dados capazes de subsidiar o planejamento das atividades do setor de limpeza urbana, além de avaliar o potencial de reutilização e reciclagem dos resíduos gerados contribuindo para a melhoria das ações de gerenciamento. O presente estudo buscou avaliar a geração dos RSD em conjuntos habitacionais Minha Casa Minha Vida (CH MCMV) do município de Camaçari (BA), quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos. Dois CH MCMV foram definidos como sendo o universo amostral para análise quali-quantitativa. Utilizou-se o método do quarteamento baseado na NBR 10007/2004 para amostragem da composição gravimétrica. Os resultados mostraram que 86% dos resíduos gerados nesses conjuntos habitacionais apresentam potencial de reutilização e reciclagem, sendo que, dessa alíquota 71% é constituído por material biodegradável. Devido a alta porcentagem de materiais recicláveis, recomenda-se que as ações de gestão e gerenciamento sejam voltadas para a adoção de técnicas que busquem a valorização desses resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo sólido domiciliar, caracterização física, conjuntos habitacionais

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são provenientes das atividades humanas e devem ser destinados a formas de tratamentos adequadas para minimizar os danos causados pela sua disposição no ambiente. Dentre os resíduos sólidos gerados por diferentes fontes, existem os resíduos sólidos domiciliares (RSD) que são aqueles gerados nas atividades domésticas e que necessitam de políticas de gerenciamento que auxiliem na escolha de tecnologias adequadas ao tratamento desses materiais. Desse modo, a partir de 2010 a Lei 12.305 instituiu normas referentes ao manejo dos resíduos sólidos estimulando a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

No Brasil, o índice de geração *per capita* dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de 1,22 kg/hab./dia sendo gerados diariamente 198.514 t/dia (IBGE, 2008). Em um estudo realizado pelo IPEA (2012), dados gravimétricos estimam que do total de resíduos sólidos coletados no país (183.481,5t/dia), 83,3% são potencialmente recicláveis com 31,9% constituído por materiais recicláveis secos e 51,4% por material orgânico. Ainda assim, conforme relatado por Oliveira *et al.* (2015), a maior parte desses materiais são aterrados sem nenhum tipo de reaproveitamento, indicando a má gestão e o mau gerenciamento dos resíduos sólidos.

Por outro lado, a Lei Federal 11.124 (BRASIL, 2005) dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, tendo o Governo Federal a partir de 2009, desenvolvido programas para redução do déficit habitacional, utilizando recursos do Programa de Aceleração do Crescimento aplicados a programas, tais

como, Minha Casa Minha Vida. Desse modo, inúmeros espaços urbanos estão sendo ocupados com a construção de conjuntos habitacionais, que associado às melhorias das condições socioeconômicas por parte da população, tem contribuído para a concentração espacial de fontes geradoras de resíduos sólidos domésticos.

Neste cenário, torna-se importante prover os conjuntos habitacionais de estrutura adequada para o manejo de resíduos sólidos, atendendo ao disciplinamento da gestão de resíduos sólidos contido na Lei 12.305/2010, sendo necessário o conhecimento a cerca do tipo e quantidades de materiais gerados para subsidiar as escolhas quanto a melhor forma de destinação. Para tanto, a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos fornece dados capazes de subsidiar o planejamento das atividades do setor de limpeza urbana, além de avaliar o potencial de reutilização e reciclagem dos resíduos gerados contribuindo para a melhoria das ações de gerenciamento.

Deste modo, o presente estudo buscou identificar quali-quantitativamente a produção dos RSD em dois conjuntos habitacionais minha casa minha vida (CH MCMV) na região metropolitana de Salvador, com o intuito de fornecer subsídios que auxiliem as ações de gerenciamento nesses ambientes.

OBJETIVO DO TRABALHO

Avaliar a geração de resíduos sólidos domiciliares em conjuntos habitacionais minha casa minha vida do município de Camaçari (BA), quanto aos aspectos quantitativos (geração *per capita* e peso específico) e qualitativos (composição gravimétrica).

