



PROPOSTA DE UM MODELO DE CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SUPERMERCADOS E POSSÍVEIS TRATAMENTOS

Matheus Vieira Carvalho *, Mariana Moreira de Oliveira, Gilson Barbosa Athayde Júnior, Joácio de Araújo Morais Júnior

* Universidade Federal da Paraíba (Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental), matheusvieiracarvalho@hotmail.com

RESUMO

É inegável que as atividades humanas produzem grandes quantidades de resíduos sólidos, os quais necessitam de tratamentos e disposição final adequados, podendo ser reaproveitados, agregando valor comercial, evitando-se assim a proliferação de doenças e poluição do meio ambiente. Os supermercados são estabelecimentos comerciais que geralmente são classificados como grandes geradores de resíduos sólidos, por produzirem normalmente mais de 200 L/dia, sujeitos assim à elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme as legislações brasileiras. Este artigo visou comparar as categorias utilizadas por diversos autores para classificação dos resíduos sólidos provenientes de supermercados e indicar uma padronização dessas categorias que possibilite uma gestão adequada desses itens, incluído uma proposição de opções para tratamento ou disposição final. Dessa forma, com base na literatura, este trabalho propõe as seguintes categorias para se classificar os resíduos sólidos oriundos dos supermercados: pilhas, baterias, lâmpadas, resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), óleos domésticos, resíduos sanitários, papelão, papel, embalagens tetra pak, resíduos orgânicos (subdivididos em ossos, sebo, sobra de pães, cítricos e outros), resíduos contaminados por óleos e sobras de alimentos, lixeira comum, madeira, têxteis, isopor (subdivididos em bandejas de isopor e outros), metais (subdivididos em metais ferrosos e alumínio), plásticos (subdivididos em PET, PEAD, vasilhames de água, copos descartáveis, fitas plásticas, filmes plásticos e outros) e vidros (subdivididos em vasilhames de cerveja e outros). Já para se realizar a caracterização, propôs-se que esses estabelecimentos fossem divididos em setores, onde seriam realizadas as segregações dos resíduos sólidos gerados, de modo a otimizar o tempo da caracterização. Tais setores são: padaria, açougue, hortifrúti, cozinha, lojas, frente de caixa, setor de depósito, sanitários, confeitaria, frios, feira, praça de alimentação, área administrativa, setor de limpeza, casa de máquinas, refeitório dos funcionários e pátio de estacionamento. Por fim, foram elencadas propostas de tratamentos e disposição final para os resíduos sólidos provenientes dos supermercados, as quais as mais utilizadas foram a reciclagem, a logística reversa e o aterro sanitário, enquanto que, para os resíduos sólidos orgânicos em geral, recomendou-se a compostagem ou a biometanização.

PALAVRAS-CHAVE: Supermercados, resíduos sólidos, caracterização, tratamento, resíduos orgânicos.

ABSTRACT

It's undeniable that human activities produce large quantities of solid waste, which need adequate treatments and final disposal, which can be reused, adding commercial value, thus preventing the proliferation of diseases and pollution of the environment. Supermarkets are commercial establishments that are generally classified as large generators of solid waste, as they normally produce more than 200 L / day, they're subject to the preparation of Solid Waste Management Plans (SWMP, acronym in Portuguese: PGRS), according to Brazilian legislation. This article aimed to compare the categories used by different authors to classify solid waste from supermarkets and to indicate a standardization of these categories that allows an adequate management of these solid waste, including a proposal for options for treatments or final disposal. Thus, based on the literature, this paper proposes the following categories to classify solid waste from supermarkets: batteries shaped piles, batteries, lamps, waste electrical and electronic equipment (WEEE, acronym in Portuguese: REEE), household oils, sanitary waste, board, paper, tetra brik, organic waste (subdivided into bones, suet, leftover bread, citrus and others), waste contaminated by oils and food scraps, common trash, wood, textiles, styrofoam (subdivided into styrofoam trays and others), metals (subdivided into ferrous metals and aluminum), plastics (subdivided into PET, HDPE, large mineral water container, disposable cups, plastic tapes, plastic films and others) and glass (subdivided into beer bottles and others). In order to carry out the characterization, it was proposed that these establishments be divided into sectors, where segregations of the generated solid waste would be carried out, in order to optimize the characterization time. These sectors are: bakery, butcher, produce section, kitchen, shops, cashier front, deposit sector, toilets, confectionery, cold cuts sector, trade fair, food court, administrative area, cleaning sector, engine room, employee cafeteria and parking lot. Finally, proposals for treatments and final disposal for solid waste from supermarkets were generated, of which the most used were recycling, reverse logistics and landfill, while for organic solid waste in general, it was recommended composting or biomethanization.

