

RESÍDUOS SÓLIDOS:

DA GESTÃO AO GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL

Rodrigo Cândido Passos da Silva
Carla Lorena Sandim da Rosa
Márcia Barros Carvalho Melo
Soraya Giovanetti El-Deir
(Organizadores)



2025

RESÍDUOS SÓLIDOS:
DA GESTÃO AO GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL

Rodrigo Cândido Passos da Silva
Carla Lorena Sandim da Rosa
Márcia Barros Carvalho Melo
Soraya Giovanetti El-Deir
(Organizadores)

EDUFRPE
UFPA e Gampe/UFRPE
Recife - PE, 2025



UFRPE

Maria José de Sena	Reitora
Maria do Socorro de Lima Oliveira	Vice-reitora
Antão Marcelo Freitas Athayde Cavalcanti	Diretor da Editora da UFRPE
José Abmael de Araújo	Coordenador Administrativo
Josuel Pereira de Souza	Chefe de produção
Victor Sandes de Meneses	Editoração Eletrônica



Editora Universitária da UFRPE
Endereço: Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n,
Bairro Dois Irmãos CEP: 52171-900 - Recife/PE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Resíduos sólidos [livro eletrônico] : da gestão ao gerenciamento sustentável / organizadores
Rodrigo Cândido Passos da Silva...[et al.]. -- Recife, PE :
Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2025.
PDF

Vários autores.
Outros organizadores: Carla Lorena Sandim da Rosa,
Marcia Barros Carvalho Melo, Soraya Giovanetti El-Deir.
Bibliografia.
ISBN 978-85-7946-471-3

1. Gestão ambiental 2. Meio ambiente - Preservação
3. Resíduos sólidos - Aspectos ambientais - Administração
I. Silva, Rodrigo Cândido Passos da. II. Rosa, Carla Lorena
Sandim da. III. Melo, Marcia Barros Carvalho. IV. El-Deir,
Soraya Giovanetti.

25-270992

CDD-361.728

Índices para catálogo sistemático:

1 Resíduos sólidos : Problemas ambientais 361.728
Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

COMISSÃO EDITORIAL

Adeildo Cabral da Silva	IFCE
Adelmo Lima Bastos	IFAL
Adriana Salete Dantas de Farias	UFCG
Alessandra dos Santos Silva	IFMA
Alexandre Lioi Nascentes	UFRRJ
Alice Sabrina Ferreira da Silva	UFOPA
Aline Carolina da Silva	OMS
Amanda Estefânia de Melo Ferreira	UFERSA
Ana Claudia Giannini Borges	UNESP
Ana Karoline Caitano do Nascimento	UFRPE
Ana Paula Lima Pacheco	UFPE
Andressa Ribeiro de Queiroz	UNINASSAU
Armando Borges Castilhos Júnior	UFSC
Carlos Antonio Belarmino Alves	UFPB
Christianne Torres de Paiva	IFPE
Claudia Coutinho Nóbrega	UFPB
Claudia Wanderley Pereira Lira	IFPE
Cláudio Emanuel Silva Oliveira	ASCES
Daniella Roberta Silva de Assis	UFPE
Ednilza Maranhão dos Santos Santos	UFRPE
Eduardo Antonio Maia Lins	UNICAP, IFPE
Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco	UFRRJ
Elói Martins Senhoras	UFRR
Érika Alves Tavares Marques	UFPE
Érika Flávia Machado Pinheiro	UFRRJ
Fabian Antonio Echegaray	MARKET ANALYSIS
Fernanda Santana de Oliveira	UNB
Fernando de Figueiredo Porto Neto	UFRPE
Francisco César Dalmo	UFVJM
Fred Newton da Silva Souza	UNITINS
Gabriela Valones Rodrigues de Araújo	UFERSA
Glauber Cruz	UFMA
Graziella Colato Antonio	UFABC
Iara Terezinha Queiroz Pereira dos Santos	IFBA
Isabela Cristina Gomes Pires	UFSE
Ítalo Emanuel Rolemberg dos Santos	IFCE
Iwelton Madson Celestino Pereira	UPE
Janaina Accordi Junkes	UNIT/AL
Janisi Sales Aragão	IFCE
Jaqueline Maria Soares da Silva	IFPA
João Batista Alves	UFCG
João Manoel de Freitas Mota	IFPE
Jorge Ferreira da Silva Filho	UFAL
José Carlos Barbieri	FGV
José Lima de Oliveira Junior	IFCE
José Luiz Alves	UPE

Júlia Barbosa de Almeida Salgado	UFRPE
Juliana Tófano de Campos Leite Toneli	UFABC
Julio Cesar de Pontes	IFRN
Kalinny Patrícia Vaz Lafayette	UPE
Kátia Cristina Silva de Freitas	UFRPE
Laís Roberta Galdino de Oliveira	UFPE
Leides Barroso Azevedo Moura	UnB
Liliana Garcia Silva	IFTO
Luciana Alves Rodrigues Macedo	UFMG
Lúcio Câmara Silva	UnB
Luiz Antônio Pimentel Cavalcanti	IFBA
Luiz Filipe Alves Cordeiro	ITEP
Luiz Moreira Coelho Júnior	UFPB
Maria Clara Mavia de Mendonça	IFPE
Maria de Fátima Nóbrega Barbosa	UFCEG
Maristela Casé Costa Cunha	UNEB
Maurício Alves da Motta Sobrinho	UFPE
Miriam Cleide Cavalcante de Amorim	UNIVASF
Oscar José Smiderle	EMBRAPA-RR
Patrícia Carla Barbosa Pimentel	FTC Salvador - BA
Quésia Jemima da Silva	UFPE
Raimundo Nonato Barbosa Felipe	IFRN
Regia Lucia Lopes	IFRN
Reinaldo Corrêa Costa	INPA - AM
Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel	UPE
Renata Carla Tavares dos Santos Felipe	IFRN
Renata Laranjeiras Gouveia	UFPE
Roberto Ney Ciarlini Teixeira	UNIFOR
Rodolfo Sbrolini Tiburcio	UFABC
Rodrigo Cândido Passos da Silva	UFPA
Rosilda Alves Magalhães Menezes	UNEB
Samara Teixeira Pereira	UFPB
Sérgio Carvalho Paiva	UNICAP, IFPE
Simone Ferreira Teixeira	UPE
Simone Moraes Stange	UFSCar
Solange da Silva Nunes Boni	UFMA
Soraya Giovanetti El-Deir	UFRPE
Suzana Pereira Vila Nova	UFRPE
Thaís Meira Menezes	UFRPE
Tháisa Ferreira Macedo	UFRJ
Vagne de Melo Oliveira	UFRPE
Velber Xavier Nascimento	ESMAC
Wagner Jose de Aguiar	UFPE

PREFÁCIO INSTITUCIONAL

*Profa. Dra. Carolina Coelho da Rosa
Vice-Coordenadora Geral do CAMTUC/UFPA*

A gestão sustentável dos resíduos sólidos é um desafio de múltiplas responsabilidades institucionais, que abrange desde gestores municipais ao compromisso científico-acadêmico de instituições de ensino e pesquisa do Brasil. Neste sentido, foi com alegria que a Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, abraçou a edição do Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – Epersol no ano de 2024, em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em sua décima primeira edição, o evento ocorreu na modalidade híbrida e contou com a participação de docentes, discentes e especialistas na área de resíduos sólidos das cinco regiões do Brasil. Para além de discussões aprofundadas sobre o tema, o Epersol contou com a apresentação de trabalhos científicos, mesas redondas, visitas técnicas, cursos, além da publicação de dois livros digitais: Resíduos sólidos: da gestão ao gerenciamento sustentável e Resíduos sólidos: das políticas públicas às tecnologias limpas e inovadoras, os quais reúnem os artigos avaliados e aprovados pela Comissão técnico-científica do eventos e apresentados durante o Epersol 2023.

Enquanto instituição de ensino, pesquisa e extensão comprometida com os desafios contemporâneos do século vigente, o CAMTUC/UFPA acredita e fomenta ações que gerem impacto social positivo na sociedade e que promova o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade para atendimento da Agenda 2030 e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela Organização das Nações Unidas.

Espero que todos/as/es tenham uma ótima leitura!

APRESENTAÇÃO

A gestão sustentável dos resíduos sólidos é um dos principais desafios das sociedades contemporâneas no século vigente. O sistema econômico capitalista, pautado na produção e consumo, impulsiona a ascendente geração deste material ao longo dos anos. Dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (Abrema, 2023), referente ao Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023, ano-base 2022, reitera esta informação apontando para uma geração estimada de aproximadamente 77,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no país no ano de 2022, o que corresponde a mais de 211 mil toneladas de resíduos geradas por dia.

Essa geração pressiona as demais etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a segregação à disposição final ambientalmente adequada, além de requerer estratégias gerenciais adequadas e sustentáveis para soluções compartilhadas desta problemática nos 5.565 municípios brasileiros. Diante deste cenário, o Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – Epersol 2024, em sua décima primeira edição, vem construindo um espaço dialógico, participativo e técnico-científico de debates e aprofundamentos teóricos quanto à Gestão e Gerenciamento Sustentável dos Resíduos Sólidos.

Atento às discussões emergentes, o Epersol 2024 teve como tema central “**Resíduos sólidos e mudanças climáticas**”. Este tópico foi escolhido devido às contribuições diretas e indiretas do setor nas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, gerados ao longo da cadeia dos resíduos sólidos. Neste sentido, o evento discutiu desde os desafios e oportunidades da gestão sustentável dos resíduos sólidos no cenário das mudanças climáticas aos casos de sucesso de tendências tecnológicas de baixo carbono do setor.

Nesta esteira, os artigos aprovados e apresentados no evento perpassam por essa temática ao abordar reflexões teóricas e metodológicas, bem como relatos de experiências em pesquisa e extensão de especialistas e pesquisadores na área de gestão sustentável de resíduos sólidos. Deste modo, foram aprovados 41 artigos científicos de autores representativos das cinco regiões do país. Os artigos aprovados foram organizados em dois livros: Resíduos sólidos: da gestão ao gerenciamento sustentável (23 artigos) e Resíduos sólidos: das políticas públicas às tecnologias limpas e inovadoras (18 artigos).

O presente livro está estruturado em três capítulos. O **Capítulo 1 – Gestão sustentável dos resíduos sólidos**, que compõe 6 artigos científicos, retrata os desafios e oportunidades da gestão adequada destes materiais em empreendimentos e municípios localizados no Brasil. Já o **Capítulo 2 – Gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos**, composto por 7 artigos, aborda acerca dos desafios do setor desde o gerenciamento de resíduos agrícolas às rotas tecnológicas em comunidades tradicionais. Por fim, o **Capítulo 3 – Diagnóstico ambiental**, o qual contempla 10 artigos, apresenta a caracterização dos resíduos sólidos em distintas áreas de estudo, desde comunidades quilombolas aos empreendimentos e cidades localizados em espaços urbanos.

Esperamos que este material seja utilizado de forma ampla e contribua para a promoção e popularização das discussões acerca da Gestão Sustentável dos Resíduos Sólidos. Desejamos uma ótima leitura a todos/as/es!

Os organizador/as

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS 01

- 1.1 GESTÃO DE RESÍDUOS DE PARQUES EÓLICOS NO NORDESTE; ENCAMINHAMENTOS PÓS-VIDA ÚTIL *Érika Tavares Marques, Uedja Tatyane Guimarães M. Lima, Jônatas Santos de Araújo e Maria do Carmo Sobral* 02
- 1.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA: PROPOSIÇÃO DA APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE ESG EM UNIDADES ADMINISTRATIVAS. *Fernando Gomes Monteiro Neto, Maurício Alves da Motta Sobrinho, Helder de Barros Guimarães e Maria Conceição Araújo Alves da Silva* 17
- 1.3 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: RESULTADOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL TOM JOBIM, NO RIO DE JANEIRO. *Camila Ferreira de Vasconcellos e Milena Maria Martorelli* 30
- 1.4 A GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PROL DO ATINGIMENTO DOS ODS: REVISANDO A LITERATURA NACIONAL. *Jorge Alfredo Cerqueira-Streit, Patrícia Guarnieri, Lechan Colares-Santos e Natallya de Almeida Levino* 41
- 1.5 AVALIAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE BREU BRANCO – PA. *Igor Murilo Fortes dos Santos, Kemily Cristine de Araújo Silva e Selenia Farias Bezerra.* 55
- 1.6 MINERAÇÃO URBANA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA INDUSTRIAL TÊXTIL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO. *Mirela Maria Nóbrega Marques, Soraya Giovanetti El-Deir, Marília Arruda e Rodrigo Cândido Passos da Silva* 65

CAPÍTULO 2 - GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 84

- 2.1 AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE CONSUMO, PREÇO E GERAÇÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ NA CIDADE DE TUCURUÍ-PA. *Igor Augusto da Silva Lopes, Cristiane Moia Baia, Carla Lorena Sandim da Rosa e Rodrigo Cândido Passos da Silva* 85
- 2.2 DESAFIOS DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS DE GRANDE E PEQUENO PORTE EM SALVADOR – BA. *Iara Terezinha Queiroz Pereira dos Santos e Maria Helena Del Grande.* 97

2.3 COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA COSTA DE ALAGOAS E PERNAMBUCO; DESAFIOS E AVANÇOS. <i>Pedro Paulo Cabral de Lira Sobrinho Filho, Beatriz Mesquita Pedrosa Ferreira e Simone Ferreira Teixeira</i>	112
2.4 CENTRAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NA UFPE: UM PROJETO PILOTO. <i>Edvânia Maria Pereira Serafim, Camila Claudino de Souza, Jose Geraldo Andrade Pacheco e Maria Betânia Melo de Oliveira</i>	124
2.5 GERAÇÃO DO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DO AÇAÍ NA CIDADE DE TUCURUÍ - PA. <i>Cristiane Moia Baia, Igor Augusto da Silva Lopes, Carla Lorena Sandim da Rosa e Rodrigo Cândido Passos da Silva</i>	138
2.6 ROTA TECNOLÓGICA DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CRIOULAS, BREU BRANCO-PA. <i>Alana de Almeida Souza, Beatriz da Costa Vieira e Rodrigo Cândido Passos da Silva</i>	153
2.7 ROTA TECNOLÓGICA DESCRITIVA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA DE SÃO BERNARDO, OEIRAS-PA. <i>Beatriz da Costa Vieira, Alana de Almeida Souza e Rodrigo Cândido Passos da Silva</i>	164
CAPÍTULO 3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	175
3.1 AVALIAÇÃO TEMPORAL DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO PARÁ. <i>Yasmin Mendonça Ferreira, Lara Grazielle Sousa Freitas e Rodrigo Cândido Passos da Silva</i>	176
3.2 AVALIAÇÃO TEMPORAL DA EXPANSÃO DO LIXÃO DE TUCURUÍ-PA E SUAS INTERFERÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS E ECONÔMICAS. <i>Tatiane dos Reis Muerza, Lara Grazielle Sousa Freitas e Rodrigo Cândido Passos da Silva</i>	192
3.3 ANÁLISE AMBIENTAL DO CEMITÉRIO DE CASA AMARELA, UM ESTUDO DE CASO. <i>Eduardo Antonio Maia Lins, Adriana da Silva Baltar Maia Lins, Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira e Fábio Machado Cavalcanti</i>	204
3.4 DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA VILA QUILOMBOLA DE SÃO BERNARDO, OEIRAS DO PARÁ – PA. <i>Kemily Cristine de Araújo Silva, Ângela Cristina de Lima Sales, Sheryle Santos Hamid e Rodrigo Cândido Passos da Silva</i>	213
3.5 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA RUA DO LAZER, RECIFE – PE. <i>Eduardo Antonio Maia Lins, Fábio José de Araújo Pedrosa, Fábio Machado Cavalcanti e Jéssica Maria da Silva</i>	228

3.6 CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DA CEASA E DE PODAS URBANAS SUBMETIDOS A CRAQUEAMENTO TÉRMICO-CATALÍTICO PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS. *Ana Regina da Rocha Araújo, Mario Davi Coutinho Santos, Ellen Thaís Nunes de Sousa e Claudemir de Jesus dos Santos Junior* 240

3.7 IMPACTO DA OBSOLESCÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS E NA INFLUÊNCIA NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Evantuy de Oliveira, Leandro Silva Costa e Régia Lúcia Lopes* 252

3.8 MICROPLÁSTICOS SUBSTÂNCIAS EMERGENTES E SEUS IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE – IMPLEMENTAÇÃO DA FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO PARA REMOÇÃO NOS EFLUENTES DOMÉSTICOS. *Maria Clara Quaresma Freire, Mayra Angelina Quaresma Freire, Romero Correia Freire e Luiza Cintra Campos* 263

3.9 ATERROS SANITÁRIOS E AS METAS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO DE CASO DA GESTÃO EM MARECHAL DEODORO – AL. *Jorge Ferreira da Silva Filho, Lavínia Ferreira Andrade e Eduardo Henrique Alves Celestino* 273

3.10 VERIFICAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO PELO DESCARTE INADEQUADO DAS EMBALAGENS AGROTÓXICO PELA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. *Suely Torquato Ribeiro, Adeildo Cabral da Silva e Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral.* 285

DOS ORGANIZADORES

299

Gestão Sustentável dos Resíduos Sólidos

CAPÍTULO 1

1.1 GESTÃO DE RESÍDUOS DE PARQUES EÓLICOS NO BRASIL; ENCAMINHAMENTOS PÓS-VIDA ÚTIL

Érika Alves Tavares Marques

Grupo de Gestão Ambiental – UFPE

erikatmbio@gmail.com

Uedja Tatyane Guimarães Medeiros Lima

Grupo de Gestão Ambiental – UFPE

uedja.tatyane@ufpe.br

Jonatas Santos de Araujo

Grupo de Gestão Ambiental – UFPE

jonatas.araujo94@gmail.com

Maria do Carmo Sobral

Grupo de Gestão Ambiental – UFPE

mariadocarmo.sobral@gmail.com

RESUMO

Após a crise hídrica o Brasil implementou diversas políticas para incentivar a busca por novas fontes energéticas. Entre elas, a energia eólica experimentou um crescimento acelerado na última década devido à sua natureza renovável, baixo custo e baixa emissão de gases de efeito estufa, além de desempenhar um papel importante no cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável nacional. No entanto, a energia eólica também gera impactos ambientais significativos. Este estudo tem como objetivo analisar as estratégias adotadas após o fim da vida útil desses equipamentos. Foi realizada uma revisão narrativa baseada em artigos científicos publicados a partir de 2019 e disponíveis no Google Acadêmico, Scielo e Portal Periódico Capes. Até 2030, mais de 50 parques eólicos alcançarão 20 anos de operação, aproximando-se do fim de sua vida útil. Estima-se uma projeção de geração de 2,8 milhões de toneladas de resíduos. Constatou-se que o gerenciamento dos resíduos dos aerogeradores é um processo complexo, pois envolve fatores tecnológicos, climáticos e econômicos associados à sua disposição adequada. Nesse cenário, é essencial um planejamento cuidadoso, avaliando as possíveis estratégias a serem adotadas, tais como: extensão da vida útil operacional das turbinas, repotenciação parcial ou total, reaproveitamento dos resíduos pós-consumo, descomissionamento e desativação do parque.

PALAVRAS-CHAVE: Economia circular, Energia eólica, estratégias de tratamento.

1. INTRODUÇÃO

As crises enfrentadas pelo mercado de petróleo fizeram com que o setor eólico industrial começasse a crescer, sendo hoje considerado uma alternativa de energia sustentável. Contudo, é importante observar que o setor eólico industrial também pode gerar alguns tipos de impactos ambientais como poluição sonora, impacto visual e impacto sobre a fauna (INATOMI; UDAETA, 2005). Atualmente, a demanda por energias limpas tem aumentado, devido às consequências do aquecimento global e da poluição em geral.

A geração eólica mundial tem experimentado um crescimento expressivo, impulsionando a expansão dos setores industriais associados à produção de equipamentos para a geração de energia eólica (FARIAS, 2016). No decênio compreendido entre os anos de 2011 e 2020, a capacidade instalada de geração eólica mundial evoluiu à taxa média de 14,7% ao ano. (Figura 1). Em 2020, a geração eólica mundial alcançou 733,3 GW de potência instalada e a atividade obteve crescimento de 17,8% ao ano, incrementando novos 111,0 GW de potência, atuando na contramão da crise provocada pela pandemia Covid-19, que afetou inúmeros setores econômicos (BEZERRA, 2021).

Figura 1 - Evolução da capacidade instalada (GW) e do incremento anual (%) de geração eólica no mundo



Fonte: Bezerra (2021)

O primeiro programa de larga escala para incentivo ao desenvolvimento da energia eólica no Brasil foi o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) iniciado em 2001 como resposta do governo à crise energética que o país vinha enfrentando em razão do reduzido regime pluviométrico registrado e consequente baixo armazenamento de água nos reservatórios das hidroelétricas nacionais. Por meio deste programa, a energia eólica recebeu um incentivo adicional sobre o preço de compra por kWh. Posteriormente foram implantados outros programas governamentais de incentivo às fontes renováveis em nível nacional e estadual com o intuito de promover a diversificação da matriz energética brasileira (PINTO et al., 2017).

Nos últimos 15 anos, o Brasil atraiu investimentos privados em parques eólicos e de fabricantes de componentes de aerogeradores. Esses investimentos foram alocados de forma descentralizada, com uma parte expressiva concentrada no Nordeste,

principalmente em locais de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (GOUVEIA; SILVA, 2018). Em 2021, a fonte eólica representou 9% da potência de geração elétrica do país. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, está previsto um acréscimo de 14% na participação da energia eólica na matriz elétrica brasileira até 2030 (MME; EPE, 2021). Assim, no horizonte do Plano, prevê-se a adição de mais 16 GW de potência eólica. A energia hidráulica, embora continue sendo predominante em 2030, terá uma redução gradual em sua participação na matriz elétrica do país (BEZERRA, 2021).

O Brasil ocupa a sexta posição no *ranking* global do *Global Wind Energy Report 2023*, com 24 GW de capacidade instalada eólica *onshore*. O relatório mostra que o país instalou o terceiro maior número de novas usinas eólicas em 2021, atrás apenas da China e dos EUA, evidenciando o crescimento no setor que há uma década possuía de 1GW instalado. A expectativa é que até 2024 o Brasil tenha pelo menos 30 GW de capacidade eólica instalada, considerando apenas os leilões já realizados e os contratos assinados (ABEEÓLICA, 2023). Novos leilões adicionarão mais capacidade instalada nos próximos anos, destacando-se a Região Nordeste, que opera 80% dos parques eólicos brasileiros. Isso ocorre devido às suas particularidades climáticas, ventos mais constantes, com velocidade estável e direção frequente (AIRSWIFT, 2023).

Os primeiros projetos em energia solar e eólica foram implementados na década de 1990, tanto nos estados da Região Nordeste como também da Região Norte do Brasil, onde a carência de abastecimento elétrico é uma das mais acentuadas e graves do país. Por apresentar várias comunidades isoladas, não atendidas pelo fornecimento das fontes convencionais de energia, vários projetos foram ali implementados com instalações de sistemas fotovoltaicos e eólicos para geração descentralizada de energia elétrica (DUTRA; SZKLO, 2008). Os avanços observados no setor têm ocorrido para aumentar o ganho de potência por aerogerador, o qual tem sido obtido principalmente pelo aumento de porte e altura. O maior esforço de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nesse aspecto consiste na procura de materiais mais leves e resistentes (GOUVEIA; SILVA, 2018).

Considerando que os contratos da fonte eólica nos leilões têm, em geral, duração de 20 anos, prazo equivalente à vida útil de projeto dos equipamentos, percebe-se que os empreendimentos em operação desde os anos 90 já atingiram essa idade. Já os primeiros projetos contratados no âmbito do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) atingirão esse tempo nos próximos 5 anos. Até 2030, mais de 50 parques alcançarão os 20 anos de operação, representando mais de 600 aerogeradores e de 940 MW de potência (EPE, 2021).

A vida útil dos equipamentos é determinada por diversos fatores, incluindo a durabilidade de componentes específicos, como gerador, caixa multiplicadora e pás, bem como as condições climáticas e operacionais a que as turbinas são expostas ao longo de sua operação. Essas condições incluem a velocidade do vento, rajadas máximas, modos de operação e outros fatores relevantes. Essas condições consideradas durante o projeto podem ser diferentes das condições reais de operação dos equipamentos. Portanto, a vida operacional do equipamento pode ser maior ou menor do que a vida útil estimada durante o projeto. Além disso, ao longo dos anos, as turbinas eólicas tendem a perder eficiência de operação devido ao desgaste dos equipamentos. Isso resulta em um aumento na frequência das manutenções necessárias para garantir o bom funcionamento

das turbinas (EPE, 2021).

A gestão de resíduos no setor tem atraído cada vez mais atenção devido ao atingimento da vida útil das turbinas eólicas, seu potencial de impacto ambiental, assim como a projeção de expansão do setor até 2030 (CAO et al., 2019; LI et al., 2020). Por exemplo, as lâminas, comumente feitas de fibra de vidro ou carbono, não podem ser recicladas (TAZI et al., 2019). O cenário indica a necessidade da breve disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados pelas usinas eólicas, sendo oportuno a consideração do gerenciamento em fim de vida (End-of-Life - EoL), assim como estratégias de economia circular (CHEN et al., 2021). Com isso, o presente estudo tem o objetivo analisar as estratégias adotadas para usinas eólicas após o fim da vida útil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em 2015, a ONU (2016), aconselhou aos países membros uma nova agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos 15 anos, chamada Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nesta agenda o ODS 7 “Energia Limpa e Sustentável” estabelece, em sua meta 7, a garantia ao acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos (MARINI; BARONI, 2022). Desde então, houve uma expansão relacionada à procura global das fontes alternativas, que têm por meta facilitar o aumento da produção de energia e, conjuntamente, diminuir a dependência global de combustíveis de fontes não renováveis (SILVA et al., 2016).

Os benefícios para o setor elétrico nacional são enormes. As hidrelétricas e a energia eólica operando em conjunto podem garantir o fornecimento de energia em longo prazo, além de serem limpas, renováveis e competitivas economicamente. A fonte eólica pode atuar como complemento e/ou suporte em casos de riscos na oferta por fonte hídrica. A demanda por energia elétrica e seus sistemas de produção e distribuição são relevantes para a sociedade, pois estão associados ao desenvolvimento das nações. Com um ambiente institucional organizado e estruturado, como o Proinfa e os leilões, além das linhas de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o país tem avançado no desenvolvimento da indústria eólica, a qual fornece bens e serviços (OLIVEIRA NETO, 2016).

Muitas empresas do ramo estão surgindo no Brasil, sobretudo na Região Nordeste, devido às condições ambientais para geração de energia eólica (NOGUEIRA et al., 2020). Dos 619 parques eólicos instalados no país, 523 estão localizados nesta região. Com a redução das chuvas que ocorrem no segundo semestre do ano, os reservatórios ficam escassos e desfavoráveis para produção de energia hidrelétrica. É justamente neste período que os ventos estão mais intensos, compensando o desequilíbrio com a produção de energia eólica que caminha em plena potência (IBERDROLA, 2023).

O Nordeste sedia 89,3% das usinas eólicas em operação no país, somando 17,7 GW de potência, com destaque para os Estados do Rio Grande do Norte (30,5%) e da Bahia (26,5%). O estudo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021), aponta um futuro promissor para a energia eólica liderada por esta região do Brasil. As projeções sinalizam que a participação da fonte eólica na matriz elétrica brasileira passará de 9%, em 2021, para 14%, em 2030, sendo previstos acréscimos de 16 GW no período, sendo necessários investimentos de mais de R\$ 50 bilhões na fonte eólica até 2030 (MME;

EPE, 2021). A Região Nordeste deverá receber grande parte dos investimentos previstos em energia eólica no Brasil, em função da sua elevada competitividade na atividade (BEZERRA, 2021).

O sucesso da energia eólica no Brasil também pode ser explicado pelo rápido desenvolvimento de uma cadeia produtiva local eficiente, que começou com índice de nacionalização próximo de 60% e alcançou a fabricação em território nacional de 80% de um aerogerador, conforme as regras de financiamento do Programa de Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME) do BNDES. O Brasil tem hoje seis fabricantes de turbinas, fábricas de pás e torres eólicas e centenas de empresas que trabalham em outros componentes, além de transporte, consultorias diversas, planejamento, obras e etc. A capacidade instalada é de 24,13 GW em 869 parques eólicos, com mais de 9.770 aerogeradores em operação em 12 estados apresentados na (Tabela 1) (ABEEÓLICA, 2023).

Tabela 1 – Relação dos estados, usinas eólicas e potência dos parques eólicos no Brasil

UF	CE	RN	ES	RS	PR	PA	BA	SC	PE	PB	RJ	Total
Nº UEEs	27	7	6	4	8	5	4	2	4	2	1	71
Potência (kW)	14.585,86	118,9	58,4	57	42,7	35	9,34	8,2	16,6	5,7	2,4	14.941,10

UEE – Usina de Energia Eólica

Fonte: ANEEL (2021)

Segundo levantamento da EPE (2021), até 2030, 51 UEEs no Brasil terão ultrapassado 20 anos de operação. São mais de 600 aerogeradores, totalizando 940 MW de potência, aproximando-se do fim de suas vidas úteis. Logo, ao se aproximar dos 20 anos de operação, é desejável realizar uma avaliação técnica do estado dos aerogeradores e demais componentes da UEE, além da infraestrutura de conexão de interesse restrito. A partir dos resultados dessa análise, deve-se avaliar as possíveis estratégias sobre o que se fazer com esses parques no futuro, tendo em vista o prazo de 35 anos da outorga de autorização para exploração de geração concedida pela ANEEL (RUIZ, 2022).

Os investimentos feitos em tecnologias avançadas na busca pela transição das matrizes energéticas implicam no desenvolvimento de novos processos de geração, bem como novos materiais e dispositivos utilizados para este fim. Porém, tais tecnologias carregam consigo alguns tipos de resíduos de fabricação ou pós-consumo, que se não tratados adequadamente podem ser tão prejudiciais ao meio ambiente quanto aqueles tradicionalmente utilizados (ARRUDA; TREVIZAN, 2023). As pás são perfis aerodinâmicos projetados de forma a garantir a melhor obtenção da energia do vento e para isso, elas são produzidas com materiais leves e resistentes, como a fibra de vidro ou de carbono (WINDBOX, 2020). Em 2019, aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de materiais compostos foram utilizados no setor da energia eólica, o que torna sua reciclagem complexa, devido à dificuldade de separação dos componentes (RECYCLING, 2019).

Por esta razão, a reciclagem, especialmente das pás das turbinas eólicas, é vista como um dos principais desafios para a indústria. Inicialmente, de acordo com a máxima da Economia Circular, que prioriza a reutilização e o reaproveitamento, a maioria das pás dos aerogeradores está sendo reutilizada. Esta estratégia de reaproveitamento decorre do fato de que, as turbinas eólicas estão se tornando cada vez mais eficientes e mais potentes. Assim, as pás antigas podem ser remontadas em outros parques eólicos ou em outros

países. Há também iniciativas inovadoras que convertem essas pás em elementos arquitetônicos ou estruturais, tais como pontes ou suportes de bicicletas. Entretanto, mesmo com o reaproveitamento, os dados indicam que a partir de 2030, mais de 600 aerogeradores serão descartados no Brasil. E com a contínua expansão da energia eólica, esse número aumentará rapidamente. Portanto, torna-se necessário buscar alternativas para lidar com o volume crescente de pás removidas no país (IBERDROLA, 2023).

Embora seja importante observar que as pás eólicas são inertes, ou seja, não acabam gerando emissões tóxicas e sua composição as torna absolutamente seguras para aterros, trata-se de um desperdício significativo de recursos que se afasta dos critérios de sustentabilidade e circularidade que prevalecem no setor eólico. Diferentes projetos e iniciativas estão sendo desenvolvidos para promover a reciclagem de pás através de diferentes tecnologias, aplicáveis a reciclagem mecânica, térmica e química (IBERDROLA, 2023). A viabilidade de tecnologias como essas só é positiva caso o valor das matérias-primas recuperadas supere o custo do processo de reciclagem aplicado (PSOMOPOULOS et al., 2019; OLIVEIRA NETO; SILVA, 2023).

Embora 94% das turbinas eólicas sejam recicláveis, existe um desafio considerável relacionado aos 6% restantes, que se referem às pás. Estas são compostas por resina e fibra reforçada com compósitos poliméricos (BEAUSON; BRONDSTED, 2016). As pás produzidas à base de composto reciclado possuem custos elevados, e carecem de soluções para reciclagem em larga escala (NAGLE et al., 2022). Atualmente, a solução mais comum para destinação final destas pás é o aterro sanitário (VIGOLO, 2022).

Diversos cenários e tecnologias que lidam com pás de aerogeradores após o fim do ciclo de vida podem ser encontrados na literatura. Um estudo publicado por Beauson et al. (2022) apresentou um diagrama para a tomada de decisão no fim da vida útil das pás das turbinas eólicas, considera quatro critérios: custos, viabilidade técnica, legislação e impactos ambientais. São três as alternativas frequentemente utilizadas após o término da vida útil, o reuso (onde as pás permanecem com a mesma função original e são utilizadas novamente em turbinas eólicas), a reciclagem (onde são transformadas em novos materiais) e a eliminação (disposição em aterro) (BEAUSON et al., 2022).

3. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa exploratória baseada em dados secundários em bases nacionais e internacionais a partir de artigos científicos, documentação, legislação e sites especializados. O trabalho foi organizado e estruturado em três partes principais: (i) a evolução do setor eólico no Brasil; (ii) geração de resíduos no setor eólico; (iii) tratamento dos resíduos do setor eólico. Como critério de seleção foram realizadas pesquisas de artigos científicos publicados a partir de 2019 em bases de dados como Google Acadêmico, Scielo e Portal Periódico Capes, além de pelo menos 10 (dez) artigos publicados nos e-books do Epersol. Como critérios de inclusão foram selecionados artigos usando os descritores Economia circular, Energia eólica, estratégias de tratamento. Como critérios de exclusão foram os artigos publicados antes de 2018, artigos duplicados e artigos não relacionados ao tema. A aplicação destes critérios levou em conta que se pelo menos um critério de exclusão fosse aplicado ao artigo, este seria eliminado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a ANEEL (2020), estão em operação no Brasil 3 parques com mais de 20 anos de operação e possuem aerogeradores de 500 KW. Os parques estão localizados nas Regiões Nordeste e Sul, sendo que 2 estão localizados no litoral do estado do Ceará (Taíba e Prainha) e 1 no Paraná (Eólio-Elétrica de Palmas). O parque eólico mais antigo está em operação desde o ano de 1998 (ANEEL, 2020b). Além deste, os outros dois que operam há mais de 20 anos, totalizam 17,5 MW.

Em 2002 foi instituído o PROINFA, que estabeleceu contratos de geração por 20 anos e cujo preço de energia atualmente é de cerca de R\$ 500/MWh (ELETROBRAS, 2019). Os primeiros parques eólicos referentes ao programa, que totalizam mais de 200 MW, tiveram suas operações iniciadas em 2006. A partir de 2011, iniciou-se a operação dos parques vencedores do Leilão de Reserva de 2009. Entre os anos de 2011 e 2020 foram instalados novos parques que acrescentaram mais de 14 GW de potência ao sistema elétrico brasileiro e com preço de contratação em média inferior a R\$ 200/MWh.