METODOLOGIA

A caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares foi realizada em dois Conjuntos Habitacionais Minha Casa Minha Vida (CH MCMV), localizados na região metropolitana de Salvador, no município de Camaçari, Bahia. Foram cadastradas, aleatoriamente, 75 residências que fizeram parte do estudo de caracterização. Durante este cadastro, um morador de cada domicílio foi entrevistado respondendo a um questionário sobre perfil socioeconômico e forma de manejo dos resíduos dentro da residência, assinando também o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os moradores foram orientados quanto à participação na pesquisa e receberam um kit contendo um panfleto informativo (Figura 1) e três sacos plásticos de cores diferentes (azul, preto e branco) para acondicionar os resíduos gerados nas residências por tipo, respectivamente, seco, úmido e rejeito.

Figura 1 - Frente e verso do panfleto informativo



Para determinação do tamanho da amostra, considerou-se o universo amostral como sendo os dois conjuntos habitacionais com população finita composta por 868 residências. A estimativa de erro estabelecida foi de 100g e o grau de confiança de 95%. Para os cálculos, utilizou-se a equação 1 que visa determinar o número da amostra quando se desconhece o desvio padrão. Deste modo, o tamanho da amostra determinada foi de 71 residências. Ainda assim, acrescentaram-se mais quatro unidades com o intuito de considerar possíveis perdas ou desistência dos participantes, finalizando a amostra em 75 unidades habitacionais.

$$n = \frac{N\delta^2 \cdot Z_{\alpha/2}^2}{(N-1) \cdot \varepsilon^2 + \delta^2 \cdot Z_{\alpha/2}^2} \quad \text{equação (1)}$$

Onde, n representa o tamanho da amostra, N a população finita, $\delta = \Delta/4$ é a amplitude da estimativa da população *per capita*, ε é a estimativa de erro e $Z_{\alpha/2}$ é o valor tabelado de 1,96.

Na manhã do dia seguinte, após a entrega dos kits, foi realizada a coleta porta a porta dos resíduos sólidos nas casas cadastradas e a caracterização física propriamente dita dos resíduos sólidos domiciliares. Primeiramente, separaram-se os sacos plásticos por cores, sendo estes pesados para a determinação do peso *per capita* por categoria de resíduo gerado. Vale ressaltar, que antes da pesagem os sacos foram abertos para verificar se os resíduos estavam separados de forma correta, assim, observaram-se falhas na segregação dos resíduos na fonte geradora, sendo necessária a prévia separação pela equipe antes da pesagem propriamente dita. Para determinação da geração *per capita* diária dos resíduos gerados nas residências, a somatória do peso líquido do material coletado foi dividido pelo número total de habitantes participantes na pesquisa, conforme a equação 2.

$$P_{per\ capita} = P_{liq}/hab_r \quad \text{equação (2)}$$

Onde, $P_{per\ capita}$ é a produção *per capita* de resíduos (kg/hab.dia), P_{liq} é o peso líquido dos resíduos coletados nas residências (kg) e hab_r é o total de habitantes das residências participantes (hab).

Em seguida, utilizando um recipiente de peso e volume conhecido, realizou-se a determinação do peso específico, considerando as categorias seco, úmido e rejeito. O peso específico foi calculado conforme a equação 3.

$$P_e = m/v \quad \text{equação (3)}$$

Onde, P_e é o peso específico da amostra (kg/m³), m é a massa da amostra (kg) e v é o volume da amostra (m³).

Após esta etapa, realizou-se o quarteamento, baseado na NBR NBR 1007/2004 (ABNT, 2004), para a determinação da composição gravimétrica por tipo de resíduos gerados. Cada componente foi pesado separadamente para calcular o percentual em relação ao total de materiais coletados e estimar a quantidade de materiais recicláveis presentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de residências selecionadas e cadastradas para participar da pesquisa, apenas 50 entregaram os resíduos para a caracterização dos mesmos. Assim, o número de moradores participantes foi de 173. A Tabela 1 apresenta a produção *per capita* por tipo de resíduo sólido gerado nos domicílios dos dois conjuntos habitacionais pesquisados.

