UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – UFBA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Rafael Brasileiro

ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE MODELO DESCENTRALIZADO PARA COMPOSTAGEM EM ESCOLAS

Salvador

2019

Rafael Brasileiro

ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE MODELO DESCENTRALIZADO PARA COMPOSTAGEM EM ESCOLAS

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, orientado pela Professora Viviana Zanta do Departamento de Engenharia Ambiental (DEA) e apresentado na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Salvador

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
Rua Prof. Aristides Novis nº 2 Federação Tel: (071) 3283 9713 CEP 40.210-630
Salvador – Bahia Fax: (071) 3283 9740 e-mail: cesa@ufba.br

Rafael Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Engenharia Sanitária e Ambiental

Análise do Processo de Implantação de Modelo Descentralizado para Compostagem em Escolas.

Banca Examinadora:

Profª. Drª. Viviana Maria Zanta _____
DEA/ Profª. Drª. EP/Universidade Federal da Bahia

Profª. Drª. Vivien Luciane Viaro _____
DEA/EP/Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Luciano Matos Queiroz _____
DEA/EP/Universidade Federal da Bahia

Salvador
11 de julho de 2019

FIGURAS

Figura 1 – Ordem prioritária de ações segundo a PNRS

Figura 2 – Disposição Final de RSU na Região Nordeste (t/dia)

Figura 3 – Temperaturas reportadas pelos proprietários de bombonas participantes do estudo sobre compostagem domiciliar, de maio de 2000 até março de 2002

Figura 4 - Fluxograma de multicausalidade para sistemas de compostagem

Figura 5 - Localização da comunidade de moradores de um condomínio MCMV

Figura 6 - Localização do condomínio Bosque das Bromélias e do Aterro Metropolitano Centro

Figura 7 - Realização de entrevistas individuais com moradores do condomínio Bosque das Bromélias

Figura 8 - Resultado das entrevistas quanto à prática de segregação dos materiais orgânicos

Figura 9 - Resultado das entrevistas quanto à destinação/processamento dos materiais orgânicos

Figura 10 - Resultado das entrevistas quanto ao conhecimento prévio sobre compostagem

Figura 11 - Resultado das entrevistas quanto ao interesse em obter uma composteira domiciliar

Figura 12 - Encontro de articulação e planejamento com a diretora da Escola Municipal Bosque das Bromélias e lideranças comunitárias

Figura 13 - Fluxograma de movimentação e transporte dos resíduos sólidos gerados na Escola Municipal Bosque das Bromélias

Figura 14 – Layout do sistema de compostagem descentralizada

Figura 15 – Modelo de composteira confeccionada com reutilização de bombonas plásticas

Figura 16 – Layout para confecção de modelo de composteira com reutilização de bombonas plásticas

Figura 17 – Indicação de dispositivo de descarga de excesso de chorume

Figura 18 – Material obtido após 35 dias de decomposição da biomassa

Figura 19 – Percentual de respostas quanto a percepção da presença de insetos nas composteiras

Figura 20 – Roda de conversa com professoras e colaboradores da escola

TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de Unidades de Destinação Final na Bahia

Tabela 2 – Lista de materiais e orçamento para implantação da mini-usina de compostagem

Tabela 3 – Esquematização das etapas necessárias à implantação do sistema de compostagem descentralizada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	**07**
2. OBJETIVO GERAL	**10**
2.1. Objetivos específicos	**10**
3. REVISÃO DE LITERATURA	**11**
4. METODOLOGIA	**17**
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	**20**
5.1. Entrevistas de aproximação (1ª etapa)	**20**
5.2. Encontros de articulação e planejamento (2º etapa)	**24**
5.3. Diagnóstico e dimensionamento do sistema de compostagem (3ª etapa)	**25**
5.3.1. Caracterização dos resíduos	**26**
5.3.2. Fluxo de movimentação dos resíduos	**26**
5.3.3. Estimativa da geração de materiais compostáveis	**29**
5.3.4. Escolha do modelo de compostagem	**29**
5.4. Implantação do sistema de compostagem (4ª etapa)	**35**
6. CONCLUSÃO	**36**
7. REFERÊNCIAS	**39**
APÊNDICES	**42**

1. INTRODUÇÃO

O manejo adequado dos resíduos sólidos é um grande desafio para gestões municipais do Estado da Bahia, tanto pela carência em cobertura e qualidade dos serviços na maioria das cidades baianas, quanto pela recorrente utilização de vazadouros a céu aberto (lixões) como mecanismos de destinação final (SEDUR, 2012). Em áreas urbanas vulnerabilizadas pela presença da desigualdade social, condições precárias de moradia, saneamento, educação e saúde, medidas de manejo adequado de resíduos sólidos possuem ainda mais importância e potencial de impacto na vida dos indivíduos que ali habitam.

Atualmente, a maioria dos municípios baianos ainda destina de forma ambientalmente inadequada os resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Nas zonas urbanas que apresentam vulnerabilidade socioambiental e populações de baixa renda, existe uma combinação de fatores político-econômicos que levam ao agravamento dos impactos socioambientais causados pela carência de um serviço de coleta pública de qualidade e a consequente destinação dos resíduos sólidos para lixões, pontos de acumulação clandestina, terrenos baldios, valas e queimas incompletas.

Dessa forma, é possível observar que a ausência de universalização do acesso aos serviços de manejo de RSU de maneira adequada pode acarretar diretamente impactos na saúde e qualidade de vida de comunidades carentes. Nota-se portanto a necessidade de investimento de esforços no desenvolvimento de modelos mais sustentáveis para os serviços de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

A carência de investimentos públicos suficientes para contemplar os custos necessários ao manejo dos RSU para parcela da população baiana com baixo poder aquisitivo é um cenário desafiador para alcançar a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, estabelecidos pela Lei nº 11.445/2007. As estratégias de um gerenciamento que envolva menores custos para implantação, operação e monitoramento são fundamentais para propiciar avanços em um cenário de escassez de recursos financeiros públicos aplicados à área do saneamento.

Dentre os tipos de RSU classificados quanto à origem, estão os materiais orgânicos biodegradáveis, os quais representam em média aproximadamente 50% da composição gravimétrica dos RSU domiciliares no Brasil (ABRELPE, 2017).

Quando dispostos no meio ambiente de maneira inadequada, a decomposição dos materiais orgânicos sem nenhum procedimento de controle pode gerar impactos à qualidade do solo e corpos hídricos, além de contribuir na atração e proliferação de vetores. Entretanto, o caráter biodegradável deste tipo de resíduo confere um alto potencial para aproveitamento dos resíduos por meio de tecnologias e processos biológicos que podem ser desenvolvidos de forma apropriada para diferentes escalas.

Algumas experiências estudadas por Massukado apontaram a compostagem descentralizada como uma modalidade flexível, sendo possível ser replicada para diversos tipos de instituições, dentre elas escolas, bairros e empresas. Em Riker's Island, no Estados Unidos da América (EUA), um presídio municipal chegou a ter 80% dos resíduos alimentares tratados pela unidade descentralizada de compostagem (UDC). Já no distrito de Mirpur em Dhaka, capital de Blangadesh, uma planta de compostagem obteve sucesso financeiro em função da grande quantidade de compradores do composto na região (MASSUKADO, 2008).

As escolas localizadas em áreas urbanas vulnerabilizadas são fundamentais para garantir o direito básico à educação para os indivíduos jovens de uma determinada localidade. Em meio à ocupação urbana desordenada, precariedade em condições de habitação, saúde e segurança, o espaço de aprendizagem proporcionado pelo ambiente escolar é uma oportunidade para inclusão social e produtiva da parcela mais pobre da população.

Foi analisado de forma qualitativa o processo de implantação de um modelo descentralizado de compostagem, desenvolvido para a Escola Municipal Bosque das Bromélias, localizada próxima a um condomínio do programa Minha Casa Minha Vida faixa 1 (renda mensal até R$ 1.800,00), com colaboração do Instituto de Permacultura da Bahia (IPB) e da comunidade escolar (membros da diretoria, corpo docente e colaboradores).

A motivação para implantação do sistema de compostagem teve origem no estreitamento dos laços entre a equipe técnica do Projeto EcoBromélias pertencente ao IPB e a diretoria da escola. O Projeto EcoBromélias está em execução com apoio do Fundo Socioambiental da Caixa (FSC) desde abril de 2018 com o objetivo de fomentar práticas de manejo de resíduos sólidos mais sustentáveis, a exemplo da compostagem, segregação na fonte e entrega voluntária de materiais recicláveis.

A metodologia desenvolvida tem como objetivo nortear a replicação de modelos descentralizados de compostagem em escolas de zonas urbanas vulnerabilizadas, concebidos

com custos baixos e técnicas construtivas simples, a fim de contribuir para o estudo da compostagem em pequena escala como um modelo de tecnologia social.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar o processo de implantação de um sistema de compostagem em pequena escala a baixo custo.

2.1. Objetivos específicos

- Obter informações sobre a geração e manejo de resíduos sólidos orgânicos no condomínio residencial Bosque das Bromélias
- Estimar a quantidade de resíduos sólidos orgânicos gerados na escola municipal Bosque das Bromélias
- Obter informações sobre a percepção dos indivíduos na etapa de implantação de inciativa de compostagem descentralizada
- Identificar as principais etapas para replicação da iniciativa de compostagem descentralizada em outras escolas

3. REVISÃO DE LITERATURA

A gestão de resíduos sólidos no Brasil constitui uma das componentes do saneamento básico e tem relações diretas com a promoção da saúde e preservação dos recursos naturais, especialmente do solo e recursos hídricos. Sobre estas relações, a interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento é hoje bastante evidente, reforçando a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira (IBAM, 2001).

A gestão integrada de resíduos sólidos, por sua vez, de acordo com a lei 12.305/2010, em seu art. 3° inciso XI, é o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental e cultural, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Entende-se, assim, que a questão dos resíduos está atrelada a contextos sociais, das menores às maiores escalas. Portando, as atividades de gestão devem considerar esta visão sistêmica no seu planejamento e execução. Esta integração garante, além do funcionamento adequado das atividades de gerenciamento de resíduos, a melhoria nas condições socioeconômicas da sociedade envolvida.