KEY WORDS: Supermarket, solid waste, characterization, treatment, organic waste.



INTRODUÇÃO

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), na forma da Lei nº 12.305/2010, é o principal instrumento legal de enfrentamento da problemática de manejo e disposição inadequados dos resíduos sólidos. Ela organiza e atribui a responsabilidade compartilhada dos geradores desses resíduos, desde o processo de fabricação de produtos até o seu consumo pelos cidadãos (BRASIL, 2010). Logo, tanto as pessoas físicas, como as jurídicas, são responsáveis pela geração, manejo e disposição dos resíduos sólidos produzidos durante todo o processo anterior e posterior ao consumo.

De acordo com a legislação da maioria dos municípios brasileiros, os grandes geradores de resíduos sólidos, aqueles que produzem mais de 200 litros diários, são responsáveis pela execução dos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final de seus resíduos produzidos, não podendo utilizar dos serviços públicos para esse fim. Os supermercados, em sua maioria, tendem a se enquadrar na categoria de grandes geradores e, portanto, devem contratar empresas privadas para gerenciar os seus resíduos sólidos produzidos ou procurar outras soluções adequadas.

A caracterização é a representação quali-quantitativa do perfil de resíduos sólidos gerados pelos supermercados. Esses empreendimentos comercializam produtos de diversos setores, tendo uma geração de resíduos bem diversificada, o que faz da caracterização uma etapa essencial para elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) dos supermercados. Uma caracterização detalhada torna-se importante para a indicação adequada do processo de manejo, tratamento, disposição final e reaproveitamento de cada subcategoria de resíduos sólidos gerados.

Destaca-se também que os supermercados são grandes geradores de resíduos sólidos orgânicos, devido à comercialização de produtos alimentícios. Atualmente, algumas soluções de tratamento para os resíduos orgânicos, como biometanização e compostagem, estão gerando receitas e podem ser utilizadas pelos supermercados.

Portanto, padronizando-se metodologias de categorias de classificação dos resíduos na elaboração dos PGRS de supermercados, permitir-se-á que esses estabelecimentos tenham soluções mais viáveis econômica e ambientalmente para o gerenciamento de seus resíduos gerados. Também, pode-se facilitar a adoção de soluções compartilhadas com outros supermercados a fim de ser reduzir custos de acondicionamento, tratamento e transporte de seus resíduos sólidos, uma opção muito válida para os estabelecimentos de pequeno e médio porte. Além disso, uma padronização desta classificação fornecerá novos subsídios para se minimizar a quantidade de resíduos sólidos provenientes dos supermercados a serem dispostos em aterros sanitários, assim como facilitará a avaliação dos PGRS pelo poder público.

OBJETIVOS

Este artigo objetiva a proposição de um modelo de classificação padrão que seja adequada para a realização de caracterizações de resíduos sólidos provenientes especificamente de supermercados, com o intuito de auxiliar na tomada de decisão, visando tratamento adequado para as diversas categorias identificadas. Para isso, serão usados, como base, estudos já realizados de caracterização de resíduos sólidos oriundos desses estabelecimentos. Adicionalmente, utilizando-se das mesmas referências, apontou-se opções adequadas de tratamento e disposição final para esta tipologia de resíduo.

METODOLOGIA

Para a realização deste artigo, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre resíduos sólidos gerados em supermercados da América Latina. Ao todo, foram encontrados cinco artigos adequados que discorriam sobre o tema mencionado, sendo assim utilizados como referência para o desenvolvimento deste trabalho. Na Tabela 1, encontram-se os estudos abordados para a realização deste presente artigo.

Tabela 1: Referências bibliográficas utilizadas neste trabalho.

Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Cidades	Estados	Países
Ocha <i>et al.</i> (2010)	Mexicali	Baja California	México
Roedel e Fantini (2018)	Brusque	Santa Catarina	Brasil
Nascimento (2018)	São Paulo	São Paulo	Brasil
Cruz e Ferreira (2018)	Ouro Preto	Minas Gerais	Brasil
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	<i>Mais de uma</i>	Paraná	Brasil

A partir destas referências, fez-se um trabalho comparativo, estabelecendo os seguintes critérios de avaliação: parâmetros gerais, constatações observadas, resultados de caracterização, tipos de resíduos gerados na caracterização, destinação real dos resíduos gerados, propostas de destinação adequadas desses resíduos e a setorização dos supermercados na geração dos resíduos sólidos.