Aproximadamente 50 parques, compreendendo mais de 600 aerogeradores e 940 MW de potência, foram instalados até o fim de 2010 (Figura 2). Estes parques ultrapassarão os 20 anos de operação até 2030 (Tabela 2) e deverão enfrentar questões relativas ao planejamento de modernização ou descomissionamento nos próximos anos (ANEEL, 2020b).

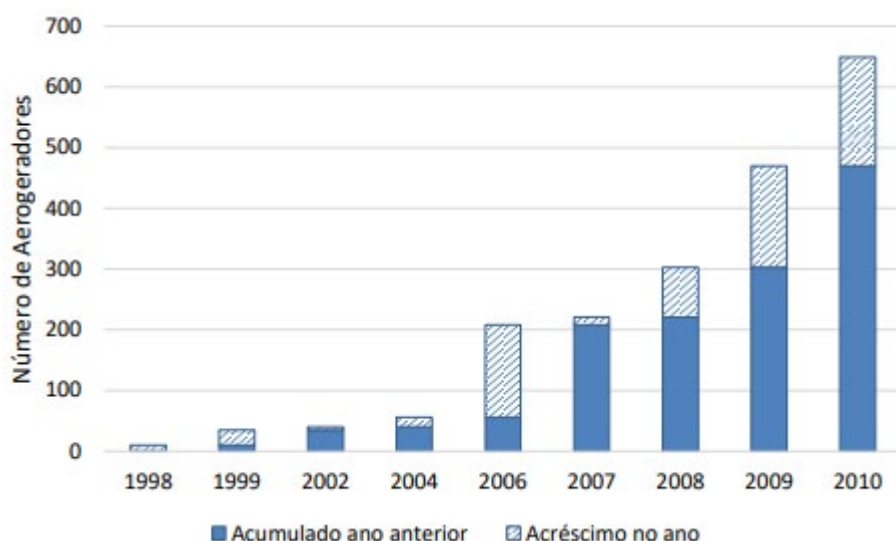
Tabela 2 - Potência instalada (MW) por período de entrada em operação comercial

Período	Tempo de operação (anos)	Potência adicionada (MW)	Nº de usinas	Classificação por faixas de potência (Nº de usinas)				
				0 a 1 MW	1 a 5 MW	5 a 15 MW	15 a 30 MW	>30 MW
1988 a 2000	20 a 23	17,5	3	0	2	1	0	0
2001 a 2005	15 a 20	12,6	5	1	4	0	0	0
2006 a 2010	10 a 15	910,5	43	2	18	4	8	11
2011 a 2015	5 a 10	6.744,9	266	3	4	32	194	33
2016 a 2019	1 a 5	7.742,6	312	4	1	26	259	22

Fonte: ANEEL (2020b)

A preocupação com a produção de resíduos e a questão ambiental, social e econômica faz do gerenciamento de resíduos uma ferramenta importante no controle e na minimização destes problemas, sendo um dos pontos principais em discussões entre as empresas, poder público e coletividade, visto que esse fator cresce exponencialmente em decorrência da expansão de civilizações (SANTOS et al., 2019).

Figura 2 - Número acumulado de aerogeradores por ano de entrada em operação comercial



Fonte: ANEEL (2020a; 2020b)

No Brasil, apesar do uso da energia eólica ser mais recente, a problemática do descarte dos componentes de turbinas eólicas após o fim de sua vida útil, já vem sendo alertada por pesquisadores (CRISTINO, 2012). O ciclo de vida de parques eólicos se inicia com a validação do local onde o empreendimento será instalado, suas fases de construção e de operação, até a fase de finalização da vida operacional esperada. Neste momento, existem duas alternativas: aumento do tempo do ciclo de vida de operação (com ou sem repotenciação) ou descomissionamento e desativação total do parque (ORNELAS; TOFANELI; SANTOS, 2019).

A projeção de consumo de material a ser utilizado na construção dos novos parques eólicos indica um aumento de aproximadamente 2,8 milhões de toneladas nos próximos 30 anos, aumento gradual de cerca de 90 mil toneladas por ano. No geral, estima-se que em 2050 para cada 1 tonelada de material utilizado na fabricação dos aerogeradores, será produzida em contrapartida 0,5 tonelada de resíduos. Diante dessa realidade consideram-se como técnicas de reciclagem mais adequadas para compósitos de matriz polimérica termorrígida (um dos constituintes das pás eólicas), a reciclagem energética, a reciclagem química e a reciclagem mecânica (Quadro 1) (FERNANDES; PAIVA, 2021).

Quadro 1 - Cenário do reaproveitamento dos resíduos pós-consumo da utilização de pás eólicas

Resíduos	Reciclagem	Características
Compósitos termorrígidos: Matriz polimérica e Fibras de vidro	Energética	- Queima controlada do material - Energia gerada por reação de combustão - Degradação completa do material (irreversível) - Baixo poder calorífico (70% não-combustível) - Liberação de gases tóxicos pela queima
	Química	- Uso de reagentes químicos - Rompimento de ligações moleculares - Técnica de pirólise à vácuo - Melhor qualidade das fibras recuperadas
	Mecânica	- Trituração dos resíduos - Fragmentação dos resíduos em partículas menores - Classificação das partículas por tamanho - Utilização das partículas em novas matrizes poliméricas

Fonte: Fernandes e Paiva (2021)

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê a diminuição da geração de resíduos, tendo como proposta um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos com valor econômico e potencial de reciclagem ou reaproveitamento e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos que não podem ser reaproveitados de alguma forma (BRASIL, 2010; CERQUEIRA-STREIT; GUARNIERI, 2020). Os aterros sanitários, são a destinação adequada para descarte dos resíduos sólidos após as etapas de reciclagem e de reutilização (AGUIAR et al., 2019; CAVALCANTI et al., 2019). Outro destino possível para a maior parte das peças de um aerogerador é a sua venda para parques eólicos nos mercados da Ásia ou África (INSTITUTE FOR ENERGY RESEARCH, 2019).

Outro ponto importante da PNRS é a logística reversa, que serve como instrumento para implementar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Essa estratégia promove um conjunto de ações destinadas à coleta e devolução dos produtos e resíduos sólidos ao setor empresarial. Esses itens podem ser reaproveitados em seu próprio ciclo, em outros ciclos produtivos, ou encaminhados para uma destinação final ambientalmente adequada, de forma a minimizar o envio de materiais para disposição (CAVALCANTI et al., 2019). Assim, após o período de operação previsto em contrato e com todas as etapas de manutenção tendo sido realizadas, é indicado realizar uma avaliação técnica do estado dos aerogeradores e demais componentes do parque eólico e, com esse resultado, proceder-se-á um estudo para estabelecer o procedimento a ser adotado. Desse modo, ao se aproximar do fim da vida útil de projeto, sugere-se a modernização dos parques por meio de: extensão da vida útil operacional das turbinas (também chamado de e Reabilitação ou *Retrofit*); repotenciação total ou parcial, e; descomissionamento do parque eólico (EPE, 2021).

Também é possível adotar soluções mistas em que parte dos equipamentos são descomissionados e repotenciados, e parte deles têm a sua vida operacional estendida. Destaca-se não haver consenso na literatura quanto à terminologia dessas alternativas, e alguns conceitos podem se sobrepor. Para o prolongamento da vida útil, pode ser necessário adquirir novas autorizações e estabelecer novos contratos, mediante uma avaliação dos riscos econômicos, ambientais e legais. É necessário assegurar que os componentes dos aerogeradores continuarão disponibilizados no mercado, a fim de garantir a segurança e continuidade operacional do parque (EPE, 2021).

A depender do cenário de repotenciação, o incremento de vida útil pode superar em muito o prazo de 35 anos estabelecidos pela outorga de autorização. Nesses casos, a não renovação desse prazo pode comprometer a viabilidade econômica. Também podem existir restrições para as estratégias de extensão de vida útil (RUIZ, 2022). Leite et al. (2022) chamam atenção para a necessidade de garantir que os componentes dos antigos aerogeradores continuarão disponíveis no mercado pelo prazo adicional previsto.

Silva (2023) destaca que os resultados obtidos mostraram que a repotenciação é tecnicamente viável, visto que, em todos os cenários analisados houve um aumento da produção anual de energia e o fator de capacidade em todos os cenários, além de reduzir, em alguns cenários, perdas pelo efeito esteira. Todos os aerogeradores utilizados na repotenciação tiveram uma taxa interna de retorno (TIR) superior à de 7,71% ao parque com o aerogerador inicial. O *payback* também se mostrou atrativo, pois, em alguns casos, o tempo de retorno é inferior a 4 anos. Segundo a EPE (2021), pode ser interessante para alguns empreendedores realizar a repotenciação de máquinas antes mesmo do fim do prazo

de autorização vigente e solicitar extensão da outorga já com máquinas em condições de atendimento a demandas de longo prazo. Cabe ao empreendedor também avaliar se é mais vantajosa a criação de novos parques, com o descomissionamento de parques antigos, ou efetuar a repotenciação total dos parques antigos, com a troca de todas as máquinas existentes.

Segundo Fernandes e Paiva (2021), os resultados demonstram três tipos principais de processos de aproveitamento dos resíduos dos aerogeradores: o mecânico, o energético e o químico. Dentre as principais aplicações estão a produção de energia pela queima desses resíduos e a reincorporação deles como reforço em novos compósitos. Em virtude do grande volume de pás eólicas produzidas e consequente descarte após final de vida, muito ainda precisa ser estudado como solução para o cenário futuro. A projeção de consumo de material a ser utilizado na construção dos novos parques eólicos indica um aumento de 2,8 milhões de toneladas nos próximos 30 anos, aumento gradual de aproximadamente 90 mil toneladas por ano (Quadro 2).

No que diz respeito à gestão de resíduos, a tecnologia atual permite a reciclagem de cerca de 85% a 90% de todos os componentes de turbinas eólicas. No entanto, a eliminação final das pás representa uma preocupação, uma vez que este processo não está totalmente bem estabelecido, e ainda não está disponível tecnologia madura e favorável ao meio ambiente. As pás das turbinas eólicas acumulam-se devido a dois fatores: o aumento exponencial da energia eólica em todo o mundo em quase 75 vezes nas duas últimas décadas, e o aumento espantoso de mais de cem vezes na capacidade nominal das máquinas. Esta problemática é alvo nos meios de comunicação social no processo de transição energética, se configurando como o ponto fraco da indústria eólica, que resiste a manter a sua aura verde (VIGOLO, 2022).

Quadro 2 - Características das estratégias para usinas eólicas ao final da vida útil

Opções	Variação da vida útil	Fator de capacidade	Comentário
Extensão da vida útil operacional das turbinas (também chamado de e Reabilitação ou <i>Retrofit</i>)	5 a 10 anos	Pequeno ou nenhum incremento	A extensão da vida útil costuma ser a opção escolhida quando não é possível, ou é economicamente inviável, repotenciar a usina. O principal benefício esperado é aumentar o retorno do investimento em um parque eólico, prolongando-se o seu fluxo de caixa, porém devendo-se considerar que os gastos com manutenção deverão aumentar, tendo em vista a maior necessidade de ações de reparo em equipamentos desgastados (EPE, 2021).
Repotenciação parcial	10 a 15 anos	Médio incremento	Consiste na substituição de grandes componentes por outros novos e mais modernos, permitindo que o aerogerador tenha incremento de potência e fator de capacidade. Com isso, prolonga-se a vida útil da UEE (RUIZ, 2022).
Repotenciação total	20 a 25 anos	Grande incremento	Consiste no descomissionamento de toda a UEE e implementação de outra configuração, permitindo a instalação de torres mais altas e turbinas novas de maior potência (EPE, 2021).
Descomissionamento e desativação do parque			O descomissionamento pode ser feito de diferentes formas, cada qual com seus desdobramentos de custos e prazos. Segundo a <i>Canadian Wind Energy</i>

			Association (2020), os ativos podem ser simplesmente demolidos, desmontados visando à sua reutilização ou desmontados para revenda, reciclagem ou inutilização.
--	--	--	---

Fonte: Adaptado de EPE (2021); Ruiz (2022)

As questões referentes ao fim da vida útil operacional de parques eólicos se tornarão cada vez mais relevantes no Brasil e os agentes devem começar a se planejar (EPE, 2021). Na realidade, as diferentes literaturas e *benchmarks* internacionais demonstram que não existe uma estratégia única que seja a melhor em todos os casos. Cada projeto é único, assim como o seu contexto regulatório e comercial. Além disso, a decisão será influenciada pelo contexto microeconômico do setor e macroeconômico do país no momento da avaliação por parte do empreendedor. Por essa razão, é de extrema importância realizar estudos personalizados de viabilidade técnica e econômica, conduzidos por empresas especializadas e independentes, e realizados com antecedência. Por fim, considerando o impacto dessas estratégias na rentabilidade de uma usina de energia eólica, recomenda-se que elas sejam contempladas desde o início na avaliação de novos projetos de usinas (RUIZ, 2022).

5. CONCLUSÕES

Nos próximos 10 anos, diversos parques eólicos brasileiros irão ultrapassar a marca de 20 anos de operação, o que resultará na necessidade de ações de modernização. Diante dessa perspectiva, os proprietários desses parques enfrentarão decisões cruciais, envolvendo as seguintes opções: (i) estender a vida útil das turbinas por meio de reabilitação ou retrofit; (ii) realizar repotenciação parcial; (iii) descomissionar os aerogeradores e aproveitar o local para instalar novos equipamentos; ou (iv) desativar completamente o parque. No que tange aos resíduos gerados pelos parques eólicos, ainda não há um consenso acerca das melhores práticas de aproveitamento, o que torna indispensáveis estudos adicionais visando encontrar soluções mais adequadas para reduzir os impactos ambientais. Essa questão exige atenção contínua, a fim de garantir uma abordagem sustentável e responsável no gerenciamento dos resíduos provenientes da indústria eólica.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. **O Setor - Desenvolvimento da eólica no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/o-setor/>. Acesso em: 07 jun. 2023.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. ABRELPE, São Paulo/SP. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/downloadpanorama-2017>. Acesso em: 25 mar. 2019. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Impactos Ambientais e Inovações Tecnológicas**. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2019. p. 8-16.

AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. Impactos, inovações e tecnologias: a construção do congresso brasileiro de resíduos sólidos. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Impactos Ambientais e Inovações Tecnológicas**. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2019. p. 8-16.

AIRSWIFT. **Energia eólica no Brasil bate recordes e gera empregos**. 2023. Disponível em: <https://www.airswift.com/pt/blog/wind-energy-brazil>. Acesso em: 02 maio. 2023.

ALMEIDA, S. S. Logística reversa na política nacional de resíduos sólidos. In: EL-DEIR, S. G.;

PINHEIRO, S. M. G. P.; AGUIAR, W. J. (Org.). Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2016. p. 31-42.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL) – ANEEL**. 2020a. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>. Acesso em: 11 set. 2020. 2020a.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA) – ANEEL**. 2020b. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 10 jul. 2020. 2020b.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Base Power BISISGD-Público Externo**. 12.nov.2021. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 12.07.2023.

ARRUDA, M. F. A.; TREVIZAN, A. F. Governança na gestão de resíduos sólidos no Brasil. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Org.). Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2023. p. 36-53.

BEAUSON, J.; BRONDSTED, P. Wind Turbine Blades: An End of Life. In: OSTACHOWICZ, W.; MCGUGAN, M.; SCHRÖDER-HINRICHS; LUCZC, M. (Org.). **MARE-WINT**. New Materials and Reliability in Offshore Wind Turbine Technology, pp. 421-432, 2016.

BEAUSON, J.; MADSEN, B.; TONCELLI, C.; BRØNDSTED, P.; ILSTED BECH, J. (2016). Recycling of shredded composites from wind turbine blades in new thermoset polymer composites. Composites Part A. **Applied Science and Manufacturing**, 90, 390–399.121. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.07.009>

BEAUSON, J.; LAURENT, A.; RUDOLPH, D. P.; JENSEN, J. P. The complex end-of-life of wind turbine blades: A review of the European context. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 155, Mar. 2022, 111847.

BEZERRA, A. F. N. Reciclagem: o outro lado da moeda. In: EL-DEIR, S. G. (Org.). Resíduos sólidos: Perspectivas e desafios para a gestão integrada. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2014. p. 69-74.

BEZERRA, F. D. Energia eólica no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, ano 6, n. 200, dez. 2021.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 02 ago. 2010.

CANADIAN WIND ENERGY ASSOCIATION. **Decommissioning/Repowering a Wind Farm**. CanWEA, 2020. Disponível em: <<https://canwea.ca/communities/decommissioningrepowering-wind-farm>>. Acesso em: 31 out. 2022.

CAVALCANTI, M. L. C.; CRUZ, A.; MOURA, I. A. A.; CAVALCANTI, R. S. T. Avaliação do cenário jurídico e políticas públicas no setor de resíduos sólidos. In: NUNES, I. L. S.; ALMEIDA, L. P.; EL-DEIR, S. G. (Org.). Resíduos sólidos: o desafio da gestão. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2019. p. 21-30.

CAO, Z.; O'SULLIVAN, C.; TAN, J.; KALVIG, P.; CIACCI, L.; CHEN, W.Q.; KIM, J., LIU, G.; 2019. Resourcing the Fairytale Country with Wind Power: A Dynamic Material Flow Analysis. **Environmental Science & Technology**, 2019.

CERQUEIRA-STREIT, J. A.; GUARNIERI, P. S. Implementação da política nacional de resíduos sólidos; considerações a partir de estudos publicados. In: SILVA, T. S.; NOBREGA, M. M.; EL-DEIR, S. G. (Org.). Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2020. p. 122-134.

CHEN, Y et al. Modeling waste generation and end-of-life management of wind power development in Guangdong, China until 2050. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 169, p. 105533, 2021.

CRISTINO, L. G. Vem aí a sucata eólica. **Revista UNESP Ciência**, n. 29, p. 42-43, 2012.

DUTRA, R. M.; SZKLO, A. S. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: Scenarios for the Alternative Energy Sources Incentive Program (PROINFA) under the New Brazilian electric power sector regulation. **Renewable Energy**. v. 33, p. 65-76, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.01.013>

ELETRONBRAS -Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **Plano Anual do PROINFA - PAP2020**. Rio de Janeiro, 2019.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Expansão da geração**: empreendimentos eólicos ao fim da vida útil. Situação Atual e Alternativas Futuras. Brasília: MME, 2021. 57p.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Atlas da eficiência energética Brasil 2020**. Relatório de Indicadores. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-556/Atlas%20consolidado_08_03_2021.pdf. Acesso em: 25.10.2023.

FERNANDES, A. P.; PAIVA, J. M. F. **Reaproveitamento de resíduos provenientes da produção de pás eólicas: uma revisão bibliográfica sistemática**. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351535129_REAPROVEITAMENTO_DE_RESIDUOS_PROVENIENTES_DA_PRODUCAO_DE_PAS_EOLICAS_UMA_REVISAO_BIBLIOGRAFICA_SISTEMATICA. Acesso em: 24.10.2023.

FERNANDES, A. P.; PAIVA, J. M. F. Aproveitamento de resíduos pós-consumo provenientes de pás eólicas utilizadas na produção de energia: uma revisão sistemática. **Exacta**, v.19, p. 302-323, 2021. DOI: [10.5585/exactaep.2021.11390](https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.11390)

GOUVEIA, R. L. P.; SILVA, P. A. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. **R. BNDES**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 81-118, 2018.

HAU, E.; VON RENOUARD, H. 2006. **Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics** 2. ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag.

IBERDROLA. **Reciclagem das pás eólicas**: um novo desafio para a energia eólica. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/reciclagem-pas-eolicas>. Acesso em: 03 maio. 2023.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos. **Anais...** III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Sustentável. Campinas-SP, UNICAMP, 2005.

INSTITUTE FOR ENERGY RESEARCH. 2019. **The Cost of Decommissioning Wind Turbines is Huge**. Disponível em: <https://www.instituteforenergyresearch.org/renewable/wind/the-cost-ofdecommissioning-wind-turbines-is-huge/>. Acesso em: 24.10.2023.

LEITE, L. M. M. **Reciclagem de Pás de Rotor de Aerogeradores Eólicos: Desafios e Oportunidades**. 2020. 188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade Beira Interior, Covilhã-Portugal, 2020.

LI, F.; YE, Z.; XIAO, X.; XU, J.; LIU, G. Material stocks and flows of power infrastructure development in China. **Resour. Conserv. Recycl.**, 2020.

MARINI, M.; BARONI, B. R. Avaliação da vida útil de um transformador da subestação de uma usina eólica: Um estudo de caso no nordeste brasileiro. **Sociedade Brasileira de Automática**. v. 1, n. 1, 2022, SBSE2022.

MASON, H. **Joint project to advance wind turbine recycling**. 07.11.2019. Disponível em: <https://www.compositesworld.com/news/joint-project-to-advance-wind-turbine-blade-recycling>. Acesso em: 07.06.2023.

MIRANDA, P. A. V.; MENDES, L. B. Legislação brasileira acerca da logística reversa de resíduos sólidos pós-consumo: pontos positivos e negativos da Lei n. 12.305/10. In: EL-DEIR, S. G.; PINHEIRO, S. M. G. P.; AGUIAR, W. J. (Org.). Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2016. p. 31-42.

NAGLE, A. J.; MULLALY, G.; LEAHY, P. G.; DUNPHY, N. P. (2022). Life cycle assessment of the use of decommissioned wind blades in second life applications. **Journal of Environmental Management**, v. 302, 15 January 2022, 113994.

NOGUEIRA, L. R. S.; RIBEIRO, A. I.; MEDEIROS, G. A.; MARTINS, A. C. G.; LONGO, R. M. Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais da atividade operacional em parque eólico no Sudoeste da Bahia / Brasil. **R. Gest. Sust. Ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 40-63, 2020.

OLIVEIRA NETO, C. R. Expansão da energia eólica no território nordestino: uma análise a partir das teorias da localização. **Revista de Economia**, Anápolis-GO, vol. 12, nº 02, p.196-217 Jul/Dez. 2016.

OLIVEIRA NETO, J. F.; SILVA, T. T. S. Rotas tecnológicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos; uma revisão pós política nacional de resíduos sólidos. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Org.). Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2023. p. 54-69.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/wpcontent/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>> Acesso em 07.06.2023.

ORNELLAS, L. F., TOFANELI, L. A., & SANTOS, A. Á. **Aspectos do Gerenciamento da etapa de encerramento do contrato de geração de energia eólica no Brasil, com enfoque na Bahia**. Em I. Winkler, L. L. Guarieiro, J. D. Barbosa, A. Á. Santos, J. P. Anjos, K. K. Amparo, & I. S. Figueiredo. Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um mundo Global. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

PEDROSA, D. S. F.; NISHIWAKI, A. A. M. resíduos sólidos: uma visão prospectiva a partir da análise histórica da 12 gestão. In: EL-DEIR, S. G. (Org.). Resíduos sólidos: Perspectivas e desafios para a gestão integrada. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2014. p. 12-19.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Rev. Ambient. Água**, vol.12, n.6, 2017.

PSOMOPOULOS, C. S.; KONSTANTINOS, K.; STAVORS K., GEORGE C. I.; PACHOS, P. A Review of the Potential for the Recovery of Wind Turbine Blade Waste Materials. **Journal Recycling**, 2019. DOI: [10.3390/recycling4010007](https://doi.org/10.3390/recycling4010007).

RUIZ, E. T. **Panorama do Financiamento de Projetos Eólicos em 2022**. 02.06.2022. Disponível em: <https://panorama.memoriadaeletricidade.com.br/panorama-do-financiamento-de-projetos-eolicos-em-2022/>. Acesso em: 06.06.2023.

RUIZ, E. T. **Avaliação de Estratégias para Usinas Eólicas ao Final da Vida Útil**. 02.11.2022. Disponível em: <https://cenarioeolica.editorabrasilenergia.com.br/2022/11/02/avaliacao-de-estrategias-para-usinas-eolicas-ao-final-da-vida-util/>. Acesso em: 24.10.2023.

SANTOS, W. S.; MESQUITA, J.B.; ALMEIDA, D. C.; ALVES, A. O. Impressões acerca do descarte de resíduos perfuro cortantes em salões de beleza na cidade de Paulista – PE (2019). In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). Resíduos sólidos: os desafios da gestão. 1ª ed. Recife: **EDUFRPE**, 2019. p. 132-144.

SILVA, C. L.; NOWAKOWSKI, G.A.A.; SANTOYO, A. H.; LEON, V. E. P.; VILARDELL, M. C. Análise de possibilidade de expansão das Pequenas Centrais Hidroelétricas no Brasil: um estudo dos limitantes e potencialidades da cadeia produtiva à luz da sustentabilidade maior simplicidade na concepção e na

operação. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 37, p. 47-72, 2016.

SILVA, A. I. R. D. **Análise da repotenciação de parques eólicos: estudos de casos no Brasil**. 2023. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - UFPE, Recife, 2023.

TAZI, N.; KIM, J.; BOUZIDI, Y.; CHATELET, E.; LIU, G. Waste and material flow analysis in the end-of-life wind energy system. **Resources, Conservation and Recycling Technology**, v.169, p. 421-432, 2021. DOI: 10.1007/978-3-319-39095.

VIGOLO, T. **Descarte de pás dos aerogeradores: uma análise comunicacional**. 2022. 54f. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis e Eficiência Energética) - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2022.

WINDBOX. **Componentes dos aerogeradores: conheça toda sua estrutura**. 03.01.2020. Disponível em: <https://windbox.com.br/blog/componentes-dos-aerogeradores/>. Acesso em: 25.10.2023.

1.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA: PROPOSIÇÃO DA APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE ESG EM UNIDADES ADMINISTRATIVAS

Fernando Gomes Monteiro Neto
Universidade Federal de Pernambuco
fmonteiro.eng@gmail.com

Maurício Alves da Motta Sobrinho
Universidade Federal de Pernambuco
mauricio.motta@ufpe.br

Helder de Barros Guimarães
Exército Brasileiro
helder.prof@gmail.com

Maria Conceição Araújo Alves da Silva
Universidade de São Paulo
c.saneamento@gmail.com

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar as diretrizes para incorporação dos conceitos de ESG (*Environmental, Social and Governance*), com ênfase na gestão de resíduos sólidos, em Organizações Militares administrativas da Força Aérea Brasileira. Para isso, foram realizadas revisões bibliográficas de artigos científicos publicados a partir de 2018, que abordam os benefícios e os desafios da adoção de práticas sustentáveis pautadas em ESG, das legislações nacionais pertinentes e das normativas institucionais, buscando sempre a correlação destas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Em seguida, foi realizado um levantamento das principais estratégias vinculadas à Gestão de Resíduos Sólidos, utilizando como instrumentos os previstos no Art. 8º da Lei nº. 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os resultados mostraram que a aplicação desses conceitos tende a contribuir para a redução do consumo de materiais, a diminuição da geração de resíduos, a economia de recursos financeiros, a melhoria da imagem institucional e a conscientização dos colaboradores sobre a importância da sustentabilidade ambiental da instituição. O artigo conclui que a aplicação de indicadores e dos conceitos de ESG na gestão de resíduos sólidos corporativos é uma estratégia inovadora e vantajosa, pois além de gerar benefícios ambientais, sociais e econômicos, também atende às demandas dos *stakeholders* e às exigências legais e regulatórias brasileiras.

PALAVRAS-CHAVE: ODS, Forças Armadas, Organizações Militares.

1. INTRODUÇÃO

Criado em 20 de janeiro de 1941 por meio do Decreto-Lei n.º 2.961 (BRASIL, 1941a), assinado pelo então Presidente da República, Getúlio Vargas, o Ministério da Aeronáutica, responsável pelas Forças Aéreas Nacionais, transferiu militares, servidores civis, aviões e instalações da Marinha, do Exército Brasileiro e do Ministério da Aviação e Obras Públicas para a Aeronáutica, após o referido Presidente, devidamente assessorado pelas forças políticas da época, considerar que o desenvolvimento alcançado pela aviação nacional necessitava de uma ampliação das suas atividades (ROSA, 2021). No mesmo ano da sua criação, as Forças Aéreas Nacionais passaram a se chamar Força Aérea Brasileira (FAB) (BRASIL, 1941b), nomenclatura utilizada até os dias atuais.

Apesar de inexisterem fontes bibliográficas que atestem com precisão o número de militares que compunham o efetivo da FAB no momento da sua criação, estima-se que a sua estrutura foi organizada por cerca de 300 oficiais (ROSA, 2021). Atualmente, de acordo com o Comando-Geral de Pessoal (COMGEP) da FAB, a instituição é composta por 73.165 (setenta e três mil, cento e sessenta e cinco) militares ativos (incluindo os militares que prestam serviço por tempo certo – PTTC) (BRASIL, 2022). Realizando uma analogia com os dados apresentados por Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), tal efetivo apresenta um número comparável com a população de aproximadamente 60 das 5.570 cidades brasileiras, cujas populações variam entre 70 e 80 mil habitantes.

Diante de tal premissa, cria-se um alerta quanto ao volume de Resíduos Sólidos Corporativos gerados na instituição, ao entender que um dos pontos de partida para uma eficiente gestão ambiental nas empresas é a gestão de resíduos sólidos, por se tratar de algo inerente à existência humana que, cada vez mais, tem elevado a produção de resíduos sólidos urbanos devido à dinâmica das sociedades modernas que o trata como um subproduto do seu respectivo estilo de vida (PORTO NETO; LEITÃO; CARDOSO, 2023; SILVA FILHO; RODRIGUES, 2023).

Para Ângelo e Silva (2023), a gestão de um sistema integrado de resíduos sólidos eficiente deve buscar soluções que respeitem aspectos do *Triple Bottom Line* (ou tripé da sustentabilidade): sociais, econômicos, ambientais. Além dos aspectos supramencionados, uma boa gestão de resíduos deve considerar outros panoramas, tais como os políticos e os culturais, envolvendo o comprometimento do setor público, do cidadão, do setor privado e do consumidor, na adoção de medidas que reduzam ou extingam as consequências desfavoráveis à saúde pública e ao meio ambiente em cada fase do ciclo de vida dos produtos (ARTEAGA; SILVA; YARASCA-AYBAR, 2023; JIANG; GU; DAI, 2023). Essa visão sistêmica na gestão de resíduos sólidos, que considera tais variáveis, está prevista na Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010), que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Costa e Ferezin (2021), apresentam uma evolução sobre tais entendimentos ao considerarem que a tríade identificada nas corporações de alcance global, recentemente abreviada como ESG, do inglês *Environmental, Social and Governance*, para sintetizar suas diretrizes adotadas, suplantou a primazia do elemento econômico em favor da terminologia "governança corporativa". Esse realinhamento concretizado não apenas alarga a perspectiva, transcendendo o âmbito estritamente comercial, mas também abarca a transparência na divulgação, os comitês de auditoria, a conduta empresarial e a luta contra a corrupção (BOUHAMDAN; MOSTAPHA; HEGAZY, 2023; PREVITALI; CERCHIELLO, 2023).

As empresas lidam cada vez mais com pressões por parte da sociedade e dos consumidores, em geral, para reavaliarem os seus negócios de forma mais ética e sustentável, com o intuito de levarem em consideração nas suas políticas de gestão as pessoas e o ambiente afetados por suas operações (ALVES, et al., 2023; RAHMAN; ZAHID; AL-FARYAN, 2023). Dessa forma, as instituições que prezam por minimizar as desigualdades sociais e buscam a sustentabilidade ecológica, acabam por serem consideradas mais estáveis e têm grandes chances de melhorar o seu capital e a sua imagem com os investidores (SANTOS, 2023).

Diante disso, o termo ESG ganhou grande notoriedade graças a uma preocupação crescente do mercado no âmbito da sustentabilidade, que considera seus aspectos como essenciais para as análises de riscos e decisões de investimento (SANTOS, 2023). A estratégia de incluir os critérios que envolvem assuntos ambientais, sociais e de governança, que em união materializam o que se conhece como sustentabilidade no setor empresarial, contribui para a redução dos riscos e para um melhor aproveitamento das oportunidades, aumentando a previsibilidade do empreendimento e a sustentabilidade do negócio (BELINKY, 2021).

Em paralelo, a Organização das Nações Unidas (ONU), visando estabelecer o desenvolvimento sustentável, assim como assegurar a proteção dos recursos naturais, definiu, com o apoio de 191 nações, 8 metas do milênio, estas ficando conhecidas como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (BRASIL, 2014). Posteriormente, a Organização apresentou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que atualmente servem de suporte aos governos que se comprometeram a cumprir os acordos estabelecidos junto à ONU para implementar a Agenda 2030, como aperfeiçoamento dos ODM (ROMA, 2019). Tais Objetivos foram adaptados à realidade brasileira pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), por meio da criação das Metas Nacionais dos ODS (BRASIL, 2018).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Silva (2023), os conceitos de ESG estão reavivando a importância dos aspectos sociais, ambientais e de governança em um contexto global e, recentemente, no Brasil, sintetizando tendências importantes nos mercados sobre como as empresas são geridas, como impactam positivamente a sociedade, o meio ambiente e como todos esses fatores determinam cumulativamente o desempenho geral de uma empresa/organização.

Quando se trabalha com os aspectos isolados do ESG, o “*environmental*” representado pela letra “E” da sigla, tem como objetivo, no âmbito corporativo, uma gestão ambiental que minimize os impactos correlacionados pelo meio da adoção de práticas sustentáveis relacionadas aos recursos naturais, como por exemplo a logística reversa, a coleta seletiva, a redução de emissão de gases de efeito estufa, a eficiência energética, dentre outras (ABNT, 2022).

As organizações com melhor desempenho nas práticas ESG são mais bem vistas pela sociedade, gerando ganhos de reputação e imagem sustentável. A lucratividade atrelada as práticas ESG também podem ser observadas no mercado financeiro, sob o aspecto de que a rentabilidade dos investimentos sustentáveis tende a crescer com o decorrer do tempo (TORRES et al., 2023).

Dessa forma, a busca pela garantia do desempenho das empresas baseados nos princípios sustentáveis vêm da adoção de práticas que visam os três pilares do ESG, utilizando ações específicas em todas as áreas do ramo corporativo. Essas práticas podem

ser alcançadas pelo meio de etapas que objetivem o compromisso das empresas em assumirem a governança baseada na criação de negócios sustentáveis, através da transparência corporativa, priorizando o valor social e de resolução de conflitos, demonstrado por meio de métricas e de modelos padronizados seguindo o modelo de negócio institucional (ABNT, 2022).

Com a perspectiva do ESG, as empresas e/ou instituições que não levam em consideração os impactos que causam ao meio ambiente e a proteção aos recursos naturais correm riscos relacionados à manutenção da sua boa reputação (TORRES et al., 2023). Os danos à imagem da empresa podem levar a sérias consequências no que se refere à perda de clientes, investidores e colaboradores, entretanto, as organizações que desenvolverem tecnologias e soluções para lidar com as questões ambientais em que estão envolvidas criam o desenvolvimento de oportunidades de investimentos, atraindo crescimento atrelado às boas posições de mercado (NICOLO et al., 2023).