Tabela 1 - Produção *per capita* por tipo de resíduo sólido gerado em domicílios

CH Morada dos Sabiás e Morada dos Canários - Camaçari - BA

Quantidade de habitantes pesquisados	Tipo de Resíduo	Total de resíduo produzido por dia (kg)	Produção <i>per capita</i> (kg/hab.dia)
173	Orgânico	40,396	0,234
	Seco	12,600	0,073
	Rejeito	10,320	0,060
	Total	63,316	0,366

Calculou-se a média da geração *per capita* de resíduos sólidos em função da quantidade de resíduos coletados pela população participante. Como apresentado na Tabela 1, a média *per capita* dos resíduos sólidos gerados foi 0,366 kg/hab.dia, sendo deste total a geração *per capita* de resíduos sólidos orgânicos de 0,234 kg/hab.dia. Tais resultados mostram que os resíduos sólidos orgânicos representam, aproximadamente, 64% do total de resíduos gerados. Ainda, o valor total de resíduos sólidos gerados pelos habitantes dos conjuntos habitacionais em estudo, multiplicado pela população total do município de Camaçari (242.970 habitantes), de acordo com o censo demográfico do IBGE em 2010, representa uma estimativa de 88.927,02 kg ou 88,93 toneladas de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente no município.

O peso específico médio dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos CH MCMV nesse estudo foi de 192,45 kg/m³, conforme apresentado na Tabela 2. De acordo com Rezende *et al.* (2013), o conhecimento do peso específico pode auxiliar no gerenciamento dos resíduos sólidos por determinar a sua capacidade volumétrica.

Tabela 2 – Peso específico dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos CH MCMV de Camaçari – BA

CH Morada dos Sabiás e Morada dos Canários - Camaçari - BA			
Tipo de resíduo	Massa da amostra (kg)	Volume da amostra (m ³)	Peso específico (kg/m ³)
Orgânico	38,335	0,08478	452,17
Seco	11,479	0,31793	36,11
Rejeito	9,441	0,10598	89,08
Total	59,255	0,50869	192,45 (média)

A composição gravimétrica foi caracterizada por tipo de resíduo gerado, sendo os resultados apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos orgânicos

CH Morada dos Sabiás e Morada dos Canários - Camaçari - BA			
Tipo de Resíduo	Componentes	Peso (Kg)	%
Orgânico	Abóbora	0,045	0,47
	Aipim (Casca)	0,095	0,99
	Arroz+Macarrão+Feijão+Pão+Não identificados	4,430	46,31
	Banana	1,620	16,94
	Batata	0,030	0,31
	Cana (casca)	0,060	0,63
	Carne+Osso	0,530	5,54
	Cebola + Pimentão	0,145	1,52
	Cenoura	0,065	0,68
	Chuchu	0,060	0,63
	Jaca (caroço)	0,015	0,16
	Laranja	0,585	6,12
	Limão	0,095	0,99
	Mamão	0,280	2,93
	Manga (casca e caroço)	0,515	5,38
	Maracujá	0,170	1,78
	Melancia	0,510	5,33
	Plantas (Folhas)	0,030	0,31
Quiabo	0,085	0,89	
Talos coentro + Folhas couve	0,200	2,09	
Total		9,565	100,00

Conforme apresentado na Tabela 3, dentre os resíduos orgânicos gerados, notou-se que 51,86% dos componentes são provenientes das sobras das refeições como arroz, macarrão, feijão, carne e sobras de osso. Em seguida, predomina o consumo de frutas com 40,25%, com destaque para banana (16,94%), laranja (6,12%), manga (5,38%) e melancia (5,33%).

A Tabela 4 apresenta o resultado da composição gravimétrica dos resíduos considerados secos durante a caracterização física.

Tabela 4 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos secos
CH Morada dos Sabiás e Morada dos Canários - Camaçari - BA

Tipo de Resíduo	Componentes	Peso (Kg)	%
Seco	Alumínio	0,125	6,0
	Isopor	0,015	0,7
	Laminado	0,045	2,2
	Madeira	0,520	25,2
	Outro (plástico ou borracha)	0,105	5,1
	Papel/Papelão	0,520	25,2
	PET	0,170	8,2
	Plástico Duro	0,240	11,6
	Plástico Mole	0,285	13,8
	Tetra Pack	0,040	1,9
Trapo	0,001	0,1	
Total		2,066	100,00

Nota-se a predominância na geração de materiais como plástico (25,4%) seguido de papel/papelão (25,2%) e garrafas PET (8,2%).

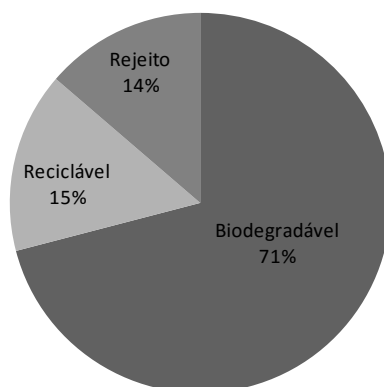
A Tabela 5 mostra a quantidade de rejeito gerado nos domicílios. Pode-se observar que a porcentagem de fraldas descartáveis e absorventes usados é superior aos outros tipos de componentes classificados, sendo pouco mais de 57% do total.