Feita a comparação entre esses estudos, será possível observar as interseções e divergências nas metodologias de caracterização já realizadas, possibilitando assim a criação de uma classificação padronizada para os resíduos sólidos gerados pelos supermercados. Por fim, será produzida uma lista de materiais passíveis de serem encontrados nos resíduos sólidos provenientes desses estabelecimentos, apontando-se assim possíveis soluções de tratamento e disposição final adequados para cada tipo de material, podendo gerar receitas ao setor supermercadista.

RESULTADOS

Na primeira etapa do trabalho comparativo entre os estudos, fez-se a avaliação dos parâmetros gerais observados nos cinco estudos aqui mencionados, conforme visto na Tabela 2. Nessa observação, destaca-se o fato de não ter havido uma padronização das unidades de medidas em massa no trabalho de Cruz e Ferreira (2018), dificultando-se uma possível realização da composição gravimétrica dos resíduos gerados. Além disso, a ausência de informações da área do supermercado, impossibilita a estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerados por unidade de área.

Tabela 2: Parâmetros gerais observados nos estudos de referência.

Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Divisão dos supermercados	Unidades de medições utilizadas	Observações gerais
Ocha <i>et al.</i> (2010)	Redes regionais, locais e nacionais	Massa	---
Roedel e Fantini (2018)	Único supermercado	Massa	Área do supermercado de 5.823,58 m ²
Nascimento (2018)	Mesma rede de supermercados	Massa	532,9 kg/viagem de caminhão de coleta
Cruz e Ferreira (2018)	---	Massa, volume e unidades de material	---
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Mesma rede de supermercados	Massa	---

Na segunda etapa, fez-se um comparativo entre as constatações observadas nos estudos-base, conforme visto na Tabela 3. Foram tecidos comentários sobre os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), o acondicionamento dos mesmos, a quantidade gerada, a destinação para as lixeiras comuns, o controle dos resíduos gerados por cada setor do supermercado, a segregação dos mesmos e observações gerais. Destacou-se, como ponto negativo, o fato de que não foi constatado o controle e o conhecimento dos resíduos sólidos destinados às lixeiras comuns.

Tabela 3: Constatações observadas nos estudos de referência.

Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)	Acondicionamento dos resíduos sólidos	Quantidade de resíduos sólidos gerados	Resíduos sólidos destinados às lixeiras comuns
Ocha <i>et al.</i> (2010)	A maioria não possui	---	Subestimada pelos gerentes	Desconhecimento e variados
Roedel e Fantini (2018)	Proposta de implantação	---	Medida e algumas categorias estimadas	Gerados nos setores do supermercado
Nascimento (2018)	Recomenda-se melhorias	---	Medido por relatório anual da empresa	---
Cruz e Ferreira (2018)	---	Sugere-se melhorias para os existentes acondicionamentos	Medido pelos autores	---
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Recomenda-se melhorias	Recomenda-se instalar recipientes de acondicionamento na entrada dos setores	Medidos na pesquisa, mas com algumas categorias estimadas ou sem registro	Desconhecimento e variados



Trabalhos	Controle de resíduos sólidos gerados por setor	Segregação dos resíduos sólidos	Observações gerais
Ocha <i>et al.</i> (2010)	---	---	---
Roedel e Fantini (2018)	Não possuía controle sob os resíduos sólidos comuns e estimou quantidade	Realizada nos setores	Não há registro de resíduos sanitários
Nascimento (2018)	---	---	Recomenda-se a criação e ampliação de composteiras
Cruz e Ferreira (2018)	Não discorre sobre resíduos sólidos comuns gerados nos setores do supermercado	O estabelecimento realiza	A composição dos resíduos sólidos de supermercado não destoa da composição dos resíduos sólidos urbanos do município
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Não possuía controle sob os resíduos comuns e estimou quantidade	Falta de uma adequada segregação	---

Na terceira etapa, resumiu-se os resultados de caracterizações realizadas nos estudos-base na Tabela 4. Observa-se que os principais resíduos sólidos gerados são os orgânicos e o papelão e que o primeiro ainda é disposto inadequadamente em aterros sanitários.

Tabela 4: Resultados de caracterização observados nos estudos de referência.

Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Primeira e Segunda categorias mais geradas, respectivamente	Susceptíveis à reciclagem	Disposição em aterros sanitários
Ocha <i>et al.</i> (2010)	Papelão e Resíduos Orgânicos	Ao redor de 70 %	Apenas 4 % deveriam ser destinados
Roedel e Fantini (2018)	Resíduos Orgânicos e Papelão	---	---
Nascimento (2018)	Resíduos Orgânicos e Papelão	28,23 % dos resíduos são destinados	70 % dos resíduos são dispostos, sendo que 72 % das viagens de caminhões são de Resíduos Orgânicos para os Aterros Sanitários
Cruz e Ferreira (2018)	Resíduos Orgânicos e Ossos	Recolhidos por empresas e catadores	---
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Lixo comum e Papelão	---	Não há controle do que é disposto em aterros sanitários
Trabalhos	Resíduos orgânicos	Observações gerais	
Ocha <i>et al.</i> (2010)	Geralmente 8 % são frutas e verduras em mal estado	---	
Roedel e Fantini (2018)	---	---	
Nascimento (2018)	70 % são Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO) gerados	1,63 % dos resíduos sólidos são destinados à compostagem, enquanto que uma parcela ínfima irá para a incineração	
Cruz e Ferreira (2018)	---	---	
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Não há registro adequado da quantidade de RSO gerados	Não há um processo formalizado de segregação para a reciclagem	

Na quarta etapa, conforme escrito na Tabela 5 a seguir, resumiu-se em que partes dos supermercados há uma setorização dos resíduos sólidos gerados, ou seja, onde há coletores de resíduos exclusivos para o mesmo setor. Observa-se que, em apenas três estudos-base há comentários sobre a setorização dos resíduos sólidos gerados nesses estabelecimentos.

Na Tabela 6, resume-se quais os tipos de resíduos sólidos gerados encontrados nos estudos-base.

Na Tabela 7, resumiu-se para onde estão sendo destinados os resíduos sólidos gerados nos supermercados em análise. Observa-se, como ponto positivo, que resíduos susceptíveis ao processo de reciclagem, como plásticos e papelões, podem gerar renda para o supermercado, assim como o sebo e ossos destinados à fabricação de farinha para ração de animais.



Entretanto, ainda se constata, no estudo de Nascimento (2018), grandes proporções de resíduos sólidos orgânicos destinados inadequadamente para aterros sanitários.

Tabela 5: Setorização dos resíduos sólidos gerados em cada parte dos supermercados analisados nos estudos.
Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Padaria, Açougue e Hortifrúti	Cozinha, Loja, Frente de caixa, Setor de depósito e Sanitários	Confeitaria, Frios, Feira, Praça de alimentação, Área administrativa, Setor de Limpeza, Casa de máquinas, Refeitório dos funcionários e Pátio de estacionamento
Roedel e Fantini (2018)	São setorizados	São setorizados	---
Cruz e Ferreira (2018)	São setorizados	---	---
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	São setorizados	São setorizados	São setorizados

Tabela 6: Tipos de resíduos gerados nos processos de caracterização dos resíduos sólidos observados nos estudos.
Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Classe I – Perigosos				
	Pilhas	Baterias	Lâmpadas	Óleos domésticos	Resíduos sanitários
Ocha <i>et al.</i> (2010)					
Roedel e Fantini (2018)	X		X	X	X
Nascimento (2018)					
Cruz e Ferreira (2018)		X	X	X	
Debastiani <i>et al.</i> (2016)			X	X	

Trabalhos	Classe II-A – Não Perigosos Não Inertes							
	Papelão	Papel	Resíduos orgânicos	Osso	Sebo	Embalagens Tetra Pak	Lixeira	Resíduos contaminados por óleos e sobras de alimentos
Ocha <i>et al.</i> (2010)	X		X		X		X	
Roedel e Fantini (2018)	X	X	X	X	X	X		
Nascimento (2018)	X		X					
Cruz e Ferreira (2018)	X	X	X	X				X
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	X		X	X			X	

Trabalhos	Classe II-B – Não Perigosos Inertes						Outros
	Plásticos	Embalagens PET	Latas	Vidros	Madeira	Outros (**)	
Ocha <i>et al.</i> (2010)	X				X		
Roedel e Fantini (2018)	X	X	X	X		Vasilhames de água e de cerveja, Fitas e filmes plásticos, Copos descartáveis e Bandejas de isopor (**)	
Nascimento (2018)	X						X
Cruz e Ferreira (2018)	X			X	X		
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	X		X				