O desequilíbrio ambiental causado pelas atividades antrópicas, com o uso desenfreado de recursos ambientais, acarreta um impacto significativo não só para o meio ambiente, mas para os investimentos em várias áreas, incluindo finanças, economia e gestão de ativos (BRITO et al., 2019; CAVALCANTI et al., 2019).

Muito desse desequilíbrio ambiental está relacionado com o crescimento significativo da população mundial e consequentemente do aumento da oferta e demanda que levam ao consumo imediatista e considerável de produtos e serviços. Neste sentido, é visto um movimento por parte das organizações para promoção da inovação nos processos produtivos, na geração de valor na cadeia produtiva, alcance de um consumo consciente e, por meio de um pós-consumo, o descarte correto dos produtos e embalagens, contribuindo para a aplicação de um dos pilares do ESG, o ambiental, por meio de uma gestão sustentável (COSTA; FERREZIN, 2021; PESSOA NETO; SILVA; SÁ, 2023).

Neste contexto, as empresas sensíveis às questões ambientais e que estão direcionadas ao atendimento de medidas mitigadoras e às ações que reduzam os impactos de suas atividades se destacam positivamente, fazendo com que suas estratégias sustentáveis se tornem um assunto cada vez mais citado no mundo corporativo e, aos poucos, passam a ser vistas como uma tendência no mercado (OLIVEIRA; MIRANDA, 2019; NEVES et al., 2019).

As empresas que optem por agir de modo sustentável, além de beneficiar o meio ambiente, potencializam sua reputação junto ao consumidor que está cada vez mais exigente e demonstra uma evolução na forma de consumo (NICOLO et al., 2023). Conforme defendido por Buture (2021), esta exigência está relacionada com a evolução da consciência socioambiental da sociedade, que vem percebendo que ao consumir determinado produto, também compra a credibilidade, honestidade, imagem e a responsabilidade social e ambiental da empresa/organização com suas partes interessadas.

Pessoa Neto, Silva e Sá (2023) defendem que, dentre outras ações, o ESG tem por objetivo o fornecimento de diretrizes e o auxílio aos gestores nas tomadas de decisão por meio de indicadores ambientais, sociais e de governança. Dentre as métricas para reportar indicadores de sustentabilidade e entender o desempenho das empresas em suas práticas, estão: GRI (*Global Reporting Initiative*); SASB (*Sustainability Accounting Standards Board*); IIRC (*International Integrated Reporting Council*); CDP (*Carbon Disclosure Project*); e TCFD (*Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*) (ABNT, 2022).

Na prática, as empresas têm utilizado mais de um tipo de indicador ou métrica para aferir o seu desempenho em ESG, pois a mensuração por meio de indicadores, servem

como ferramentas de análises, monitoramento e comunicação permitindo analisar as tendências e relações de causa e efeito, reportando a situação do sistema físico, social ou econômico da empresa/organização (GAI et al., 2023).

3. METODOLOGIA

A Etapa I do estudo consistiu na delimitação da pesquisa, ou seja, na definição do nicho de informações/dados de entrada explorados. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica por meio da seleção de artigos científicos publicados a partir do ano de 2018, que abordavam a correlação entre ESG, gestão de resíduos sólidos corporativos e os ODS, utilizando as bases de dados do Epersol, do *Scopus*, da *ScienceDirect* e da *Web of Science* (SOUSA; OLIVEIRA; ALVES, 2021). Tais fontes foram utilizadas para busca dos artigos científicos mais relevantes por apresentarem correspondência entre as seguintes palavras-chave: ESG, gestão de resíduos sólidos, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade empresarial e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Além disso, foram realizadas análises pelo meio técnico de investigação (método comparativo), baseado em Sánchez Molina e Murillo Garza (2021), uma vez que o enfoque metodológico empregou as principais legislações federais pertinentes ao tema, assim como os acordos internacionais e as normativas de ESG, a fim de sugerir a proposição da aplicação dos conceitos de ESG em Organizações Militares (OM) administrativas da FAB.

Por fim, para o estudo de caso, a proposição da FAB, focada nas suas respectivas OM administrativas, justifica-se pelo porte dessa força armada frente ao cenário nacional. Para tanto, foram utilizados dados do contrato de coleta de resíduos sólidos de uma OM administrativa, atingindo, dessa forma, uma média de geração per capita. Tal valor foi extrapolado para a instituição como um todo, considerando que as atividades desenvolvidas em todas as OM administrativas são similares.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para Gomes (2023), a geração *per capita* de resíduos sólidos dos brasileiros no ano de 2022 foi de aproximadamente 390 kg/ano, a mesma indicada por Arruda, Trevizan (2023) para o ano de 2021. Já a ABRELPE (2022), aponta que a geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil foi de 381 kg/hab. Para a FAB, foi observado que a OM administrativa utilizada como referência para o estudo em questão produziu, no ano de 2022, cerca de 121,62 kg de resíduos sólidos por militar / ano, logo, ao considerar o efetivo citado anteriormente, a geração de resíduos sólidos na instituição foi de, aproximadamente, 8.898.327,3 kg (sem considerar os resíduos de serviço de saúde, perigosos dentre outros, ou seja, apenas os resíduos oriundos das atividades corporativas: resíduos de rancho, escritório, recicláveis, sanitários).

A gestão de resíduos sólidos desempenha um papel crucial na adoção de práticas corporativas alinhadas aos indicadores de ESG que medem o desempenho sustentável de uma empresa (PESSOA NETO; SILVA; SÁ, 2023). No contexto ambiental (E), a gestão eficiente de resíduos minimiza a pegada ecológica, reduzindo a disposição inadequada e a poluição (TAVARES et al., 2021). A implementação de estratégias de reciclagem e de reutilização não apenas diminui a extração de matérias-primas, mas também reduz a emissão de gases de efeito estufa associados. Isso não só atende às expectativas de ESG, mas também fortalece a imagem da instituição como defensora do meio ambiente.

No aspecto social (S), a gestão de resíduos impacta a saúde das comunidades e a inclusão social. A minimização de riscos de contaminação do solo e da água protege a saúde pública e promove o bem-estar das pessoas. Além disso, iniciativas de reciclagem podem criar oportunidades de emprego e capacitação para grupos marginalizados, impulsionando o desenvolvimento socioeconômico (SILVA et al., 2021).

A governança (G) também é influenciada pela gestão de resíduos sólidos. Implementar políticas e práticas de gestão de resíduos transparentes e bem definidas demonstra um compromisso com a responsabilidade corporativa. Além disso, minimiza os riscos operacionais e legais associados ao descarte inadequado de resíduos (BOUHAMDAN; MOSTAPHA; HEGAZY, 2023; PREVITALI; CERCHIELLO, 2023).

Para ABNT (2022), a incorporação do ESG em empresas/organizações se dá a partir das etapas apresentadas a seguir (Figura 1).

Figura 1 - Etapas de incorporação do ESG em organizações



Fonte: Adaptado de ABNT PR 2030 (ABNT, 2022)

i) Conhecer

Possuir o discernimento do trajeto, a fim de evitar extravios, e deter a confiança necessária para efetuar seleções voltadas à retificação de percurso, quando cabível, no contexto da entidade organizacional.

ii) Ter intenção estratégica

A estratégia organizacional se constitui no conjunto de perspectivas, propósitos e orientações que servem como alinhamento para alinhar os recursos, as tomadas de decisão e os empreendimentos, com o objetivo de conduzir as entidades ao alcance dos seus objetivos. Dessa forma, uma OM que almeja adentrar na senda ESG deve incorporar às entranhas de sua estratégia as matérias ESG pertinentes à sua esfera de atuação. Nesse trilhar, é prudente que a OM observe o seguinte vetor: O compromisso primordial deve vir do gestor e tal gestão deve passar para os liderados a necessidade de uma mudança transformadora com um propósito inspirador, sempre baseado em diretrizes estratégicas.

iii) Diagnosticar

A instituição deve inaugurar a etapa diagnóstica por meio da catalogação de suas práticas sustentáveis, delineando o grau de configuração, os recursos alocados, os procedimentos adotados e os desfechos até o presente momento. Essa abordagem servirá como suporte para a aferição de sua magnitude de desenvolvimento (Quadro 1).

Quadro 1 - Estágios da magnitude de desenvolvimento

Estágio	Discriminação
Elementar	A OM dispõe de procedimento de reconhecimento do cumprimento das normas legais, centrando-se essencialmente na abordagem das disposições legais e exigências regulamentares pertinentes, quando aplicáveis, ou então, examina de maneira rudimentar a temática ou critério, na ausência de requisitos regulatórios compulsórios.
Não integrado	A OM aborda o critério de forma preliminar, por meio de práticas isoladas que ainda não se encontram devidamente harmonizadas com a gestão global.

Gerencial	A OM lida com o critério por meio da implementação de processos estruturados, incorporando mecanismos de monitoramento e empreendendo melhorias contínuas que estão intrinsecamente entrelaçadas ao paradigma de gerenciamento. A entidade pode recorrer às estruturas de sistemas de gestão estabelecidas em normativas nacionais e internacionais pertinentes como base orientadora.
Estratégico	A OM aborda de maneira holística o critério, considerando riscos, oportunidades, ameaças e impactos positivos correlacionados às operações e à cadeia de valor. Essa abordagem é central para decisões estratégicas. Além disso, a OM diferencia-se ao enfrentar desafios ESG, propondo soluções notáveis. A entidade define metas específicas, comunicando resultados transparentemente. A promoção da inovação e de novos modelos de negócio ampliam as abordagens ESG, maximizando o valor agregado. A OM se destaca ao engajar estrategicamente partes interessadas, compreendendo suas expectativas, o que resulta em impactos positivos sociais e ambientais, por meio de um valor compartilhado.
Transformador	Essa OM não apenas transforma seus processos internos para gerar valor compartilhado, mas também desempenha um papel influente ao impulsionar mudanças transformacionais que fortalecem a agenda ESG em escala ampla. O estabelecimento de um engajamento estruturado com partes interessadas e grupos impactados é uma prioridade, visando atingir em conjunto as metas estabelecidas e amplificar os impactos positivos sociais e ambientais. Por fim, a OM exibe liderança proeminente, procurando estar à frente em seu setor e cadeias de valor. Isso é evidenciado por sua abordagem sistemática ao advogar pela temática perante a sociedade, com o intuito de estabelecer programas privados e políticas públicas que fundamentem a transformação.

Fonte: Adaptado de ABNT PR 2030 (ABNT, 2022)

iv) Planejar

Para conceber a estratégia ESG de maneira eficaz, a OM deve levar em consideração indagações como: Quais elementos de sustentabilidade, assim como os aspectos ambientais e sociais preponderantes, incidem sobre a estrutura estratégica da OM, em relação a contingências e possibilidades?; Quais são as partes interessadas de relevo da OM, como elas exercem influência sobre o empreendimento e como são impactadas por ele, e qual é a metodologia delineada para fomentar sua participação?; Quais destes fatores exercem influência sobre o desempenho de curto prazo da OM ou sobre sua aptidão para gerar valor ao longo prazo?; As informações concernentes a vertentes ambientais e sociais estão intrinsecamente entrelaçadas à estrutura de administração de riscos?

v) Implementar

A OM pode demarcar os procedimentos que repercutem nos pilares ESG e suas interrelações indispensáveis (fontes de entrada, entradas, atividades, saídas, beneficiários das saídas) a fim de gerar resultados que reflitam as necessidades e expectativas das partes interessadas, em um fluxo contínuo.

O engajamento substancial das partes interessadas é marcado por uma comunicação bidirecional, intrinsecamente vinculada à boa-fé dos envolvidos em ambos os extremos. Além disso, ele é responsivo e contínuo, muitas vezes abrangendo a participação das partes interessadas pertinentes antes da tomada de decisões.

Por conseguinte, torna-se judicioso que a OM, que almeje avançar na trajetória ESG, não apenas implemente estratégias e políticas, mas também promova a internalização de atitudes e comportamentos alinhados a esse percurso por parte de seus colaboradores. Tais atitudes englobam a ética, o respeito às diversidades, a equidade de gênero, a inclusão, o cuidado com o meio ambiente, dentre outros.

A OM tem à sua disposição meios como a comunicação interna, seminários, workshops, treinamentos e sistemas de avaliação de desempenho para reforçar as atitudes desejáveis e desencorajar comportamentos indesejados, além da constante observância dos pilares do militarismo: hierarquia e disciplina.

vi) Medir e monitorar

Neste estágio, a OM encontra-se incumbida de efetuar a medição e monitoramento das ações delineadas e que estão sendo concretizadas. Os indicadores de desempenho ESG têm a incumbência de ilustrar como o empreendimento gera valor ao longo do tempo, discernir os riscos e impactos inerentes e, primordialmente, abordar a gestão desses fatores.

Tais indicadores devem, portanto, proporcionar evidências tangíveis relativas à evolução e aplicação das práticas ESG no seio da OM. Essa evidência tangente à implementação deve refletir a política, os objetivos e as metas da entidade, que se alinham à busca incessante pela melhoria contínua, sempre que pertinente, e atendem às expectativas das partes interessadas. São exemplos:

- GRI (*Global Reporting Initiative*) proporciona às organizações diretrizes e indicadores relacionados às práticas ambientais, sociais e de governança, destinados a serem comunicados por meio de um relatório de sustentabilidade (MOUGENOT; DOUSSOULIN, 2023);
- SASB (*Sustainability Accounting Standards Board*) estabelece fatores de sustentabilidade que devem ser adaptados a cada setor, considerando os riscos e oportunidades específicos relacionados à sustentabilidade (SAHIB, S. A.; MALIK, Y. S., 2023);
- IIRC (*International Integrated Reporting Council*) é o órgão encarregado de promover o *International Framework* (IR), o qual adota uma abordagem fundamentada em princípios. Este framework oferece orientações que as organizações devem seguir ao compilar relatórios para os usuários finais, abrangendo o conteúdo ESG tanto para ativos tangíveis quanto intangíveis (RIZZI, et al., 2019).
- CDP (*Carbon Disclosure Project*) agrega informações sobre cada entidade por intermédio de um questionário minucioso e, subsequentemente, desenvolve uma pontuação conforme seus próprios critérios. O enfoque do CDP recai sobre tópicos ligados ao meio ambiente, como mudanças climáticas, florestas e segurança hídrica (CHEN, et al., 2021).
- TCFD (*Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*) determinou, a partir de 2020, que os relatórios baseados em suas diretrizes se tornassem compulsórios para todos os proprietários e gestores de ativos que aderissem aos Princípios para Investimento Responsável (PRI) da Organização das Nações Unidas (ONU) (CHUA, et al., 2022). O PRI constitui a maior rede de investidores global dedicada a investimentos sustentáveis.

vii) Relatar e comunicar

É de suma importância instaurar um meio de comunicação transparente entre as partes interessadas, fundamentado em informações precisas. O relatório de desempenho

assume o papel de instrumento estratégico, prestando-se a evidenciar a aderência aos tópicos ESG conforme os critérios estipulados. Além disso, ele serve de base para nortear as decisões concernentes às diretrizes que a OM deve adotar.

Corroborado por Vinuesa et al. (2020), ao considerar que todas estas iniciativas são promotoras de avanços transnacionais e nacionais da questão ambiental, oferecendo uma visão comum na busca da prosperidade e da paz mundial, foi realizada uma análise dos 17 ODS do Brasil e das suas respectivas 175 metas (Brasil, 2018c); foram identificados 10 objetivos e 12 metas relacionadas ao tema proposto. Estas afetam vários domínios dos ODS, dos quais podem-se destacar: meio ambiente; saúde pública; pobreza; e valor dos recursos. Os domínios afetados incluem água limpa, boa saúde, ecossistemas terrestres e marinhos, energia limpa, cidades sustentáveis, desenvolvimento econômico, acesso a empregos verdes e utilização sustentável de recursos naturais. O resumo dos objetivos e metas dos ODS, relacionados ao tema do presente artigo, podem ser observados a seguir (Quadro 2).

Quadro 2 - Resumo dos objetivos e metas dos ODS do Brasil relacionados ao tema

Do mín io	ODS	Metas (resumidas)	Gerenciamento dos RS para alcançar ODS
1- Prot eçã o Am bien tal	6 Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos	6.3: Melhorar a qualidade da água por meio da redução da poluição, eliminação do despejo e minimização da liberação de materiais perigosos.	Garantir o descarte ambientalmente correto de todos os resíduos.
	12 Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis	12.4: Coleta ambientalmente correta de todos os resíduos, especialmente produtos químicos, para diminuir as consequências prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana.	Eliminar a queima a céu aberto e o despejo não controlado.
	15 Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade	15.1: Assegurar a conservação dos ecossistemas aquáticos continentais e de sua biodiversidade.	Assegurar o controle ambientalmente robusto de todos os resíduos para proteger a água e o solo.
	7 Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos	7.2: Manter elevada a participação de energias renováveis na matriz energética nacional.	Tecnologias eficientes de coleta e gerenciamento de resíduos sólidos podem produzir energia renovável.
	13 Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos	13: Tomar medidas imediatas para lidar com os efeitos das mudanças climáticas.	As práticas de coleta e gerenciamento de resíduos sólidos evitam grandes quantidades de emissões de GEE.

2-Pr otec ão à saú de púb lica	14 Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	14.1: Prevenir todos os tipos de poluição marinha, incluindo resíduos aquáticos de atividades terrestres.	A coleta eficaz de resíduos protege a vida marinha, evitando que resíduos entrem nos oceanos.
	3 Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades	3.9: Minimizar as doenças causadas por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição da água, do ar e do solo.	Garantir o acesso de todos a um sistema de coleta inofensivos e eficiente para prevenir o risco de doenças.
1 + 2	11 Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	11.6: Diminuir os efeitos ambientais negativos das cidades; ênfase na qualidade do ar e na gestão de resíduos sólidos.	Erradicar queimadas a céu aberto e despejos não controlados usando um sistema de coleta otimizado, que não só reduz as emissões de carbono, mas também melhora a qualidade do ar.
3-R edu ção da pob reza	8 Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego produtivo, e trabalho decente para todos	8.3: Promover o desenvolvimento com a geração de trabalho digno.	Apoiar os serviços de coleta a partir de pequenas e microempresas para melhorar os meios de subsistência.
4-V alor do recu rso	12 Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis	12.5: Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. 12.3: Reduzir o desperdício de alimentos <i>per capita</i> .	Criar empregos 'verdes' e diminuir significativamente a geração de resíduos por meio da prevenção e dos 3Rs. Diminuir as perdas de alimentos.
3 + 4	1 Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares	1.4: Garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade, tenham acesso a serviços básicos.	Garantir a redução de resíduos e perdas de alimentos. Além disso, a reutilização e a reciclagem dos RS têm potencial significativo para a criação de empregos

Fonte: Adaptado de Monteiro, Sobrinho e Guimarães (2023)

Por fim, para um efetivo gerenciamento dos RS com vistas ao alcance dos ODS sugeridos no Quadro 2, sugere-se a aplicação das boas práticas previstas na ABNT PR 2030 (ABNT, 2022), são elas:

- Elaborar fluxo de geração e armazenamento interno e de logística reversa,
- Implementar processos para segregação de resíduos na fonte.
- Eliminar ou reduzir a quantidade ou periculosidade dos resíduos, demonstrando os resultados com dados monitorados.
- Implantar sistema de gestão de resíduos, com procedimentos e instruções operacionais para os resíduos sólidos.
- Adotar as práticas necessárias para atender às normas técnicas nacionais e internacionais.
- Divulgar amplamente os dados sobre gerenciamento dos resíduos.
- Substituir, quando possível, os tipos de tratamentos dos resíduos gerados (por exemplo, trocar destinação para aterro por recuperação energética).
- Avaliar terceiros e prestadores de serviços.

- Desenvolver iniciativas inovadoras que tragam novas soluções para o gerenciamento de resíduos.

5. CONCLUSÕES

Os indicadores ESG se traduzem em uma reputação sólida, atraem parceiros conscientes e contribuem para a sustentabilidade a longo prazo das operações da empresa. Ao adotar práticas de gestão de resíduos alinhadas aos princípios de ESG, as OM não apenas protegem o meio ambiente, mas também fortalecem sua posição competitiva e contribuem para um futuro mais sustentável.

Os resultados do presente estudo demonstraram que a aplicação dos conceitos de ESG, aliados aos ODS, na gestão de resíduos sólidos corporativos tendem a contribuir para a redução do consumo de materiais, a diminuição da geração de resíduos, a economia de recursos financeiros, a melhoria da imagem institucional e a conscientização dos colaboradores sobre a importância da sustentabilidade ambiental da instituição.

Dessa forma, a aplicação de indicadores e dos conceitos de ESG na gestão de resíduos sólidos corporativos é uma estratégia inovadora e vantajosa, pois além de gerar benefícios ambientais, sociais e econômicos, também atende às demandas dos *stakeholders* e às exigências legais e regulatórias brasileiras, assim como os ODS, contribuindo para a melhoria da imagem institucional da FAB perante a sociedade.

Por fim, o artigo conclui que a efetiva transformação da cultura organizacional só funcionará se for orquestrada pelos líderes e pelos colaboradores, por meio de um modelo de liderança pelo exemplo, o qual infunde maior significado, consistência e propósito a todo o processo.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Prática Recomendada: ABNT PR 2030: Ambiental, social e governança (ESG) – Conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022.** Abrelpe, São Paulo/SP. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/panorama/> >. Acesso em: 29 ago. 2023.

ALVES, C. F.; DE OLIVEIRA, J. C. M.; DE SOUZA, V. R. S.; FERNANDES, M. L. B.; DA SILVA, A. K. P.; HILBORNE, B. A. ESG in perspective: analysis of challenges and possibilities in a textile company, using the GUT matrix. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21 n.º 8, p. 9130-9146, 2023.

ANGELO, G. F.; DA SILVA, T. S. Gerenciamento do ciclo de vida; preceitos normativos em direção aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. In: GUEDES, F. L.; DA SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo.** 1ª ed. Recife: EDUFRRPE, 2023. p. 215-229.

ARRUDA, M. F. A.; TREVIZAN, A. F. C. Governança na gestão de resíduos sólidos no Brasil. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; DA SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais.** 1ª ed. Recife: EDUFRRPE, 2023. p. 37-54.

ARTEAGA, C.; SILVA, J.; YARASCA-AYBAR, C. Solid Waste Management and Urban Environmental

- Quality of Public Space in Chiclayo, Peru. **City and Environment Interactions**, p. 100112-100127, 2023.
- BELINKY, Aron. Seu ESG é sustentável?. **GV-EXECUTIVO**, v. 20, n. 4, p. 37-44, 2021.
- BOUHAMDAN, R. F.; MOSTAPHA, N.; HEGAZY, W. Corporate Governance and Anti-Corruption Disclosure: Evidence from MENA Region. **European Journal of Science, Innovation and Technology**, v. 3, n. 2, p. 122-136, 2023.
- BRASIL. Decreto-Lei n.º 2.961. **Diário Oficial da União**. 20 jan. 1941a.
- BRASIL. Decreto-Lei n.º 3.302. **Diário Oficial da União**. 24 maio 1941b.
- BRASIL. FAB – Força Aérea Brasileira. COMGEP – Comando Geral de Pessoal. Quantitativo de Militares Ativos e de Militares PTTC até o ano de 2022. **Força Aérea Brasileira, Brasília/DF**. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/comando-geral-de-pessoal>>. Acesso em: 29 ago. 2023.
- BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). **O. D. M. Objetivos de desenvolvimento do milênio**: Relatório Nacional de Acompanhamento. Brasília-DF. 2014. Disponível em: <<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://svs.oids.gov.br/daent/centrais-de-conteudos/publicacoes/odm/objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio-relatorio-nacional-de-acompanhamento-maio-de-2014.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2023.
- BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). **Agenda 2030 ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: Proposta de Adequação. Brasília-DF. 2018. Disponível em: <<https://portalods.com.br/publicacoes/ods-metas-nacionais-dos-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>> Acesso em: 30 ago. 2023.
- BRASIL. Lei n.º 12.305. **Diário Oficial da União**, 02 ago. 2010.
- BRITO, A. F. S.; NOGUEIRA, E. M. S.; SILVA, L. M.; SILVA, T. A. Educação ambiental como subsídio para reutilização de resíduo sólido rural no município de Glória-BA. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos**: os desafios da gestão. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 146-154.
- BUTURE, E. C. F. **Reuso de resíduos sólidos industriais, estimulando aprendizagem nas cooperativas escolares**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- CAVALCANTI, M. L. C.; CRUZ, A. D.; MOURA, I. A. A.; CAVALCANTI, R. S. T. Avaliação do cenário jurídico e políticas públicas no setor de resíduos sólidos. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos**: os desafios da gestão. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 21-30.
- CHEN, F.; HUSSAIN, M.; KHAN, J. A.; MIR, G. M.; KHAN, Z. Voluntary disclosure of greenhouse gas emissions by cities under carbon disclosure project: A sustainable development approach. **Sustainable Development**, v. 29, n. 4, p. 719-727, 2021.
- CHUA, W. F.; JAMES, R.; KING, A.; LEE, E.; SODERSTRO M. N. Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) Implementation: An Overview and Insights from the Australian Accounting Standards Board Dialogue Series. **Australian Accounting Review**, v. 32, n. 3, p. 396-405, 2022.
- COSTA, E.; FERREZIN, N. B. ESG (*Environmental, Social and Corporate Governance*) e a comunicação: o tripé da sustentabilidade aplicado às organizações globalizadas. **Revista Alterjor**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 79-95, 2021. DOI: 10.11606/issn.2176-1507.v24i2p79-95. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/alterjor/article/view/187464>. Acesso em: 30 ago. 2023.
- GAI, L.; BELLUCCI, M.; BIGGERI, M.; FERRONE, L.; IELASI, F. Banks' ESG disclosure: A new scoring model, **Finance Research Letters**, v. 57, p. 104199-104207, 2023.
- GOMES, C. F. E-commerce e a gestão de embalagens: conceitos de economia circular para um crescimento sustentável. In: GUEDES, F. L.; DA SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos**: desafios no manejo. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 255-267.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: < <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/> >. Acesso em: 30 ago. 2023.

JIANG, L.; GU, Y.; DAI. Environmental, Social, and Governance Taxonomy Simplification: A Hybrid Text Mining Approach. **Journal of Emerging Technologies in Accounting**, v. 20, n. 1, p. 305-325, 2023.

MOUGENOT, B.; DOUSSOULIN, J. P. A bibliometric analysis of the Global Reporting Initiative (GRI): global trends in developed and developing countries. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-18, 2023.

MONTEIRO NETO, F. G.; SOBRINHO, M. A. M.; GUIMARÃES, H. B. Normativas de gerenciamento integradas de resíduos sólidos da Força Aérea Brasileira à luz dos acordos internacionais e da legislação nacional pertinente. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 9, p. 10755-10779, 2023.

NEVES, R. A.; MARTINS FILHO, J. B.; SOUZA, J. B. C.; PIRES, I. C. G. Responsabilidade ambiental em empresas de comercialização de insumos agrícolas em Chapadinha-MA. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 626-634.

NICOLO, G.; ZAMPONE, G.; SANNINO, G.; TIRON-TUDOR, A. Worldwide evidence of corporate governance influence on ESG disclosure in the utilities sector. **Utilities Policy**, v. 82, p. 101549-101562, 2023.

OLIVEIRA, R. S.; MIRANDA, A. L. Logística reversa como estratégia empresarial na gestão dos resíduos sólidos. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 209-226.

PESSOA NETO, G. P.; SILVA, A. C.; SÁ, G. G. Aplicação ESG em empresas de coleta de resíduos sólidos: estudo de caso. In: GUEDES, F. L.; DA SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 15-28.

PORTO NETO, F. F.; LEITÃO, S. N.; CARDOSO, A. T. P. Estudo qualitativo de resíduos sólidos no rio capibaribe e adjacências: a região central de recife. In: GUEDES, F. L.; DA SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 92-106.

PREVITALI, P.; CERCHIELLO, P. Corporate governance and anti-corruption disclosure. **Corporate Governance: The International Journal of Business in Society**, v. 23, n. 6, p. 1217-1232, 2023.

RAHMAN, H. U.; ZAHID, M.; AL-FARYAN, M. A. S. ESG and firm performance: The rarely explored moderation of sustainability strategy and top management commitment. **Journal of Cleaner Production**, v. 404, p. 136859-136872, 2023.

RIZZI, D. I.; MAZZIONI, S.; DE MOURA, G. D.; ORO, I. M. Fatores determinantes da conformidade dos relatórios integrados em relação às diretrizes divulgadas pelo International Integrated Reporting Council. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 21-39, 2019.

ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Ciência e cultura**, v. 71, n. 1, p. 33-39, 2019.

ROSA, C. E. V. Geopolítica e poder aéreo: a participação da Força Aérea Brasileira na 2ª guerra mundial. **Revista de Geopolítica**, v. 12, n. 2, p. 85-100, 2021.

SÁNCHEZ MOLINA, A. A.; MURILLO GARZA, A. Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. **Debates por la Historia**, v. 9, n. 2, p. 147-181, 2021.

SANTOS, F. C. N. Sustentabilidade empresarial e ESG: uma distinção imperativa. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 1, p. 247-258, 2023.

SAHIB, S. A.; MALIK, Y. S. Sustainability Accounting Standards Historical Development/Literature Review. **International Academic Institute for Science and Technology** v. 10, n. 1, p. 01-12, 2023.

SILVA FILHO, J. F.; RODRIGUES, P. V. C. Estudo dos impactos de políticas "lixo zero" em Marechal Deodoro - AL. In: GUEDES, F. L.; DA SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 29-43.

SILVA, M. A. B.; PIMENTEL, H. R.; GOMES, S. S.; PAZ, D. H. F. Desenvolvimento de uma rede de coleta seletiva solidária de resíduos sólidos no município do cabo de santo agostinho. In: MENEZES, Natália Santana de et al. (Org.). **Resíduos Sólidos: educação e meio ambiente**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 809-820.

SILVA, F. ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental como ferramenta estratégica das empresas do setor elétrico em atendimento ao índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, n. 1, p. e18625-e18625, 2023.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021.

TAVARES, C. M.; GUEDES, F. L.; ALMEIDA, A. J. G. A.; JUCÁ, J. F. T. Indicadores de sustentabilidade da limpeza urbana para o município de Sairé – PE. In: MENEZES, Natália Santana de et al. (Org.). **Resíduos Sólidos: educação e meio ambiente**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 606-620.

TORRES, L.; RIPA, D.; JAIN, A.; HERRERO, J.; LEKA, S. The potential of responsible business to promote sustainable work—An analysis of CSR/ESG instruments. **Safety Science**, v. 164, p. 106151-106160, 2023.

VINUESA, R.; AZIZPOUR, H.; LEITE, I.; BALAÃO, M.; DIGNUM, V.; DOMISCH, S.; FELLÄNDER, A.; LANGHANS, S. D.; TEGMARK, M.; NERINI, F. F. The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2020.

1.3 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS; RESULTADOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL TOM JOBIM, NO RIO DE JANEIRO

Camila Ferreira de Vasconcellos

Concessionária Aeroporto do Rio de Janeiro

camilaferreira@riogaleao.com

Milena Maria Martorelli

Concessionária Aeroporto do Rio de Janeiro

milenamartorelli@riogaleao.com

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos está conectada diretamente com os três principais eixos de gestão de sustentabilidade do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro: controle sanitário, qualidade ambiental e desenvolvimento social. É sabido que resíduos sólidos são um dos grandes desafios relacionados às administrações públicas e privadas, da atualidade. O operador aeroportuário reitera a afirmação quanto a complexidade e desafio do desenvolvimento de uma gestão eficiente e eficaz no âmbito da gestão dos resíduos sólidos e tem adotado como principais pilares a educação ambiental direcionada para a segregação na fonte, a coleta seletiva, a reciclagem / reaproveitamento / beneficiamento com o objetivo em alcançar a meta “aterro zero” dos resíduos gerados no sítio aeroportuário. Dessa forma, ao longo da concessão, foram enviadas mais de 17.000 toneladas de resíduos para reciclagem, beneficiamento e compostagem. O operador aeroportuário entende o tamanho do ativo e seu impacto no entorno tal esforço e tem como perspectiva a propagação de boas práticas na cidade do Rio de Janeiro, assim como a contribuição para mitigação dos efeitos relacionados às mudanças climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroporto, Coleta Seletiva, Gestão de Resíduos.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos, por conta de nossos modelos de vida e formato de organização social, tem se mostrado com um aumento contínuo de acordo com o crescimento populacional e expansão dos centros urbanos. Configurando, dessa forma, uma problemática constante e sem perspectivas de melhoria para o meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2021).

Segundo o relatório *What a Waste 2.0*, do Banco Mundial, aproximadamente 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos são geradas anualmente. A projeção para 2050 é que esse número chegue a 3,40 bilhões de toneladas, ou seja, aumento de quase 70% (KAZA et al., 2018). Para minimizar esse impacto, alguns países têm buscado desenvolver e adotar tecnologias e inovação, tendo o tratamento dos resíduos como uma das prioridades na gestão.

Em adicional, a crise mundial desencadeada pelo coronavírus e sua consequente pandemia global da COVID-19 mudou a dinâmica de geração e destinação de resíduos sólidos em praticamente todos os setores (ALMEIDA et al., 2022). No ramo aeroportuário o impacto foi evidente por conta das barreiras sanitárias instaladas e os riscos de contaminação associados às áreas de fronteiras.

Desde o início da concessão, chancelada no ano de 2014 a partir do Contrato de Concessão para Ampliação, Manutenção e Exploração do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro / Galeão – Antônio Carlos Jobim, a gestão de resíduos no aeroporto é um dos principais focos da gestão de Sustentabilidade atuando diretamente com todas as frentes de desenvolvimento socioambiental do operador aeroportuário. A pluralidade do assunto vai desde questões sanitárias, perpassando pelos impactos ambientais associados e chega até a importância social que envolve o reaproveitamento e comercialização dos materiais destinados (SÁ et al., 2022).

Considerando o aeroporto como um empreendimento de impacto em diferentes escalas (municipal, estadual e nacional), o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos no Aeroporto Internacional busca desde seu início otimizar a quantidade de resíduos enviados para reciclagem e mitigar os impactos no entorno relacionados à mudança do clima. Utilizando de técnicas que vão desde a análise operacional das situações isoladamente até a educação ambiental de toda a comunidade aeroportuária atuante dentro do sítio. Deste modo, o presente artigo tem como objetivo expor os resultados obtidos ao longo dos anos e expor as principais medidas tomadas pela concessionária para garantir a gestão adequada dos resíduos sólidos gerados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Resolução n.º 661 (ANVISA, 2022) estabelece as boas práticas sanitárias no gerenciamento de resíduos sólidos nas áreas de portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados. Ela descreve uma série de procedimentos planejados e implementados a partir de bases técnicas e normativas, com objetivo de atender a preceitos de minimização de riscos, na geração de resíduos e proporcionar um encaminhamento seguro aos resíduos, de forma eficiente, visando a proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

Buscando não apenas atender tais requisitos, mas também perpetuar ações de melhoria e contribuir cada vez mais para a construção de um negócio com impactos positivos no seu entorno, foi implementado o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro (PGRS). O PGRS do Galeão tem como principais pilares a segregação na fonte e a coleta seletiva dos resíduos gerados no sítio aeroportuário. Entendendo que a segregação na fonte, ou acondicionamento primário, como

Trata da segregação dos resíduos no momento e local de geração, levando em consideração as características físicas, químicas e/ou biológicas. O estado físico e os riscos envolvidos também são critérios relevantes para a separação (FERREIRA, 2020).