As atividades de gerenciamento podem ser classificadas, ainda de acordo com a PNRS, como o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Além das definições, a lei traz a seguinte ordem prioritária de ações de gerenciamento e gestão (figura 1):

Figura 1 – Ordem prioritária de ações segundo a PNRS

Fonte: Autoria própria, 2019.

Para desempenhar as atividades de gestão e gerenciamento, é necessário saber a classificação qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos em questão. Ainda de acordo com a Lei nº 12.305/2010, os resíduos sólidos são definidos como:

> "Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido (...)".

Os resíduos sólidos, quando esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, denominam-se rejeitos. Nesse caso, os rejeitos não apresentam outra possibilidade de destinação final que não a disposição final ambientalmente adequada como um aterro sanitário. Vale ressaltar que parcela dos resíduos gerados pelas atividades humanas é biodegradável e pode ser processada para gerar um produto condicionador de solos pela compostagem, ao invés de sobrecarregar o sistema de coleta e reduzir a vida útil de aterros sanitários, em função do não aproveitamento da matéria orgânica ou biomassa produzida.

As iniciativas de compostagem em pequena escala, em unidade familiar ou comunitária, se apresentam como soluções com potencial para contribuir na diminuição da carga orgânica dos resíduos sólidos domiciliares destinados de maneira ambientalmente inadequada. O processo de transformação da matéria orgânica em um composto condicionador de solo foi bastante explorado pelo inglês James Stephens durante um programa de pesquisa desenvolvido na periferia de Londres, no qual foram disponibilizadas composteiras gratuitamente para famílias interessadas em comprometer-se com a segregação dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e a realizar o manejo e o monitoramento necessários (STEPHENS, 2002).

O resultado encontrado apontou que a prática de compostagem tem potencial para desviar os materiais biodegradáveis dos diferentes pontos de destinação e, por consequência, impactar positivamente com o aumento da vida útil do aterro sanitário londrino.

Ainda utilizando a Inglaterra como referência no âmbito da difusão das iniciativas de compostagem em pequena escala, até o ano de 1990, mais de 3,5 milhões de composteiras unifamiliares haviam sido distribuídas em todo o país com apoio de recurso financeiro federal. Esse número expressivo é reflexo de uma política de incentivo à formulação de programas de educação ambiental para aumentar a adesão à prática de compostagem e diminuir a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários (STEPHENS, 2002).

O panorama de difusão das práticas de compostagem no Brasil é de difícil compreensão em função da ausência de estudos e pesquisas nesta área do conhecimento e da inexistência de um banco de dados a nível nacional que reúna de forma sistematizada as informações das

iniciativas existentes no país. Pode-se afirmar que o processo de compostagem ainda é pouco difundido em programas municipais de gerenciamento de resíduos sólidos em função de desafios inerentes ao processo, a exemplo da dificuldade de sensibilização da população para segregação dos resíduos compostáveis na fonte geradora e do preconceito associado ao manejo de resíduos sólidos (MASSUKADO, 2008).

No Brasil, o programa de habitação social Minha Casa Minha Vida (MCMV) tem enfrentado desafios sob o ponto de vista do manejo dos resíduos sólidos domiciliares, principalmente nos empreendimentos destinados a cidadãos com baixo poder aquisitivo. Geralmente, esses condomínios MCMV estão localizados em áreas periféricas dos centros urbanos com condições precárias de mobilidade, saúde e educação. Em meio a essa conjuntura, as diversas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos tendem a se contrapor aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), desde a geração até a destinação final.

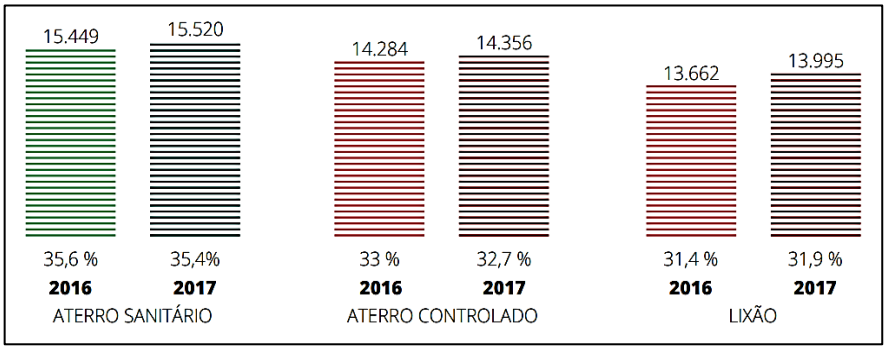
Como se pode observar através das experiências mundiais, para que as metas da PNRS sejam alcançadas, faz-se necessário elaborar materiais de cunho educativo e social, a fim de orientar e capacitar sobre questões técnicas referentes à tecnologia da compostagem em pequena escala. Além de apostar na descentralização de sistemas, este modelo se apresenta promissor, pois necessita de baixo investimento e pouca área espacial.

Mesmo quando existe a regularidade nos serviços de coleta, em áreas urbanas pauperizadas, ainda é necessário lançar um olhar sobre as condições de acondicionamento de RSD nessas comunidades. É comum a utilização de recipientes inadequados e acumulação direta nas vias públicas a céu aberto, permitindo a atração de vetores e percolação do chorume para o solo. Nessas condições, os profissionais coletores que trabalham com auxílio de um caminhão compactador não conseguem realizar de forma segura a coleta de todos os RSD gerados.

Segundo Moraes (2007), o tipo de acondicionamento de RSD guarda relação direta com a incidência de diarreia em seres humanos. Em um estudo realizado para investigar os impactos oriundos da forma de acondicionamento de RSD na saúde de crianças residentes de áreas pauperizadas da Região Metropolitana de Salvador (RMS), foi constatado que localidades que não possuem acondicionamento ou possuem acondicionamento inadequado podem apresentar aproximadamente o dobro de casos de incidência de diarreia em crianças por ano, em comparação a localidades que possuem acondicionamento adequado.

De acordo com a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia (BAHIA, 2014), após a etapa de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU), a etapa seguinte do manejo deve ser a destinação, seguida pela disposição dos rejeitos e materiais não aproveitáveis de forma ambientalmente adequada. Em 2017, apenas cerca de 40% dos municípios da região Nordeste fazia uso de sistema de soluções ambientalmente adequadas com operação de aterros sanitários (figura 2).

Figura 2 – Disposição Final de RSU na Região Nordeste (t/dia)



Fonte: ABRELPE, 2017.

Em pesquisa recente realizada pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR), na qual foram entrevistados representantes de 417 (quatrocentos e dezessete) municípios baianos, constatou-se que 80% dos municípios participantes do estudo faziam uso de vazadouros a céu aberto como unidades de destinação final (tabela 1). Outro dado importante levantado foi quanto à existência de um único município que possui unidade de compostagem e reciclagem, evidenciando que as vias de aproveitamento de RSU no Estado da Bahia ainda são incipientes e praticamente não exploradas.

Tabela 1 – Quantidade de Unidades de Destinação Final na Bahia

Tipo de destinação final	Nº de unidades	Nº de municípios atendidos
Unidade de Compostagem e Reciclagem	1	1
Aterro Sanitário Convencional [1]	22	35
Aterro Sanitário Simplificado	35	39
Vazadouro a Céu Aberto (lixão) [2]	359	343
Total	417	417

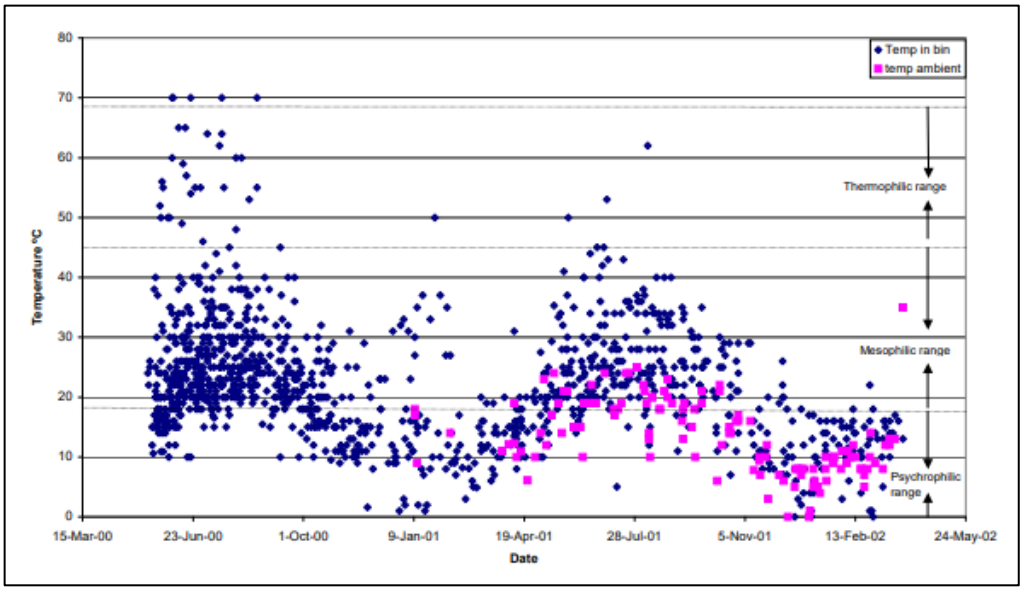
Fonte: SEDUR, 2012.

O manejo dos RSU de forma ambientalmente adequada é fundamental para um modelo de saneamento que atue na promoção de saúde e qualidade de vida. Por outro lado, quando há inadequações em qualquer etapa do gerenciamento, existem impactos socioambientais mensuráveis nas comunidades desassistidas pelos serviços referentes a esta etapa.

A compostagem em pequena escala apresenta-se como uma alternativa à atual conjuntura de não aproveitamento de materiais biodegradáveis e consequente destinação para soluções como lixões, pontos de acumulação clandestinos, terrenos baldios e aterros sanitários presentes apenas na minoria dos municípios do Estado da Bahia (SEDUR, 2012).

Mesmo em pequena escala, é fundamental conceber o dimensionamento de um sistema de compostagem levando em consideração a temperatura alcançada pelo processo, além das técnicas de manejo adotadas e o tempo investido para bioestabilização. Nos estudos de Stephens (2002), foram analisadas composteiras confeccionadas com bombonas plásticas durante 2 (dois) anos, medindo diariamente as temperaturas encontradas em diferentes pontos da mistura de materiais. Cada composteira possuía uma capacidade volumétrica para compostagem de até 290 litros (0,29 m³) e em alguns casos foram identificadas temperaturas superiores a 50 ºC ilustrados na figura 3.