Tabela 7: Destinação real dos resíduos sólidos gerados nos supermercados dos estudos de referência.
Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Plásticos e Papelões	Sebo	Ossos	Resíduos comuns	Orgânicos
Ocha <i>et al.</i> (2010)	---	---	---	---	---
Roedel e Fantini (2018)	Venda	Venda	Venda	Coleta municipal	Doação
Nascimento (2018)	Reciclagem	---	---	---	97,68 % para aterro sanitário e 2,32 % para compostagem
Cruz e Ferreira (2018)	Reciclagem	---	Paga para empresa de produção de ração recolher	Coleta municipal	Alimentação de animais
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Venda	---	Venda	Coleta municipal	Doação
Trabalhos	Latas de refrigerante	Óleos	Sobra de pães	Sanitários	Lâmpadas fluorescentes queimadas
Ocha <i>et al.</i> (2010)	---	---	---	---	---
Roedel e Fantini (2018)	---	---	Fabricação de farinha de rosca	Coleta municipal	---
Nascimento (2018)	---	---	---	---	---
Cruz e Ferreira (2018)	---	Doação	---	---	Devolvido ao fornecedor parcialmente e Coleta Municipal
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Venda	Venda	---	---	Devolvido ao fornecedor

Tabela 8: Propostas de destinação dos resíduos sólidos gerados nos supermercados dos estudos de referência.
Fonte: Do autor, 2020.

Trabalhos	Classe I – Perigosos						
	Pilhas	Baterias	Lâmpadas	Óleos domésticos	Resíduos sanitários		
Ocha <i>et al.</i> (2010)	---	---	---	---	---		
Roedel e Fantini (2018)	Logística Reversa	---	Logística Reversa	Logística Reversa	Aterro Sanitário		
Nascimento (2018)	---	---	---	---	---		
Cruz e Ferreira (2018)	---	Recolher pela Prefeitura	Logística Reversa	Fabricação de sabão	---		
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	---	---	Logística Reversa	Logística Reversa	---		
Trabalhos	Classe II-A – Não Perigosos Não Inertes						
	Papelão	Papel	Resíduos orgânicos	Ossos	Sebo	Embalagens Tetra Pak	Lixeira
Ocha <i>et al.</i> (2010)	Reciclagem	---	---	---	---	---	---
Roedel e Fantini (2018)	Reciclagem	Reciclagem	Compostagem	Fabricação de farinha para ração	Fabricação de farinha para ração	Reciclagem	---
Nascimento (2018)	Reciclagem	---	Compostagem	---	---	---	---
Cruz e Ferreira (2018)	Reciclagem	Reciclagem	Alimentação de animais	Empresa terceirizada	---	---	---
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Reciclagem	---	Doação	Fabricação de farinha para ração	---	---	Recolher pela Prefeitura

Resíduos contaminados por óleos e sobras de alimentos (Cruz e Ferreira (2018)): Recolher pela Prefeitura



Trabalhos	Classe II-B – Não Perigosos Inertes					
	Plásticos	Embalagens PET	Latas	Vidros	Madeira	Outros (** citados na Tabela 6)
Ocha <i>et al.</i> (2010)	Reciclagem	---	---	---	Reciclagem	---
Roedel e Fantini (2018)	Reciclagem	Reciclagem	Reciclagem	Reciclagem	---	Reciclagem (**)
Nascimento (2018)	Reciclagem	---	---	---	---	---
Cruz e Ferreira (2018)	Reciclagem	---	---	Recolher pela Prefeitura	Doação	---
Debastiani <i>et al.</i> (2016)	Reciclagem	---	Reciclagem	---	---	---

Na Tabela 8, tem-se propostas adequadas de destinação dos resíduos sólidos gerados em supermercado de acordo com autores dos estudos-base. Destaca-se que a maioria dos Resíduos Classe I, classificados como perigosos, tem como preferência o uso da logística reversa, enquanto que não se recomenda o uso de aterros sanitários como destinação de resíduos sólidos orgânicos, o que poderia reduzir o seu tempo de vida útil.