Já a coleta seletiva, que consiste na separação e destinação por tipologia de resíduo gerado, representa inúmeros benefícios enquanto ferramenta de gestão de resíduos sólidos. Dentre eles cita-se: o desvio de resíduos para aterramento, aumento da vida útil dos aterros sanitários, o incentivo a hierarquia dos resíduos, valorização do potencial mássico e de energia dos resíduos sólidos, contribuição para o aumento da reciclagem, redução da extração de novas matérias primas para indústrias e contribuição para o mercado de recicláveis (SILVA et al., 2022).

Além do citado acima, a coleta seletiva pode ter vantagens associadas à diminuição do volume e quantidade de resíduos transportados para aterros sanitários, o que tem como consequências diretas a redução de custos com transporte e economia dos combustíveis associados. Enquanto, indiretamente, permite o reaproveitamento desses materiais, reduzindo os níveis de poluição e evitando a dispersão inadequada das substâncias que os compõem (AGOVINO; MUSELLAB, 2020).

Outro ponto primordial para a gestão é o impacto direto da gestão dos resíduos nas mudanças climáticas. As mudanças climáticas podem ser definidas como a mudança no estado do clima que podem ser identificadas e que persistem por um período extenso, normalmente décadas ou mais. A mudança no clima pode se dar por processos naturais ou por interferências antropogênicas (IPCC, 2022).

Segundo o Data Rio (2019), a geração de resíduos foi a principal fonte de emissões de GEE da cidade do Rio de Janeiro no período de 2012 a 2019, sendo responsável pela emissão de mais de 60 milhões de toneladas de CO₂e. Dessa forma, é entendido que uma gestão adequada dos resíduos sólidos gerados pode impactar as emissões de gases de efeito estufa e a projeção de futuro que temos em relação às consequências desencadeadas pelas mudanças climáticas em nossa cidade, além dos aspectos ambientais, sanitários e sociais do presente.

3. METODOLOGIA DE SEGREGAÇÃO DO AEROPORTO

Foram definidas classificações das tipologias viabilizando o controle interno da operação e dos resultados. Essa classificação está em consonância com a classificação feita pela RDC 661/2022, onde cada um desses resíduos gerados recebe o transporte e o descarte adequado de acordo com sua especificidade (Quadro 1).

Quadro 1 - Tipologias de acordo com RDC 661/2022

Classificação	Definição
Grupo A	Resíduos que apresentem risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração.
Grupo B	Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente.
Grupo C	Rejeitos radioativos
Grupo D	Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radioativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares, administrativos, varrição e poda, construção civil, entre outros).
Grupo E	Materiais perfurocortantes ou escarificantes.

Além das classificações expostas acima, é feita uma sub classificação dos resíduos do Grupo D, visando a melhor destinação possível desta tipologia, tendo assim as destinações descritas de acordo com cada especificidade (Quadro 2).

Ao longo do desenvolvimento da gestão do operador aeroportuário foram sendo alcançadas evoluções de curto prazo de acordo com a implementação dos programas de sustentabilidade. Sendo assim, em 2014 iniciou o diagnóstico quali-quantitativo dos resíduos com levantamento e estudo gravimétrico dos resíduos com o objetivo de identificar locais geradores, tipologia e quantitativo médio, formas e hábitos de segregação dos resíduos usualmente adotados no sítio aeroportuário, estudo de capacidade de coletores, rotas de coleta, entre outras informações. A partir dessas informações, foi elaborada a primeira versão do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da nova operadora aeroportuária.

Quadro 2 - Subclassificações Grupo D

GRUPO D	Reciclável	Cooperativa de reciclagem
	Sucatas Ferrosas	Cooperativa de reciclagem
	Não-reciclável	Aterro sanitário
	Orgânico (resto de comida e poda de grama)	Compostagem
	Resíduo áreas de manutenção	Aterro sanitário

Dando continuidade ao processo, no ano de 2015 foram avaliados os processos implementados, iniciando assim a etapa de adequação e revisão de acordo com a realidade da operação. A partir da avaliação crítica da realidade encontrada, foram implementados programas de treinamento e sensibilização relacionados à coleta seletiva e o acompanhamento a partir de métricas e indicadores para o acompanhamento das evoluções ao decorrer do tempo.

Em 2016, uma das grandes conquistas relacionadas ao Programa de Gestão de Resíduos Sólidos foi a implementação do Projeto Ciclo Orgânico. O qual consiste na correta segregação de resíduos nas áreas de manipulação de alimentos (inserção de coletores dedicados para resíduos orgânicos) e manejo de vegetação que, após segregados, são enviados para a compostagem fora do sítio aeroportuário. Outrossim, nos anos de 2017, 2018 e 2019 foram acirradas e aprimoradas as ferramentas utilizadas para a gestão e ampliados os projetos de treinamentos ambientais relacionados à segregação de resíduos para toda a comunidade aeroportuária.

Em 2020, em decorrência da chegada da pandemia do COVID-19, foi acionado o Plano de Contingência de Emergência Sanitária (“PCES”). O PCES acarretou na redução significativa da geração de resíduos em todo o sítio aeroportuário. Em atendimento aos protocolos sanitários, foi necessária a reclassificação dos resíduos gerados à bordo das aeronaves para a categoria infectante/risco biológico, mesmo aqueles com características “recicláveis e/ou não recicláveis”. Além da reclassificação, observou-se a drástica redução das atividades da operação aeroportuária, consequentemente, diminuição da geração de resíduos no sítio aeroportuário.

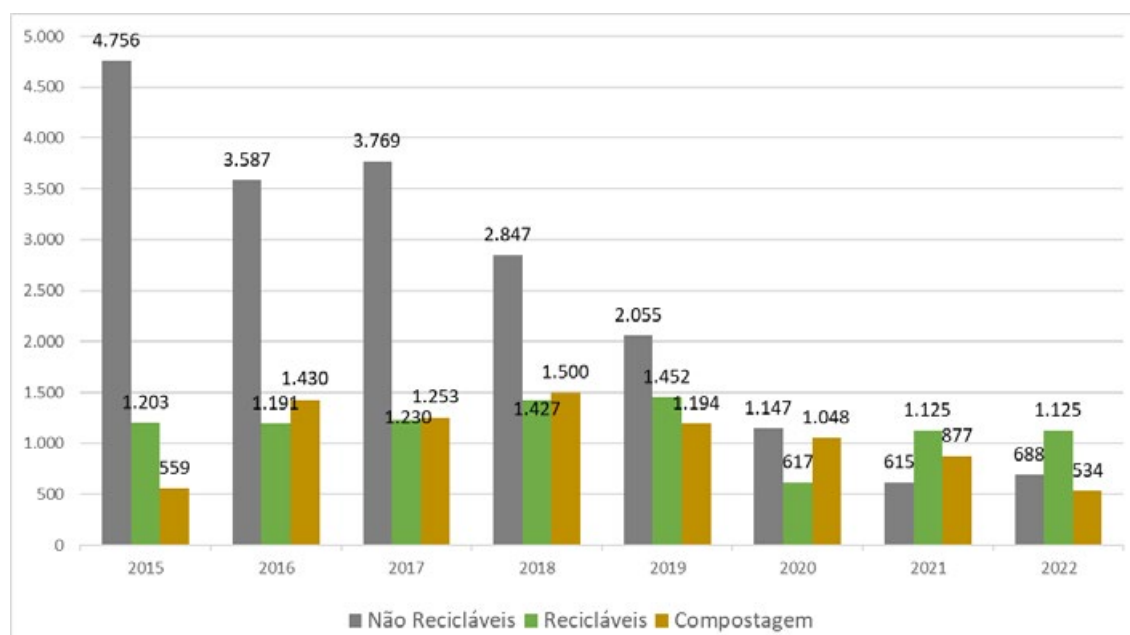
Nos anos de 2021 e 2022, presenciamos o retorno gradual das operações e o desafio de retomada das ações de educação ambiental para toda a comunidade aeroportuária com o objetivo de resgatar o engajamento com a causa e a melhoria contínua da segregação. Buscando sempre melhorar a comunicação e o relacionamento com todas as pessoas da comunidade aeroportuária para que seja possível a continuidade do programa sem prejuízos para os resultados esperados.

Em paralelo, mas com extrema importância para os resultados obtidos, foi desenvolvido pela equipe de Sustentabilidade do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro um programa específico para a elaboração de treinamentos ambientais no qual são abordados inúmeros temas, entre eles, a segregação de resíduos e coleta seletiva. As medidas tomadas estão em consonância com o sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) que fomenta o manejo dos resíduos de forma diferenciada através da coleta seletiva, afirmando que a segregação em fonte facilita o reuso e reciclagem dos resíduos (SERAFIM; SOUZA; OLIVEIRA, 2021) e leva em consideração as dimensões políticas, econômica, ambiental e cultural (SILVA; ALMEIDA; EL-DEIR, 2019) para conscientização e colaboração de todos os agentes presentes no sítio aeroportuário.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 8 anos de operação foi percebida e registrada uma melhoria significativa na segregação de resíduos, podendo ser explicitada numa análise temporal (Figura 1), onde a fatia verde, referente à porcentagem de resíduos recicláveis gerados e destinados, aumentou expressivamente ao longo dos anos.

Figura 1 - Evolução dos quantitativos de segregação de resíduos ao longo da Concessão da Rio Galeão

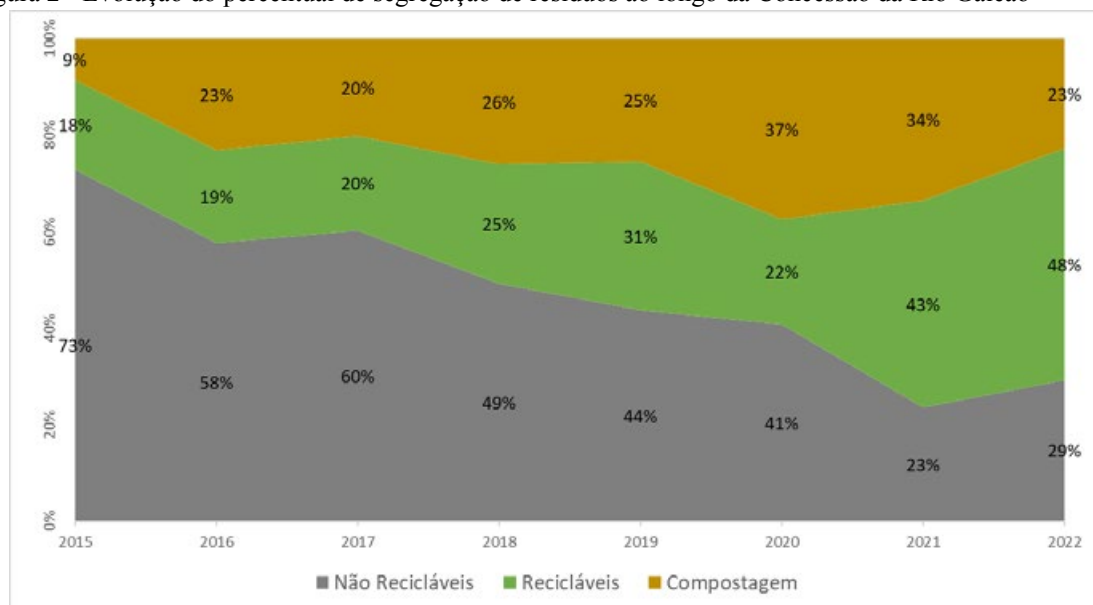


Fonte: Dados internos CARJ (2022)

O início de monitoramento por métricas e indicadores de acordo com a tipologia de cada resíduo foi iniciado no ano de 2015. Ano no qual apenas 27% dos resíduos comuns gerados foram reaproveitados (18% deles enviados para reciclagem e 9% enviados para compostagem), enquanto 73% foram destinados para aterros sanitários. Seis anos depois, em 2021, houve a completa inversão do cenário, onde 73% dos resíduos comuns foram reaproveitados (34% deles enviados para reciclagem e 39% enviados para compostagem), enquanto apenas 27% dos mesmos foram encaminhados para aterro sanitário (Figura 2). No ano de 2022, o resultado obtido foi de 71% dos resíduos comuns reaproveitados (48% destes enviados para reciclagem e 23% enviados para compostagem). Desde 2021 a meta de segregação aeroportuária é de 75%, que apesar de ainda não atingida, eleva o grau de engajamento de toda a comunidade envolvida nos processos a níveis de segregação mais elevados do que de países engajados e desenvolvidos nesse aspecto. A Alemanha, por exemplo, possui um índice de reciclagem de 67% dos seus resíduos, segundo dados da Associação Internacional de Resíduos Sólidos (AGÊNCIA BRASIL, 2022).

Quando essa base de comparação é trazida para o cenário nacional a realidade é muito dispare. No Brasil aproximadamente apenas 4% dos resíduos são reciclados (Agência Brasil, 2022) enquanto na cidade do Rio de Janeiro esse número desce para 1,9% (GLOBO, 2017).

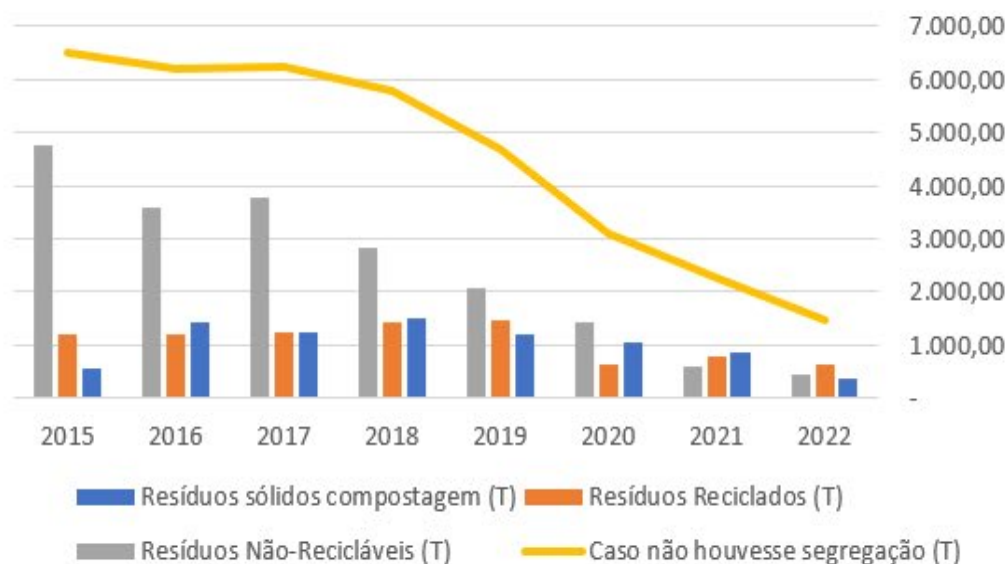
Figura 2 - Evolução do percentual de segregação de resíduos ao longo da Concessão da Rio Galeão



Fonte: Dados internos CARJ (2022)

Com isso, através da metodologia de cálculo do GHG Protocol foi possível identificar que a concessionária deixou de emitir mais de 36.000 toneladas de carbono equivalente na atmosfera apenas com o programa de gestão de resíduos no período de 2015 à 2022 (CARJ; 2022), como observado na análise temporal (Figura 3).

Figura 3 - Valores absolutos de geração de resíduos sólidos Rio Galeão

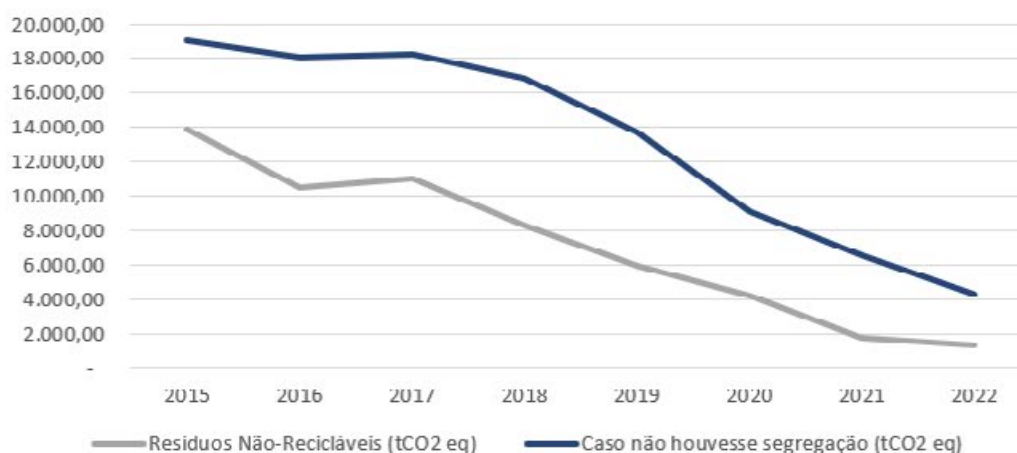


Fonte: Dados internos CARJ (2022)

Segundo o Data Rio (2019), a geração de resíduos sólidos é a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa da cidade, sendo responsável pela emissão de mais de 60 milhões de toneladas de CO₂e no período de 2012 a 2019 (Figura 4). Sendo assim, o trabalho de implementação de segregação na fonte e a coleta seletiva dos materiais gerados pode ser considerado de destaque, tendo em vista o cenário no qual o aeroporto se insere e a dimensão que este ativo representa no município. Considerando também a fundamental disseminação dessa proposta para toda a comunidade

aeroportuária e população flutuante do aeroporto de forma a disseminar essa proposta e instruir à todos que fazem parte deste fluxo de descartes.

Figura 4 - Emissões em tCO₂e - resíduos sólidos



Fonte: Dados internos CARJ (2022)

De acordo com a Aliança Internacional Zero Waste (ZWIA), aterro zero é:

a conservação de todos os recursos por meio da produção, consumo, reutilização e recuperação responsáveis de produtos, embalagens e materiais sem queima e sem descartes na terra, na água ou no ar que ameacem o meio ambiente ou a saúde humana (ZWIA; 2018).

Atualmente esse o principal objetivo do operador aeroportuário do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro quando se diz respeito a gestão dos resíduos sólidos gerados, tendo como desafio maior manter essa crescente segregação quali-quantitativa mesmo com o retorno da operação aeroportuária aos níveis pré-pandêmicos.

5. CONCLUSÕES

Conforme evidenciado anteriormente, a gestão dos resíduos sólidos permeia questões ambientais, sanitárias e sociais, se correlacionando com as consequências diretas e indiretas que tais tomadas de decisão podem gerar. Dessa forma, pode-se concluir que o operador aeroportuário, Concessionária Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro S.A., toma como prioridade temas com maior relevância para sua operação e para o meio no qual ele está inserido. Tendo investido, de forma massiva, tempo e recursos para o aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos gerados com base, principalmente, na segregação na fonte geradora associada à coleta seletiva.

Adicionalmente, percebe-se que ao longo dos 8 anos de concessão do ativo foram atingidos resultados significativos quanto à destinação progressiva de seus resíduos sólidos gerados, sendo capaz de acumular mais de 17.000 toneladas de resíduos enviados para reciclagem e compostagem. Consequentemente evitando a disposição desnecessária dos mesmos em aterros sanitários e evitando a emissão de mais de 36 mil toneladas de carbono equivalente na atmosfera.

Entendendo que, quando relacionado às consequências das mudanças climáticas a gestão dos resíduos sólidos pode ter um papel chave correlacionando a diminuição de

emissões e a mitigação de suas possíveis consequências para o meio urbano no qual se está inserido. Dessa forma, é entendido como imprescindível que a gestão pública e privada empenhe esforços para alcançar uma gestão de resíduos otimizada e que gere resultados e impactos expressivos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE; **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**; Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/>>; Acesso em: 06/06/2023.

Agência Brasil; **Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe**; 05 de junho de 2022; Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>>; Acesso em: 19/05/2023.

ALMEIDA, Irene Maria Silva de; SILVA, Kardelan Arteiro da; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento** / 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2022. 638 p.: il.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária; **Ministério da Saúde (MS)**. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 661, DE 30 DE MARÇO DE 2022.

CARJ, Concessionária Aeroporto Rio de Janeiro; **(PRG04) INVENTÁRIO GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) - SBGL**; Disponível em: <https://www.riogaleao.com/corporativo/page/sustentabilidade>; Acesso em: 14/06/2023

DATA RIO; **Emissões de gases de efeito estufa (GEE) da Cidade do Rio de Janeiro, em tCO₂e - 2012 a 2019**; 2019; Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/emiss%C3%B5es-de-gases-de-efeito-estufa-gee-da-cidade-do-rio-de-janeiro-em-t-co2e-2012-a-2019>>; Acesso em: 19/05/2023.

FERREIRA, L. C. A problemática dos resíduos sólidos urbanos e o descarte de máscara respiratórias de uso não profissional. **Revista Chão Urbano**, v. 6, ano XX, IPPUR / UFRJ, 2020.

GLOBO; **No Rio, apenas 19% do lixo é reciclado**; 13 de abril de 2017; Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/sustentabilidade/no-rio-apenas-19-do-lixo-reciclado-21202718>>. Acesso em: 19/05/2023.

IPCC AR6 (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S. L. CONNORS, C. PÉAN, S. BERGER, N. CAUD, Y. CHEN, L. GOLDFARB, M. I. GOMIS, M. HUANG, K. LEITZELL, E. LONNOY, J.B.R. MATTHEWS, T. K. MAYCOCK, T. WATERFIELD, O. YELEKÇI, R. YU AND B. ZHOU (Eds). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, 2021, 41 pp.

ISWA; **International Solid Waste Association**; Disponível em: <<https://www.iswa.org/?v=19d3326f3137>>; Acesso em: 06/06/2023.

KAZA, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. **Urban Development**; © Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317> License: [CC BY 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

MELO, Alcione Moraes de; FRANÇA, Dandara Costa; EL DEIR, Soraya Giovanetti. **Percepção Ambiental sobre Resíduos Sólidos**: Estudo de caso dos turistas do Arquipélago de Fernando de Noronha – PE in: EL-DEIR, Soraya Giovanetti; AGUIAR, Wagner José de; PINHEIRO, Sara Maria Gomes (orgs), Educação ambiental na gestão de resíduos sólidos. 1ª ed. Recife: EDUFRPE; Gampe, 2016. p. 95-105. 2016

OLIVEIRA, U. R. de., APARECIDA NETO, L., ABREU, P. A. F., FERNANDES, V. A. Risk management applied to the reverse logistics of solid waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 296, n. 126517, 2021.

SÁ, Ana Cecília Novaes de; ALVES, Natanael Batista Pereira; LACERDA, Gleyton Lopes Barboza; SÁ,

Victória Eduarda Novaes de; ANÁLISE DA COLETA SELETIVA DE TRÊS CAPITAIS DO NORDESTE POR MEIO DE INDICADORES; **Resíduos sólidos:** gestão e gerenciamento, EPERSOL; 2022.

SERAFIM, Edvânia Maria Pereira; SOUZA, Camila Claudino de; OLIVEIRA, Maria Betânia Melo de; Aplicabilidade da Lei 12305/2010 na gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios da região metropolitana do Recife-PE; **Resíduos sólidos:** Educação e meio ambiente; EDUFRPE e Gampe/UFRPE; Recife; 2021.

SILVA, K. A.; ALMEIDA, I. M. S.; EL-DEIR, S. G. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos nos Planos de Manejo do Arquipélago de Fernando de Noronha-PE. In: NUNES, I. L. da S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos:** os desafios da gestão. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 53-65

SILVA, Rodrigo Cândido Passos da; SILVA, Aline Carolina da; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; JUCÁ, José Fernando Thomé; Modelos de coleta seletiva: Princípios e especificidades; **Resíduos sólidos:** gestão e gerenciamento, EPERSOL; 2022.

SILVA, Thaísia Venância Barbosa da; SILVA, Thamirys Suelle da; ANGELO, Gabriel Fernandes; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; Iniciativas ambientais aplicadas na gestão dos resíduos sólidos nas instituições durante a pandemia da COVID-19; **Resíduos sólidos:** gestão e gerenciamento, EPERSOL; 2022.

ZWIA; **Zero Waste International Alliance**; Zero Waste Definition; 2018; Disponível em: <<https://zwia.org/zero-waste-definition/>>; Acesso em: 06/06/2023.

1.4 A GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PROL DO ATINGIMENTO DOS ODS: REVISANDO A LITERATURA NACIONAL

Jorge Alfredo Cerqueira-Streit

Centro Universitário Alves Faria - Unialfa

jorgeacstreit@gmail.com

Patrícia Guarnieri

Universidade de Brasília - UnB

pguarnieri@unb.br

Lechan Colares-Santos

Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

lechan@unoeste.br

Natallya de Almeida Levino

Universidade Federal de Alagoas - UFAL

natallya.levino@feac.ufal.br

RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo relacionar a gestão de resíduos com os ODS da ONU, a partir do conteúdo de *papers* publicados em periódicos nacionais. A fim de atingir este objetivo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica do tipo básica cuja obtenção do *corpus* analítico se deu por meio de uma Revisão Integrativa de Literatura. Percorreu-se as bases científicas Periódicos CAPES, Scielo e Spell para encontrar artigos publicados entre 2015 e 2023, em português, que fizessem a referida relação. Ao término, 26 artigos compuseram a amostra desta revisão e seus dados bibliométricos foram expostos, entre eles, instituições mais profícuas e revistas que mais publicam sobre o assunto. Em seguida, o conteúdo dos artigos foram discutidos e revelou-se a direta relação da gestão de resíduos principalmente com os ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis) e ODS 12 (consumo e produção sustentável). Adicionalmente, ressaltou-se a necessidade do encerramento dos lixões e inclusão socioprodutiva de catadores para o avanço rumo ao cumprimento da Agenda 2030. Por fim, foram assumidas as limitações, reveladas as principais contribuições do artigo bem como sugeridos temas para futuras investigações.

PALAVRAS-CHAVE: Agenda 2030; Embalagens; Reciclagem

1. INTRODUÇÃO

Desde 1987, o conhecido Relatório de Brundtland cunhou e popularizou o termo “Desenvolvimento Sustentável”. Entretanto, muito ainda precisa ser feito para que o desenvolvimento das atuais gerações preservem recursos naturais para as gerações posteriores (STEINIGER, 2020). O título de uma das publicações da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre o assunto provoca a reflexão: “Herdando um mundo sustentável?” Nessa obra consta a estimativa de que a cada dólar investido em saneamento básico, pelo menos 4 dólares são economizados com saúde pública. As más condições de saneamento impactam principalmente as crianças, que pelo mundo, morrem aos milhões por diarreia e má nutrição, todos os anos (WHO, 2017).

No Brasil, problemas socioambientais que envolvem resíduos são percebidos em grande parte dos municípios. De acordo com os dados oficiais divulgados pelo Planares (Plano Nacional de Resíduos Sólidos), 53,9% das cidades brasileiras ainda destinam resíduos domiciliares, comerciais e até mesmo de construção civil para lixões e aterros controlados (BRASIL, 2022). Lixões e aterros controlados são formas consideradas ambientalmente inadequadas pela lei 12.305/10 que sancionou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). De acordo com Pereira, Barbosa e Barbosa (2023), a presença de lixões à céu aberto prejudica a região circunvizinha por diversos motivos, entre eles: risco de doenças respiratórias, proliferação de vetores de doenças, poluição do solo/água/ar, alteração da fauna e flora, aumento na ocorrência de incêndios, entre outros.

Na lógica de que dinheiro empregado em saneamento é investimento e não custo, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais estima que seriam necessários em torno de 30 bilhões em investimentos até 2040 (ABRELPE, 2022). Cabe ressaltar que a meta estipulada pelo governo brasileiro prevê o encerramento de todos os lixões e aterros controlados do Brasil, até 2040 (BRASIL, 2022). A problemática dos resíduos é regional, global e há décadas também estão presentes nas ambições das Organizações das Nações Unidas (ONU). Por exemplo, as Metas do Milênio que foram pactuadas em 2001 com oito grandes objetivos vislumbrando atingimento até 2015. Não somente as adversidades com resíduos se mantêm, como também a manutenção de tragédias como a fome, desigualdade social e aspectos ligados à saúde pública e ao meio ambiente. Por isso, a ONU tratou de mediar a assinatura de um novo pacto: a Agenda 2030.

Em 2015, 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram firmados por mais de 190 países. Os ODS se dividem em 169 metas e os signatários devem perseguir seu atingimento até 2030 (UNITED NATIONS, 2015). Diversos ODS estão vinculados com a questão dos resíduos e portanto, acredita-se ser fundamental progredir nessa pauta para alcançar rumo ao desenvolvimento sustentável. Portanto, a pergunta que serviu de guia para a presente pesquisa foi: como os artigos publicados em revistas científicas brasileiras relacionam a gestão de resíduos sólidos e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável? Deste modo, esta pesquisa visa relacionar a gestão de resíduos com os ODS da ONU, a partir do conteúdo de *papers* publicados em periódicos nacionais.

A presente introdução contextualizou e problematizou, além disso, apresentou a pergunta de pesquisa e o objetivo central. As próximas quatro seções deste trabalho se ocuparão de: 1) apresentar os principais conceitos utilizados percorrendo a literatura já publicada; 2) demonstrar o passo a passo metodológico de como a pesquisa foi realizada,

assim como suas principais classificações; 3) apresentar os dados bibliométricos dos artigos e focar, principalmente na discussão do conteúdo dos artigos analisados e 4) assumir as principais limitações, expor as contribuições e sugerir pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão municipal de resíduos e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

A fim de clarificar a necessidade da gestão municipal de resíduos em países em desenvolvimento, a publicação da *Environmental Protection Agency* (EPA) reúne os desafios mais comuns e boas práticas de gestão. Normalmente, as cidades enfrentam recursos financeiros limitados e baixo nível de infraestrutura operacional. Por mais que novos impostos sejam vistos com resistência (pelo menos no início), a agência sugere que sejam incorporadas formas de pagamento conforme o uso (por kg ou tonelada). Afinal, esta é uma forma de prestigiar quem toma medidas de redução, reciclagem ou destinação adequada (EPA, 2020).

Prefeituras também costumam contar com um corpo de servidores pouco capacitados para lidar com a complexidade dos resíduos sólidos urbanos. Para abrandar esta realidade, EPA (2020) recomenda que haja intercâmbio com cidades que possuem uma gestão adequada a fim de compartilhar experiência adquirida e ainda convocar universidades e centros de excelência para o desenvolvimento de soluções. Ao longo desta publicação, outros obstáculos são expostos (como tecnologia, comunicação, aspectos topográficos) e possíveis respostas são compartilhadas (EPA, 2020).

Em São Luís-MA houve uma preocupação, por parte da prefeitura, com a profissionalização da gestão de resíduos durante o encerramento do Aterro da Ribeira. De acordo com Estrela, Oliveira e Oliveira (2020), as principais ações que garantiram o fechamento da área de descarte irregular, foram: 1) planejamento e cronograma da Parceria Público-Privada (PPP); 2) planejamento e execução do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e 3) instituição do Comitê Gestor de Limpeza Urbana.

Nesse sentido de compartilhamento de boas práticas em gestão municipal de resíduos, ressalta-se a importância da formação de consórcios. Também no estado do Maranhão, Medeiros et al. (2020) apresentaram uma proposta preliminar de consórcio entre dois municípios (Lago do Junco e Lago dos Rodrigues). Os autores dimensionaram o volume de resíduos que um futuro aterro sanitário poderia receber, a partir dos dados populacionais. Além disso, demonstraram o tamanho e a localização ideal para a instalação de tal aterro, por meio de cálculos e georreferenciamento. Assim, constaram que, por pelo menos 20 anos, esse possível futuro aterro sanitário (do tipo trincheira) poderia gerar ganhos sociais, ambientais e econômicos (MENDES et al., 2020).

Mais recentemente, um fenômeno global ocasionou ainda mais transtornos para a gestão municipal de resíduos: a pandemia da COVID-19. De acordo com Ângelo et al. (2021), as imposições sanitárias provocaram queda no Produto Interno Bruto (PIB) na maioria dos países do globo e ampliou-se o abismo social entre ricos e pobres, exposta pelo elevado número de óbitos. Além das esferas econômica e social, os aspectos ambientais também foram analisados, sendo o único que pode-se considerar positivo. Afinal, por conta da redução da atividade industrial, as emissões de Gases causadores de Efeito Estufa (GEE) abrandaram-se nesse período (ÂNGELO et al., 2021).

Os profissionais que atuam no manejo de resíduos urbanos, popularmente chamados de garis, passaram por uma exposição à riscos ainda maiores durante a pandemia da COVID-19. Mesmo antes da pandemia, o uso de máscaras, luvas e outros Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são recomendados para essa categoria, inclusive Normas Regulamentadoras contribuem ao conceder parâmetros (NR-6/2018 e NR-9/2019). Em uma investigação *in loco*, Lins e Lins (2021) constataram que garis de Recife-PE não seguiam as normas supracitadas e estavam expostos aos riscos de acidentes físicos e biológicos.

Por mais que a geração de resíduos seja realizada no âmbito local, seus impactos podem ser globais. Por isso, faz-se importante que as medidas regionais estejam alinhadas às diretrizes mundiais. Em 2015, a Organização das Nações Unidas estabeleceu 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável que se subdividem em 169 metas e essas metas, segundo a própria ONU, precisam ser adaptadas à realidade e às prioridades de cada país. No Brasil, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) ficou responsável por coordenar essas adaptações. Critérios foram estipulados para fazer essa adequação das metas para a realidade brasileira, entre eles: 1) Objetividade, por meio do dimensionamento quantitativo; 2) Observância às desigualdades regionais e 3) Coerência com os planos nacionais aprovados pelo Congresso Nacional (IPEA, 2018).

De acordo com Almeida et al. (2020), alguns ODS possuem relacionamento direto com a problemática dos resíduos sólidos. Neste trabalho os autores buscaram entender a proximidade dos temas sob a perspectiva da Indústria 4.0 e constataram que a virtualização e a robotização dos processos industriais auxiliaram a diminuição da geração resíduos sólidos. Consequentemente, a quarta revolução industrial apresenta potencial de alavancar ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura) e ODS 12 (produção e consumo sustentáveis). Ainda assim, pesquisas futuras são necessárias a fim de compreender a intersecção da gestão de resíduos com outros aspectos da Agenda 2030.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa classifica-se como de natureza básica, abordagem qualitativa, cujos objetivos são descritivos. Uma pesquisa básica é aquela que se ocupa em reunir materiais já publicados com a finalidade de avançar no conhecimento, sem necessariamente ambicionar uma aplicação prática. Já as pesquisas descritivas buscam estudar os atributos de determinado fenômeno, relacionando variáveis para responder a pergunta de pesquisa (GIL, 2017).