Figura 3 – Temperaturas reportadas pelos proprietários de bombonas participantes do estudo sobre compostagem domiciliar, de maio de 2000 até março de 2002.

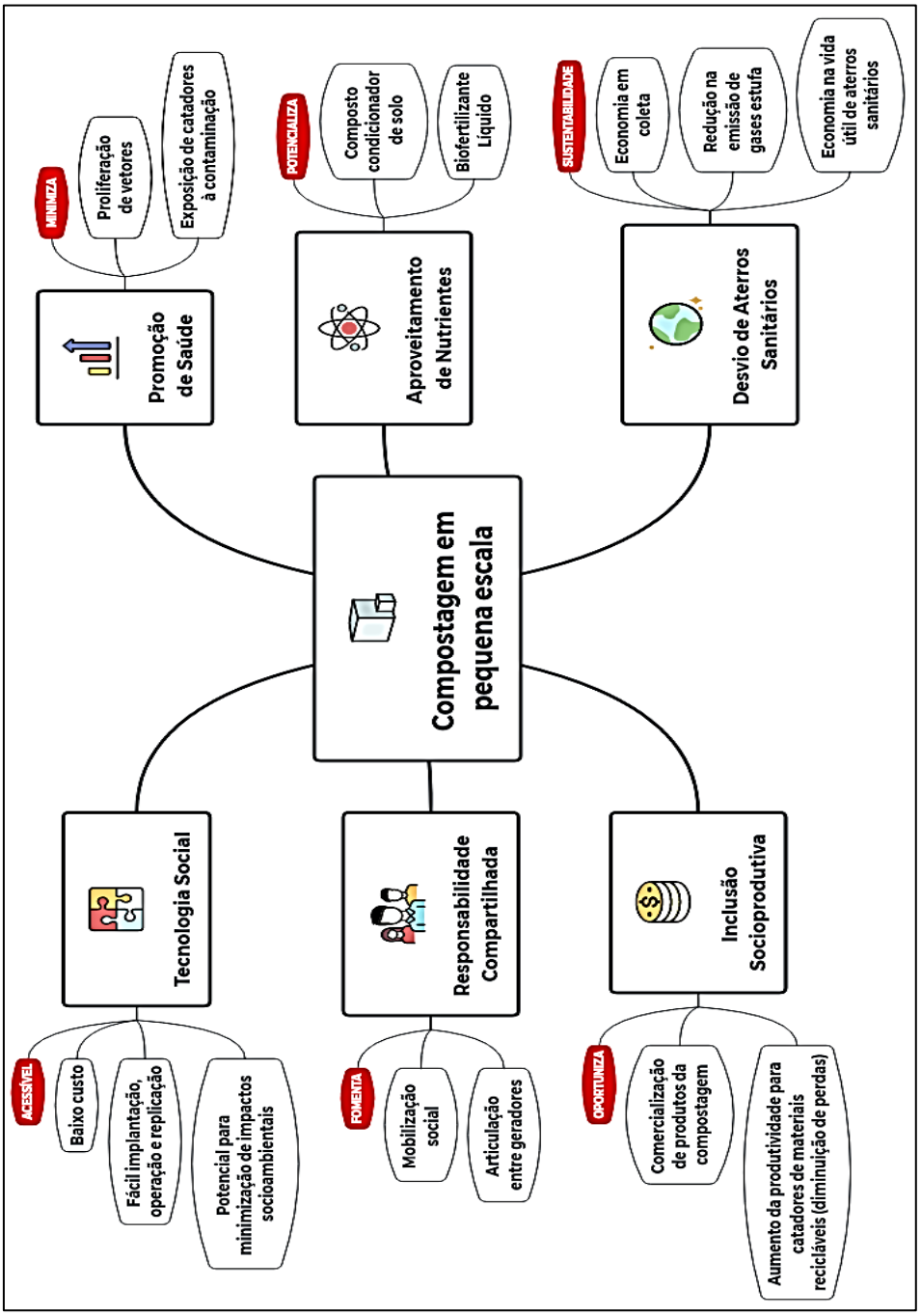


Fonte: Stephens, 2002.

A partir do balanço de massa anual elaborado por Stephens, é possível inferir que no caso estudado em Londres (Inglaterra) com a utilização de bombonas de 290 litros para compostagem, cerca da metade da massa introduzida era aproveitada após o processo, tanto para a matéria biodegradável úmida quanto para seca.

Na figura 4 observam-se as diversas oportunidades que a compostagem em pequena escala potencializa, representadas por um fluxograma de multicausalidade.

Figura 4 - Fluxograma de multicausalidade para sistemas de compostagem



Fonte: Autoria própria, 2019.

4. METODOLOGIA

A abordagem metodológica se baseia na coleta e análise de dados secundários obtidos por meio de referências relacionadas ao objeto deste estudo, bem como em dados qualitativos primários coletados a partir da realização de entrevistas com colaboradores que se engajaram nas atividades de diagnóstico e implantação do sistema de compostagem da Escola Municipal Bosque das Bromélias. A escolha da comunidade alvo para coleta de dados primários partiu de um processo de articulação entre lideranças comunitárias locais, o corpo diretor da escola e o Instituto de Permacultura da Bahia, Organização Não Governamental (ONG) atuante no Estado da Bahia há 28 (vinte e oito) anos com projetos socioambientais, a exemplo do Projeto EcoBromélias que está em desenvolvimento na comunidade do condomínio Residencial Bosque das Bromélias desde abril de 2018 e tem como objetivo central a implementação de um programa de coleta seletiva local.

O conjunto de técnicas para realização das entrevistas tem natureza individual e a geração de dados subjetivos representa as percepções e opiniões pessoais sobre manejo dos resíduos sólidos, bem como características socioeconômicas dos indivíduos entrevistados. Optou-se pela técnica da observação participante visando à aproximação e estreitamento de laços de confiança entre entrevistador e entrevistado.

A primeira etapa de entrevistas teve como objetivo consultar o grupo de moradores e lideranças comunitárias participantes do Projeto EcoBromélias e foi realizada no mês de novembro de 2018, com carga horária de 4 (quatro) horas. Foram entrevistados 40 indivíduos com o objetivo de informar sobre a implantação do sistema de compostagem da Escola Municipal Bosque das Bromélias e obter informações sobre a relação dos entrevistados com as etapas de manejo dos resíduos sólidos orgânicos gerados no condomínio. As entrevistas foram realizadas utilizando como equipamento de registro das informações um aparelho celular com apoio de aplicativo instalado para registro de questionários digitais. As entrevistas individuais foram aplicadas conforme roteiro semiestruturado para primeira etapa (anexo I).

A partir da análise dos resultados da primeira etapa foram realizadas reuniões de articulação entre a equipe do Projeto EcoBromélias da qual o autor fazia parte e a diretoria da escola, com participação de representantes do grupo de mobilizadores sociais, moradores do condomínio Bosque das Bromélias. Os encontros de articulação foram fundamentais para garantir a coleta de informações confiáveis para composição de um diagnóstico do local. Foram percorridas

todas as dependências da escola, com foco para medição das áreas pré-existentes destinadas ao acondicionamento e armazenamento de resíduos. Somando os períodos de duração de todas as visitas à escola voltadas para atividades de articulação, dedicou-se uma carga horária de 16 (dezesseis) horas, subdividida em 4 (quatro) turnos de 4 (quatro) horas cada.

Com posse dos dados de geração de resíduos orgânicos foi possível elaborar uma estimativa da quantidade diária gerada na escola, em termos de peso (Kg) e volume (L), bem como dimensionar o modelo de compostagem apropriado. Vale ressaltar que as medições foram feitas visualmente com apoio de recipientes plásticos com dimensões conhecidas, sem auxílio de nenhum equipamento de medição.

A segunda etapa de entrevistas foi realizada durante a implantação do sistema de compostagem da escola local e abrangeu a participação de colaboradores da instituição de ensino e moradores do condomínio Residencial Bosque das Bromélias. Para realização das entrevistas (segunda etapa), a atividade ocupou uma carga horária de 04 (quatro) horas. As entrevistas foram realizadas utilizando o mesmo método descrito para a primeira e foram aplicadas conforme roteiro semiestruturado (anexo II).

A implantação do sistema de compostagem escolar foi conduzida em formato de oficina teórico-prática, com duração de 04 (quatro) horas, para introdução do conteúdo técnico desenvolvido pela equipe do projeto no âmbito do planejamento, implantação e manutenção do sistema. O objetivo desta etapa consistiu trocar informações sobre as percepções dos indivíduos quanto às vantagens e desvantagens do processo de compostagem em pequena escala, bem como as oportunidades e desafios para replicação da iniciativa.

A partir da implantação do sistema de compostagem, iniciou-se a etapa do Projeto EcoBromélias de monitoramento da operação compreendendo os meses de abril e maio de 2019, com coleta de dados primários qualitativos e quantitativos para avaliar o manejo das composteiras, bem como as demandas de aprimoramento da estratégia de implantação e concepção de um sistema escolar de compostagem em pequena escala.

Os modelos de composteiras foram concebidos para otimizar o manejo dos resíduos sólidos orgânicos e proporcionar o aprendizado sobre as técnicas de operação com baixo custo e linguagem técnica acessível. O sistema de compostagem conta com uma unidade descentralizada de tratamento dos resíduos e unidades móveis de bioestabilização. As composteiras foram concebidas considerando a possibilidade do uso do composto proveniente

da compostagem de resíduos sólidos quanto a sua aplicação direta no solo, além da possibilidade de existência de organismos patogênicos no produto gerado pelo processo.

Os instrumentos adotados contemplam a observação dos ambientes e territórios de imersão em formato de relato das interpretações dos dados qualitativos obtidos pelas entrevistas e desenvolvimento de oficinas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Entrevistas de aproximação (1ª etapa)

A partir da análise dos dados secundários encontrados durante a revisão de literatura, foi definida como ponto de coleta de dados primários a comunidade de moradores do condomínio Bosque das Bromélias, implantada pelo programa MCMV. O condomínio está localizado na zona periurbana de Salvador/BA com aproximadamente 2 km de distância para o aterro sanitário responsável pela destinação final dos RSD gerados na Região Metropolitana de Salvador (RMS) (figuras 5 e 6).