DISCUSSÕES

Observa-se que, na Tabela 6, conta-se os tipos de materiais encontrados nos resíduos sólidos gerados pelos supermercados. Em um estudo realizado por Villalba *et al.* (2020), na cidade de Tandil, na província argentina de Buenos Aires, sobre a caracterização de resíduos sólidos urbanos, verificou-se a presença dos seguintes materiais que não constam na Tabela 6: Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) (Classe I – Perigosos) e de Alumínios, Metais ferrosos, Plásticos PEAD, Têxteis e Resíduos de jardinagem (Classe II-B – Não Perigosos Inertes). Usando-se da argumentação de Cruz e Ferreira (2018) de que a composição dos resíduos sólidos dos supermercados não destoa da composição dos resíduos sólidos urbanos gerados no município, os resíduos citados acima podem ser gerados por esses estabelecimentos, podendo ser assim utilizados em um modelo de caracterização.

Ainda em Villalba *et al.* (2020), verificou-se que a geração de vidro é maior em períodos de temperaturas mais baixas e menor em épocas mais quentes, enquanto que, para o plástico PET, acontece o inverso. Os autores levantaram a hipótese de isso deve estar associado ao fato de que a população costuma consumir maior quantidade de vinhos (armazenados em garrafas de vidro) em períodos mais frios e refrigerantes (armazenados em garrafas de plástico PET) em épocas mais quentes. Também, foi constatado que havia perdas de massa dos resíduos durante o processo de caracterização e que isso poderia estar relacionado com a perda de umidade, a qual pode estar associado ao consumo tradicional de infusão de erva-mate na região.

Um aspecto importante constatado por Villalba *et al.* (2020) é o fato de que as épocas dos anos e os comportamentos culturais da população de uma região específica modificam as características dos resíduos sólidos produzidos na sociedade. Por isso, para a elaboração de uma proposta de caracterização desses resíduos gerados em supermercados, deve-se considerar a investigação das variáveis de aspectos culturais e temporais da região em estudo.

Neste artigo, observou-se a destinação inadequada de resíduos sólidos orgânicos para aterros sanitários, aumentando-se os custos de tratamento e os impactos ambientais. Tendo-se essa mesma problemática, Herrero *et al.* (2019) propuseram construir e estudar um biodigestor anaeróbico em larga escala com custos mínimos para o tratamento de resíduos de frutas e vegetais de um mercado municipal na Bolívia, gerando biogás. Concluiu-se que esse equipamento é tecnicamente viável em larga escala com produção de biogás comparável a outras tecnologias de custo similar.

Também, Achinas *et al.* (2019), Ariyanto *et al.* (2017), Ruffino e Zanetti (2017), Namsree *et al.* (2012) e Siles *et al.* (2013) estudaram a produção de biogás através do tratamento por digestão anaeróbica de resíduos orgânicos. Os primeiros verificaram a quantidade de gás metano (CH₄) produzida a partir da adição de estrume à carga orgânica no processo de digestão anaeróbica, enquanto que os segundos projetaram uma planta para produção de biogás para converter resíduos sólidos de frutas em biogás, constatando que essa opção é mais técnica e economicamente viável que o aterro sanitário. Já os outros três últimos citados, concentraram-se na otimização da digestão anaeróbica, alterando-se algumas variáveis desse processo, com a finalidade de aumentar a geração de biogás.



Já Zema *et al.* (2018) discorrem sobre os resíduos sólidos gerados de uma indústria de processamento de citros no setor agroindustrial. O descarte desses resíduos apresenta bastantes restrições econômicas e ambientais, limitando-se principalmente à alimentação de animais. O estudo demonstra uma melhoria das terras agrícolas usando esses resíduos orgânicos para a compostagem e indica a necessidade de aperfeiçoamento de sistemas de produção de bioenergia dos resíduos. Por outro lado, Ruffino e Zanetti (2017) concluíram que, a partir de resíduos e esgoto de uma fábrica de frutas cristalizadas, a digestão anaeróbica otimizada pode produzir 30 % das necessidades da planta industrial estudada, reduzindo-se custos com tratamento de resíduos sólidos via compostagem e emissões de CO₂.

Portanto, conclui-se que a viabilidade do tratamento de resíduos sólidos via compostagem ou digestão anaeróbica para produção de biogás depende do tipo da matéria orgânica gerada. Os supermercados, conforme visto na Tabela 4, são grandes produtores de resíduos sólidos orgânicos, chegando, na maioria dos casos, a ser a categoria de resíduos mais geradas. Logo, para se ter um tratamento adequado desses resíduos orgânicos, recomenda-se que esses estabelecimentos realizem uma segregação dos mesmos através de subcategorias, pois nem todo tipo de matéria orgânica pode ser tratado por um mesmo processo específico.