Quanto aos procedimentos técnicos trata-se de uma pesquisa que fez uso da pesquisa bibliográfica coletando dados por meio da Revisão Integrativa de Literatura. Uma pesquisa bibliográfica ou revisão da literatura visa demonstrar os principais conceitos, apresentar os artigos mais relevantes sobre determinado tópico (estado-da-arte), além de demonstrar a forma com que outros pesquisadores têm trabalhado e o que ainda falta ser pesquisado (lacunas na literatura) (SILVA et al., 2012).

Uma Revisão Integrativa de Literatura é sistemática, demonstra os passos utilizados e os critérios escolhidos. Ademais, apresenta a análise crítica do conteúdo do material analisado. Convencionou-se chamá-la de integrativa pois agrega tanto artigos puramente teóricos quanto os teórico-empíricos. Assim, esse tipo de revisão é capaz de contribuir ao

oferecer ao leitor uma agenda de pesquisa a partir do que ainda não foi explorado (WHITEHEAD, 2013).

Faz-se importante ressaltar que as etapas realizadas seguiram o protocolo, os critérios de inclusão e exclusão sugeridos por Cronin, Ryan e Coughlan (2008). Após a definição do problema de pesquisa, foram definidas as palavras-chave a serem buscadas, sendo elas: “objetivos desenvolvimento sustentável” AND “resíduos sólidos” ou “agenda 2030” AND “resíduos sólidos”.

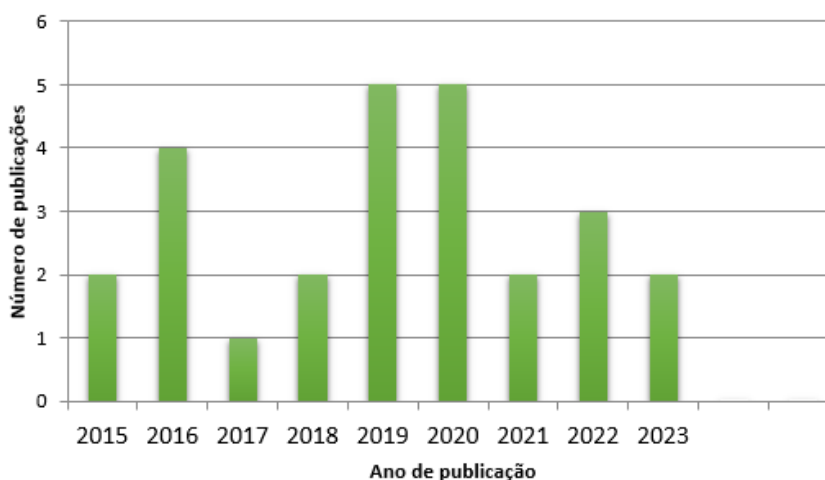
As bases escolhidas foram Periódicos CAPES, Scielo e Spell. Os filtros aplicados foram: somente artigos em português, publicados em revistas nacionais entre 2015 e 2023. Em seguida, deve-se ler título, resumo e *keywords* para avaliar a adequação do *paper* com o interesse de pesquisa.

Ao término das buscas, foram selecionados 26 artigos que relacionavam gestão de resíduos com objetivos do desenvolvimento sustentável e assim puderam ser lidos integralmente. Suas características bibliométricas e seu conteúdo foram consolidados em uma planilha eletrônica (*Microsoft Excel*) e, portanto, poderão ser apresentados e discutidos na seção a seguir.

4. RESULTADOS

Dentro do período pesquisado (2015 a 2023), constata-se que 2019 e 2020 foram os anos que mais publicaram sobre o assunto. A partir desta descoberta, infere-se que os primeiros anos após o pacto a gestão de resíduos sólidos ainda não era investigada. Além disso, os anos mais recentes (2022 e 2023), que representam a retomada do crescimento econômico após a pandemia da COVID-19, também abrandaram o interesse em desbravar a temática. O Gráfico 1 ilustra as considerações realizadas.

Gráfico 1 - Número de publicações por ano que integram a presente revisão



Fonte: elaborado pelos autores com base na revisão de literatura

O Gráfico 1 é capaz de demonstrar o ápice do interesse em artigos publicados nos anos de pandemia, ou seja, provavelmente escritos antes do problema global. Para os anos mais recentes, há um desinteresse em acadêmicos brasileiros relacionarem ODS com gestão de resíduos. Evidentemente, faz-se importante assumir que a pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2023, sendo assim, existe a possibilidade deste número ser

diferente ao término do ano corrente.

Com relação aos periódicos nacionais que contribuem para a publicação de pesquisas científicas sobre o assunto, destacam-se a revista *Holos* (IFRN), *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* (UFCG) e *Gestão & Desenvolvimento* (Feevale). O Quadro 1 apresenta a quantidade de artigos presentes nas revistas que incorporam a presente Revisão Integrativa de Literatura, bem como apresenta seus respectivos Qualis-CAPES (2017-2020).

O Quadro 1 permite inferir que o tema é multidisciplinar e importante para distintas regiões do país. A exploração do *website* das três revistas validam esta informação. *Holos* é um periódico assumidamente interdisciplinar do Rio Grande do Norte, enquanto a *Revista Verde* trata de assuntos relacionados às ciências naturais e biodiversidade com base na Paraíba. Por fim, ressalta-se que *Gestão & Desenvolvimento* abordará as questões intra e interorganizacionais.

Quadro 1 - Periódicos com mais de uma publicação que integram a presente revisão

Qtde	Nome	Qualis	Referências
5	Holos	A1	(Almeida et al., 2022; Farias et al., 2020; Gausmann & Cyrne, 2020; Pontes & Figueiredo, 2023; Souto & Lopes, 2019)
4	Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável	B4	(Araújo et al., 2016; Azevedo et al., 2015; Moitinho et al., 2017; Oliveira, 2016)
2	Gestão & Desenvolvimento	B1	(Torres et al., 2016; Trigo et al., 2023)

Fonte: elaborado pelos autores com base na revisão de literatura

O Qualis-CAPES é um sistema de avaliação da CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior), órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC). Essa métrica serve para avaliar os periódicos nacionais (e consequentemente a qualidade da produção ali publicada) (UNICAMP, 2023). A presente pesquisa fez uso do último *ranking* disponibilizado (2017-2020) que diz respeito à área de administração pública e de empresas, ciências contábeis e turismo. Considerando que o nível A1 é o mais alto e B4 é o penúltimo mais baixo, constata-se que as revistas bem e mal avaliadas têm buscado relacionar gestão de resíduos com desenvolvimento sustentável. Com exceção do nível C e do nível B3, todos os outros estratos tiveram pelo menos um artigo incluído na presente revisão, o que corrobora para a afirmação do múltiplo interesse.

Seguindo as apresentações bibliométricas, faz-se importante demonstrar as instituições que estão empenhadas em produzir conhecimento científico sobre o assunto. O Quadro 2 se ocupa de expor a quantidade de *papers* e o nome dos centros de ensino evidenciando devidas as referências.

Quadro 2 - Instituições com mais de uma publicação que integram a presente revisão

Qtde	Nome	Sigla	Referências
5	Universidade Federal de Campina Grande	UFCG	Azevedo et al., 2015; Carvalho e Guerra, 2015; Araújo et al., 2016; Moitinho et al., 2017; Almeida et al., 2022.
3	Universidade Estadual de Campinas	Unicamp	Torres et al., 2016; Charles, Oliveira e Spanghero, 2018; Galbiati et al., 2022;

2	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	Carvalho, Gazolla e Marini, 2019; Silva e Ludwig, 2021.
2	Universidade Federal do Amazonas	UFAM	Oliveira, 2016; Barbosa et al., 2019.
2	Instituto Federal do Rio Grande de Norte	IFRN	Souto e Lopes, 2019; Pontes e Figueiredo, 2023.

Fonte: elaborado pelos autores com base na revisão de literatura

O Quadro 2 ajuda a revelar que Instituições de ensino superior do Norte e Nordeste têm se destacado no número de publicações relacionando gestão de resíduos com a Agenda 2030. Ademais, é importante frisar que somente instituições públicas aparecem, não somente entre as que mais publicam como em todos os 26 artigos analisados pela presente revisão. Sendo assim, é possível afirmar que centros universitários e faculdades privadas não têm produzido sobre o tema, pelo menos nos últimos anos.

Analisar as palavras-chaves utilizadas pelos autores auxiliam pesquisadores a entender os principais conceitos que envolvem o tema. A Figura 1 apresenta em forma de nuvem de palavras os termos que mais se repetem nos artigos que compuseram a presente Revisão Integrativa de Literatura.

Figura 1 - Nuvem criada com as palavras-chave dos artigos que integram a presente revisão



Fonte: elaborado pelos autores com base na revisão de literatura

Cabe ressaltar que a lógica de uma nuvem de palavras é mostrar a frequência dos termos, sendo assim, quanto maior a palavra, mais vezes ela aparece entre as *keywords*. Ao observar a Figura 1, percebe-se o direto relacionamento entre “Resíduos Sólidos” (utilizados 19 vezes), “Desenvolvimento Sustentável” (repetidos em 12 momentos) e “Saúde” (8 vezes). Ademais, ressalta-se a necessidade de “Gestão” e “Política” para o cumprimento da PNRS e dos ODS.

5. DISCUSSÃO

Após a breve apresentação da bibliometria, cabe discutir brevemente o conteúdo dos artigos lidos e suas respectivas contribuições para o avanço do tema no Brasil. Ressalta-se que o intuito é relacionar a gestão de resíduos com a Agenda da ONU que possui metas para 2030.

Martins e Ribeiro (2021) realizaram uma pesquisa teórica a fim de discutir a necessidade da inclusão dos profissionais que atuam na catação de materiais recicláveis. As autoras ressaltam a importância de torná-los parte do sistema formal de coleta seletiva do município, inclusive para melhorar minimamente suas condições e assim, saírem da insalubridade. Afinal, afirmam que os direitos à saúde e ao meio ambiente equilibrado estão diretamente ligados.

De forma crítica, Martins e Ribeiro (2021) ainda alertam para os danos causados pelos ávidos hábitos de consumo presentes na sociedade ocidental e por isso, a necessidade de repensar o atual modelo de produzir e consumir. A partir destas duas reflexões, evidencia-se que este trabalho relaciona a questão dos resíduos, no mínimo, com o ODS 3 (Saúde e bem estar) e ODS 12 (produção e consumo sustentáveis).

Junkes et al. (2020), por sua vez, realizaram um trabalho quali-quantitativo e teórico-empírico em uma favela localizada em Maceió-AL. Durante as visitas *in loco* os autores encontraram diversos problemas ligados ao saneamento, como sistemas deficientes de drenagem e entupimento de valas e bueiros devido aos resíduos sólidos.

Diversos relatos de transbordamentos e enxurradas foram coletados e ainda existe a prática obsoleta de “fossa negra”, quando os moradores abrem buracos no chão para jogar seus dejetos diretamente no solo, o que traz sérios problemas ambientais e de saúde pública. Tanto é que a maioria das famílias entrevistadas disseram conhecer alguém próximo que foi acometido por doenças como leptospirose, esquistossomose, dengue, zika, chikungunya ou mesmo hepatite A (JUNKES et al., 2020). Portanto, constata-se que além do ODS 3, o trabalho de Junkes et al. (2020) relaciona-se com o ODS de nº 6. Esse ODS visa garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos e possui pelo menos 8 metas relacionadas à necessidade de aumentar a oferta e a proteção dos recursos hídricos.

Com o objetivo de analisar o papel do Estado e seu relacionamento com cooperativas de catadores, Cavalheiro et al. (2019) realizaram um trabalho qualitativo e teórico. Os autores elencam tecnologias sociais capazes de contribuir para a gestão municipal de resíduos e entre elas, resalta a importância do catador estar organizado, preferencialmente por meio de associação ou cooperativa. A ideia de *policy community*, ou seja, o Estado como criador de políticas públicas que sejam articuladas com demandas de assistência social é exemplificada com a criação do Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis (Decreto nº 7.405/2010, revogado pelo Decreto nº 10.473/2020).

Ao estimular a inclusão socioprodutiva do catador, a Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta um diferencial (inovador do ponto de vista social) quando comparada a outros países. Ressaltando a capacidade do Estado, por meio de políticas públicas, minimizar a diferença entre classes sociais, este *paper* se aproxima das metas incluídas no ODS 10 (Redução das desigualdades) (CAVALHEIRO et al., 2019).

Outro trabalho teórico sobre gestão de resíduos, ainda mais relacionado com os ODS é o elaborado por Trigo et al. (2023). Nessa obra, os autores discutem os objetivos presentes na Lei 12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS) à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esse artigo constata que "Todos os quinze objetivos da PNRS estão alinhados a, pelo menos, uma meta do ODS" (Trigo et al.,

2023, p. 14). Adicionalmente, é demonstrado que as metas inseridas no ODS de nº 12 são as mais alinhadas com a PNRS. Além do ODS 12, estão presentes o ODS 7 (Energia limpa e acessível), quando a lei brasileira cita a possibilidade do aproveitamento energético como uma possibilidade, ainda que seja a última prioridade.

A adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas é lembrada pela PNRS como uma maneira de reduzir impactos ambientais. Nesse sentido, aproxima-se do ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). Novamente o objetivo de integração dos catadores de materiais reutilizáveis na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é exaltada como importante para os ODS. Desta vez, ressalta-se a vulnerabilidade desse ator historicamente marginalizado e por isso, relaciona-se como uma ação que contribui para o atingimento do ODS 1 que visa erradicar a pobreza (TRIGO et al., 2023).

Muitos artigos presentes nesta Revisão Integrativa de Literatura ressaltam a importância da gestão municipal de resíduos sólidos para se alcançar o ODS de nº 11 (Cidades e comunidades sustentáveis). Entre eles, cabe ressaltar o trabalho realizado por Almeida (2020) que discute as maneiras que os cidadãos têm se organizado para tratar das questões ambientais, sobretudo com a problemática dos resíduos. Como boas práticas, citam o caso do movimento “Zero Waste Portugal” e a “Revolução dos Baldinhos”, uma tecnologia social de gestão comunitária de resíduos orgânicos em Florianópolis-SC. Adicionalmente também apresentam o caso “Taste Before You Waste”, movimento popular organizado na cidade de Utrecht-Holanda, que dá vida nova e comercialização às frutas e legumes que estão com aparência ruim, mas ainda próprios para consumo (ALMEIDA, 2020).

Ao analisar as conferências globais de meio ambiente, Pontes e Figueredo (2023) dão ênfase nas discussões sobre mudanças climáticas. Segundo os autores, mesmo que as nações sejam tão diferentes do ponto de vista político-organizacional e conseqüentemente possuam interesses tão diversos e conflitantes, faz-se importante o aprofundamento da governança global. Ressaltam a importância dos países alcançarem resultados mais efetivos e auditáveis quanto às emissões de gases efeito estufa.

Os autores também criticam o uso do indicador do PIB como o indicador soberano, já que esta métrica não é capaz de avaliar o bem-estar e a satisfação das pessoas. Ainda de acordo com Pontes e Figueredo (2023), ao ignorar ou defender o desenvolvimento sustentável, inevitavelmente os políticos tomam um posicionamento ideológico. Sendo assim, esperam que as próximas mudanças sejam de valores, de tecnologias e de *designs*, para que alterações políticas e culturais colaborem para que ações no combate às mudanças climáticas possam ir além das conferências internacionais. Por isso, percebe-se a proximidade do que é debatido em Pontes e Figueredo (2023) com os ODS 13 (ação contra a mudança global do clima) e ODS 16 (paz, justiça e instituições eficazes).

Provavelmente o problema socioambiental mais drástico, atualmente presente no Brasil quanto à gestão municipal de resíduos, são os milhares de lixões e aterros controlados ainda em funcionamento. De acordo com Silva et al. (2020), a poluição do ar, solo e água que estas áreas representam, pode interferir negativamente na atividade econômica do turismo. Por isso, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) dessas cidades devem prever sistemas de coleta seletiva, construção de infra-estrutura, formas de tratamento/destinação e ainda programas de conscientização ambiental de turistas e trabalhadores deste setor.

Evidentemente, os tipos de poluição citadas acima dificultam o atingimento de objetivos como o ODS 14 (vida na água) e ODS 15 (vida terrestre), afinal, fauna e flora necessitam de um meio ambiente equilibrado para ter nutrição adequada à perpetuação das espécies. Porém, trabalhos como o de Carvalho e Guerra (2015) trazem luz à importância das cooperativas de catadores de materiais recicláveis durante e após o fechamento de áreas de descarte irregular de resíduos.

Essas organizações coletam, triam e revendem para a indústria embalagens compostas por materiais como plástico, papel, vidro e metal. Deste modo, o trabalho desses atores coopera de forma direta à limpeza urbana (parte facilmente visível) e também para reinserir o material no ciclo produtivo por meio da reciclagem (parte dificilmente visível). Pelo fato de normalmente atuarem à margem da sociedade, a categoria de catadores representa um elo frágil na cadeia logística de embalagens, ainda que seu trabalho colabore para o avanço de diversos ODS (CERQUEIRA-STREIT et al., 2023).

Nas cooperativas, o plástico costuma ser o material com maior faturamento em venda, mesmo que nem sempre seja o maior em volume. Os processos considerados reciclagem de plásticos são divididos em três tipos (mecânico, químico e energético), sendo a reciclagem mecânica a mais comum destinação dos resíduos plásticos que passaram pela triagem nas cooperativas e associações de catadores (MARCUCCI; BORGES, 2023). De acordo com Souza e Costa (2023), a poluição plástica é um problema transversal com ligações a diversos desafios globais, como saúde, pobreza e segurança de recursos naturais.

Assim como o plástico, o papelão também é facilmente encontrado nos resíduos sólidos urbanos e sua reciclagem depende em grande parte dos catadores e catadoras. O papelão ondulado é um material que pode ser composto tanto por papel de fibra reciclada como papel de fibra virgem, sendo que o material virgem normalmente é oriundo de floresta de eucalipto e pinus. Ainda que essas florestas sejam consideradas fontes renováveis por serem oriundas de reflorestamento, cabe ressaltar que elas não estão livres de impactos ambientais negativos, já que perturbam o ecossistema de diversas formas, como a derrubada de florestas nativas, geração de ruídos e eliminação de poluentes nos rios e na atmosfera (LINS et al., 2023).

Ainda que a não geração, redução e reuso sejam preferíveis, a reciclagem de plástico, papelão e outros materiais é uma alternativa viável economicamente com potenciais de apoiar o aspecto social e ambiental. Com a melhora econômica e de infraestrutura das cooperativas de catadores, tende-se ainda a contribuir para o ods 2 (fome zero), uma vez que muitos estão em situação de vulnerabilidade e para o ods 8 (trabalho decente) (CARVALHO; GUERRA, 2015).

Nesta seção da pesquisa, foram relevados os conteúdos dos artigos coletados e analisados pela corrente Revisão Integrativa de Literatura. Ainda que muitos ODS tenham sido amplamente discutidos com a literatura já publicada, pesquisas posteriores são necessárias para investigar partes da Agenda 2030 que ainda não foram exploradas pelos artigos que abordam gestão de resíduos.

Sabe-se que a educação ambiental é fundamental para progredir nos sistemas de coleta seletiva, apesar disto, não foram localizados artigos sobre o ODS 4 (educação de

qualidade). Sabe-se que a maioria dos profissionais que atuam na atividade da catação de resíduos nas cooperativas e associações brasileiras são mulheres, todavia, não foram publicados artigos na área de resíduos que debatam o ODS 5 (igualdade de gênero). Nesse sentido de sugerir pesquisas posteriores a partir das lacunas deixadas pelos autores, destaca-se o ODS 17 (parcerias e meios de implementação) a fim de unir *stakeholders* em prol do atingimento da Agenda 2030.

6. CONCLUSÕES

Ao demonstrar o relacionamento entre a gestão de resíduos sólidos com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, alcança-se a principal ambição deste *paper*. Com isso, revelam-se contribuições acadêmicas e gerenciais. Para estudiosos, este artigo agrega ao demonstrar a realização de uma Revisão Integrativa de Literatura, passo a passo, sendo este método aplicado em diversas áreas da ciência. Adicionalmente, pesquisadores encontram neste artigo sugestões de pesquisas futuras capazes de alavancar o cumprimento dos ODS por meio da adequada gestão de resíduos.

De forma mais pragmática, aos gestores que tomam decisões operacionais, táticas ou estratégicas, este trabalho também contribui. Afinal, foram apresentadas medidas para prevenção de acidentes de trabalho com o manejo de resíduos e aspectos a considerar no fechamento de lixões e aterros controlados. Também foram expostos os benefícios de incluir os catadores na formalidade dos sistemas urbanos de coleta/triagem e o papel da sociedade, das empresas e do Estado em ações rumo ao desenvolvimento sustentável.

Ainda que esta pesquisa colabore para o avanço do tema no país, ela não é completa. Suas limitações envolvem aspectos metodológicos e de alcance. A pesquisa se limitou em percorrer a literatura nacional, publicada em português e portanto, investigações futuras podem averiguar as *best practices* internacionais de gestão municipal de resíduos. Os ODS pouco debatidos pelos artigos presentes nessa revisão também representam possibilidades de preenchimento de lacunas deixadas pelos pesquisadores brasileiros, a destacar: ODS 4 (educação de qualidade), ODS 5 (igualdade de gênero) e ODS 17 (parcerias e meios de implementação).

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada com o apoio da Funadesp (Fundação Nacional de Desenvolvimento de Ensino Superior Particular).

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo, 2022.

ALMEIDA, S. V. G.; FERNANDO, E. M. P.; SOUZA, I. G.; IZIDRO, W. P.; ARAUJO, M. F. Percepção socioambiental de resíduos sólidos domésticos em comunidades do sertão paraibano. **Holos**, v. 7, p. 1–18, 2022.

ALMEIDA, I. M.; GUEDES, F. L.; SILVA, K. A.; MENEZES, N. S. **Indústria 4.0 e a gestão de resíduos sólidos alinhados aos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS)**. In: ALMEIDA, I. M.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G.; MENEZES, N. S. *Resíduos sólidos: gestão e tecnologia*. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 84-98.

- ANGELO, G. F.; SILVA, T. V.; SILVA, T. S.; EL-DEIR, S. G.; Visão global da covid-19: implicações Ambientais na gestão dos resíduos sólidos hospitalares e aspectos socioeconômicos. In: SILVA, K. A.; SILVA, I. M.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos e Covid-19: desafios e impactos na gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 160-174.
- ARAÚJO, S. C.; SILVA FILHO, J. A.; SILVA, G. M.; ANDRADE, L. G.; NOGUEIRA, V. F. B. Espacialização dos serviços básicos de saneamento na zona rural do município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 3, p. 122–130, 2016.
- AZEVEDO, P. B., LEITE, J. C. A., OLIVEIRA, W. S., SILVA, F. M., & FERREIRA, P. M. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 20–34, 2015.
- BARBOSA, A. DE M., REBELO, V. S., MARTORANO, L. G., & GIACON, V. M. Caracterização de partículas de açaí visando seu potencial uso na construção civil. **Matéria**, v. 24, n. 3, 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.305. **Diário Oficial da União**, 02 ago. 2010.
- BRASIL. Decreto nº 11.043/2022 **Diário Oficial da União**, 13 abr. 2022.
- CARVALHO, A. G.; GUERRA, L. D. Ponto de inflexão no planejamento da gestão de resíduos sólidos urbanos: A superação da secundarização da questão socioambiental em Campina Grande – PB. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 4, n. 1, p. 150–169, 2015.
- CAVALHEIRO, A. R.; GAZOLLA, M.; MARINI, M. J. Tecnologia social: contribuições à política nacional de resíduos sólidos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 38, p. 58–74, 2019.
- CERQUEIRA-STREIT, J. A.; GUARNIERI, P.; BATISTA, L.; ALFINITO, S. Impact of Covid-19 on fragile actors in the circular supply chain and the Sustainable Development Goals. **Revista Gestão Organizacional**, v. 16, n. 3, p. 121-137, 2023.
- CHARLES, R.; OLIVEIRA, R. C.; SPANGHERO, P. As principais consequências dos resíduos sólidos sobre o meio ambiente e a saúde da população no município de Cabaret-Haiti. **Revista Geográfica de América Central**, v. 3, n. 61, p. 367–382, 2018.
- CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a Literature Review: a step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, n. 1, p. 38–43, 2008.
- ESTRELA, C. M.; OLIVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, M. K. Implantação da política de profissionalização da gestão dos resíduos no município de São Luís – MA: estudo de caso do encerramento do aterro da Ribeira. In: SILVA, T. S.; MARQUES, M. N.; EL-DEIR, S. G. **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 160-169.
- EPA, Environmental Protection Agency. Best Practices for Solid Waste Management : **A Guide for Decision-Makers in Developing Countries**. Washington-USA, 2020.
- FARIAS, D. L.; ROSÁRIO, K. K. L.; MORAIS, M. S.; BRITO, F. S. L.; COSTA, C. E. Políticas públicas de gestão ambiental em uma área urbana da Amazônia: Da teoria à prática. **Holos**, v. 8, p. 1–14, 2020.
- GALBIATI, L. A.; GONZÁLEZ, A. B. P.; SANTOS, N. M.; PALMIERI, R. H.; RODRIGUES, E. R. Rupturas a partir da política da boiada: uma análise segundo Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, n. 1, p. 1–19, 2022.
- GAUSMANN, E.; CYRNE, C. C. Associação de logística reversa de embalagens – ASLORE: Análise da percepção dos seus associados quanto à importância e satisfação. **Holos**, v. 1, p. 1–18, 2020.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- IPEA, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Agenda 2030: Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Brasília-DF, 2018.

JUNKES, J. A.; PEDROSA, A. D. N.; VIEIRA, D. S.; GALVÃO, V. K. Resíduos gerados nas favelas: impactos sobre o direito à moradia adequada, o ambiente e a sociedade. **Desenvolvimento Em Questão**, v. 18, n. 50, p. 325–342, 2020.

LINS, E. A.; LINS, A. S. Análise de risco dos garis no período de pandemia da Covid-19: estudo de caso na cidade do Recife, Brasil. In: SILVA, K. A.; SILVA, I. M.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos e Covid-19: desafios e impactos na gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 306-322.

LINS, E. A.; GOMES, A. F.; MOTA, A. M.; BARROS, A. C. Reciclagem de papel ondulado: um estudo de caso. In: MONTEIRO, B. R.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. **Resíduos Sólidos: boas práticas e impactos ambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 352-365.

MARCUCCI, J. C.; BORGES, A. C. Plásticos: um desafio para a reciclagem. In: MONTEIRO, B. R.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. **Resíduos Sólidos: boas práticas e impactos ambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 322-332.

MARTINS, J. D. A.; RIBEIRO, M. F. Consumption as a major factor for increase of solid waste generation and its impacts on the environmental and public health. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 12, n. 1, p. 123–152, 2021.

MEDEIROS, E. S.; MELO, R. S.; GONZAGA, L. F.; MACHADO, A. R. Consórcio para destinação final de resíduos sólidos de pequenos municípios. In: SILVA, T. S.; MARQUES, M. N.; EL-DEIR, S. G. **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 305-319.

MOITINHO, E. B.; CAMPOS, G. M.; MACHADO, I. B.; FIGUEREDO, D. M.; MENDES, I. M.; SALES, R. M. A educação ambiental como instrumento de sensibilização para reutilização de resíduos sólidos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 5, p. 874–878, 2017.

OLIVEIRA, B. O. Impactos ambientais decorrentes do lixo da cidade de Humaitá, Amazonas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 80-84, 2016.

PEREIRA, J. C.; BARBOSA, M. F.; BARBOSA, E. M.; Impactos socioeconômicos e ambientais da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Bernardino Batista – PB. In: MONTEIRO, B. R.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. **Resíduos Sólidos: boas práticas e impactos ambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 221-231.

PONTES, O. M.; FIGUEIREDO, F. F. Conferências internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável: outro mundo é possível? **Holos**, v. 1, p. 1–31, 2023.

SALVIA, A. L. *et al.* Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: local and global issues. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 208, p. 841-849, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>.

SILVA, K. S.; COSTA, V. R.; SILVA, G. S.; WETTERS, M. F. Simulação e avaliação do cenário sobre a Geração de resíduos sólidos no ecossistema urbano do município de Barreirinhas-MA. In: SILVA, T. S.; MARQUES, M. N.; EL-DEIR, S. G. **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 321-332.

SILVA, L. V.; MACHADO, L.; SACCOL, A.; AZEVEDO, D. **Metodologia de pesquisa em administração: uma abordagem prática**. São Leopoldo-RS: Editora Unisinos, 2012.

SILVA, L. C.; LUDWIG, C. Análise integrada dos planos diretores municipais e dos planos plurianuais a luz da gestão dos resíduos sólidos: um estudo aplicado no sudoeste paranaense. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 16, p. 1–19, 2022.

SOUTO, V. S.; LOPES, R. L. Indicadores de gestão de Resíduos Sólidos e sua observância obrigatória para o estado do Rio Grande Do Norte – Brasil. **Holos**, v. 8, p. 1–19, 2019.

SOUZA, G. R.; COSTA, R. C. Risco ambiental das embalagens plásticas de alimentos. In: MONTEIRO, B. R.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. **Resíduos Sólidos: boas práticas e impactos ambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 182-194.

STEINIGER, S.; WAGEMANN, E.; DE LA BARRERA, F.; MOLINOS-SENANTE, M.; VILLEGAS, R.; DE LA FUENTE, H.; VIVES, A.; ARCE, G.; HERRERA, J. C.; CARRASCO, J. A.; PASTÉN, P. A.; MUÑOZ, J. C.; BARTON, J. R. Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process. *Cities*, v. 101, Article 102683, 2020.

TORRES, O.; TORRES, E. N.; AZEVEDO, D. B.; TEIXEIRA, M. G. Atitudes e formação de consciência ambiental: um estudo sobre as implicações de um programa de coleta seletiva de Resíduos Sólidos em Campo Grande-MS. *Gestão e Desenvolvimento*, v. 13, n.1, p. 144–155, 2016.

TRIGO, A. G.; AIRES TRIGO, J.; MARUYAMA, U. G.; MELO, V. M. A. Política Nacional de Resíduos Sólidos e a redução de impactos ambientais negativos: viabilizando cidades e comunidades sustentáveis. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, v. 20, n. 1, p. 130–149, 2023.

UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. **Qualis-CAPES**. Disponível em: <http://www.sbu.unicamp.br/sbu/qualis-capes/> Acessado em: julho de 2023.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. New York-USA, 2015.

WHITEHEAD, D. **Searching and reviewing literature**. In Nursing and midwifery research: methods and appraisal for evidence-based practice. 4th edition, p. 35-53. Missouri-USA, 2013.

WHO, **World Health Organization**. Inheriting a sustainable world Atlas on children's health and the environment. Geneva, Switzerland, p. 164, 2017.

1.5 AVALIAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE BREU BRANCO - PA

Igor Murilo Fortes dos Santos

Centro Universitário do Pará

igormurilo002@gmail.com

Kemily Cristine de Araújo Silva

Universidade Federal do Pará

araujokemily191@gmail.com

Selena Farias Bezerra

Centro Universitário do Pará

contato.selenabezerra@gmail.com

RESUMO

Hodiernamente, a problemática dos resíduos sólidos urbanos tem sido um dos grandes desafios enfrentados pelos gestores municipais, em detrimento da disposição inadequada dos materiais. Dessa forma, a efetivação de um modelo gerencial integrado e participativo torna-se imprescindível. Por isso, o presente trabalho avalia o modelo gerencial da cidade de Breu Branco - PA, através de uma metodologia baseada em visitas in loco, na área do vazadouro da cidade, e pesquisas bibliográficas. Tendo como base a Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos para analisar se o município de Breu Branco está de acordo com as legislações federais, estaduais e municipais existentes no que se refere ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Os resultados demonstram que o modelo gerencial do município é ineficiente quanto a disposição ambientalmente correta dos resíduos e que não há programas que visem diminuir os impactos e a geração de resíduos na cidade, como ações que promovam a educação ambiental, coleta seletiva e economia circular para auxiliar nas etapas do manejo de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Ambiental, Educação Ambiental, Impactos Ambientais.

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial instigou o avanço tecnológico e, com isso, o contingente populacional dos centros urbanos cresceu de forma ascendente. A renda média das famílias foram impulsionadas, ocasionando o aumento da procura por produtos industrializados e, dessa forma, a geração em consonância com a heterogeneidade de materiais produzidos aumentaram, assim como a complexidade do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) nas cidades (LIMA; EL-DEIR, 2021). A partir daí, a problemática dos RSU se intensificou ao longo do tempo, pois trouxe à tona o possível esgotamento dos recursos naturais e os impactos que o acondicionamento incorreto de resíduos gera.

A partir da discussão sobre a finitude dos materiais e sobre as alterações ambientais, causadas de forma antrópica, surgiu o conceito de sustentabilidade. A partir daí, percebeu-se que as cidades deveriam ter infraestrutura para lidar com os resíduos sólidos, e assim terem um bom funcionamento. No entanto, no Brasil, a carência por melhorias é gritante, pois apesar da grande maioria dos resíduos sólidos urbanos serem coletados, boa parte é disposta de forma incorreta na natureza. Isso demonstra que a infraestrutura urbana e as políticas públicas não acompanharam o crescimento das cidades. Consequentemente, a saúde pública e o meio ambiente foram afetados negativamente pela má gestão e pelo manejo de resíduos sólidos incipientes. Por isso, a necessidade de melhorias foi colocada em pauta, pois a disposição inadequada instiga a produção de lixiviados que podem contaminar os corpos hídricos, comprometendo a qualidade ambiental (CHAVES; SIMAN; SENA, 2020).

Em 2010 ocorreu a aprovação da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A partir dessa implementação, houve um estímulo para que o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil melhorasse, com a gestão integrada, em virtude da transferência dos recursos estaduais para os municípios. No entanto, no decorrer dos anos começou a ser perceptível que a concepção teórica estava bem distante das realidades elencadas nas cidades brasileiras. Ademais, a sustentabilidade tem sido discutida como um aperfeiçoamento nos sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos, pois podem impactar positivamente o sistema de coleta, tratamento e disposição final (MOZAMBE; MPOFU; DANIYAN, 2019).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar se o gerenciamento de resíduos sólidos no município de Breu Branco, localizado na mesorregião do Sudeste Paraense, está de acordo com as legislações e planos existentes, através de visitas in loco e levantamento de dados, além de propor orientações para colaborar com uma gestão sustentável e garantir melhor qualidade de vida a população.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi marcada por um período de, aproximadamente, 20 anos de discussões no Congresso Nacional, sendo uma das políticas mais debatidas pelos legisladores brasileiros. Apenas em 2010 que a PNRS, Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), foi sancionada tendo como enfoque o banimento de lixões por toda a União, implementando a destinação adequada dos resíduos sólidos de forma ambientalmente sustentável e proporcionando uma articulação institucional entre a

União, Estados e Municípios, manifestando inquietação com o tema socioambiental no país.

2.2 Resíduos sólidos urbanos

De acordo com a Lei n.º 12.305/2010 que instituiu a PNRS, a definição de resíduos sólidos compreende:

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, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, Art. 3º, XVI).

Convergindo para esse entendimento, a NBR 10.004 (ABNT, 2004) define os resíduos como produtos sólidos e semissólidos advindos de serviços domésticos, industriais, comerciais, agrícolas, hospitalares, de serviços e varrição. Ademais, a Norma engloba materiais que não possuem permissão para serem injetados na rede pública de esgoto e corpos d'água, como líquidos em consonância com lodos, e reivindica soluções técnicas por meio das melhores tecnologias disponíveis, tal qual a PNRS.