Figura 5 - Localização da comunidade de moradores de um condomínio MCMV

Fonte: Elaborado pelo próprio autor utilizando o software Google Earth, 2019.

Figura 6 - Localização do condomínio Bosque das Bromélias e do Aterro Metropolitano Centro

Fonte: Elaborado pelo próprio autor utilizando o software Google Earth, 2019.

Foram realizadas 40 (quarenta) entrevistas com homens e mulheres moradores do condomínio Bosque das Bromélias em dezembro de 2018. Dentre os entrevistados, todos eram residentes do condomínio Bosque das Bromélias e aceitaram participar voluntariamente da pesquisa, sendo em maioria pessoas do gênero feminino e com faixa etária entre 35 e 60 anos (figura 7).

Figura 7 - Realização de entrevistas individuais com moradores do condomínio Bosque das Bromélias

Fonte: Autoria própria, 2018.

No âmbito de questionamento quanto à periodicidade com que a coleta de resíduos sólidos é feita no condomínio utilizando caminhões compactadores, os entrevistados apontaram diferentes opiniões. A partir desse resultado, foi possível observar que podem existir diferentes formas de percepção sobre a prestação pública do serviço de coleta de resíduos domiciliares na esfera de uma mesma comunidade. De toda forma, o cenário encontrado pela equipe no local de aplicação das entrevistas – e mais especificamente nas estações de resíduos sólidos, popularmente conhecidas como "casa do lixo" – foi de insalubridade, acondicionamento inadequado, exposição dos catadores à contaminação e presença de vetores.

Um resultado expressivo da primeira etapa de entrevistas foi quanto à prática de segregação na fonte dos materiais recicláveis dos demais resíduos domiciliares, exercitada por cerca de 70% dos participantes do estudo, assim como o percentual de entrevistados que afirmaram destinar os materiais recicláveis gerados e segregados em sua residência para catadores que residem no condomínio.

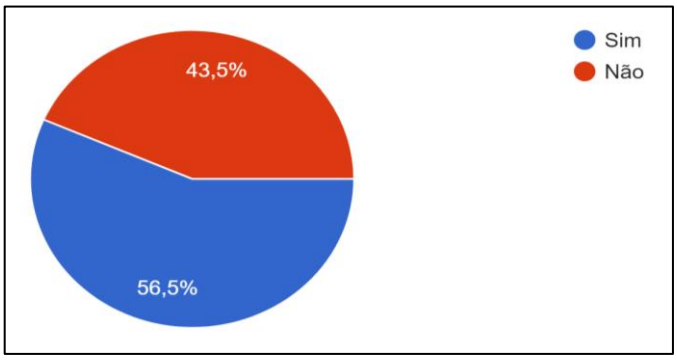
O condomínio Bosque das Bromélias tem por característica a existência de catadores e catadoras de materiais recicláveis que residem no condomínio em apartamentos ou ocupações das áreas de utilização comum. Assim como em outras zonas urbanas carentes, indivíduos

recorrem à atividade de catação, processamento e comercialização de materiais recicláveis como uma forma de trabalho, por muitas vezes estigmatizada e alvo de invisibilidade pela sociedade. A partir da realização das entrevistas, foi possível observar que, segundo os moradores, a principal motivação para segregar os materiais recicláveis é o respeito à atividade dos catadores e catadoras locais.

Observando-se as figuras 8 e 9, conclui-se que a maioria dos entrevistados realiza a segregação na fonte dos materiais orgânicos dos demais resíduos domiciliares tendo como principal ponto de destinação as estações de resíduos sólidos do condomínio. Ainda na figura 8, o percentual de pessoas que afirmaram destinar os materiais orgânicos gerados em suas residências para a composteira comunitária mais próxima é de cerca de 30%.

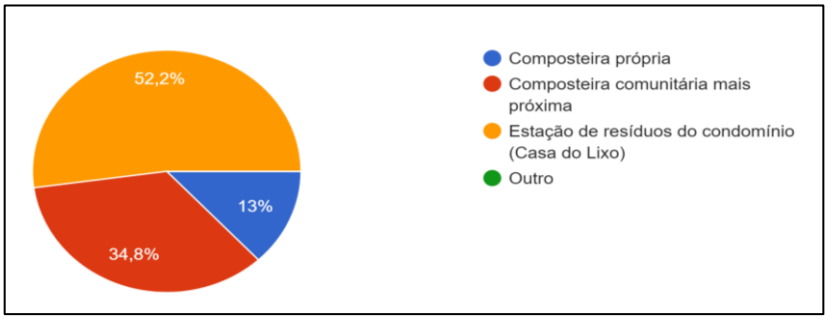
A comunidade de "Bromélias", como é conhecida popularmente, possui algumas iniciativas de compostagem domiciliar e condominial que promovem a transformação dos resíduos sólidos orgânicos em um produto condicionador de solo, utilizado nos sistemas de plantio individuais e comunitários existentes.

Figura 8 - Resultado das entrevistas quanto à prática de segregação dos materiais orgânicos



Fonte: Autoria própria, 2019.

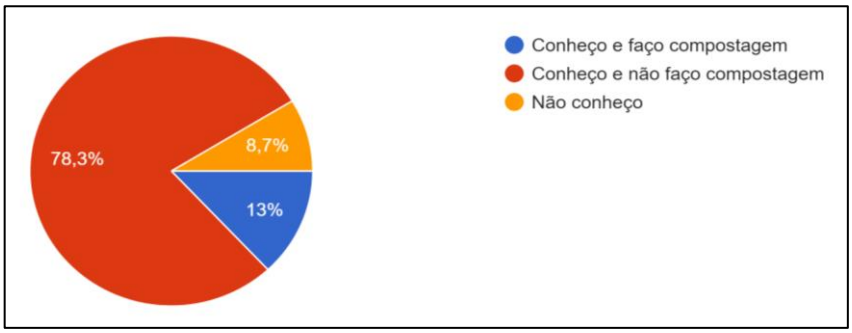
Figura 9 - Resultado das entrevistas quanto à destinação/processamento dos materiais orgânicos



Fonte: Autoria própria, 2019.

Aproximadamente ¾ das pessoas entrevistadas alegaram conhecer a compostagem como um processo de transformação dos resíduos orgânicos em um produto para fertilização do solo, embora não realizassem o processo em suas próprias casas (figura 10). Uma parte dessas pessoas pratica a entrega voluntária dos resíduos orgânicos para composteiras comunitárias do condomínio.

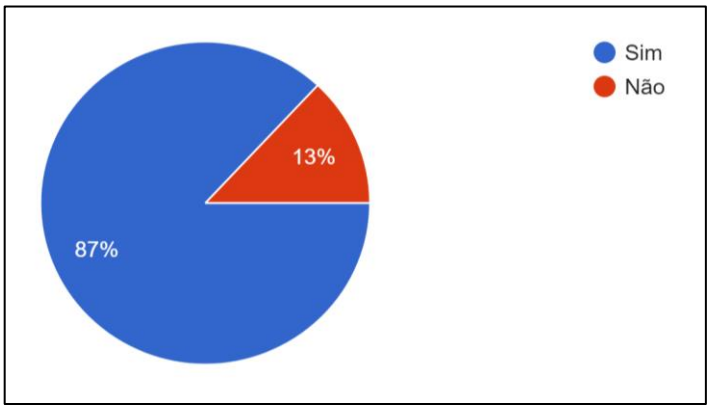
Figura 10 - Resultado das entrevistas quanto ao conhecimento prévio sobre compostagem



Fonte: Autoria própria, 2019.

Ao questionar o grupo entrevistado sobre o interesse em adquirir uma composteira domiciliar de forma gratuita, bem como as instruções necessárias para o manejo da tecnologia, a maioria demonstrou interesse na possibilidade de obter uma composteira própria (figura 11).

Figura 11 - Resultado das entrevistas quanto ao interesse em obter uma composteira domiciliar



Fonte: Autoria própria, 2019.

Vale ressaltar que todos os entrevistados responderam perceber a existência de relação entre o acondicionamento de resíduos orgânicos sem segregação na "casa do lixo" e a atração/proliferação de vetores como roedores e insetos, além de impactar negativamente na saúde dos catadores que trabalham no condomínio. Outra pergunta da entrevista que obteve unanimidade nas respostas se refere ao total consenso em relação à importância da realização de ações educativas sobre coleta seletiva e compostagem dentro da comunidade.

5.2 Encontros de articulação e planejamento (2ª etapa)

No dia 06 de setembro de 2018 aconteceu o primeiro encontro de articulação do Projeto EcoBromélias com a Escola Municipal Bosque das Bromélias e teve como principal objetivo incentivar à prática de compostagem de resíduos sólidos orgânicos na escola. Com o auxílio da diretoria e colaboradores, foram realizadas reuniões presenciais de planejamento (figura 12), para apresentação e implementação de um sistema de compostagem em pequena escala. A equipe do projeto recebeu a oportunidade de realizar uma apresentação sobre sistemas de compostagem em pequena escala e sensibilizar o grupo de colaboradores da escola que possui aproximadamente 400 estudantes de 3 a 17 anos de idade.

Figura 12 - Encontro de articulação e planejamento com a diretora da Escola Municipal Bosque das Bromélias e lideranças comunitárias.

Fonte: Autoria própria, 2018.

A equipe iniciou a apresentação com uma fala sobre os objetivos do Projeto EcoBromélias para o grupo de colaboradores da escola ali presentes, além de elencar e discutir os principais conceitos teóricos relacionados à prática de coleta seletiva e compostagem. As falas e intervenções dos participantes foram enriquecedoras para a dinâmica de apresentação e permitiram uma melhor compreensão dos costumes locais em relação ao manejo dos resíduos sólidos.

A realização da oficina foi fundamental para estreitamento dos laços com os colaboradores e corpo diretor da escola. A temática da compostagem atraiu o interesse dos participantes que interagiram com a equipe técnica em meio a trocas e aprendizados. Como resultados

principais, o encontro com os membros da escola apresentou-se como um importante avanço para articulação entre o Projeto EcoBromélias, o grupo de mobilizadores locais e a gestão da escola. Um resultado importante foi a consolidação do compromisso entre os presentes de implantar um sistema de compostagem em pequena escala, aproveitando os materiais orgânicos provenientes das atividades de preparo de alimentos.