PROPOSTA

Em sequência, com as informações de referencial bibliográfico condensadas, este artigo propõe categorias de resíduos sólidos possíveis de serem gerados nos supermercados, conforme consta na Tabela 9, para um processo de caracterização.

Tabela 9: Categorias de resíduos sólidos possíveis de serem geradas em um supermercado.

Fonte: Do autor, 2020.

Classe I – Perigosos	Classe II-A – Não Perigosos Não Inertes	Classe II-B – Não Perigosos Inertes
Pilhas	Papelão	Madeira
Baterias	Papel	Têxteis
Lâmpadas	Embalagens Tetra Pak	Isopor: bandejas de isopor e outros.
Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)	Resíduos orgânicos: ossos, sebo, sobra de pães, cítricos e outros.	Metais: metais ferrosos e alumínio (latas de refrigerante e outros).
Óleos domésticos	Resíduos contaminados por óleos e sobras de alimentos	Plásticos: PET, PEAD, vasilhames de água, copos descartáveis, fitas plásticas, filmes plásticos e outros.
Resíduos sanitários	Lixeira comum	Vidros: vasilhames (cerveja) e outros

A fim de se otimizar o tempo para realizar a caracterização dos resíduos sólidos gerados em supermercados, o presente artigo propõe setorizar as áreas desses estabelecimentos, a fim de se fazer a segregação dos materiais em cada setor que o resíduo for produzido. Propõe-se setorizar em **padaria, açougue, hortifrúti, cozinha, lojas, frente de caixa, setor de depósito, sanitários, confeitaria, frios, feira, praça de alimentação, área administrativa, setor de limpeza, casa de máquinas, refeitório dos funcionários e pátio de estacionamento**, conforme abordado na tabela 5.

A partir da análise da Tabela 8 e as abordagens realizadas no item de Discussões, este artigo propõe possíveis tratamentos ou destinações finais adequadas para cada categoria de resíduos sólidos, conforme visto na tabela 10.

Tabela 10: Propostas adequadas de tratamentos ou destinações finais para as categorias de resíduos sólidos.

Fonte: Do autor, 2020.

Classes dos Resíduos Sólidos	Categorias dos Resíduos Sólidos	Propostas adequadas de tratamento ou destinações finais
Classe I – Perigosos	Pilhas	Logística reversa
	Baterias	Logística reversa
	Lâmpadas	Logística reversa
	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)	Logística reversa
	Óleos domésticos	Logística reversa ou fabricação de sabão
	Resíduos sanitários	Aterro sanitário



Classe II-A – Não Perigosos Não Inertes	Papelão	Reciclagem
	Papel	Reciclagem
	Embalagens Tetra Pak	Reciclagem
	Resíduos orgânicos: ossos	Produção de farinha para ração de animais
	Resíduo orgânico: sebo	Produção de farinha para ração de animais ou fabricação de sabão
	Resíduo orgânico: sobra de pães	Fabricação de farinha de rosca
	Resíduos orgânicos: cítricos	Alimentações de animais ou compostagem exclusiva de citros
	Resíduos orgânicos: outros	Compostagem ou biometanização
	Resíduos contaminados por óleos e sobras de alimentos	Aterro sanitário
	Lixeira comum	Segregar o material ou aterro sanitário
Classe II-B – Não Perigosos Inertes	Madeira	Reciclagem
	Têxteis	Reciclagem
	Isopor: bandejas de isopor	Reciclagem
	Isopor: outros	Reciclagem
	Metais: metais ferrosos	Reciclagem
	Metais: alumínio (latas de refrigerante e outros).	Reciclagem
	Plásticos: PET	Reciclagem
	Plásticos: PEAD	Reciclagem
	Plásticos: vasilhames de água	Reciclagem ou logística reversa
	Plásticos: copos descartáveis	Reciclagem
	Plásticos: fitas plásticas	Reciclagem ou aterro sanitário
	Plásticos: filmes plásticos	Reciclagem ou aterro sanitário
	Plásticos: outros	Reciclagem ou aterro sanitário
	Vidros: vasilhames (cerveja)	Reciclagem ou logística reversa
	Vidros: outros	Reciclagem

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos dos estudos de referência deste artigo, identificou-se a tipologia dos resíduos sólidos gerados pelos supermercados. Com isso, padronizou-se os mesmos em categorias, favorecendo assim a identificação dos resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais de contaminação ao meio ambiente, bem como a alternativa mais adequada para um tratamento ou disposição final. Além disso, com um resíduo sólido bem caracterizado e segregado, os receptores desses materiais podem realizar um processo de pré-tratamento, como os de trituração, centrifugação e peneiramento, de resíduos de maneira mais eficiente e com menos impurezas.