A caracterização dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é diversa e heterogênea, principalmente nos países em desenvolvimento. A diversidade ocorre em detrimento da economia em expansão, melhoria do padrão de vida e crescimento ascendente do número de habitantes. Com isso, a quantidade e a qualidade dos resíduos são influenciadas e caso haja um gerenciamento ineficiente, adversidades quanto ao ecossistema e ao bem-estar humano se tornarão frequentes. Visto que a população residente próximo aos locais de disposição inapropriada é submetida a situações desagradáveis quanto a odores e, principalmente, está compelida a desenvolver alguma anomalia congênita (LIMA; EL-DEIR, 2021).

Por isso, é imprescindível que o planejamento e o gerenciamento de RSU ocorra de forma adequada, para que isso aconteça é necessário que a composição química e física dos materiais seja conhecida (AZAM, 2020). Ademais, de acordo com Deus (2020), para transformar a realidade atual é fundamental que alguns processos estejam integrados como: o gerenciamento de resíduos, à regularização de catadores, à emissão de gases de efeito estufa e à participação em consonância com a conscientização da população. Tendo em vista que apenas dessa maneira, a diminuição dos impactos ambientais, naquela localidade, será possível.

A implementação da PNRS não teve o alcance esperado nos municípios da região do Nordeste (COSTA; DIAS, 2020). O mesmo se converge para a região Norte, especialmente se tratando da cidade de Breu Branco, dado que há desacordo entre os processos de geração, coleta, reciclagem e disposição final, com o que está previsto na Lei n.º 12.305. Dado essa atual conjectura, pressupõe-se que a precariedade quanto ao manejo dos resíduos sólidos está atrelada a falta de monitoramento pelos órgãos ambientais e com a inexistência de penalidades para os governos locais que não adotaram as determinações da legislação (LIMA; EL-DEIR, 2021).

2.3 A problemática dos vazadouros

Os vazadouros são áreas a céu aberto que são utilizadas como depósito de lixo, sem nenhum tipo de tratamento. Os resíduos que são colocados ali sem nenhum tipo de procedimento possibilitam a proliferação de vetores e contaminação do lençol freático (SILVA; SANTOS, 2023). O acelerado desenvolvimento econômico, ocasionou um ciclo frenético do consumismo que impactou negativamente a relação entre os resíduos gerados e o descarte de bens, resultando em um dos maiores problemas ambientais da sociedade do século XXI, que representa a grande quantidade de resíduos dispostos no meio ambiente ao longo do tempo (AGUIAR; PESSOA; EL-DEIR, 2019).

Além disso, os resíduos contidos no vazadouro liberam um líquido preto, chamado chorume ou lixiviados, que é originário da decomposição de resíduo orgânico, possui textura viscosa e odor forte prejudicando a saúde da população que vive próxima dessas áreas. Ademais, se os solos não tiverem uma impermeabilização adequada, o chorume pode infiltrar e, consequentemente, contaminar os lençóis freáticos devido ao alto grau de toxicidade (SILVA et al., 2020).

2.4 Adequação dos vazadouros

A adequação dos vazadouros nos municípios brasileiros iniciou-se com a implementação da Lei nº 12.305/2010 que estabeleceu a PNRS, que tem como princípio garantir que os responsáveis como: governo, entidades públicas, empresas privadas e a sociedade que dispõe de forma incorreta os resíduos, destine de forma sustentável (ANDRADE et al., 2022).

Ademais, a Lei não trata de forma incipiente o encerramento dos vazadouros, mas ela aborda a disposição final de forma ambientalmente correta nos aterros sanitários. Portanto, subentende-se como resultado, a supressão e recuperação dos lixões a céu aberto (BRITO et al., 2019).

2.5 Aterros sanitários

De acordo com a NBR 8419 (1992), o aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos é uma

técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (NBR 8419, 1992, p.1).

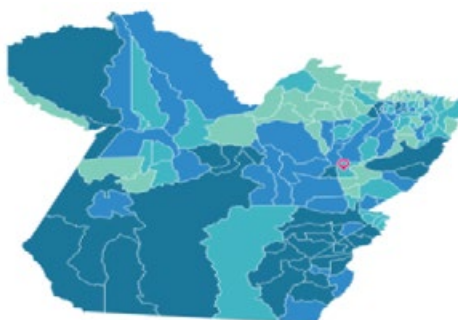
De acordo com Silva e Tagliaferro (2021) aterro sanitário é um empreendimento que irá garantir a disposição de resíduos sólidos de forma adequada, gerando menos impactos ambientais, estabilidade e segurança quanto ao manejo. Possui normas operacionais próprias e utilizam princípios da engenharia durante o tratamento do resíduo, como: impermeabilização, sistemas de drenagem, compactação, estabilidade de maciço e monitoramento ambiental (SILVA; SANTOS, 2023).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no município de Breu Branco (Figura 1), que pertence a microrregião de Tucuruí, no Pará, possui as coordenadas geográficas 49°38'13"W e 04°04'04"S. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 3.941,904 km² de extensão territorial e tem uma população estimada de 45.712 habitantes (IBGE, 2022), tendo sua densidade demográfica de 11,60 hab/km² e Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 10.220,80 (IBGE, 2020).

Figura 1. Localização do município de Breu Branco no estado do Pará



Fonte: IBGE (2022)

3.2 Procedimentos metodológicos

A primeira etapa da pesquisa consistiu na escolha do tema, iniciando-se uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa e qualitativa, que resultou na concepção do desafio da pesquisa, que revela a falta de conformidade do município de Breu Branco com as exigências da Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010). No que tange a abordagem técnica utilizada, optou-se pela pesquisa documental e bibliográfica.

Para o desenvolvimento do estudo foram necessários dois momentos, o primeiro correspondente ao levantamento de dados e o segundo através da análise. No período de levantamento de dados, ocorreu uma pesquisa documental relacionada às leis ambientais. Em seguida, houve uma pesquisa bibliográfica para a fundamentação teórica para reunir dados sobre a problemática da disposição incorreta dos resíduos, através de estudos publicados a partir de 2019 mediante a utilização de artigos científicos, livros, publicações periódicas e materiais eletrônicos de órgãos públicos. Posteriormente, ocorreu o levantamento de dados in loco da disposição de resíduos em Breu Branco, a verificação foi realizada através de visitas durante o período de julho a agosto de 2023, para o reconhecimento dos resíduos sólidos no local e, subsequentemente, registro fotográfico.

Quanto à análise de dados, ocorreu um confronto entre os dados coletados em artigos científicos da área de pesquisa e documentos, como: relatórios técnicos do município estudado. A partir dessas informações, sucedeu-se um cruzamento de dados com a Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, em 2022, foram geradas 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos

urbanos. Quanto à coleta e transporte 76,1 milhões de toneladas de RSU foram acondicionados. Entretanto, apenas 46,4 milhões de toneladas foram dispostas corretamente nos aterros sanitários de acordo com os dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019). Segundo a mesma fonte, os municípios localizados na região Norte geraram 6.173.684 toneladas de RSU, em 2022, e tiveram apenas 5.110.575 toneladas coletadas. Sendo que, quanto à disposição adequada, apenas 1.870.470 toneladas de RSU foram depositadas em aterros sanitários.

Convergindo para esse entendimento, a cidade de Breu Branco possui a coleta do resíduo que é realizada pela prefeitura. Entretanto, os materiais coletados não são direcionados para o aterro sanitário, mas sim para o Lixão de Breu Branco que está inserido, próximo a cidade, sem nenhum tipo de estrutura para o recebimento dos resíduos sólidos (Figura 2). Por isso, o solo que não é impermeável, favorece o processo de infiltração do chorume e a percolação nas camadas do subsolo propiciando, consequentemente, a contaminação do solo em conjunto com o lençol freático. A poluição do terreno é inelutável, pois os resíduos coletados pela prefeitura de Breu Branco e detritos gerados por povoados próximos são depositados diretamente no solo, sem nenhum tipo de preparo no local. Por esse motivo, trata-se de um vazadouro a céu aberto, no qual se constata a existência de resíduos domésticos, detritos da construção civil, eletrônicos e resíduos orgânicos. Ademais, no local existe a presença de animais (Figura 3), como: urubus, cachorros e gatos o que propicia a veiculação de vetores (ARAÚJO JÚNIOR et al., 2022).

A não preparação do terreno para o recebimento dos resíduos implica em questões além do caráter ambiental, como: contaminação do solo, águas subterrâneas e alteração da paisagem natural, pois compromete o aspecto social (HUYGHE et al., 2021). A disposição inadequada propicia condições precárias e sub-humanas para os catadores de resíduos, que sobrevivem através da coleta de materiais com possíveis valores econômicos (BEZERRA; REZENDE, 2023). Com isso, é perceptível notar o descaso do poder público e da ausência quanto a procura por soluções sustentáveis, econômicas e sociais para mitigar e erradicar a problemática dos lixões a céu aberto, em consonância com a incapacidade de fornecer melhores condições de vida aos moradores da localidade (CASTRO et al., 2020). Além disso, é importante observar o chorume que é produzido naquela área, pois é uma contaminação silenciosa e de difícil identificação quando está infiltrada. Como o Lixão de Breu Branco não possui nenhuma barreira física, os mananciais existentes naquela região podem estar contaminados. Por isso, é importante analisar as águas subterrâneas para ver se não estão comprometidas (DE ARAUJO; LINS; JUCÁ, 2019).

Figura 2 - Resíduos dispostos no Lixão de Breu Branco - PA



Fonte: Autores (2023)

Figura 3 - Resíduos e cabanas dispostas no Lixão de Breu Branco - PA

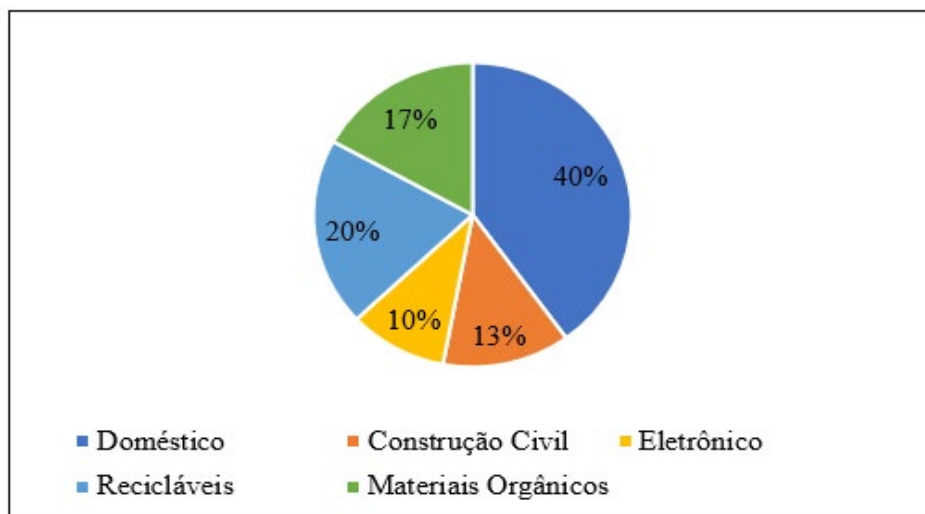


Fonte: Autores (2023)

Quanto aos tipos de resíduos sólidos dispostos no Lixão de Breu Branco, foram identificados in loco (Figura 4) resíduos domésticos (40%), que se configura como o maior percentual, resíduos da construção civil (13%), resíduos eletrônicos (10%), resíduos recicláveis (20%), resíduos orgânicos (17%). Souza (2022) destaca que a disposição inadequada de resíduos é comum na cidade de Tucuruí e em regiões próximas, como Breu Branco, por isso percebe-se que o acúmulo do lixo em áreas irregulares é algo recorrente na região e danoso ao meio ambiente como um todo.

Portanto, o posicionamento de resíduos em locais de não conformidade, atrelado a falta de gerenciamento responsável acarreta na degradação ambiental da região, pois instiga a poluição do solo, corpos hídricos e ar. Ademais, a contaminação torna o ambiente propício para a proliferação de vetores e possibilita a formação de enchentes (SILVA et al., 2020). Tais fatores indicam a imprescindibilidade de colocar em prática os princípios e objetivos determinados pela PNRS, através da educação ambiental e da Economia circular.

Figura 4 - Percentual dos resíduos sólidos depositados no Lixão de Breu Branco



Fonte: Autores (2023)

Uma forma de reduzir a quantidade de RSU gerado pelas prefeituras seria através da coleta seletiva, pois os materiais podem voltar a cadeia produtiva agregando valor e representando uma nova fonte de renda. Por isso, a reciclagem é uma das principais alternativas que podem ser postas em prática (PALÁCIO; GUIMARÃES, 2020). Uma maneira de incentivar a separação de resíduos é através de ações educativas que demonstrem o que ocorre com os resíduos sólidos quando eles são dispostos de forma incorreta na natureza e, principalmente, como pode ser feito o beneficiamento do material (BRINGHENTI et al., 2019).

Outrossim, uma forma de auxiliar a utilização completa dos produtos é através da introdução de materiais reciclados na cadeia produtiva, como matéria prima. Esse instrumento é chamado de economia circular e possibilita agregar valor aos materiais, além de aumentar a sua vida útil (LIMA et al., 2021). Dessa forma, a redução da extração de recursos naturais, atrelados a diminuição de carbono possibilita a prática da sustentabilidade dentro dos municípios (LIMA; EL-DEIR, 2021).

Assim, é possível perceber que a fiscalização de políticas públicas é fundamental para garantir a disposição adequada dos resíduos. Ademais, a implementação de projetos que promovam a educação ambiental, coleta seletiva e a economia circular são essenciais para a preservação do meio ambiente e, principalmente, indispensáveis para garantir uma boa qualidade de vida à população (PINHEIRO et al., 2023).

5. CONCLUSÕES

Com tudo isso, é perceptível notar que o município de Breu Branco não destina seus resíduos, que são coletados pela prefeitura, corretamente para um aterro sanitário, mas sim para um vazadouro a céu aberto. Local com perigo de contaminação iminente, gerando riscos ao meio-ambiente e a população local. Alguns impactos ambientais na área podem ser observados, pois a biodiversidade local tem sido afetada, em detrimento dos resíduos acumulados na região e consequente chorume infiltrado no solo. Dessa forma, alterações na paisagem natural e modificação do ciclo de vida da vegetação e dos animais é prejudicada.

Por isso, é necessário a elaboração e estruturação de um Plano de Saneamento Básico Municipal, com o objetivo de encerrar a disposição inadequada de resíduos sólidos, implantar sistemas de coleta seletiva, usinas de compostagem e, principalmente, a construção de um aterro sanitário em Breu Branco para atender o que a PNRS estabelece. Perpetuar a prática e a existência de vazadouro é um crime que vai além do aspecto ambiental, mas se configura como dano à saúde pública. Outrossim, cabe ao poder público promover o isolamento da área e a desocupação dos resíduos a céu aberto, para diminuir a degradação ambiental do local e garantir a recuperação de áreas degradadas por meio de programas ambientais que visem a conscientização e a sensibilização da comunidade breuense sobre a disposição adequada dos resíduos em consonância com a redução do consumo.

Dessa forma, é evidente a necessidade e a importância de um bom manejo e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos pela gestão pública, para que o meio ambiente e, principalmente, a população seja beneficiada nos seus municípios.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- ANDRADE, C. B.; FALCÃO, S. M. P.; DIAS, V. B.; HOLANDA, R. M. (Org.). **Resíduos sólidos**: Gestão e gerenciamento. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2022, p. 596-609.
- AGUIAR, A. C.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos**: os desafios para gestão. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019, p. 313-325.
- ARAÚJO JÚNIOR, M. A.; EL-DEIR, S. G.; TAVARES, R. G.; ARRUDA, V. C. M. (Org.). **Resíduos sólidos**: Gestão e gerenciamento. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2022, p. 89-101.
- AZAM, M.; JAHROMY, S. S.; RAZA, W.; RAZA, N.; LEE S. S.; KIM, K. H.; WINTER, F. Status, characterization, and potential utilization of municipal solid waste as renewable energy source: Lahore case study in Pakistan. **Environment International**. v. 134, January 2020. Article 105291.
- BEZERRA, A. M. S.; REZENDE, J. F. D. (Org.). **Resíduos sólidos**: desafios no manejo. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023, p. 147-159.
- BRASIL. Lei nº. 12.305. **Diário Oficial da União**, 02 ago. 2010.
- BRINGHENTI, J. R.; BASSANI, P. D.; LAIGNIER, I. T. R.; BRAGA, F. S.; GUNTHER, W. R. Coleta seletiva em condomínios residenciais verticalizados do município de Vitória (ES): características operacionais e de participação social. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. v. 11, Maio 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20170223>.
- BRITO, F. S. L.; PIMENTEL, B. A.; MORAIS, M. S.; ROSÁRIO, K. K. L.; CRUZ, R. H. R. Impactos socioambientais provocados por um vazadouro a céu aberto: uma análise no distrito de Marudá/PA. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**. v.10, Agosto 2019. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0012>.
- CHAVES, G. L. D.; SIMAN, R. R.; SENA, L. G. Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: parte 1. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v. 25, Março 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180120A>.

COSTA, I. M.; DIAS, M. F. Evolution on the solid urban waste management in Brazil: a portrait of the Northeast Region. **Energy Reports**. v. 6, February 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.033>.

DE ARAÚJO, M. J. C. S.; LINS, E. A. M.; JUCÁ, J. F. T. (Org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 391-403.

DEUS, R. M.; MELE, F. D.; BEZERRA, B., S.; BATTISTELLE, R., A., G. A municipal solid waste indicator for environmental impact: assessment and identification of best management practices. **Journal of Cleaner Production**. v. 242, January 2020. Article 118433.

HUYGHE, W.; ALGABA, M. H. P.; LEEUWEN, K. V.; KOOP, S.; EISENREICH, S. Assessment of the urban water cycle in Antwerp (BE): The City Blueprint Approach (CBA). **Cleaner Environmental Systems**. v. 2, June 2021. Article 100011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Breu Branco-PA**. Breu Branco, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/breu-branco/panorama>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

LIMA, P. M.; MORAIS, M. F.; CONSTANTINO, M. A.; PAULO, P. L.; FILHO, F. J. C. M. Environmental assessment of waste handling in rural Brazil: Improvements towards circular economy. **Cleaner Environmental Systems**. v. 2, June 2021. Article 100013.

LIMA, R. C.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: educação e meio ambiente**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 677-692.

MONZAMBE, G. M.; MPOFU, K.; DANIYAN, I. A. Statistical analysis of determinant factors and framework development for the optimal and sustainable design of Municipal Solid Waste Management Systems in the context of Industry 4.0. **Procedia CIRP**. v. 84, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.182>.

PALÁCIO, F. M. L.; GUIMARÃES, R. Q. (Org.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 44-52.

PINHEIRO, A. F.; MARQUES, E. A. T.; LIMA, U. T. G. M.; SOBRAL, M. C. (Org.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 201 - 213.

SILVA, A. S.; MORAES, L. S.; SANTOS, F. C.; NUNES, K. B. (Org.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 415 - 424.

SILVA, B. M. L. A.; SANTOS, P. R. (Org.). **Resíduos sólidos: desafios do manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 285 - 295.

SILVA, D. D. S.; RODRIGUES, J. B.; ERICEIRA, M. P.; SILVA, A. C. (Org.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 102 - 111.

SILVA, W. K. A. S.; TAGLIAFERRO, E. R. Aterro sanitário - a engenharia na disposição final de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Development**. v. 7, Fevereiro 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-037>.

SOUZA, N. M. **Diagnóstico e proposições para a atuação dos catadores da área de lixão de Tucuruí-PA**. 2022. 54 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2022.

1.6 MINERAÇÃO URBANA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA INDUSTRIAL TÊXTIL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Mirela Maria Nóbrega Marques
Gampe/UFRPE
mirellanmarques@outlook.com

Soraya Giovanetti El-Deir
Gampe/UFRPE
soraya.el-deir@ufrpe.br

Marilia Arruda
Universidade de Lisboa (Portugal)
mariliaarruda@outlook.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva
Universidade Federal do Pará
rodrigo.passos@ufpa.com

RESUMO

O setor têxtil é responsável por impactos positivos e negativos, sendo estes de caráter social, econômico e ecológico, além de uma grande oferta de emprego, contribuindo com a renda da população local onde as empresas do setor encontram-se, consequentemente, impactando positivamente no Produto Interno Bruto. No Brasil, em 2022, este setor contava com 22,5 mil empresas formais, 1,34 milhão de empregados diretos e 8 milhões de empregados indiretos, sendo o segundo setor com maior geração de emprego no país. Em razão da intensa extração de recursos e produção de bens, a indústria têxtil destaca-se pela geração de resíduos, como restos de tecidos, efluentes, lodo e cinzas. Visando mitigar os problemas mencionados até então, surge a Mineração Urbana. O presente trabalho visa elevar o grau de conhecimento acerca da temática através da análise bibliométrica da produção científica mundial de artigos científicos num espaço temporal de 10 anos. Os indicadores, “*Solid Waste AND Textile Industry*” e “*Solid Waste AND Urban Mining*” obtiveram maiores resultados na plataforma Scopus, apresentando, respectivamente, 137 e 56 trabalhos. Os trabalhos relacionados ao presente indicador englobaram 5 continentes, 25 países e 284 autores. De acordo com a imagem da nuvem de palavras, observa-se que os termos mais frequentemente utilizados – nos trabalhos selecionados pelo indicador *Solid Waste AND Textile Industry* – foram *Process*, *Textile Industry*, *Environmental* e *Solid Waste*.

PALAVRAS-CHAVE: Destonagem; Impacto Ambiental; Jeans.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a NBR ISO 14.001 (ABNT, 2015, p. 3), configura-se como impacto ambiental qualquer “modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização”. Assim como toda indústria, o setor têxtil é responsável por impactos positivos e negativos, sendo estes de caráter social, econômico e ecológico.

Devido à indústria têxtil apresentar uma ampla cadeia, esta é responsável por uma grande oferta de emprego, contribuindo com a renda da população local onde as empresas do setor encontram-se, consequentemente, impactando positivamente no Produto Interno Bruto (PIB) da região. O Brasil, por exemplo, no ano de 2022, contava com 22,5 mil empresas formais, com 1,34 milhão de empregados diretos e 8 milhões de empregados indiretos, sendo o segundo setor com maior geração de emprego. Além disso, o setor teve um faturamento de R\$190 bilhões, de acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2023). Entretanto, a mesma atividade que gera os impactos, também ocasiona impactos negativos, uma vez que o setor demanda significativa exploração de recursos naturais, utilizando além da capacidade suporte do meio ambiente (MENEGUCCI et al., 2015).

Em razão da intensa extração de recursos e produção de bens, a indústria têxtil destaca-se pela geração de resíduos, como restos de tecidos, efluentes, lodo e cinzas. Dentre os resíduos, os provenientes da lavanderia têxtil configuram-se em pontos de preocupação por conterem metais pesados em sua composição, podendo ser caracterizados como tóxicos. Assim, quando não tratados de maneira adequada, sendo descartados nos solos, nos rios e incinerados, ocasionam poluição dos corpos hídricos, do solo e da atmosfera (CASTRO et al., 2015; SOUTO, 2017). Além disso, a necessidade de uma grande quantidade de insumos requerida por essa indústria aumenta a exploração de recursos naturais não renováveis. Assim sendo, as atividades industriais de forma geral vem dilapidando a capacidade de suporte do meio ambiente, pondo em risco a biodiversidade do planeta.

Visando mitigar os problemas mencionados até então, surge a Mineração Urbana, que consiste na retirada das matérias-primas presentes nos resíduos. Esta pode ser aplicada ao lodo têxtil, uma vez que o mesmo é rico em elementos químicos que são necessários para a produção e/ou manutenção dos bens de consumo; reduzindo a exploração dos recursos naturais e incentivando a reciclagem e a logística reversa (XAVIER; NASCIMENTO; LINS, 2017). Diante do exposto, o presente trabalho visa elevar o grau de conhecimento acerca da temática, buscando compreender o direcionamento dos estudos realizados na área têxtil e na área da Mineração Urbana, através da análise da produção científica mundial, utilizando as principais bases de dados, identificando artigos científicos dentro de um espaço temporal de 10 anos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Indústria têxtil e resíduos sólidos

A indústria têxtil encontra-se entre os três maiores setores da economia mundial, sendo relevante nas dimensões econômica, social, cultural e política. Esta abrange uma grande cadeia produtiva que vai da plantação de algodão até os desfiles de moda, passando

por fiações, tecelagens, beneficiadoras, confecções e varejo. Devido a isso, há uma ampla quantidade de recursos exigidos pelo processo, como linhas, agulhas, máquinas de lavar, corantes, solventes, tintas, pesticidas, entre outros (BERLIN, 2014). Assim, o setor destaca-se como grande gerador de resíduos.

Além dos resíduos advindos dos materiais citados anteriormente, é importante ressaltar os provenientes da lavanderia têxtil, uma vez que essa é uma das áreas da indústria que mais acarreta impactos negativos ao meio ambiente, decorrente da quantidade de resíduos gerados, como o lodo têxtil.

Durante o processo de tratamento de efluentes industriais advindos das lavanderias têxteis, as estações de tratamento geram grande quantidade de lodos têxteis (VIOTTO et al., 2019). Estes resíduos consistem num material semissólido, composto de matéria orgânica e inorgânica, podendo conter também metais pesados como cádmio, cobre, cromo, chumbo, níquel, além de alumínio, ferro, zinco e manganês (COGO, 2011).

O volume de lodo gerado varia de acordo com a eficiência do sistema de tratamento de efluente e dos métodos utilizados pelo mesmo. De acordo com a Nortevisual (2010), empresa de serviços ambientais, uma lavanderia têxtil de médio porte processa em média 100 mil peças de vestuários por ano, sendo responsável por gerar cerca de 120 toneladas de lodo, com 95% de umidade e 6 toneladas de lodo seco.

Apesar de haver diferentes processos de tratamentos dos efluentes têxteis, os lodos gerados apresentam aspectos similares, como alto teor de umidade e a presença predominante de alumínio, sódio, ferro e silício. A quantia significativa de ferro e alumínio ocorre devido ao tipo de coagulante utilizado durante o tratamento do efluente (COLANZI, 2002).

2.2. Mineração Urbana

O rápido desenvolvimento industrial e urbano tem moldado o estilo de vida da nossa sociedade, ocasionando o crescimento do consumo de bens materiais e, consequentemente, o aumento da exploração de recursos naturais. Deste modo, a extração via mineração tradicional destes recursos está se tornando insustentável, uma vez que os mesmos estão cada vez mais escassos. Junto a isso, a produção excessiva acarreta grande geração de resíduos, aumentando o impacto ambiental negativo decorrente da mineração de lavras a céu aberto ou subterrâneo. Diante do presente cenário, a Mineração Urbana se apresenta como uma alternativa promissora para a diminuição do impacto potencial dos resíduos, assim como recolocando metais no sistema produtivo, por meio da aplicação da Economia Circular (ZENG et al., 2021).

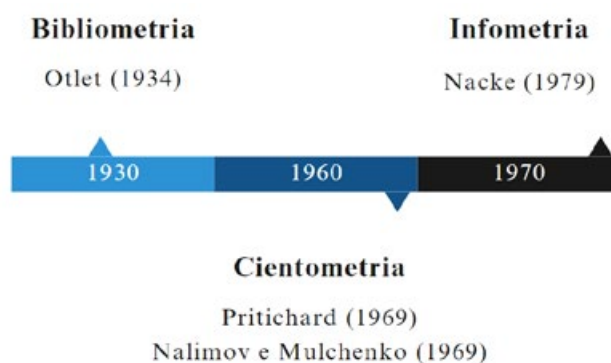
O termo Mineração Urbana refere-se ao processo de reaquisição de compostos e elementos presentes em estoques de origem antrópica. Portanto, esta atividade consiste na reciclagem de materiais, como metais pesados e matéria-prima. Desta forma, a Mineração Urbana contribui com a Economia Circular, gerando uma gestão mais eficiente dos recursos a os reintroduzir no ciclo de produção, reduzindo, assim, os impactos ambientais negativos e, consequentemente, colaborando com uma Economia Verde e um desenvolvimento mais sustentável (COSSU; WILLIAMS, 2015; KAZANÇOGLU et al., 2020).

2.3. Bibliometria, cientometria e infometria

Na última década tem-se acentuado o interesse pelo progresso da Ciência, buscando explorar como sua evolução ocorre, uma vez que esta é responsável pelo desenvolvimento econômico, social, político, ambiental e cultural (SOARES et al., 2016). Como alternativa para entender esse processo no meio acadêmico, surge a bibliometria, um subgrupo pertencente aos Estudos Métricos da Informação (EMI), o qual pode ser definido como uma das áreas de interesse da Ciência da Informação (CI).

De acordo com Yoo e Jang (2019), a Bibliometria é o subcampo pioneiro dos EMI, surgindo em 1934, sendo seguida pela definição de Cientometria e Infometria (Figura 1).

Figura 1 - Genealogia dos subcampos dos EMI



Fonte: Autora (2023)

Segundo Scarpel (2016, p. 3), “a palavra Bibliometria vem do grego Biblion = livro e Métron = medida, sendo, portanto, uma técnica que busca medir a comunicação registrada, baseando-se na contagem de documentos”. Esta tem como objetivo compreender o desempenho das produções científicas acadêmicas, analisando estatisticamente a literatura acerca de diferentes aspectos. Com o uso indicadores, é possível observar o desenvolvimento das publicações de um determinado tema, a qualidade dos artigos e o impacto atingido pelos mesmos. Para efetuar a bibliometria, primeiramente, são realizadas pesquisas em bancos de dados em busca de trabalhos referentes ao tema em estudo. Os trabalhos que contemplem os indicadores determinados são selecionados para que possa ser realizada a análise estatística (PIMENTA et al., 2017; LIU et al., 2019).

O termo Cientometria foi mencionado pela primeira vez em 1969, num texto publicado pelos estudiosos Nalimov e Mulchenko, e se fortaleceu como área de estudo a partir de 1978, com o surgimento do periódico *Scientometrics* (CURTY; DELBIANCO, 2020). A Cientometria pode ser definida como “métodos quantitativos da pesquisa sobre o desenvolvimento da ciência como um processo informacional” (NALIMOV; MULCHENKO, 1971, p. 2). Dentre os três subcampos dos EMI que serão estudados na presente pesquisa, a Infometria é o mais recente, sendo introduzido em 1979 pelo estudioso Otto Nacke. Para Nacke (1983), os subcampos criados até então eram restritivos para designar a totalidade da relação entre a matemática e a Cientometria, necessitando assim de um novo subcampo mais abrangente. De acordo com Curty e Delbianco (2020, p. 9), em seu estudo referente aos subcampos dos Estudos Métricos da Informação, a Cientometria pode ser definida como a área que

Estuda aspectos da comunicação mediada por computador que utiliza aplicações da Internet e do ciberespaço de modo amplo, incluindo também a mensuração das tecnologias que compreendem estruturas de ponto de acesso, topologia de redes e tráfego de dados.

3. METODOLOGIA

3.1. Levantamento dos dados

O levantamento dos dados foi realizado utilizando as plataformas *Science Direct* (Elsevier), *SciVerseScopus* (Scopus) e *Web of Science* (WoS), as quais foram acessadas através do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Para obtenção das amostras foram utilizados os indicadores “*Solid Waste*” AND “*Urban Mining*” e “*Solid Waste*” AND *Textile Industry*, considerando título, resumo e palavras-chave. Vale ressaltar que também houve a tentativa do indicador “*Solid Waste*” AND “*Urban Mining*” AND “*Textile Industry*”, entretanto, não se obteve resultado.

A pesquisa priorizou artigos científicos publicados em periódicos, considerando os trabalhos produzidos nos últimos 10 (dez) anos, sendo assim, no período de 2013 a 2022. Este período foi determinado pela mineração urbana por se tratar de um assunto relativamente recente. Além disso, também foram consideradas as áreas de conhecimento da CNPq-MCTI (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo Federal do Brasil) dos periódicos, dando preferência a Engenharia I e Ciências Ambientais.

3.2. Tratamento dos dados

Inicialmente, foi utilizado o *software Mendeley* para a retirada de trabalhos duplicados. Em seguida, os artigos restantes foram analisados, visando determinar as pesquisas relacionadas com a área do presente estudo, obtendo-se a amostra final.

Para um melhor entendimento e organização dos artigos, estes foram divididos em grupos de acordo com ano de publicação, nacionalidade dos autores e suas respectivas instituições de ensino. Os trabalhos também foram separados de acordo com o país de publicação, permitindo determinar a contribuição geográfica acerca do tema. Por fim, os periódicos correspondentes aos artigos foram separados de acordo com o Qualis, considerando os quadriênios 2013-2016 e 2017-2020, e o Fator de Impacto (FI) ou Journal Citation Reports (JCR). Toda a organização e tratamento mencionado anteriormente ocorreram através da utilização de planilhas no software Excel, assim como a geração de gráficos e tabelas.

3.3. Análise dos dados

Após a criação dos gráficos, quadros e tabelas, os dados foram analisados e debatidos, visando a escrita da presente pesquisa. Em seguida, foi realizada uma análise textual, utilizando o software Iramuteq, que é uma ferramenta para construção e visualização de redes bibliométricas. Deste modo, foi possível criar nuvens de palavras e, conseqüentemente, determinar as palavras de maiores repetições presentes nos artigos,

além de realizar uma Análise de Similitude. Para a montagem da Infometria, serão identificados os temas geradores de cada artigo, agrupados e determinada a linha do tempo em que estes estudos foram desenvolvidos. Para a Cientometria, as informações por agrupamentos temáticos serão ordenadas por complexidade metodológica, buscando descrever o desenvolvimento do método, a complexidade dos dados e a evolução que tal tema apresenta ao longo do tempo, descrevendo os principais achados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção Científica

A palavra-chave “*Solid Waste*” se destacou em relação às demais quando utilizada nas bases de dados selecionadas, considerando os anos de 2013 a 2022. A plataforma Web of Science foi a que mais apresentou trabalhos relacionados ao tema, totalizando 32.016 trabalhos nos últimos 10 anos. “*Urban Mining*” aparece como a palavra-chave com menor número de trabalhos acadêmicos, em todas as plataformas estudadas. Isto pode ser explicado por mineração urbana ser um assunto relativamente novo, que vem ganhando destaque nos últimos anos.

Ao pesquisar o indicador “*Solid Waste AND Textile Industry AND Urban Mining*” nenhum trabalho foi encontrado nas três plataformas analisadas. O que indica que o uso da mineração urbana em resíduos têxteis ainda é um assunto novo e requer mais pesquisas na área. Deste modo, foram utilizados dois indicadores para maior compreensão acerca do tema. Ambos os indicadores, “*Solid Waste AND Textile Industry*” e “*Solid Waste AND Urban Mining*”, obtiveram maiores resultados na plataforma Scopus, apresentando, respectivamente, 137 e 56 trabalhos (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantitativo de publicações com relação com os indicadores durante o período de 2013 a 2022.