Vale ressaltar que a participação ativa dos mobilizadores locais demonstrou o comprometimento e envolvimento dos mesmos com as iniciativas do projeto, em função da notável entrega com intervenções voluntárias durante toda a realização da atividade. Esse tipo de comportamento elucida o caráter participativo que a equipe do projeto tem empregado desde o início das atividades, bem como o amadurecimento do sentimento de identificação por parte das lideranças comunitárias com as iniciativas propostas no âmbito do Projeto EcoBromélias. Cabe ainda afirmar que a aproximação entre o grupo de mobilizadores e representantes da administração da escola se apresenta como resultado positivo da atividade e contribui em garantir as articulações e parcerias necessárias para continuidades das iniciativas potencializadas ao longo da execução do projeto.

A área destinada à horta da escola apresenta uma expressiva necessidade de incorporação de insumos para transformar gradativamente a qualidade do solo. Nesse contexto, o processo da compostagem de resíduos sólidos orgânicos para transformação em um produto condicionador de solo, apresenta-se como uma oportunidade viável para produzir insumos no espaço da própria escola. A equipe do projeto presente na atividade mobilizou a direção da escola para realização de uma apresentação com todos os detalhes referentes ao funcionamento do sistema de compostagem a ser concebido mediante dimensionamento.

5.3 Diagnóstico e dimensionamento do sistema de compostagem (3ª etapa)

Considerando os princípios previstos na Lei Nacional de Saneamento Básico, as alternativas escolhidas para todos os segmentos operacionais do gerenciamento de resíduos sólidos deverão ser tecnicamente corretas para o ambiente e para a saúde da população. Ademais, o modelo descentralizado de compostagem proposto terá condições de inclusão da participação dos colaboradores e estudantes nas questões de limpeza e sustentabilidade da escola (IBAM, 2010).

5.3.1 Caracterização dos resíduos

Para projetar o sistema de compostagem, primeiramente, foram coletadas informações referentes à quantidade de resíduos sólidos biodegradáveis gerados pelas atividades desenvolvidas nas dependências da escola, tendo o preparo de alimentos como a principal atividade geradora deste tipo de material. Foi identificada uma produção média diária de aproximadamente 15 litros de resíduos orgânicos de origem vegetal, que são destinados para o sistema de coleta convencional. Na cozinha já existe a separação dos resíduos em coletores distintos para acondicionamento dos materiais úmidos e secos, bem como do que for produzido em sala de aula.

Não foram analisados os demais tipos de resíduos gerados na escola e optou-se estrategicamente por focar na parcela biodegradável e passível de compostagem. Cabe ainda ressaltar que a medição do volume diário de resíduos úmidos de origem vegetal gerados foi realizada visualmente com o auxílio de um balde plástico de dimensões conhecidas e capacidade gravimétrica de até 18 litros. Vale destacar que as medições realizadas a partir da observação visual, agregam incertezas a serem levadas em consideração.

5.3.2 Fluxo de movimentação dos resíduos

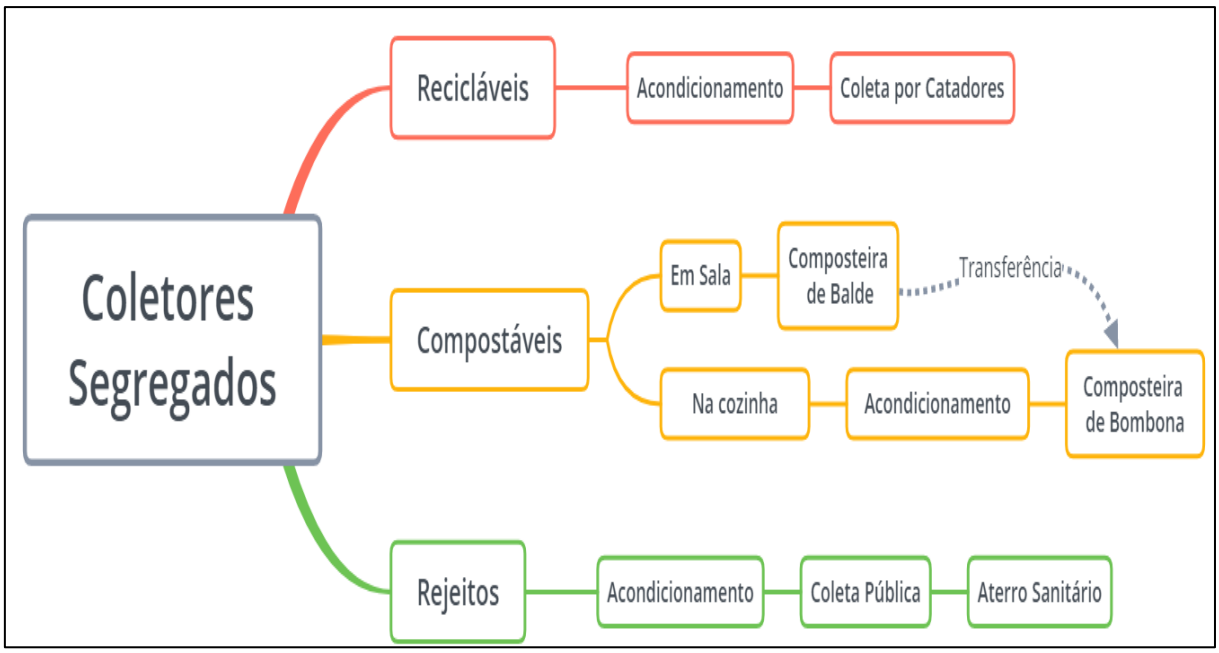
A movimentação dos resíduos nas dependências da escola desde a sua geração deve seguir um padrão de segregação por tipo de resíduos, sendo eles os recicláveis (secos), compostáveis (úmidos) e os rejeitos. Cada tipo de resíduo tem uma rota própria de transporte interno e destinação diferenciada. Com relação aos materiais chamados de compostáveis, que representam os resíduos biodegradáveis em maioria de origem vegetal, a rota de transporte desde a sua geração e acondicionamento com início na cozinha e também nas salas de aula.

A parcela gerada na cozinha continuará sendo acondicionada em coletores próprios, como já é feito na escola, entretanto, com a implantação do sistema de compostagem haverá um transporte interno direto até a mini-usina de compostagem, a ser realizado diariamente. Para os materiais compostáveis produzidos em sala de aula, serão introduzidas composteiras de pequeno porte com o objetivo de aproveitar os materiais gerados pelos próprios alunos para abordar a temática dos resíduos sólidos de forma lúdica, educativa e prática.

Na figura 13 apresenta-se um fluxograma simplificado referente à movimentação de resíduos a ser seguida com a implantação das unidades de compostagem. Vale ressaltar que as

composteiras produzidas para permanecerem em sala de aula possuem um porte de armazenamento de apenas 36 litros de mistura de materiais compostáveis úmidos e secos, construída a partir da reutilização de baldes plásticos de 18 litros cada um. De toda forma, essas composteiras funcionarão apenas para acondicionar os resíduos até se tornarem mais estáveis (15 dias) e em seguida, o material compostável seguirá para a mini-usina de compostagem e posteriormente para zona de bioestabilização.

Figura 13 - Fluxograma de movimentação e transporte dos resíduos sólidos gerados na Escola Municipal Bosque das Bromélias

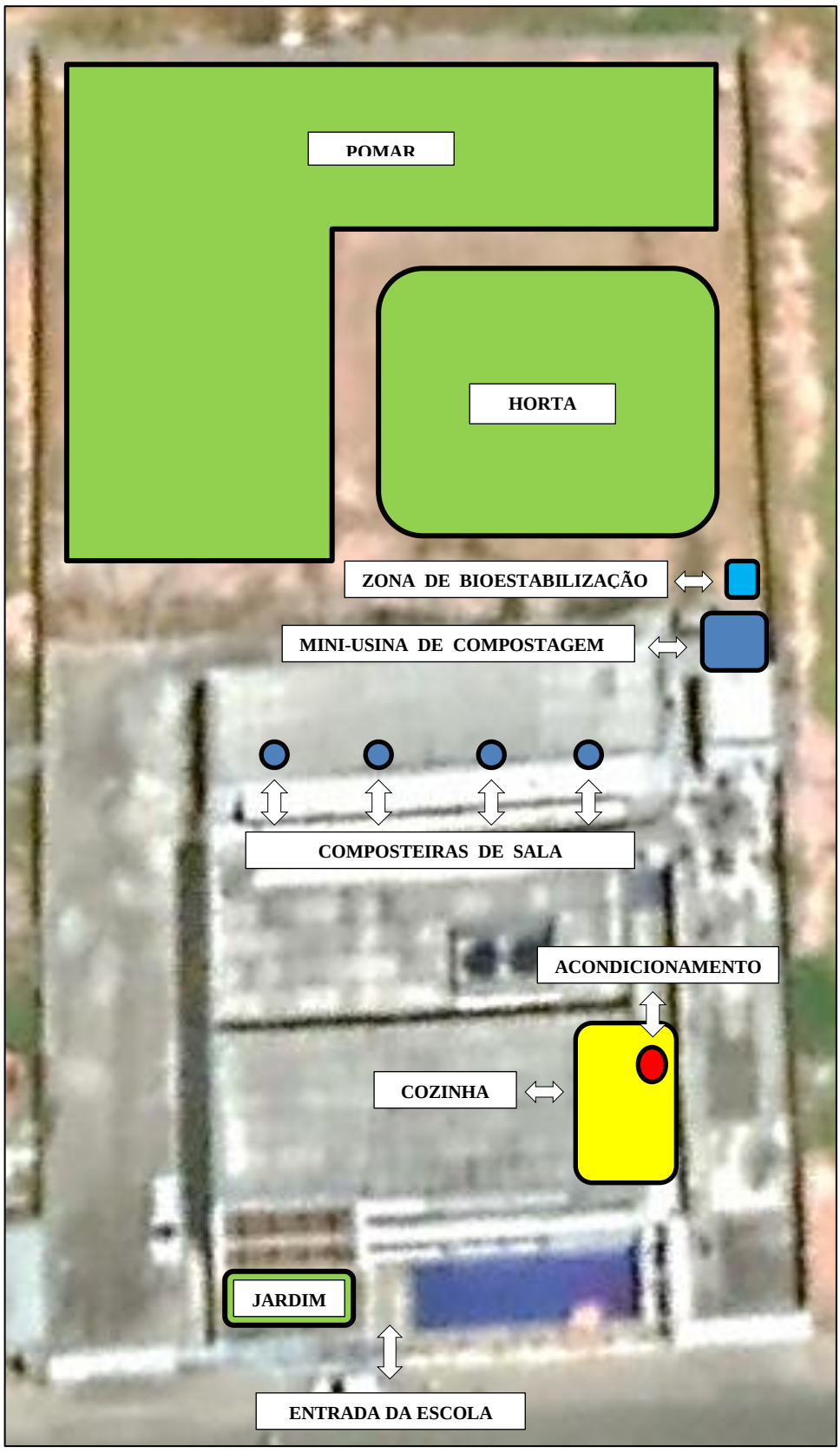


Fonte: Autoria própria, 2019.