Também, constatou-se que os supermercados geram uma variedade de resíduos sólidos que necessitam ser segregados para poder passar por diversos tipos de tratamentos. Os estudos ainda apontam que os resíduos podem ser uma fonte de renda para esses estabelecimentos. Outro ponto importante que se pode destacar é o fato de que os resíduos sólidos orgânicos, uma das parcelas mais geradas pelos supermercados, podem ser aproveitados em um processo de biometanização e compostagem, garantindo assim um equilíbrio sustentável com o meio ambiente e um possível retorno financeiro a ser explorado por esses estabelecimentos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHINAS, Spyridon; KROONEMAN, Janneke; EUVERINK, Gerrit Jan Willem. **Enhanced Biogas Production from the Anaerobic Batch Treatment of Banana Peels**. *Engineering*, v.5, n. 5, p. 970–978, 2019.
2. ARIYANTO, Teguh; CAHYONO, Rochim Bakti; VENDE, Abby; MATTHEIJ, Stijn; MILLATI, Ria; SARTO; TAHERZADEH, Mohammad J.; SYAMSIH, Siti. **Utilization of fruit waste as biogas plant feed and its superiority compared to landfill**. *International Journal of Technology*, v. 8, n. 8, p. 1385–1392, 2017.
3. BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 02 de ago. 2010.
4. CRUZ, Ewerton Ferreira; FERREIRA, Vanete. **Gestão de resíduos sólidos em um supermercado de pequeno porte**. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, v. 6, n. 10, p. 46–64, 2018.
5. DEBASTIANI, Solange Maria; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor; LAGO, Sandra Mara Stocker; KNISS, Cláudia Terezinha. **Avaliação da gestão de resíduos sólidos de uma rede de supermercados no Estado do Paraná como contribuição para um plano de gerenciamento**. XIX Seminários em Administração; nov. 2016; São Paulo.
6. HERRERO, J. Martí; CASTELL, G. Soria-; BASURTO, A. Diaz-de-; ALVAREZ, R.; CHEMISANA, D. **Biogas from a full scale digester operated in psychrophilic conditions and fed only with fruit and vegetable waste**. *Renewable Energy*, v. 133, p. 676–684, 2019.
7. NAMSREE, Pimjai; SUVAJITTANONT, Worakrit; PUTTANLEK, Chureerat; UTTAPAP, Dudsadee; RUNGSDARDTHONG, Vilai. **Anaerobic digestion of pineapple pulp and peel in a plug-flow reactor**. *Journal of Environmental Management*, v. 110, p. 40–47, 2012.
8. NASCIMENTO, Larissa de Almeida. **Estudo da gestão de resíduos sólidos em uma rede de supermercados**. 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.
9. OCHOA, A. Fierro; VEGA, C. Armijo de; DELGADO, O. Buenrostro; SALAS, B. Valdez. **Análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, México**. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, v. 26, n. 4, p. 291–297, 2010.
10. ROEDEL, Tamily; FANTINI, Caroline Silva. **Proposta de implantação de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para um supermercado de médio porte, em Brusque – SC**. IX Fórum Internacional de Resíduos Sólidos; 13–15 jun. 2018; Porto Alegre.
11. RUFFINO, Barbara; ZANETTI, Mariachiara. **Present and future solutions of waste management in a candied fruit – jam factory: Optimized anaerobic digestion for on site energy production**. *Journal of Cleaner Production*, v. 159, p. 26–37, 2017.
12. SILES, J. A.; SERRANO, A.; MARTÍN, A.; MARTÍN, M. A. **Biomethanization of waste derived from strawberry processing: advantages of pretreatment**. *Journal of Cleaner Production*, v. 42, p. 190–197, 2013.
13. VILLALBA, Luciano; DONALISIO, Rubén Santiago; BASUALDO, Nicolás Eloy Cisneros; NORIEGA, Roxana Banda. **Household solid waste characterization in Tandil (Argentina): Socioeconomic, institutional, temporal and cultural aspects influencing waste quantity and composition**. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 152, 2020.
14. ZEMA, D. A.; CALABRÒ, P. S.; FOLINO, A.; TAMBURINO, V.; ZAPPÀ, G.; ZIMBONE, S. M. **Valorisation of citrus processing waste: A review**. *Waste Management*, v. 80, p. 252–273, 2019.