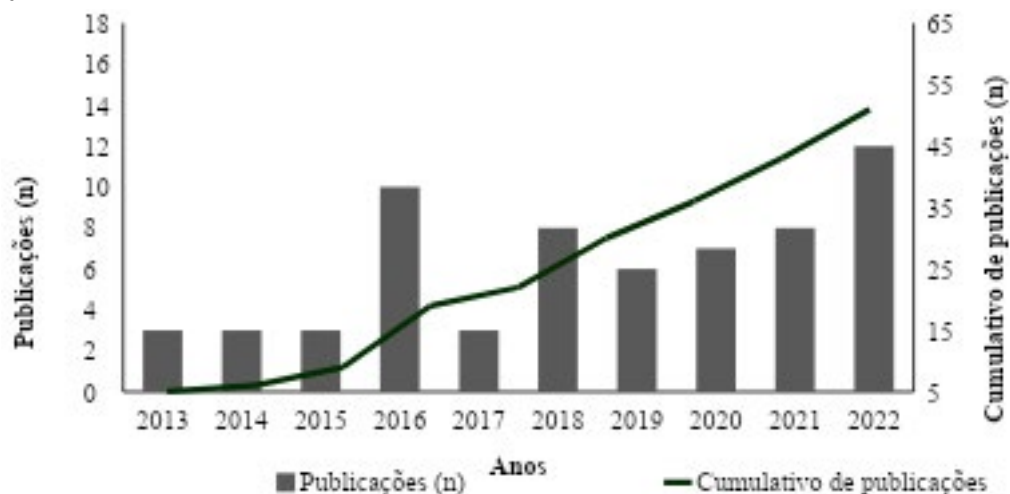
<i>Keywords</i>	<i>Web of Science</i>	<i>ScienceDirect</i>	<i>Scopus</i>
<i>Solid Waste</i>	32.016	10273	38961
<i>Textile Industry</i>	5.100	1728	15.516
<i>Urban Mining</i>	431	229	497
<i>Solid Waste AND Textile Industry</i>	47	21	137
<i>Solid Waste AND Urban Mining</i>	54	27	56

Fonte: Autora (2023)

4.1.1 Produção científica relacionada ao indicador “*Solid Waste AND Textile Industry*”

Inicialmente, o número de artigos encontrados nas três plataformas em estudo foi de 205 artigos. Após a retirada de duplicatas, utilizando o *software Mendeley*, e a análise dos artigos pertencentes ao eixo temático, a amostragem final ficou em 63 artigos. Apesar de uma queda no número de publicações no ano de 2019, nota-se que o interesse científico referente ao tema voltou a crescer. Sendo 2022 o ano com maior número de publicação dentro do espaço temporal estudado, com um total de 12 artigos, o que corresponde a 19,05% das publicações dos últimos 10 anos (Figura 1).

Figura 1 - Publicações sobre o indicador “Solid Waste AND Textile Industry” durante o período de 2013 a 2022



Fonte: Autora (2023)

Os trabalhos relacionados ao presente indicador englobaram 5 continentes, 25 países e 284 autores. Dentre os continentes, a Ásia aparece como detentor da maior quantidade de artigos, sendo China e Índia os principais países responsáveis por esse feito; onde o primeiro país corresponde a 19,12% da produção total e o segundo país representa 16,18%. Vale destacar que o Brasil, único país da América do Sul, contribuiu com produções científicas, no eixo temático, nas três bases de dados estudadas. O país aparece com 13,24% da produção total. China, Índia e Brasil também se destacam em relação à quantidade de autores contribuindo para a produção científica do país (Tabela 2).

Tabela 2 - Contribuição das produções científicas, para o indicador “Solid Waste AND Textile Industry”, por regiões geográficas

Continente	Países	Artigos (n)	Autores (n)
África	África do Sul	1	2
	Egito	2	4
	Etiópia	1	3
América do Norte	Canadá	1	2
	Estados Unidos	4	9
América do Sul	Brasil	9	41
Ásia	Bangladesh	2	15
	China	13	80
	Coréia do Sul	1	7
	Índia	11	48
	Indonésia	1	5
	Iraque	1	3
	Irã	3	11
	Malásia	3	9
	Paquistão	1	3

	Singapura	1	3
	Turquia	3	3
Europa	Alemanha	1	5
	Áustria	1	3
	Bulgária	1	4
	Espanha	1	2
	Grécia	1	2
	Inglaterra	1	2
	Portugal	3	13
	República		
	Tcheca	1	5

Fonte: Autora (2023)

O destaque da China pode ser explicado pelo país apresentar a maior produção têxtil do mundo, tendo no ano de 2020 uma produção equivalente a US\$ 455 bilhões, aproximadamente 10 vezes mais do que os Estados Unidos, que é o segundo maior produtor. Já a Itália, considerando a produção de 2017 a 2020, encontra-se como o 5º maior produtor. O Brasil aparece como o 10º maior produtor mundial, com produção equivalente a 2% da produção da China. Além disso, o Brasil está entre os 4 maiores produtores de malha e entre os cinco maiores produtores e consumidores de denim do mundo; o que explica o interesse de estudos nesta área (MENDES JUNIOR, 2022).

Os artigos analisados foram publicados em 41 revistas científicas. Destes, os periódicos mais utilizados foram *Waste Management and Research* com 6 artigos, *Waste Management* e *Environmental Science and Pollution Research* com 5 artigos cada, e *Journal of Cleaner Production* onde 4 trabalhos foram publicados. Somando estas revistas, elas obtêm 31,75% do total de trabalhos analisados no presente estudo (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação dos periódicos com relação ao Qualis 2017-2020 e ao Fator de Impacto (JCR) 2021.

Revista	Repetições	Qualis (2017-2020)	Fator de Impacto - JRC (2021)
<i>AIP Conference Proceedings</i>	1	-	0.402
<i>Advances in Polymer Technology</i>	1	A4	2.502
<i>Bioresource Technology</i>	2	A1	11.889
<i>Carbohydrate Polymers</i>	1	A1	10.723
<i>Cellulose</i>	1	A1	-
<i>Chemosphere</i>	2	A1	8.943
<i>Clean Technologies and Environmental Policy</i>	1	A2	4.700
<i>Cleaner Engineering and Technology</i>	1	-	-
<i>Coloration Technology</i>	1	A2	1.614
<i>Critical Reviews in Environmental Science and Technology</i>	1	A1	11.750

<i>Earth Systems and Environment</i>	1	B1	-
<i>Energy</i>	1	A1	8.857
<i>Environmental Monitoring and Assessment</i>	2	A2	3.307
<i>Environmental Pollution</i>	2	A1	9.988
<i>Environmental Science and Pollution Research</i>	5	A2	5.190
<i>Frontiers in Environmental Science</i>	1	A2	5.411
<i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>	2	A2	4.614
<i>International Journal of Hydrogen Energy</i>	1	A1	7.139
<i>Journal of Cleaner Production</i>	4	A1	11.072
<i>Journal of Electroanalytical Chemistry</i>	1	A2	4.598
<i>Journal of Environmental Chemical Engineering</i>	1	A3	7.968
<i>Journal of Environmental Management</i>	1	A1	8.910
<i>Journal of Hazardous Materials</i>	1	A1	14.224
<i>Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste</i>	1	-	-
<i>Journal of Polymers and the Environment</i>	1	A2	4.705
<i>Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)</i>	1	-	3.571
<i>Makara Journal of Science</i>	1	-	-
<i>Marine Pollution Bulletin</i>	1	A1	7.001
<i>Materials Today: Proceedings</i>	1	-	-
<i>MethodsX</i>	1	A2	-
<i>Procedia Environmental Sciences</i>	1	A1	-
<i>Radiation Physics and Chemistry</i>	1	A2	2.776
<i>Renewable Energy</i>	1	A2	8.634
<i>Reviews on Environmental Health</i>	1	-	4.022
<i>Science of the Total Environment</i>	1	A1	10.753
<i>Sustainability (Switzerland)</i>	2	A1	3.889
<i>Textile and Leather Review</i>	1	-	-
<i>Waste and Biomass Valorization</i>	1	A3	3.449
<i>Waste Management</i>	5	A4	8.816
<i>Waste Management and Research</i>	6	A4	4.432

Fonte: Autora (2023)

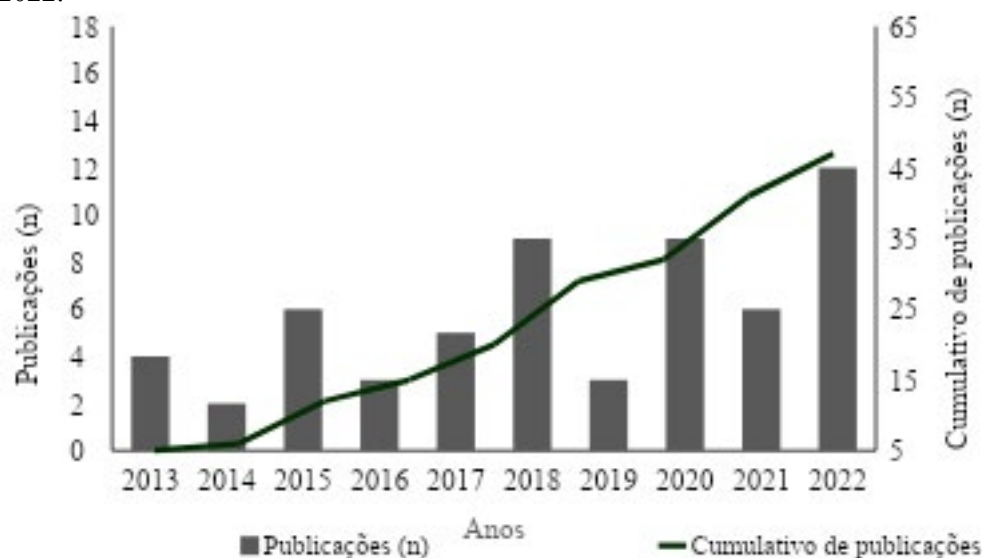
Segundo Pires et al. (2020), em 1998, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) criou o Qualis, que consiste em um sistema de classificação de periódicos. Esse sistema avalia os periódicos de acordo com a qualidade dos artigos que são recebidos. Por esta razão, a presente pesquisa analisou os periódicos publicados e seus respectivos Qualis, para deste modo ter discernimento acerca dos trabalhos em estudo. Considerando o quadriênio 2017-2020 apenas 5 periódicos não apresentaram Qualis, enquanto as outras variaram de B3 a A1. Estes dados apontam uma alta qualidade de trabalhos científicos referentes à área de resíduos sólidos têxteis e mineração urbana.

Em relação ao *Journal Impact Factor* ou Fator de Impacto (FI), este consiste em uma métrica utilizada para avaliar periódicos científicos a partir da frequência média com que seus artigos são citados durante o ano. Nos trabalhos analisados o *Impact Factor* variou entre 0,402 da revista *AIP Conference Proceedings* e 14,224 da revista *Journal of Hazardous Materials*. O Fator de Impacto 3 é equivalente ao Qualis A, ou seja, indica bons periódicos e, consequentemente, trabalhos de alto nível. A partir da tabela, pode-se observar que das 41 revistas científicas estudadas 26 apresentam FI superior a 3, o que equivale a 63,41% dos periódicos. Deste modo, é possível afirmar a qualidade elevada dos trabalhos.

4.1.2 Produção científica relacionada ao indicador “*Solid Waste AND Urban Mining*”

Ao coletar os trabalhos nas três bases de dados a amostra inicial apresentou 137 artigos. Depois da retirada de duplicatas e da análise dos artigos visando selecionar apenas os que se enquadram no eixo temático, a amostra final constituiu-se de 69 trabalhos. É possível observar que o interesse científico acerca do tema varia ao passar dos anos. Entretanto, mesmo sem apresentar um crescimento contínuo, observa-se que no ano de 2022 o interesse nesta área atingiu um pico, havendo mais publicações do que nos 10 anos anteriores. Apenas o ano de 2022 foi responsável por aproximadamente 20,34% da amostragem total, revelando como o assunto da presente pesquisa é atual (Figura 2).

Figura 2 - Publicações sobre o indicador “Solid Waste AND Urban Mining” durante o período de 2013 a 2022.



Fonte: Autoras (2023)

Os artigos presentes na amostragem final foram publicados em 5 continentes, 26 países e escritos por um total de 236 pesquisadores. O continente Europeu destaca-se como o que mais contribuiu, sendo seguido pela Ásia. Itália e China aparecem como os países com maior contribuição destes continentes, respectivamente. Ambos os países foram responsáveis por 12 artigos cada, sendo assim, juntos correspondem a aproximadamente 33,80% da amostra total.

A China aparece como o maior produtor de lixo eletrônico do mundo, tendo gerado em 2019 10,1 milhões de toneladas deste tipo de resíduo (ONU, 2020). Esses dados podem explicar o destaque do país no assunto em estudo, uma vez que a mineração urbana aparece como uma das principais soluções para o gerenciamento desses resíduos. Já a Itália está entre os países da Europa que mais investe em Economia Circular, apresentando um fundo de investimentos públicos de 4,24 milhões de Euros (para os anos de 2020 a 2023) destinado a apoiar projetos e programas relacionados à sustentabilidade e meio ambiente (NETWORK, 2021).

China e Itália também se ressaltam em relação ao número de pesquisadores que contribuíram com os estudos na área. Na China 56 estudiosos foram responsáveis pela publicação dos artigos, enquanto na Itália foram 48 (Tabela 3).

Tabela 3 - Contribuição das produções científicas, para o indicador “Solid Waste AND Urban Mining”, por regiões geográficas

Continente	Países	Artigos (n)	Autores (n)
África	Nigéria	1	3
América do Norte	Canadá	2	4
	Estados Unidos	3	8
	Brasil	2	7
América do Sul	Chile	1	1

	Equador	1	3
	Catar	1	5
	China	12	56
	Coréia do Sul	1	7
Ásia	Índia	5	16
	Japão	2	2
	Singapura	1	1
	Turquia	1	1
	Alemanha	6	12
	Áustria	4	15
	Dinamarca	2	2
	Espanha	1	2
	Finlândia	1	5
	Holanda	2	8
Europa	Inglaterra	1	1
	Itália	12	48
	Portugal	1	3
	República Tcheca	2	4
	Romênia	2	8
	Suécia	3	7
	Suíça	1	7

Fonte: Autora (2023)

Os trabalhos pertencentes à presente amostra foram publicados em 26 periódicos. Assim como no indicador analisado anteriormente, as revistas científicas *Waste Management* e *Journal of Cleaner Production* se destacam. Estas apresentaram, respectivamente, 16 e 8 artigos publicados. Deste modo, a *Waste Management* é responsável por publicar 27,12% dos trabalhos analisados. Também vale ressaltar as revistas *Sustainability (Switzerland)* e *Resources, Conservation and Recycling*, cada uma apresentando 5 artigos publicados (Quadro 2).

Ao analisar o quadriênio 2017-2020, apenas 5 periódicos não apresentaram Qualis e, para as demais revistas, a classificação variou de B3 a A1. Novamente, a classificação A1 é que se destaca, uma vez que 12 periódicos apresentam essa classificação, correspondendo a 46,15% das revistas científicas em análise. Quanto ao Fator de Impacto, este variou entre 1,31 da revista *Chemical Engineering Journal* e 11,357 da revista *Environmental Science & Technology*. Avaliando quais periódicos apresentam FI igual ou maior que 3, observa-se um número de revistas que correspondem a 61,54% do total de periódicos em estudo. A partir dos dados obtidos pela avaliação do Qualis e do Fator de Impacto, constata-se o elevado nível dos trabalhos analisados e sua importância, tanto no âmbito nacional quanto no internacional.

Quadro 2 - Classificação dos periódicos com relação ao Qualis 2017-2020 e ao Fator de Impacto (JCR) 2021.

Revista	Repetições	Qualis (2017-2020)	Fator de Impacto - JRC (2021)
ACS Sustainable Chemistry & Engineering	1	A1	9.224
Chemical Engineering Journal	1	A1	1.31
Data in Brief	1	-	1.38
Detritus	1	-	-
Energies	1	A1	3.252
Energy Procedia	1	A3	-
Environmental Science and Pollution Research International	2	A2	5.190
Environmental Science & Technology	1	A1	11.357
Geosystem Engineering	1	-	-
Journal of Cleaner Production	8	A1	11.072
Journal of Environmental Chemical Engineering	1	A3	7.968
Journal of Environmental Management	2	A1	8.910
Journal of Hazardous Materials	1	A1	14.224
Journal of Industrial Ecology	1	-	7.202
Journal of Material Cycles and Waste Management	1	A3	3.579
Journal of the Air and Waste Management Association	1	A3	2.636
Minerals Engineering	1	A1	5.479
Nano-Structures and Nano-Objects	1	-	-
Processes	2	B3	3.352
Resources, Conservation and Recycling	5	A1	5.479
Revista Tecnologia e Sociedade	1	A4	-
Science of the Total Environment	1	A1	10.753
Sustainability (Switzerland)	5	A1	3.889
Sustainable Production and Consumption	1	A1	8.921
Waste Management	16	A4	8.816
Waste Management and Research	1	A4	4.432

Fonte: Autora (2023)

4.2 Frequência de palavras

As palavras que se encontram em maior tamanho e na parte central da nuvem são as que apareceram com maior frequência nos trabalhos. Deste modo, de acordo com a imagem da nuvem de palavras, observa-se que os termos mais frequentemente utilizados – nos trabalhos selecionados pelo indicador *Solid Waste AND Textile Industry* – foram *Process*, *Textile Industry*, *Environmental* e *Solid Waste* (Figura 3); todos vinculados ao eixo temático do presente estudo.

Figura 3 - Nuvem de palavras para o indicador *Solid Waste AND Textile Industry*



Fonte: Autora (2023)

Na análise de similitude o software Iramuteq utiliza da teoria dos grafos para conectar as palavras e possibilitar ao pesquisador visualizar as palavras que apresentam mais coesão entre si. Na imagem gerada pela análise de similitude aponta, por exemplo, a ligação entre os termos *Solid Waste*, *Textile Industry* e *Textile Sludge* (Figura 4).

Figura 4 – Análise de similitude para o indicador *Solid Waste AND Textile Industry*



Fonte: Autora (2023)

A cientometria para o indicador *Solid Waste AND Textile Industry* demonstra que dos 63 artigos pertencentes à amostra final, 39 artigos apresentam conexão entre os termos

textile industry e *environmental*. Estes trabalhos estão voltados para a utilização da tecnologia visando a conservação ambiental através da mitigação dos impactos. A partir do uso da tecnologia as pesquisas mostram soluções para os problemas ambientais como, por exemplo, a conversão de resíduos de algodão e poliéster em energia, estudada no trabalho intitulado “*Post-consumer textile thermochemical recycling to fuels and biocarbon: A critical review*”. Também aparecem estudos voltados para outros tipos de resíduos têxteis, como é o caso do artigo “*Highly efficient treatment of textile dyeing sludge by CO₂ thermal plasma gasification*”, que busca um tratamento eficiente para o lodo têxtil.

Os termos *process* e *solid waste* também apresentaram forte conexão, estando ambos presentes em 11 artigos. Ao analisar os trabalhos é possível determinar que o termo processo está relacionado aos métodos utilizados ao lidar com os resíduos sólidos, ou seja, com o gerenciamento que estes recebem e suas respectivas rotas tecnológicas. A nuvem de palavras para o indicador *Solid Waste AND Urban Mining* apresentou termos como *Waste*, *Metal*, *Resource*, *Urban Mining* e *Recycle* como palavras com grande frequência nos trabalhos analisados (Figura 5).

Figura 5 - Nuvem de palavras para o indicador *Solid Waste AND Urban Mining*



Fonte: Autora (2023)

A partir do software também foi possível determinar o número de repetições de cada palavra/termo (Tabela 4). A grande repetição de termos como *Waste*, *Recycle*, *Urban Mining*, *Environmental* and *Management* reforçam a preocupação atual com o meio ambiente e o entendimento sobre a urgência de soluções para os problemas atuais.

Tabela 4. Frequência de palavras

Nomeclatura	Número de repetições
<i>Waste</i>	202
<i>Metal</i>	103
<i>Resource</i>	88
<i>Ash</i>	87

a secondary resource through urban mining” deixam claro a preocupação com um gerenciamento adequado dos resíduos, de modo a mitigar os impactos ambientais. Quanto ao tipo de resíduo, em sua maioria trata-se de resíduos municipais e resíduos eletroeletrônicos.

Outro termo de destaque foi *metal*, uma vez que é um material que está presente nos resíduos. Observa-se nos trabalhos que o termo aparece ligado a técnicas para recuperar estes metais dos resíduos, contribuindo com a economia circular. Como exemplo, pode-se citar o artigo intitulado “*Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes*” do autor Muammer Kaya. *Resource e Urban Mining* também aparecem em comum em diversos trabalhos. Os termos se encontram nas pesquisas relacionados à busca pela conservação ambiental. Onde a partir da mineração urbana recursos são extraídos e reintroduzidos no ciclo produtivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do espaço temporal determinado, observou-se que a base de dados que se destacou apresentando mais trabalhos relacionados a ambos os indicadores foi a *Scopus*, sendo seguida pela plataforma *Web of Science*. Sendo assim, é possível determinar que estas bases de dados sejam as mais indicadas para buscar trabalhos acerca do tema em questão. Em relação aos continentes que mais investem em estudos na área têxtil a Ásia e a Europa se sobressai. O que pode ser explicado por muitos de seus países se apresentarem entre os principais produtores e exportadores têxteis, como é o caso de países como China, Turquia, Indonésia, Itália, Bangladesh e Alemanha. Mesmo não fazendo parte destes continentes, o Brasil destaca-se em estudos tanto da área têxtil quanto sobre mineração urbana. O que elucida a importância da indústria para o país, uma vez que este se encontra entre os maiores produtores têxteis do mundo, expondo a emergência da produção sustentável e um de olhar para a Economia Circular. A China também se destaca na área de mineração urbana, o que pode ser explicado pelo país ser o maior gerador de resíduo eletroeletrônico, principal fonte dos estudos da área de mineração urbana.

Quanto aos trabalhos analisados, ficou evidente que os estudiosos da área prezam não só por quantidade, mas também por qualidade, uma vez que a grande porcentagem dos artigos estudados foi publicada em revistas de grande impacto nacional e internacional. Ao avaliar os anos de publicação dos artigos, concluiu-se que tanto indústria têxtil quanto mineração urbana são assuntos emergentes, uma vez que ambos os indicadores apresentaram seu pico no ano de 2022. Em relação aos trabalhos voltados para a indústria têxtil, vale ressaltar que todos os trabalhos estudados foram relacionados aos resíduos sólidos e a preocupação a respeito destes. Enquanto nos trabalhos sobre Mineração Urbana, o tema surge como solução para gerenciar os resíduos. Portanto, os dois temas presentes se complementam, e por mais que seja um caminho novo a ser estudado, pode se tornar um assunto de grande interesse no futuro.

A cientometria mostrou que apesar de cada indicador apresentar diferentes termos em grande destaque, todos estes termos e trabalhos vinculados aos mesmos demonstram preocupações de cunho ambiental. Reforçando que os artigos estudados buscam mitigar os impactos ambientais, contribuir com a economia circular e atingir um desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABIT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. **Perfil do Setor**, 2019. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001/2015: **Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2015.
- BERLIN, Lilyan Guimarães. A Indústria têxtil brasileira e suas adequações na implementação do desenvolvimento sustentável. **ModaPalavra e-periódico**, n. 13, p. 15-45, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514051622001>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- CASTRO, T. M. D.; TAVARES, C. R. G.; LISOT, A.; KAMINATA, O. T. Caracterização de blocos cerâmicos acústicos produzidos com incorporação de lodo de lavanderia têxtil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 47-54, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000088966>.
- COGO, Maria da Cunha. **Estudo de caracterização e disposição dos resíduos de uma indústria têxtil do Estado do Rio Grande do Sul**. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.
- COLANZI, J.; PIETROBON, C. L. Caracterização físico-química de lodo gerado no processo de tratamento dos efluentes de lavanderia têxtil. In: **XI Encontro Anual de Iniciação Científica**, Maringá, p. 260, 2002.
- COSSU, R.; WILLIAMS, I. D. Urban mining: Concepts, terminology, challenges. **Waste Management**, v. 45, p. 1-3, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.040>.
- CURTY, R. G.; DELBIANCO, N. R. As diferentes metrias dos estudos métricos da informação: evolução epistemológica, inter-relações e representações. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 25, p. 01-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2020.e74593>.
- KAZANÇOGLU, Y.; ADA, E.; OZTURKOGLU, Y.; OZBILTEKIN, M. Analysis of the barriers to urban mining for resource melioration in emerging economies. **Resources Policy**, v. 68, p. 101768, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101768>.
- LIU, W.; WANG, J.; LI, C.; CHEN, B.; SUN, Y. Using bibliometric analysis to understand the recent progress in agroecosystem services research. **Ecological Economics**, v. 156, p. 293-305, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.001>.
- MENDES JUNIOR, Biagio de Oliveira. Indústria: Indústria Têxtil. **Caderno Setorial ETENE**, 2022.
- MENEGUCCI, F.; MARTELI, L.; CAMARGO, M.; VITO, M. Resíduos têxteis: Análise sobre descarte e reaproveitamento nas indústrias de confecção. **Anais: XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Rio de Janeiro, 2015.
- NACKE, O. Informetría: un nuevo nombre para una nueva disciplina. Definición, estado de la ciencia y principios de desarrollo. **Revista Española de Documentación Científica**. Madrid, v. 6, n. 3, 1983. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4314842>. Acesso em: 02 de jan. 2022.
- NALIMOV, V. V.; MULCHENKO, Z. M. **Measurement of Science: Study of the Development of Science as an Information Process**. Washington DC: Foreign Technology Division, 1971.
- NETWORK, Circular Economy. Rapporto sull'economia circolare in Italia. **Focus sull'Economia Circolare nella Transizione alla Neutralità Climatica**. Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2021.
- NORTEVISUAL, Serviços Ambientais. Maringá – PR, 2010. Disponível em: <http://www.nortevizual.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2023.
- ONU - Organização das Nações Unidas. **China e Estados Unidos lideram a lista de países que mais geram lixo eletrônico**, 2020.

PIMENTA, A. A.; PORTELA, A. R. M. R.; OLIVEIRA, C. B.; RIBEIRO, R. M. A bibliometria nas pesquisas acadêmicas. **Scientia [Internet]**, v. 4, n. 7, p. 1, 2017.

PIRES, A. S.; REATEGUI, E.; FRANÇA, A. C. X; BETTINGER, E.; FRANCO, S. R. K. Implicações do sistema de classificação de periódicos Qualis em práticas de publicação no Brasil entre 2007 e 2016. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 28, n. 25, p. 1-25, 2020.
<https://doi.org/10.14507/epaa.28.4353>

SCARPEL, L. C. P. **Pesquisa científica**. Instituto tecnológico de aeronáutica, 2016. Disponível em:
<http://www.mec.ita.br/~cge/Acervo/PesquisaCientifica.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SILVA, Carina. **Incorporação de lodo têxtil em materiais de construção civil: uma revisão**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2023.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. da C. de O. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 175-185, jan./mar. 2016. DOI:
[10.1590/s1678-86212016000100067](https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067).

VIOTTO, H.G.F.; ANGELIS NETO, G.; SCHUSTER, B.S.; TABONI, L.R.; JUNIOR, A.M. Gestão sustentável do lodo proveniente da lavanderia têxtil. **Anais: X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2019.

XAVIER, L. H.; NASCIMENTO, H. F. F.; LINS, F. A. F. (Org.) **Manual para a destinação de resíduos eletroeletrônicos**: orientação ao cidadão sobre como dispor adequadamente os resíduos eletroeletrônicos na cidade do Rio de Janeiro, 1ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM-MCTIC/UFRJ/INEA, 2017.

YOO, B.; JANG, M. A bibliographic survey of business models, service relationships, and technology in electronic commerce. **Electronic Commerce Research and Applications**, v. 33, p. 100818, 2019. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.elerap.2018.11.005>.

ZENG, X.; XIAO, T.; XU, G.; ALBALGHITI, E.; SHAN, G.; LI, J. Comparing the costs and benefits of virgin and urban mining. **Journal of Management Science and Engineering**, 2021. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.05.002>.

Gerenciamento Sustentável de Resíduos Sólidos

CAPÍTULO 2

2.1 AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE CONSUMO, PREÇO E GERAÇÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ NA CIDADE DE TUCURUI-PA

Igor Augusto da Silva Lopes

Universidade Federal do Pará

igor.lopes@tucurui.ufpa.br

Cristiane Moia Baia

Universidade Federal do Pará

cristiane.baia@tucurui.ufpa.br

Carla Lorena Sandim da Rosa

Universidade de São Paulo

lorenarosa@usp.br

Rodrigo Candido Passos da Silva

Universidade Federal do Pará

rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

O açaí é um dos itens-base da dieta do paraense. Além de compor nutricionalmente o prato da população local, relacionar-se com outros mercados e consumidores de várias regiões do Brasil. O Pará é um dos maiores produtores de açaí do país e com esta alta produção e consumo, gera-se um resíduo oriundo do processo de beneficiamento do fruto, comumente chamado de caroço de açaí. Neste sentido, o presente artigo visa avaliar a relação entre o preço, o consumo e a geração de resíduo de açaí gerados nos estabelecimentos comerciais de beneficiamento do fruto na cidade de Tucuruí, Pará. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida com base nas seguintes etapas processuais: mapeamento dos estabelecimentos comerciais de batedores de açaí, seleção dos batedores cadastrados na Vigilância Sanitária da cidade, levantamento dos dados primários e avaliação dos parâmetros consumo, preço e geração do resíduo. Os resultados apontaram que há oscilação nos valores de cada variável estudada de acordo com a época do ano. Preço e consumo estão diretamente relacionados, enquanto preço e geração de resíduos estão inversamente relacionados. Os períodos de safra e entressafra da produção do fruto têm interferência direta na alteração desses valores.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo regional de açaí; Geração de resíduo de açaí; Mercado do açaí.

1. INTRODUÇÃO

O açaí é fruto que está diariamente na dieta do consumidor da Região Norte, e também em todas as regiões do nosso país. Sabemos que o Brasil é o maior produtor mundial de açaí, onde a maior produção está concentrada em nossa região. Entre todos os estados do Norte, o Pará é o maior produtor de açaí, com uma média de produção anual de 1,8 milhão de toneladas (PEREIRA et al., 2021). A importância da cultura do açaí é muito forte no Pará, estando presente na base alimentar dos paraenses, bem como no fortalecimento socioeconômico local, gerando emprego e renda para os diversos setores e atores envolvidos, direta ou indiretamente, no processo produtivo (RIBEIRO, 2014).

O consumo elevado de açaí na região Norte é oriundo tanto do aspecto nutricional, devido ao consumo local, quanto da agroindústria, ramo pelo qual está em ascensão nos últimos anos. Com o crescimento no consumo do fruto, sabemos que a geração do caroço (semente) do açaí vai ter um aumento. O desafio está no gerenciamento do resíduo gerado a partir do beneficiamento do fruto, tendo em vista que a gestão ainda é limitada e ineficaz. Paz et al., (2019) diz que nos tempos atuais, com o crescimento desproporcional e acelerado nos centros urbanos, houve também aumento na quantidade de resíduos gerados.

A polpa de açaí tem um elevado consumo, logo isso irá implicar na crescente geração de resíduo (caroço) oriundo do despulpamento do fruto. Este fato chama atenção da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, tendo em vista as múltiplas possibilidades de aproveitamento e descarte adequada dada ao material gerado. No entanto, se disposto de maneira inadequada em aterros baldios e corpos de água, este resíduo acarreta impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. De acordo com Rosa et al., (2022), tendo em vista as alternativas de resíduos na atualidade, é possível reutilizar esses resíduos seguindo aos normativos das NBRs.

Existe uma relação entre três variáveis: preço do litro de açaí, consumo da polpa processada e geração do resíduo gerado. Nesta perspectiva, essas três variáveis são consideradas na presente pesquisa, a fim de avaliar as correlações estabelecidas pelo projeto. Os preços para a comercialização dos frutos variam em função da época do ano, da oferta local do produto e da procedência. No Pará, 15 kg de frutos que corresponde a um paneiro é vendido a US\$ 1.50, no período da safra (setembro a novembro) e a US\$ 40.00, na entressafra (janeiro a abril), (OLIVEIRA et al., 2006).

Um fator relevante que interfere nas variáveis, consiste na produção do fruto, uma vez que o período de safra interfere na dinâmica de custo, consumo e geração de resíduos. Sendo assim os meses de inverno (período chuvoso) consiste na baixa produtividade do fruto, ao passo que nos meses de verão (período de safra), há maior produção do mesmo, influenciando, portanto, na flutuação das variáveis estudada na pesquisa. Vale ressaltar que a maioria de todos os resíduos gerados em municípios tem como destino final o “lixão” (SOUSA et al., 2022). Os resíduos lançados em lixões a céu aberto acarretam geração de gases que causam odores desagradáveis, intensificação do efeito estufa e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas (SILVA et al., 2020).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Produção do fruto do açaí

A produção do açaí, se predomina em diversas formas e uma delas é na forma extrativista. Canto (2001), diz, o extrativismo do açaí pode ser considerado uma atividade sustentável, enquadrando-se perfeitamente às políticas adotadas pela ONU para o meio ambiente. Na produção extrativista do açaí, encontra-se diversas etapas de trabalho, reproduzindo um sistema amplo de produção. Muitas comunidades em nossos leitos de rios amazônicos usam o extrativismo como atividade rotineira a qual garante a estabilidade econômica e alimentar. Uma vez que, essa é única fonte de renda dessas pequenas populações. Canto (2001), estas condições contribuíram para que o extrativismo se tornasse uma estratégia de sobrevivência.

Adaptada a diferentes climas de características quentes e úmidas e o solo corresponde a áreas de terra firme, várzea e igapós (OLIVEIRA et al., 2002). A produção do açaí em terrenos de várzea é o segundo processamento do fruto em agroindústria para a produção de polpas, principalmente para a exportação (RODRIGES, 2021). O açaí de várzea é uma espécie regional das matas de várzea que destaca pelo seu valor econômico e alimentar, tanto para as populações ribeirinhas, para urbanas (TAGORE et al., 2018).

Na produção do plantio dos açaizeiros, as plantas que recebem a maior quantidade de luz, plantadas por mudas, atingem a fase reprodutiva entre o sétimo e décimo ano. Porém, no centro da floresta nativa não existem dados disponíveis em relação a idade de reprodução das plantas. Em áreas de floresta secundária, abandonadas para a agricultura por mais de 30 anos, é possível encontrar indivíduo de palmitero em sua fase reprodutiva (FADDEN, 2005).

2.2 Beneficiamento do açaí e geração de resíduo

O açaí, fruto oriundo de uma palmeira nativa da Amazônia é um símbolo socioeconômico regional, alcançando todo Brasil por meio da comercialização, atendendo diversas aplicações (LISBOA et al., 2019). O açaí é o fruto que mais está presente na base alimentícia dos paraenses e na fonte de renda de quem trabalha com a sua comercialização (RIBEIRO, 2014). O beneficiamento inicia pela colheita do fruto, onde a partir já se inicia a comercialização e este tem apenas dois dias para ser comercializado, isso para manter sua qualidade. Após o ocorrido, ele é armazenado em locais exclusivos para o fruto e depois transportado até o local onde passa por diversos métodos utilizados para a limpeza, e ser comercializado.