A movimentação dos resíduos orgânicos desde a sua geração nas dependências da cozinha da escola até o processo final de maturação na zona de bioestabilização pode ser observado na figura 14 que ilustra o layout do sistema descentralizado de compostagem. Vale ressaltar que o layout visa esquematizar a rota percorrida pelos materiais compostáveis de maneira ilustrativa e não possui qualidade de planta baixa desenvolvida em escala.

Para potencializar o acesso às informações sobre o sistema de compostagem por parte dos colaboradores da escola, o layout (figura 14) deve ser impresso e fixado em murais. A visualização das diferentes partes do sistema visa facilitar a compreensão do sistema de compostagem com um todo, incluindo suas estruturas e rotas de movimentação de resíduos sólidos orgânicos.

Figura 14 – Layout do sistema de compostagem descentralizada da Escola Bosque das Bromélias



Fonte: Elaborado pelo próprio autor utilizando o software Google Earth, 2019.

5.3.3 Estimativa da geração de materiais compostáveis

O dimensionamento da mini-usina de compostagem foi feito com base no material elaborado pelo ReCESA (2007) no qual é recomendado a adoção de um peso específico aparente (densidade) para mistura de materiais orgânicos úmidos e secos (palhosos) de 570 Kg/m³. Foi adotado que a produção de materiais orgânicos secos, fundamental para o processo de compostagem, é de aproximadamente 2 vezes a quantidade em volume do que é coletado de materiais orgânicos úmidos. O material estruturante (seco) a ser utilizado será a serragem em função da facilidade de obter doações de madeireiras da região.

Levando em consideração que são gerados 0,015 m³/dia de resíduos úmidos biodegradáveis, somados aos 0,030 m³/dia de materiais secos estruturantes inerentes ao processo, a geração de materiais compostáveis misturados totaliza 0,045 m³/dia, equivalente a aproximadamente 26 Kg de resíduos que deverão entrar em processo de compostagem diariamente. Ao final de uma semana, com 5 dias úteis, devem ser compostados aproximadamente 130 Kg de materiais compostáveis, divididos em 3 (três) bombonas, sendo aproximadamente 43 Kg em cada bombona.

A escola funciona apenas durante 5 (cinco) dias na semana, resultando em uma produção semanal da mistura de materiais a serem compostados de 225 litros ou 0,225 m³ em média. A estimativa do volume de biomassa produzida semanalmente é fundamental para escolha dos recipientes em função de suas dimensões gravimétricas e de ocupação de espaço, de forma que seja possível o máximo aproveitamento dos resíduos biodegradáveis segregados, respeitando as limitações da área disponível para mini-usina de compostagem.

5.3.4 Escolha do modelo de compostagem

Para fundamentar a escolha do modelo de compostagem, foram levados em consideração critérios importantes para que a tecnologia concebida seja apropriada a realidade da escola e permita a prática da compostagem com barreiras a alguns riscos como a atração de vetores e geração de odores desagradáveis.

A região urbana na qual a escola está localizada possui condições precárias de saneamento e presença constante de vetores nas vias públicas, redes de drenagem e pontos de acumulação inadequada de resíduos sólidos. Para prevenir a atração de vetores ao processo de compostagem, foi escolhido um modelo de composteira que permite a proteção,

principalmente, a roedores e também algumas estratégias para prevenção da proliferação de insetos.

Tomando como referência os resultados obtidos pelo trabalho de Stephens (2002) desenvolvido na Inglaterra com composteiras uni-familiares em bombonas, somado a constante geração desse tipo de acondicionador como resíduo em diversas atividades comerciais urbanas, optou-se pela criação de um modelo de composteira a partir da reutilização de bombonas plásticas. As bombonas podem ser encontradas com dimensões variadas e a escolha deve ser feita com base na estimativa do volume de biomassa a ser compostada para cada situação.

As unidades móveis são composteiras construídas a partir do reaproveitamento de recipientes (baldes) plásticos com capacidade volumétrica de 18 litros e a unidade descentralizada de compostagem possui 24 (vinte e quatro) bombonas plásticas de 130 litros. Para garantir a não patogenicidade do composto deve-se buscar atingir e manter a temperatura entre 65 ºC e 70 ºC além de expor a biomassa ao maior tempo de decomposição possível. O controle da temperatura e do tempo de duração do processo de compostagem são fatores chave para assegurar o tratamento dos resíduos e bioestabilização do composto (MASSUKADO, 2008).

O volume médio estimado para produção semanal de biomassa compostável para Escola Municipal Bosque das Bromélias foi de 225 litros, totalizando aproximadamente 900 litros de materiais compostáveis por mês. Para facilitar o manejo pelos colaboradores da escola, optou-se por estabelecer um período de abastecimento para cada bombona de uma semana (5 dias) e utilização de três bombonas cilíndricas com capacidade volumétrica para até 130 litros cada uma, altura de 80,0 cm e diâmetro aproximado de 50,0 cm. Dessa forma, semanalmente são abastecidas três bombonas com a mistura de materiais biodegradáveis gerados.

A partir do preenchimento das três primeiras bombonas no final da primeira semana de funcionamento do sistema, as mesmas devem ser armazenadas para ocupação de uma área de aproximadamente 0,25 m² cada uma. Uma vez armazenadas, as bombonas preenchidas permanecem até 8 (oito) semanas reservadas na mini-usina de compostagem, para que ao final desse período, o material em processo de decomposição possa ser transferido para uma zona de bioestabilização localizada na área verde na escola, na qual deve passar mais 8 (oito) semanas coberto com uma lona, para por fim ser utilizado como condicionador de solo.

As bombonas escolhidas (figura 15) para composição da mini-usina de compostagem possuem dimensões para ocupação de apenas 0,25 m² cada uma. Dessa forma o sistema completo com 24 (vinte e quatro) bombonas ocupa uma área total de aproximadamente 6,0 m². A cada semana são preenchidas 3 (três) bombonas, e, após o preenchimento total, ambas permanecem armazenadas por 8 (oito) semanas até serem esvaziadas novamente. Dessa forma, o processo de compostagem na mini-usina dura ao todo 8 (oito) semanas, sendo utilizadas 3 (três) bombonas por semana. Contabilizando as 8 (oito) semanas adicionais que o material proveniente das bombonas deve permanecer na zona de bioestabilização, os materiais compostáveis gerados na escola podem ser incorporados no solo após 16 (dezesseis) semanas, desde que a utilização do composto seja para finalidades paisagísticas ou para o pomar presente na área verde da escola.

Deve-se acrescentar à área útil da mini-usina espaço suficiente para desenvolvimento de todas as técnicas de manejo. Para a mini-usina, foi adotada uma área de circulação e manuseio das composteiras igual à área requerida para armazenamento das bombonas, resultando em uma área total ocupada de 12,0 m².

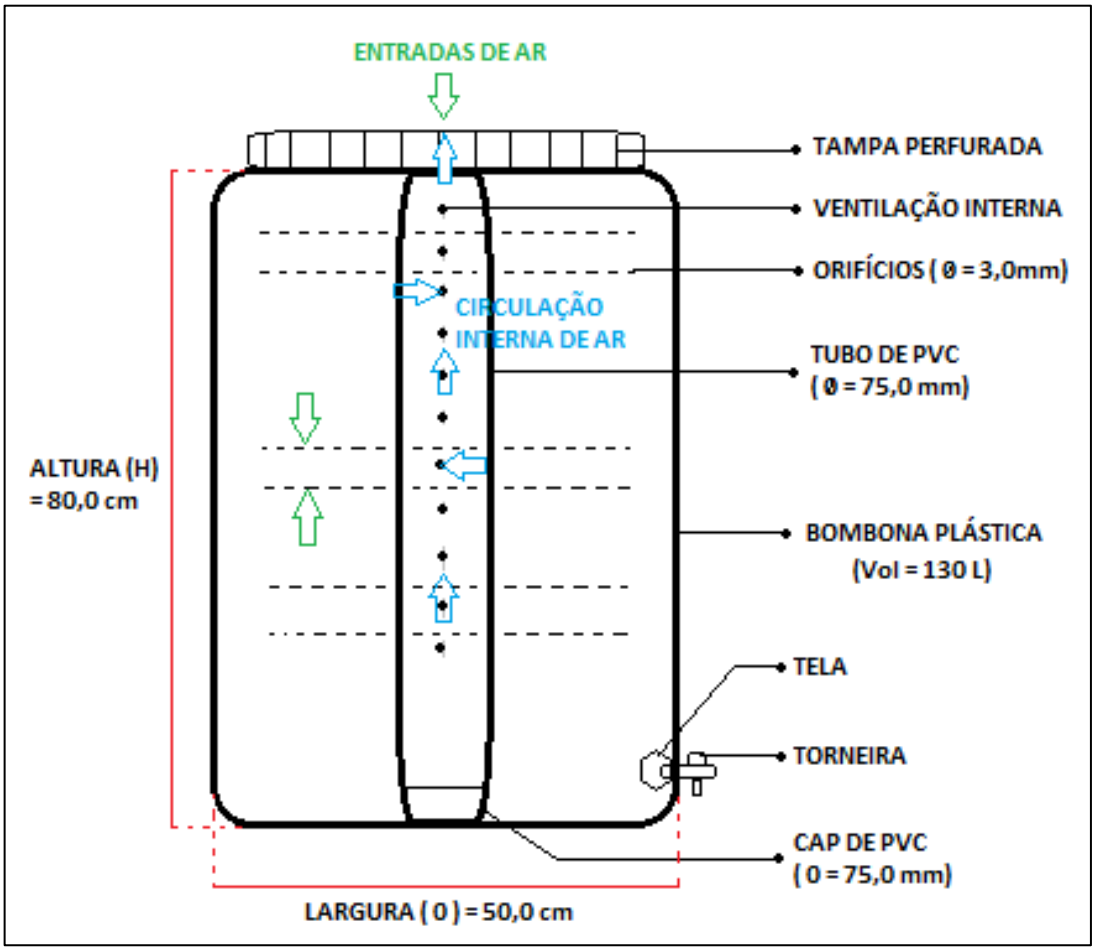
Figura 15 – Modelo de composteira confeccionada com reutilização de bombonas plásticas

Fonte: Autoria própria, 2019.