Tabela 5 - Composição gravimétrica do rejeito gerado em domicílios
CH Morada dos Sabiás e Morada dos Canários - Camaçari - BA

Tipo de Resíduo	Componentes	Peso (Kg)	%
Rejeito	Fraldas descartáveis/Absorvente usado	1,060	57,3
	Papel Higiênico	0,655	35,4
	Outros (cotonete, aparelho de barbear, embalagem creme dental, resto de cigarro)	0,135	7,3
Total		1,85	100,00

Ainda, com o intuito de avaliar a tratabilidade dos resíduos produzidos nos domicílios, além de verificar a composição gravimétrica determinou-se também o potencial de aproveitamento destes materiais conforme apresentado na Figura 2. Estas informações são importantes para o planejamento de sistemas de tratamento para o gerenciamento dos resíduos e para a implantação de programas de coleta seletiva. Assim, constatou-se que 86% dos resíduos gerados nos domicílios apresentam potencial de valorização, podendo ser reaproveitados ou reciclados. Desse total, 71% é composto por material biodegradável com potencial para ser utilizado, por exemplo, no processo de compostagem e 15% são materiais secos passíveis de serem reciclados ou reaproveitados.

Figura 2 - Características da tratabilidade dos resíduos domiciliares dos CH MCMV de Camaçari - BA



Observa-se que de todo o material gerado nas residências pesquisadas, apenas o rejeito (14%), deveria ser encaminhado para a disposição final, conforme determina a Lei 12.305/2010. Isto representaria aumento da vida útil do aterro sanitário e redução dos impactos ambientais atualmente causados pela ocupação de áreas para o descarte desses materiais.

CONCLUSÃO

Nos conjuntos habitacionais pesquisados, constatou-se uma produção *per capita* de 0,366 kg/hab.dia de resíduos sólidos domiciliares, com grande influência de material orgânico que apresentou uma produção *per capita* de 0,234 kg/hab.dia. Já o peso específico médio dos resíduos sólidos domiciliares foi de 192,45 kg/m³.

A composição gravimétrica mostrou que o percentual de matéria orgânica foi de 71%, mostrando a importância de se estudar a compostagem como técnica de tratamento da fração dos RSD em conjuntos habitacionais.

Dentre os resíduos secos gerados, destacaram-se a presença do plástico, papel/papelão e garrafas PET podendo-se considerar a possibilidade de valorização desses materiais por meio de parcerias com cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

Analisando a tratabilidade dos RSD gerados nos CH MCMV nesse estudo, constatou-se que 71% correspondem ao material biodegradável, 15% se referem ao material reciclável seco e 14% é composto por rejeito. Desse modo, atendendo a política nacional de resíduos sólidos, se apenas o rejeito fosse de fato encaminhado para a disposição final, isto representaria aumento da vida útil do aterro sanitário e redução dos impactos ambientais causados pela disposição desses materiais no solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa ofertada e a FINEP/CNPq pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa TECRESOL - Metodologias e Tecnologias para a Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos: ênfase na redução e valorização em ambientes urbanos, possibilitando a elaboração desse estudo.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10007: *Amostragem de resíduos: procedimentos*. Rio de Janeiro, 2004.
- BRASIL. *Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa nacional de saneamento básico – 2008*. Rio de Janeiro, 2010.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa*. Brasília: IPEA, 2012. 82p.
- OLIVEIRA, F.D.A.; LIMA, N.C.; DE LIMA, A.C.A.; STEFANUTTI, R. Proposta de coleta seletiva da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares no bairro Pici, Fortaleza-CE. *Revista DAE*, v.64, n.201, p.45-64, jan/abr. 2015.
- REZENDE, J.H.; CARBONI, M.; MURGUEL, M.A.T.; CAPPS, A.L.A.P.; TEIXEIRA, H.L.; SIMÕES, G.T.C.; RUSSI, R.R.; LOURENÇO, B.L.R.; OLIVEIRA, C.A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). *Revista Engenharia Ambiental*, v.18, n.1, p.1-8, jan/mar. 2013.