Como foi mencionada anteriormente, a confecção das bombonas teve como princípio a minimização da ocorrência de odores desagradáveis e para isso foram feitos orifícios ao longo de toda a bombona, de modo a permitir a entrada e saída de ar e favorecimento dos processos aeróbios de decomposição da biomassa. Os orifícios na parede da bombona e na tampa foram feitos com auxílio de uma furadeira utilizando uma broca 3,0 mm de diâmetro para evitar o acesso de vetores. Ao todo foram feitos aproximadamente 400 furos na bombona.

Observa-se na figura 16, além das entradas de ar que possibilitam as trocas gasosas entre a parte interna e a parte externa à bombona, foi fixada na parte interna central, uma tubulação de PVC de 75,0 cm de comprimento e 75,0 mm de diâmetro, perfurada com orifícios de aproximadamente 8,0 mm. O objetivo da colocação desta peça é o favorecimento da entrada de ar atmosférico no sistema, provendo oxigênio às reações físico-químicas e biológicas inerentes ao processo de decomposição da matéria orgânica, bem como permitir o estabelecimento de rotas para saída dos gases gerados no decorrer das fases de compostagem.

Figura 16 – Layout para confecção de modelo de composteira com reutilização de bombonas plásticas



Fonte: Autoria própria, 2019.

Durante o processo de compostagem, a água presente nos restos de alimentos de origem vegetal em excesso pode percolar por toda biomassa carreando matéria orgânica, enzimas e microorganismos. O chorume fica retido na camada inferior do recipiente. Para garantir que a produção de chorume não ocorra, o abastecimento das composteiras deverá respeitar a relação de 2 partes de material estruturante seco para 1 parte de material biodegradável úmido, em volume.

Dessa forma, o chorume produzido ao longo das 8 (oito) semanas de compostagem, se for gerado, hipótese na qual as composteiras permanecerão reservadas sem introdução de nova carga orgânica, poderá ser coletado no momento de esvaziamento das mesmas e utilizado para fert-irrigação de áreas verdes. A retirada do chorume da bombona será feita através de uma torneira plástica instalada na parte inferior do recipiente. Para evitar o entupimento da torneira, foi colocada na parte interna do acessório uma tela fixada à torneira por uma braçadeira plástica, conforme indicado na figura 17.

Figura 17 – Indicação de dispositivo de descarga de excesso de chorume

Fonte: Autoria própria, 2019.

Um dos objetivos almejados com a concepção das composteiras em bombonas para mini-usina de compostagem é potencializar a replicação da tecnologia a partir da priorização para aquisição e/ou reutilização de materiais a custos baixos e fornecidos localmente. Os materiais utilizados descritos na tabela 2 foram orçados e adquiridos em fornecedores da Região Metropolitana de Salvador (RMS), totalizando um custo com materiais de R$ 1.854,00 (mil oitocentos e cinquenta e quatro reais) para implantação de 24 composteiras, sendo o custo aproximado por composteira de R$ 78,00 (setenta e oito reais).

Levando em consideração que a escola atende a cerca de 400 estudantes anualmente, cabe destacar que o valor necessário para implantação do modelo descentralizado de compostagem da escola Municipal Bosque das Bromélias representa um investimento público de aproximadamente R$ 4,70 (quatro reais e setenta centavos) por estudante matriculado, sendo que ainda não há estudos sobre a vida útil das composteiras implantadas.

Tabela 2 – Lista de materiais e orçamento para implantação da mini-usina de compostagem

Item	**Quantidade**	**Valor Unitário (R$)**	**Valor Total (R$)**
Bombona plástica 130 L	24 unidades	60,00	1.440,00
Torneira plástica	24 unidades	2,00	48,00
Tela sombrite	1 m²	10,00	10,00
Braçadeira plástica (30 cm)	24 unidades	0,50	12,00
Tubo PVC (75 mm)	24 m	11,00	264,00
Cap PVC (75 mm)	24 unidades	2,50	60,00
Fita adesiva dupla-face	1 m	5,00	5,00
Lona preta	6 m²	2,50	15,00
		Total	1.854,00

Fonte: Autoria própria, 2019.

5.4 Implantação do sistema de compostagem (4ª etapa)

A implantação do sistema de compostagem teve inicio no dia 24 de abril com a realização de uma oficina para confecção de 4 composteiras com capacidade para comportar até 36 litros de materiais biodegradáveis cada uma. As composteiras foram produzidas com a reutilização de recipientes plásticos (volume de 18 litros) e deixadas em salas diferentes sob-responsabilidade de 8 professores voluntários para monitorar periodicamente as atividades de manejo, revezando os cuidados semanais entre si.

A oficina teve como objetivo aproximar os colaboradores da escola às técnicas de manejo de composteiras de pequena escala, iniciando o aprendizado prático a partir da utilização de um modelo mais simples para que possam contribuir com o manejo do sistema de compostagem em bombonas a ser implantado.

Durante a oficina, foram perfuradas as paredes, tampas e bases dos baldes para promover a entrada e saída de ar, bem como para permitir a coleta do chorume percolado com auxílio de um balde plástico intacto. Ao final da oficina, estabeleceu-se como encaminhamento que os 8 professores voluntários ficariam responsáveis por abastecer a composteira diariamente, respeitando a proporção entre material estruturante seco e material úmido de 2:1. Também ficou combinado entre os participantes da oficina, que a equipe do projeto EcoBromélias retornaria a escola após 35 dias do total preenchimento das 4 composteiras, para aplicação de uma entrevista com cada professor, com o intuito de analisar qualitativamente o processo de compostagem observado durante esse período.

A equipe técnica do projeto retornou à escola no dia 30 de maio para entrevistar cada professor de forma individualizada, obedecendo ao roteiro semi-estruturado da segunda etapa de entrevistas (anexo II). Participaram da atividade 8 (oito) professoras e as entrevistas foram realizadas com apoio de uma agente mobilizadora local.

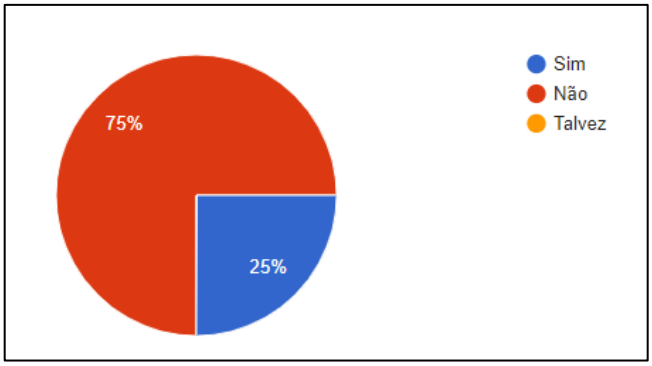
Para dar início a oficina realizou-se uma dinâmica de observação do material produzido após 35 dias de decomposição controlada com as composteiras feitas de recipientes plásticos. O material ilustrado na figura 18 foi manuseado pelos participantes da oficina, sem apresentação de resistência quanto ao aspecto visual e a percepção de odores indesejados.

Figura 17 – Material obtido após 35 dias de decomposição da biomassa

Fonte: Autoria própria, 2019.

Após a realização das oito entrevistas, observou-se que a maioria dos professores conseguiu realizar corretamente as atividades de manejo das composteiras desde a etapa de implantação, não ocorrendo a percepção de odores desagradáveis em nenhuma das 4 (quatro) composteiras. Por outro lado, cerca de ¼ das respostas apontaram que em algumas composteiras foi identificada a presença e proliferação de insetos (figura 19).

Figura 19 – Percentual de respostas quanto a percepção da presença de insetos nas composteiras



Fonte: Autoria própria, 2019.

No dia 31 de maio, ocorreu a última oficina válida para o presente estudo de caso, culminando na construção coletiva da primeira composteira da mini-usina de compostagem da escola municipal Bosque das Bromélias. O objetivo desta oficina consistiu na consolidação do conhecimento prático para replicação da tecnologia social e das técnicas de boas práticas para

manejo de sistemas de compostagem em pequena escala. Participaram da oficina, durante uma carga horária de 2 (duas) horas, 8 (oito) professoras atuantes nas atividades de formação do projeto EcoBromélias que demonstraram interesse em contribuir com o manejo do sistema de compostagem da escola (figura 20).

Figura 20 – Roda de conversa com professoras e colaboradores da escola

Fonte: Autoria própria, 2019.

O grupo participante demonstrou facilidade para manuseio da furadeira e realização dos furos para passagem de ar, bem como para fixar a peça perfurada de 75,0 cm de tubulação de PVC na região central da bombona, com auxílio de uma fita adesiva dupla-face. Ainda com auxílio de uma furadeira, instalou-se a torneira plástica na parte inferior da bombona para retirada periódica de chorume.

Para finalizar a parte prática da oficina, introduziu-se na composteira a primeira camada de material estruturante seco com aproximadamente 5,0 cm de espessura, seguida da primeira camada de resíduos orgânicos úmidos gerados no mesmo dia pelas atividades de preparo de alimentos, misturados ao dobro em volume de materiais úmidos compostáveis. Vale ressaltar que após a colocação de cada camada de materiais compostáveis misturados, é necessário cobrir qualquer pedaço de material úmido aparente para minimizar a atração de vetores.

A composteira iniciada durante a oficina deve ser preenchida com até 130 litros da mistura de biomassa durante o período de uma semana de funcionamento da escola, devendo ocorrer de

forma simultânea à alimentação das outras 2 (duas) composteiras de mesmas dimensões. Ao final de cada ciclo de preenchimento das bombonas deve-se garantir que as mesmas permaneçam armazenadas sem manuseio pelo período de 8 (oito) semanas. Espera-se obter como produto um material mais bioestabilizado, em função das faixas de temperatura alcançadas para que, após a passagem pela zona de bioestabilização final, o composto produzido possa ser utilizado na recuperação de alguns sistemas de plantio da escola.

A área verde da escola possui diferentes sistemas de plantio, dentre eles, um pomar, uma horta e um jardim de espécies ornamentais. Existe ainda uma parcela considerável de solo descoberto, que apresenta um aspecto visual na coloração avermelhada, com presença de resíduos da construção civil. A utilização do composto produzido na mini-usina de compostagem, após sua maturação (cura) na zona de bioestabilização, será direcionada apenas para o pomar e o jardim ornamental, a fim de evitar o risco associado à utilização do composto no cultivo de hortaliças. Deve-se analisar visualmente o material produzido ao final do ciclo de compostagem e bioestabilização de 16 (dezesseis) semanas, de forma a verificar que o composto apresente coloração e granulometria homogêneas (cores escuras), bem como não apresente sensação de calor ao tato das mãos.

Ao final da realização da última oficina foi possível estabelecer os principais passos a serem seguidos para replicação da inciativa de compostagem descentralizada em outras unidades escolares. Além do passo-a-passo das etapas do processo de implantação, foram elencadas metas de participação de colaboradores voluntários e carga horária por tipo de atividade (tabela 3).

Tabela 3 – Esquematização das etapas necessárias à implantação do sistema de compostagem descentralizada

ETAPA	OBJETIVO	DURAÇÃO	PÚBLICO
1ª	ANALISAR O INTERESSE DO PÚBLICO GERADOR NA LOCALIDADE A PARTIR DA APLICAÇÃO DE ENTREVISTAS INDIVIDUAIS	4 HORAS	40 PESSOAS
2ª	DESENVOLVER PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COM PRINCIPAIS TOMADORES DE DECISÃO A PARTIR DA REALIZAÇÃO DE REUNIÕES E RODAS DE CONVERSA	16 HORAS	8 PESSOAS
3ª	COLETAR MEDIDAS E DADOS DA GERAÇÃO DE MATERIAIS COMPOSTÁVEIS PARA ESCOLHA DO MODELO DE COMPOSTAGEM A PARTIR DA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE A SER COMPOSTADA	4 HORAS	8 PESSOAS
4ª	REALIZAR TREINAMENTO SOBRE A IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA DE COMPOSTAGEM ESCOLHIDO A PARTIR DA REALIZAÇÃO DE OFICINAS	4 HORAS	8 PESSOAS

Fonte: Autoria própria, 2019.

6. CONCLUSÃO

As principais características identificadas no processo de compostagem em pequena escala atendem aos critérios de potencial para replicação com custos baixos, indicando a qualidade de tecnologia social às Unidades Descentralizadas de Compostagem (UDC). A implantação de UDC's pode contribuir com a promoção da saúde, aproveitamento dos nutrientes, desvio da destinação centralizada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), inclusão socioprodutiva e responsabilidade compartilhada. Outra característica importante do processo de implantação da UDC, refere-se a simplicidade metodológica necessária para realizar a estimativa da quantidade de resíduos sólidos compostáveis provenientes da escola em questão.

Para implantação do modelo descentralizado de compostagem em escolas, é notável a necessidade de área disponível para armazenamento das composteiras (mini-usina), bem como para zona de bioestabilização.

Conclui-se que é importante a instalação de dispositivos para proteção da entrada de insetos nas composteiras, bem como a escolha por recipientes (bombonas) que possuam alças para auxiliar no carregamento das mesmas.

Por fim, como sugestão para estudos futuros estudos, deve-se analisar se a exposição ao sol das bombonas pode contribuir positivamente para o alcance e manutenção de temperaturas na faixa dos 50 ºC aos 60 ºC, tendo em vista a ausência de estudos que comprovem o alcance dessa faixa de temperaturas para o modelo escolhido confeccionados a partir da reutilização de bombonas plásticas com 130 litros de capacidade volumétrica.

7. REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017.** Publicação de setembro de 2018.

BAHIA. **Lei Estadual nº 12.932/14.** Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. 2014.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. **Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia, 2012.**

BRASIL. **Lei nº 11.445/07**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para política federal de saneamento básico e dá outras providências. Brasília: DOU, 08/01/2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305/10**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Brasília: DOU, 03/08/2010.

BRASIL. **Resíduos Sólidos: processamento de resíduos sólidos orgânicos. Guia do profissional em treinamento (Nível 2)**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Org. Belo Horizonte. ReCESA, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2002. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro: 2002. 397 p.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Relatório de Pesquisa. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental - São Carlos/SP, 2008.

MORAES, L. R. S. **Acondicionamento e coleta de resíduos sólidos domiciliares e impactos na saúde de crianças residentes em assentamentos periurbanos de Salvador, Bahia, Brasil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, 2007.

SMITH, S. R., & JASMIN, S. (2002) ***Small-scale home composting of biodegradable household waste: Overview of key results from a 3-year research programme in West London***. *Waste Management and Research*, 2002.

APÊNDICES

ANEXO I – Formulário para primeira etapa de entrevistas

1ª Etapa de Entrevistas

Esse formulário visa facilitar a coleta e sistematização de dados qualitativos oriundos do processo de aproximação com representantes da comunidade de pais e colaboradores da escola municipal Bosque das Bromélias, para estabelecer uma análise da realidade local e percepção por parte dos entrevistados quanto aos impactos das atividades de manejo dos resíduos sólidos na saúde e qualidade de vida dos indivíduos.

*Obrigatório

1. Nome *

_____

2. Faixa etária *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ até 10 anos
- ◯ de 10 a 18 anos
- ◯ de 18 a 35 anos
- ◯ de 35 a 60 anos
- ◯ acima de 60 anos

3. Gênero *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ Masculino
- ◯ Feminino
- ◯ Prefiro não opinar
- ◯ Outro

4. Qual a periodicidade da coleta de resíduos sólidos (lixo) no condomínio? *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ Todos os dias
- ◯ 5 vezes durante a semana
- ◯ 3 vezes durante a semana
- ◯ 1 vez por semana

5. Você realiza a segregação dos materiais recicláveis dos demais? *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

6. **Qual a destinação dos materiais recicláveis segregados?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Catador(a) de materiais recicláveis local
- ◯ Faço armazenamento e comercialização
- ◯ Estação de resíduos do condomínio (Casa do Lixo)
- ◯ Outro

7. **Você realiza a segregação dos materiais orgânicos dos demais?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

8. **Qual a destinação dos materiais orgânicos segregados?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Composteira própria
- ◯ Composteira comunitária mais próxima
- ◯ Estação de resíduos do condomínio (Casa do Lixo)
- ◯ Outro

9. **Qual a destinação dos resíduos sólidos domiciliares não segregados ou rejeitos?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Estação de resíduos do condomínio (Casa do Lixo)
- ◯ Ponto de acumulação a céu aberto
- ◯ Outro

10. **Você conhece, já fez ou faz compostagem dos resíduos orgânicos gerados em sua residência?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Conheço e faço compostagem
- ◯ Conheço e não faço compostagem
- ◯ Não conheço

11. **Você acha que os resíduos orgânicos não segregados que são destinados às estações de resíduos do condomínio atraem vetores como roedores e insetos?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

12. **Você acha que os resíduos orgânicos não segregados que são destinados às estações do condomínio podem impactar negativamente a saúde e o trabalho dos catadores e catadoras locais?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

13. **Caso fossem ofertadas composteiras domiciliares gratuitas você teria interesse em adquirir uma unidade e passar a compostar os resíduos orgânicos em sua própria residência?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

14. **Caso você fosse contemplado com uma composteira gratuita ou já possua uma, teria interesse em destinar o composto produzido para sistemas comunitários de plantio agrícolas e paisagísticos?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

15. **Você teria interesse em segregar os seus resíduos orgânicos dos demais e destiná-los voluntariamente para uma unidade de compostagem comunitária?** *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

16. **Você acha importante a existência de atividades de educação sobre coleta seletiva, compostagem e consumo consciente?**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

ANEXO II – Formulário para segunda etapa de entrevistas

2ª Etapa de Entrevistas

Esse formulário visa facilitar a coleta e sistematização de dados qualitativos oriundos do processo de manejo das 4 (quatro) composteiras de pequena escala disponibilizadas pelo Projeto EcoBromélias no dia 24/04/2019, sob responsabilidade dos professores colaboradores da escola municipal Bosque das Bromélias pelo período de 35 dias após preenchimento total dos 36 litros disponíveis em cada composteira.

1. **Nome do Professor(a) Entrevistado(a)**

2. **Os estudantes participaram do momento de introdução de resíduos na composteira?**
   Marcar apenas uma oval.
   - ◯ Sim
   - ◯ Não

3. **Foi utilizado serragem na mistura e cobertura da camada de resíduos úmidos, conforme instruído anteriormente?**
   Marcar apenas uma oval.
   - ◯ Sim
   - ◯ Não

4. **A composteira apresenta algum odor?**
   Marcar apenas uma oval.
   - ◯ Sim
   - ◯ Não

5. **Em caso da existência de odor, qual a intensidade?**
   Marcar apenas uma oval.
   - ◯ Fraco
   - ◯ Médio
   - ◯ Forte

6. **Existe chorume armazenado no balde apoiado no solo?**
   Marcar apenas uma oval.
   - ◯ Sim
   - ◯ Não

7. **A introdução de resíduos acontece com qual periodicidade?**

8. **Qual a principal dificuldade para manejo da composteira?**

9. **Quais as dúvidas mais recorrentes entre os geradores usuários da composteira?**

10. **É percebida a presença de insetos e/ou organismos indesejados?**
Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Talvez

11. **Qual a sua sugestão para aprimoramento do manejo da composteira?**