A rotina dos manipuladores começa bem cedo, nas primeiras horas da manhã, quando estes se dirigem para as feiras para comprar o açaí. O preço de cada paneiro de açaí varia de acordo com a época do ano. O açaí comprado é depositado em sacas de poliéster e transportado, geralmente por bicicletas. No ponto de venda os frutos são amolecidos em água morna obtendo-se o suco do açaí, pelo auxílio das despulpadeiras mecânicas. (ROSA et al., 2022, p.23).

Rosa et al., (2019) diz que existe um grande volume gerado de semente (caroço) de açaí na capital paraense. O fruto do açaí é constituído 83% só de caroço, ou seja, a polpa a qual é consumida é constituída apenas de 17%, afirma Rogez (2000). Sabe-se que com isso, tem uma grande geração de resíduo de açaí, no qual não há uma destinação adequada final. A destinação final ambientalmente irregular dos resíduos proveniente do açaí que ainda é um marco no Estado do Pará e apontam que os principais geradores de resíduo (caroço) de açaí são os bateadores artesanais e agroindústria (ROSA, et al., 2022).

A disposição é definida como resultado ou ação de descarte. O mesmo adotado na pesquisa diz respeito ao ato de retirar os caroços de açaí de dentro das bateadeiras. A destinação (tratamento ou disposição final) dada aos caroços de açaí deve seguir a hierarquia de gestão de resíduo sólidos, de acordo com a Lei 12.305/10 (BRASIL, 2010), no qual diz a respeito as etapas de geração de resíduo como prevenção, minimização, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e descarte (seguindo essa ordem de prioridade) (MIRANDA et al., 2022, p.3).

Rosa et al. (2023), nos fala que a geração de resíduos de açaí em nossa região é grande, logo, formasse um acúmulo onde não se tem uma destinação final adequada. De acordo com Berticelli, Pandolfo e Korf, (2017), a Política Nacional dos Resíduos Sólidos atente bem os processos de gestão, mas ainda não está em prática em vários municípios brasileiros, além disso, a gestão de resíduos sólidos é muito vasta e necessita que os municípios adotem suas medidas de acordo com suas respectivas realidades locais. O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é um dos problemas globais da atualidade em virtude da extrema quantidade de resíduos gerados (ENGELMANN et al., 2022).

De modo geral, Cavalcanti et al. (2019) os Resíduos sólidos são os materiais resultantes das atividades humanas ou animais, ou decorrentes de fenômenos naturais, e são descartados por não ter mais utilidade, esses resíduos são comumente conhecidos pela população sob a terminologia de lixo, substâncias sólidas ou não que perderam sua serventia. Como já demonstrado de forma implícita o lixo em geral que é composto por várias formas de resíduos, independentemente de sua composição vai gerar poluição em níveis variados (MENDES, 2014).

De acordo com DANTAS et al. (2016), a Lei n.º 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no País, a qual teve um reajuste. A referida lei apresenta diversos pontos importantes para o gerenciamento de resíduos, como por exemplo: redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada. Sabe-se que o elevado crescimento da população mundial, a urbanização e a mudanças de vida das pessoas impactam o meio ambiente e a geração de resíduos sólidos (COELHO et al., 2018).

3. METODOLOGIA

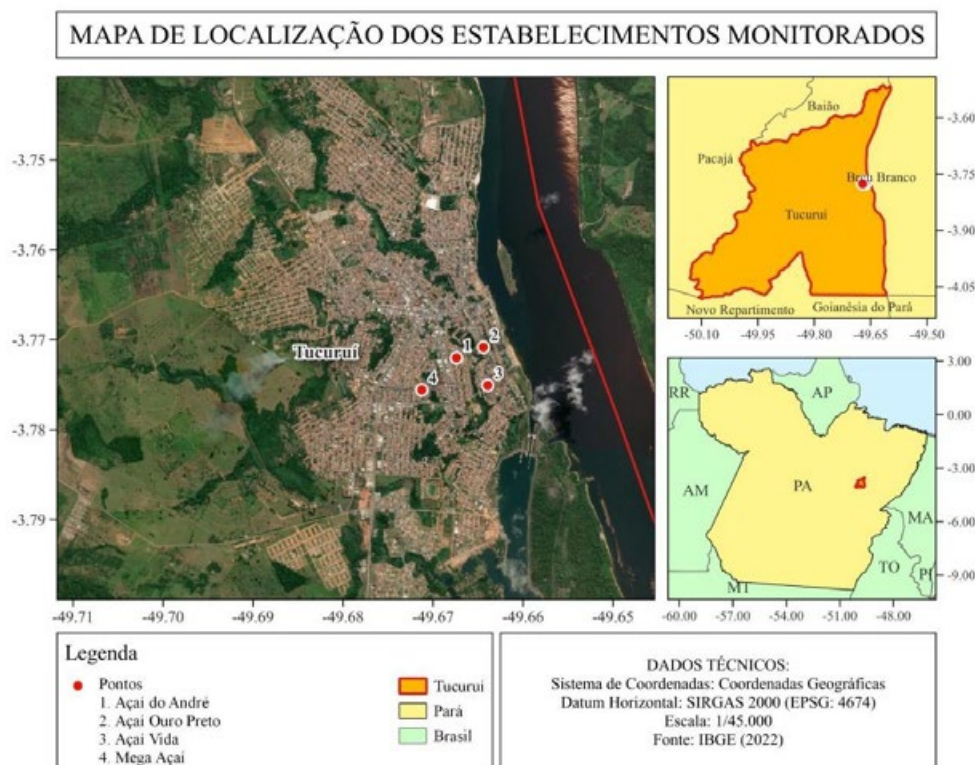
A pesquisa ocorreu com base no planejamento das atividades apresentadas no plano de trabalho e na elaboração de cronograma operacional para execução das ações. Seguindo esse contexto, foi selecionado os materiais necessários, bem como as maneiras efetivas

para obtê-los. Conforme Pessoa Neto et al. (2023), as pesquisas são classificadas em seus objetivos gerais.

Concomitante, as ações comentadas anteriormente, foram reunião com a Vigilância Sanitária de Tucuruí – Pará para que fossem fornecidas informações oficiais quanto aos batedores artesanais de açaí da cidade, para saber: número de estabelecimento formais e informais, localização georreferenciada, dados quantitativos de produção de resíduo, entre outros. Posteriormente, foi realizado o mapeamento dos batedores de açaí da cidade e selecionados quatro estabelecimentos para a realização da pesquisa. Com base nesta seleção, foi realizado o levantamento dos dados da pesquisa, com pesagem semanais em campo e anotações do custo e consumo do açaí semanalmente.

A pesquisa foi ocorreu com quatro estabelecimentos comerciais de batedores de açaí da cidade de Tucuruí-Pará: Mega Açaí, Açaí Vida, Ouro Preto e Açaí do André, como mostrado (Figura 1). Estes estão localizados em três bairros da cidade (Pimental, Cohab e Matinha), cuja seleção considerou os critérios de acessibilidade, deslocamento, confiabilidade do serviço prestados, disponibilidade e interesse em participar do estudo. No bairro da Matinha estão localizados os estabelecimentos Ouro Preto e Açaí Vida, no bairro do Pimental encontra-se o Açaí do André e, por fim, na localidade do bairro da Cohab encontrasse o Mega Açaí.

Figura 1 – Mapa de localização e monitoramento dos estabelecimentos comerciais de batedores de açaí de Tucuruí – PA



Fonte: Autores (2023)

O estudo de campo teve início em janeiro de 2023 até o mês de julho do mesmo ano. A forma de realização das pesagens foi realizada por meio de uma balança portátil modelo spring-dial hoist scale, muito comumente conhecida como balança tipo relógio, no qual sua capacidade total, é de 100 Kg. Durante esse tempo de pesquisa, as informações obtidas

ao longo desses meses, foram organizadas em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel para a formação de um banco de dados. Com essa formação, o banco de dados gerado foi utilizado para construções de tabelas, quadros e gráficos que posteriormente utilizamos em nossa elaboração.

Para identificar o preço e a quantidade de litros de açaí vendido por mês, foram disponibilizadas planilhas nos estabelecimentos onde os proprietários faziam suas próprias anotações, ajudando na pesquisa. A localização dos estabelecimentos foi realizada via Google Maps, de onde foram retiradas as coordenadas geográficas para elaboração do mapa, por meio do software QGIS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise dos quatro estabelecimentos comerciais estudados, verificou-se que os estabelecimentos comerciais Mega Açaí e Ouro Preto apresentaram os maiores preços do litro do açaí, com respectivos valores médios mensais do litro de (R\$ 17,25) e de (R\$ 16,13), (Tabela 1). Além disso, estes estabelecimentos apresentaram os maiores consumos de açaí do estudo, com valores médios em torno de 295,42 L/mês e de 228 L/mês.

Neste sentido, ressalta-se a dificuldade quanto ao fornecimento dos dados de consumo por parte de todos os proprietários, sobretudo nos estabelecimentos Açaí do André e Ouro Preto. Ademais, notou-se que no mês de junho, exceto no estabelecimento Ouro Preto, não foram fornecidas informações deste parâmetro pelos proprietários.

Tabela 1 - Valores médios mensais do preço, consumo e da geração do caroço de açaí nos quatro estabelecimentos comerciais do estudo

Estabelecimentos comerciais	Preço (R\$/L.mês)	Consumo (L/mês)	Geração do caroço (kg/mês)
Mega Açaí	17,25	295,42	777,11
Açaí Vida	13,57	153,48	400,75
Ouro Preto	16,13	228,00	552,08
Açaí do André	12,23	30,00	235,33
Média	14,80	176,72	491,32

Fonte: Autores (2023)

No que tange à geração de resíduos, os elevados quantitativos foram registrados nos estabelecimentos Mega Açaí (777,11 kg/mês - valor médio mensal) e Ouro Preto (552,08 kg - valor médio mensal). Quanto aos parâmetros preço, consumo e geração de resíduos, notou-se uma relação direta entre o preço do litro de açaí com a geração do caroço. Isto é, estabelecimentos comerciais que apresentaram preços mais elevados do litro do açaí geraram maiores quantidades de resíduos. Este cenário confronta a tese da pesquisa, a qual baseia-se na relação indireta entre o preço do litro de açaí com a geração de resíduos.

Quanto à relação entre o preço do litro de açaí com o consumo do fruto, os resultados apontaram que quanto maior o preço do litro do fruto despulpado, maior foi o consumo de açaí pela população, sobretudo nos estabelecimentos Mega Açaí e Açaí Vida. Esta relação também confronta a tese estabelecida na pesquisa, tendo em vista que se

esperava uma relação indireta entre o preço do açaí com o consumo do fruto pela população nos estabelecimentos comerciais analisados. Uma hipótese para esse resultado é o consumo do açaí ser primordialmente cultural. Segundo pesquisas de Lobato e Ravena-Cañete (2019) o açaí é uma presença constante em praticamente todas as refeições, sendo particularmente raro não o encontrar durante o almoço e o jantar.

Quanto à análise do preço do litro do açaí e da geração de resíduos nos meses de inverno (janeiro, fevereiro e março) e verão (abril, maio e junho), notou-se que o preço médio mensal do litro de açaí nos meses de inverno (R\$ 15,04/L) foram maiores que nos meses de verão (R\$ 14,53/L), com destaque para os estabelecimentos comerciais Mega Açaí (R\$ 17,97/L.mês) e Ouro Preto (R\$ 15,59/L.mês) que apresentaram os maiores custos médios mensais de açaí no período de inverno (Tabela 2). Por outro lado, o estabelecimento Açaí do André apontou os menores preços do estudo, com valores médios mensais de R\$ 12,46/L nos meses de inverno e R\$ 12,08/L nos meses de verão.

Com relação à geração do caroço de açaí, verificou-se que os meses de verão indicaram maiores quantitativos médios mensal, em torno de 543kg/mês, com destaque para os estabelecimentos Mega Açaí (806kg/mês) e Ouro Preto (635kg/mês). Já nos meses de inverno, a geração média mensal dos quatro estabelecimentos foi de aproximadamente 440kg/mês, sendo o destaque para o Mega Açaí (747,89kg/mês) e o Ouro Preto (464,17kg/mês).

Tabela 2 - Preço e geração do caroço de açaí, valores médios mensais, nos meses de inverno e verão dos quatro estabelecimentos comerciais estudados

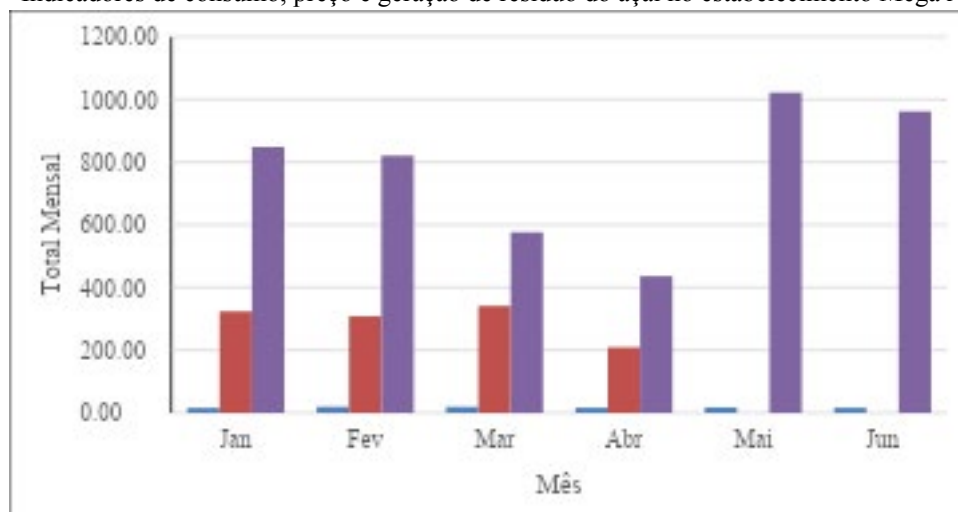
Estabelecimentos comerciais	Preço (R\$/L.mês)		Geração de resíduos (kg/mês)	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Mega Açaí	17,97	16,53	747,89	806,33
Açaí Vida	14,13	13,00	319,33	482,17
Ouro Preto	15,59	16,50	469,17	635,00
Açaí do André	12,46	12,08	222,33	248,33
Média	15,04	14,53	439,68	542,96

Fonte: Autores (2023)

A análise destes dois parâmetros apontou relação indireta entre o preço do litro de açaí com a geração de caroço do fruto. Nos meses de inverno, o alto preço do litro de açaí (R\$ 15,04/L.mês) implica na baixa geração do caroço de açaí (439,68 kg/mês). Da mesma forma, nos meses de verão, a geração do caroço foi mais elevada (542,96 kg/mês) devido ao baixo preço do litro do açaí (R\$ 14,53 L/mês). Estes resultados são coerentes a tese estabelecida na pesquisa que previa uma relação indireta entre o preço do litro com a geração do resíduo.

No que se refere à análise dos três parâmetros por estabelecimento comercial, constatou-se que o Mega Açaí apresentou nos meses de fevereiro e março os maiores custos do litro de açaí da pesquisa, com valores em torno de R\$ 19,25/L e de R\$ 18,99/L, respectivamente (Figura 2). Já os meses de janeiro (323,67 L/mês.pop) e de março (341 L/mês.pop) indicaram altos consumo do fruto pela população. Ressalta-se que nos meses de maio e junho não foram fornecidas informações quanto ao consumo pelos proprietários deste estabelecimento.

Figura 2 – Indicadores de consumo, preço e geração de resíduo do açaí no estabelecimento Mega Açaí

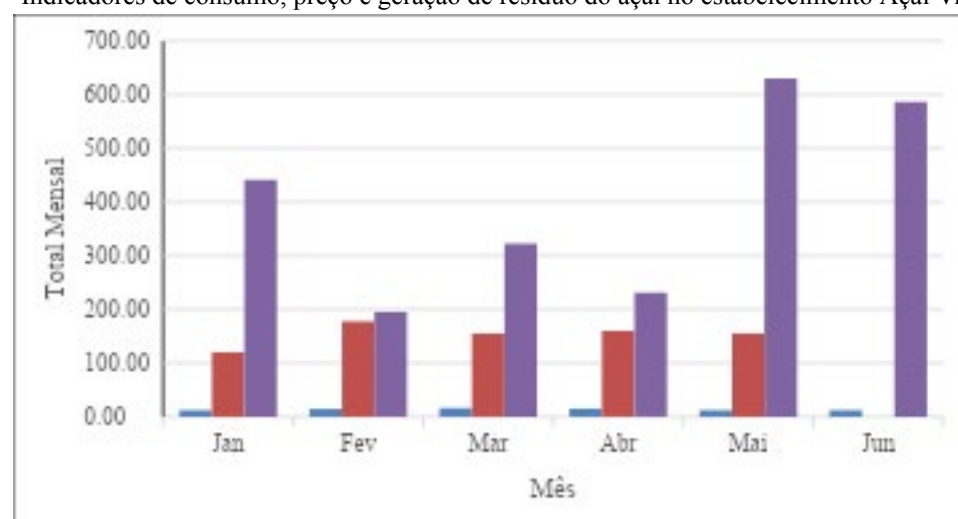


Fonte: Autores (2023)

Por fim, os meses de maio (1.021 kg/mês) e de junho (962 kg/mês) destacaram-se pela elevada geração do caroço de açaí. A análise destes três parâmetros no estabelecimento Mega Açaí aponta relação direta entre preço do litro de açaí com o consumo do fruto pela população. Por outro lado, a geração do caroço, oriunda do despulpamento do fruto, apresentou relação indireta.

No estabelecimento Açaí Vida, os maiores custos do litro do açaí foram identificados nos meses de abril (R\$ 16,00) e de maio (R\$ 15,00) (Figura 3). Com exceção do mês de junho, cuja informação não foi cedida pelo proprietário, o consumo médio mensal do fruto foi de 153,48 L/mês.pop, com destaque para o mês de fevereiro (177,40 L/mês.pop). Por fim, os meses de maio e junho apresentaram as maiores gerações de caroço de açaí neste estabelecimento, com valores médios de 629,50 kg/mês e de 586,00 kg/mês, respectivamente.

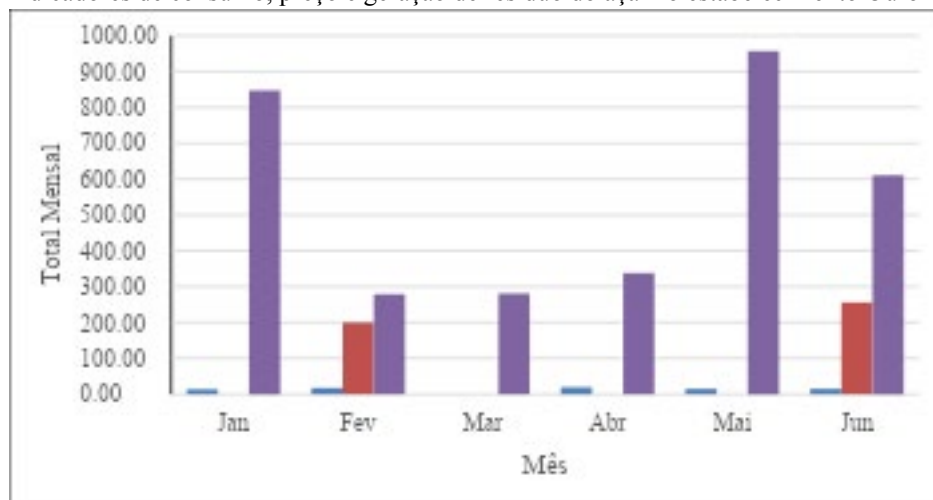
Figura 3 – Indicadores de consumo, preço e geração de resíduo do açaí no estabelecimento Açaí Vida



Fonte: Autores (2023)

Os resultados também relataram que o preço do litro do açaí e a geração do caroço apresentaram relação indireta. Isto é, as maiores gerações de resíduo do açaí foram registradas nos meses de menor preço do litro do fruto. Por outro lado, o consumo não estabeleceu uma relação clara com o preço e o peso neste estabelecimento. Os resultados do preço do litro de açaí no estabelecimento comercial Ouro Preto indicaram maiores custos nos meses de abril (R\$ 19,50/L) e de fevereiro (R\$ 17,50/L). Os resultados de consumo do fruto não foram considerados neste estabelecimento, tendo em vista que o proprietário só forneceu esta informação nos meses de fevereiro e junho (Figura 4).

Figura 4 – Indicadores de consumo, preço e geração de resíduo do açaí no estabelecimento Ouro Preto

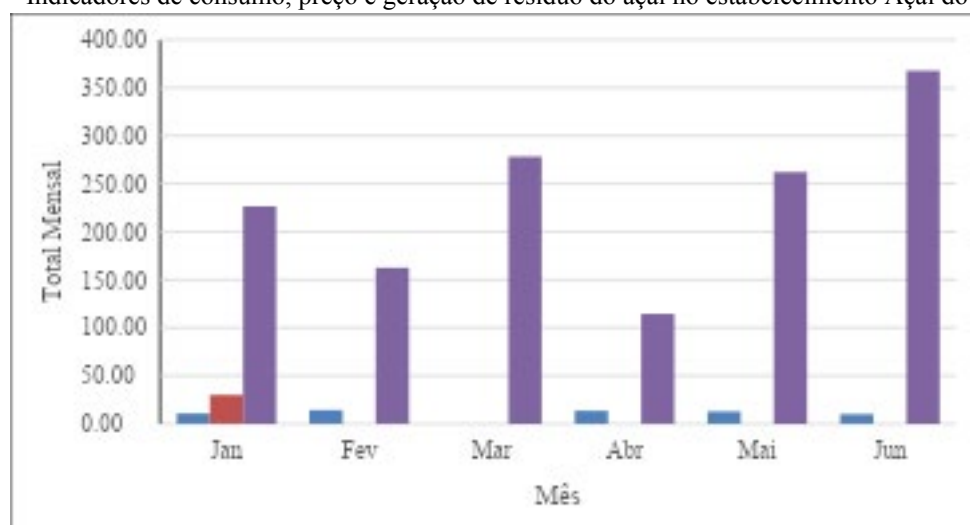


Fonte: Autores (2023)

Os maiores registros da geração do caroço de açaí foram observados nos meses de maio (956,50 kg/mês) e de janeiro (847,50 kg/mês). Por outro lado, fevereiro e março apresentaram os menores valores dentre os meses estudados, com quantitativos em torno de 279 kg/mês e 281 kg/mês, respectivamente. Quanto à relação entre o preço do litro de açaí com a geração do caroço, notou-se uma relação indireta destes parâmetros. Os meses de menor custo do litro de açaí apresentaram maiores geração do resíduo, com destaque para os meses de maio e junho.

Quanto ao estabelecimento Açaí do André, notou-se que o preço médio do litro de açaí foi de aproximadamente R\$12/mês. Com exceção do mês de março, cuja informação não foi cedida pelo proprietário, os menores custos foram observados nos meses de junho (R\$ 10,00/mês) e janeiro (R\$ 10,67/mês) apresentaram os menores custos (Figura 5).

Figura 5 – Indicadores de consumo, preço e geração de resíduo do açaí no estabelecimento Açaí do André.



Fonte: Autores (2023)

Devido à ausência de informações, exceto no mês de janeiro (30 L/mês.pop), do consumo do fruto pela população, este parâmetro não foi analisado neste estabelecimento comercial. Verificou-se que a média mensal da geração do caroço de açaí no Açaí do André foi a menor da pesquisa, considerando todos os estabelecimentos estudados, com valor de aproximadamente 235 kg/mês. Neste sentido, o maior registro foi identificado no mês de junho (368 kg/mês), ao passo que o mês de abril obteve a menor geração (114,50 kg/mês). A relação do preço do litro de açaí com a geração do caroço foi indireta no Açaí do André, cujos meses de baixo custo implicaram em elevados quantitativos do caroço. Este cenário pode ser verificado no mês de junho, cujo menor valor do litro médio de açaí foi de R\$ 10,00 e a maior geração do resíduo foi de 368 kg/mês.

5. CONCLUSÕES

O preço, consumo e geração de resíduos do açaí não se mantêm constantes ao longo do ano. O trabalho registrou que os preços se elevam no período do inverno (entressafra) e diminuem no período do verão (safra). Apesar disso, o consumo aumentou, sobretudo nos estabelecimentos Mega Açaí e Açaí Vida. A geração de resíduos do açaí foi maior no período do verão, justamente quando o preço do litro do produto está menor. Ainda que o estabelecimento Mega açaí tenha registrado o maior preço por litro de açaí ao longo do período estudado, foi o estabelecimento que mais gerou resíduo dentre os demais com uma média de 747,89 kg/mês. Fica evidente a influência dos períodos de safra e entressafra na alteração dos valores de cada variável estudada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. V. 5. n. 2, 2016.

CANTO, Sérgio Aruana Elarrat. **Processo Extrativista do Açaí**: contribuição da ergonomia com base na análise postural durante a coleta dos frutos. 2001. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CAVALCANTI, Maria Luíza Coelho *et al.* AVALIAÇÃO DO CENÁRIO JURÍDICO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO SETOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS. In: NUNES, Ilana Lopes da Silva *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS**: os desafios da gestão. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2019. Cap. 1. p. 21-30.

COELHO, Carla de Paula Gomes *et al.* DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO NAS LAVANDERIAS DE JEANS: um problema de caráter social e ambiental no município de araçagi - pb. In: SANTOS, João Paulo de Oliveira; SILVA, Rodrigo Candido Passos da; MELLO, Daniel Pernambucano de; DEIR, Soraya Giovanetti El -. **RESÍDUOS SÓLIDOS**: impactos socioeconômicos e ambientais. Recife: Editora Ufrpe, 2018. Cap. 1. p. 23-33.

DANTAS, Wellington Miguel *et al.* Resíduos sólidos: um problema de caráter social e ambiental no município de araçagi - pb. In: DEIR, Soraya Giovanetti El -; PINHEIRO, Sara Maria Gomes; AGUIAR, Wagner José de. **RESÍDUOS SÓLIDOS**: práticas para uma gestão sustentável. Recife: Editora Ufrpe, 2016.

ENGELMANN, Pâmela de Medeiros *et al.* CARACTERIZAÇÃO DO RSU DA CIDADE DE XANGRI-LÁ/RS VISANDO O APROVEITAMENTO EM PROCESSOS DE WTE. In: ALMEIDA, Irene Maria Silva de *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS**: gestão e gerenciamento. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2022.

FADDEN, Joana Mac. **A PRODUÇÃO DE AÇAÍ A PARTIR DO PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DO PALMITEIRO (*Euterpe edulis Martius*) NA MATA ATLÂNTICA**. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LISBOA, C. R., DOS SANTOS, G. R., CORREA, N. C. F., & DA CRUZ, T. M. S. **Aproveitamento de resíduos sólidos da agroindústria do açaí**: uma revisão. 1-388. A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais [recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 1) 60-74.

LOBATO, F. H. S.; RAVENA-CANETE, V. **O açaí nosso de cada dia**: formas de consumo de frequentadores de uma feira amazônica (Pará, Brasil) 1. Ciências Sociais Unisinos, v. 55, n. 3, 2019.

MIRANDA, Lidiane de Vilhena Amanajás *et al.* Descarte e destino final de caroços de açaí na Amazônia Oriental - Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo - Sp, v. 25, p. 1-24, 2022.

MENDES, Dorkas Brandão. **Direito Ambiental: resíduos sólidos e responsabilidades**. Conteúdo Jurídico, Brasília-DF: 29 out. 2014.

OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha de *et al.* **CULTIVO DO AÇAIZEIRO PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS**. In: OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha de *et al.* AÇAÍ: MANEJO, PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO. Fortaleza-Ce: Embrapa, 2006. Cap. 3. p. 1-149.

OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Belém, 2002. 18p. (Embrapa, Circular técnica, 26).

PAZ, D. H. F. da; XIMENES, T. C. F.; HOLANDA, M. J. O.; LAFAYETTE, K. P. V. Impactos ocasionados pela deposição irregular dos resíduos de construção e demolição no município de Paulista – PE. In: AGUIAR,

A. C. de; SILVA, K. A. da; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p.331-339.

PEREIRA, A. G. C. HUNGRIA, L. C. da.; ROSÁRIO, R. R. do. DAVID, E. C.; VIANA, J. A. dos S.; SILVA JUNIOR, O. G. da.; BARROS, M. N. R.; OLIVEIRA, S. M. de.; MARCURARTÚ, B. C.; LIMA, V. M. N. **Grau de especialização e concentração da produção de açaí nas microrregiões do estado do Pará entre 2015 e 2019**. In: MENDONÇA, M; de S. Agronegócio: técnicas, inovação e gestão. Gurarujá. Científica Digital, p. 259-270, 2021.

PESSOA NETO, Geminiano de Pinho *et al.* APLICAÇÃO ESG EM EMPRESAS DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: estudo de caso. In: GUEDES, Flávio Leôncio *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS: desafios no manejo**. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2023. Cap. 1. p. 15-28.

RIBEIRO, F. História e Memória: uma história dos trabalhadores do açaí. **I Jornada Internacional de Estudos de História da Amazônia**. “Diásporas, migrações e territorialidades na Pan-Amazônia”. Macapá, 2014.

RODRIGUES, Renato dos Prazeres. **“Tem coisa melhor que vender açaí?”**: os passos e percalços na expansão dos açaizais na várzea do baixo tocantins. 2021. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Cap. 4.

ROSA, C. L. S; SOUZA, B. N. C; ARAÚJO, A. R. R; COSTA, C. E. A. S; AGUIAR, A. F. **Análise da gestão de resíduos sólidos em feiras livres da Amazônia**. UNISANTA Bioscience Vol. 8 nº 4, 2019. p. 349-363.

ROSA, Carla Lorena Sandim da *et al.* CICLO DE VIDA DO AÇAÍ: da produção do fruto à geração e reaproveitamento do resíduo. In: GUEDES, Flávio Leôncio *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2023. Cap. 4. p. 230-240.

ROSA, Joedy Mayara de Souza Santa *et al.* PRODUÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS: incorporação de resíduos alternativos. In: ALMEIDA, Irene Maria Silva de *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS: gestão e gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2022. Cap. 6. p. 513-524.

ROGEZ, H. Açaí: Preparo, composição e Melhoramento da Composição. **EDUFPA Belém**, 2000.

SILVA, Débora Danna Soares da *et al.* ANÁLISE DA DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: estudo de caso em área de disposição inadequada no bairro cohab em são luís/ma. In: SANTANA, Rhaldney Felipe de; ARAGÃO JÚNIOR, Wilson Ramos; DEIR, Soraya Giovanetti El -. **RESÍDUOS SÓLIDOS: desenvolvimento e sustentabilidade**. Recife: Editora Ufrpe, 2020. Cap. 7. p. 407-414.

SOUSA, Sóstenes Gomes de *et al.* GERENCIAMENTO DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: determinação da frota de veículos coletores do bairro planalto no município de juazeiro do norte/ce. In: ALMEIDA, Irene Maria Silva de *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS: gestão e gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2022. Cap. 1. p. 32-45.

TAGORE, Márcia de Pádua Bastos *et al.* Políticas públicas e riscos ambientais em áreas de várzea na Amazônia: o caso do pronaf para produção do açaí. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 45, p. 1-21, 30 abr. 2018. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v45i0.51585>.

2.2 DESAFIOS DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS EM SALVADOR-BA

Iara Terezinha Queiroz Pereira dos Santos

Instituto Federal da Bahia
iaraterzinha57@gmail.com

Maria Helena Del Grande

Instituto Federal da Bahia
mhifba@gmail.com

RESUMO

O atual consenso sobre os impactos das mudanças climáticas imprime a necessidade de ações mitigadoras, entre elas a redução das emissões de gases do efeito estufa. Os resíduos sólidos são fontes de emissão de gases do efeito estufa resultante do descarte inadequado em lixões e aterros sanitários. As cidades podem desempenhar ações proativas sobre os resíduos sólidos, sendo a coleta seletiva de resíduos recicláveis o objeto deste estudo de abordagem qualitativa. O objetivo é o de comparar a implementação da coleta seletiva de resíduos recicláveis em dois condomínios residenciais da cidade de Salvador, Bahia, destacando os pontos fortes e os fracos. Os autores participaram de forma sistemática e permanente das atividades realizadas pelos sujeitos envolvidos na implementação da coleta seletiva, interagindo com os mesmos, e acompanhando suas ações, caracterizando uma pesquisa participante. No geral, as condições para implementação da coleta seletiva foram mais favoráveis no Condomínio de menor porte, e evidenciaram a necessidade da coleta seletiva fazer parte de um programa apoiado por políticas públicas, as quais reconheçam essa ação como um instrumento de desenvolvimento social, econômico e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Recicláveis, Mudanças climáticas, Políticas públicas.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas podem ocorrer tanto por meio de processos naturais, por exemplo, modulações dos ciclos solares e erupções vulcânicas, como por meio de ações antropogênicas, que promovem modificações na composição da atmosfera ou no uso da terra. Nesse cenário, observa-se que um dos maiores problemas ambientais enfrentados na atualidade se encontra relacionado com a geração de resíduos sólidos e sua má gestão (AGUIAR et al., 2021). Isso posto, percebe-se que o “aumento na produção de resíduos pela população causa impactos sociais e ambientais, de forma que a gestão dos resíduos se consolida como uma das muitas questões ambientais prementes do mundo contemporâneo” (CAMPOS et al., 2018, p. 130).

Por conseguinte, os resíduos sólidos são fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) resultante do descarte inadequado em lixões e aterros sanitários, que acaba produzindo o gás metano, o qual possui um elevado potencial de efeito estufa (PEREIRA, 2019). Sob esse prisma, nota-se que a gestão inadequada histórica e atual de resíduos no país continua a ocasionar a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, contribuindo para mudanças climáticas, deterioração da qualidade do ar, dentre outros impactos ambientais e de saúde humana (LIMA et al., 2018).

A distinção entre as mudanças climáticas atribuídas às atividades humanas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade do clima atribuída a causas naturais, constam da definição de “mudança climática” da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, em seu artigo 1º: “uma mudança do clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera terrestre e que vai além da variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis” (UNFCCC, 1992, p. 7).

Há um consenso que o aquecimento da atmosfera, dos oceanos e da superfície terrestre tem sido influenciado pela ação antropogênica, segundo o Sexto Relatório (AR6, *Assessment Report*) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) emitido pelo Grupo de Trabalho I (WG I, *Working Group I*), dedicado a base física das mudanças climáticas passadas, presentes e futuras. Sobre o estado atual do clima no AR6, o WG I concluiu como inequívoca a influência humana no aquecimento da atmosfera, oceanos e superfície terrestre, e nas alterações abrangentes e rápidas que estão ocorrendo na atmosfera, oceanos, criosfera e biosfera (IPCC, 2021).

Ainda, segundo estudos do WG I, em relação a limitar as mudanças climáticas futuras, têm-se que “do ponto de vista da ciência física, limitar o aquecimento global induzido pelo homem a um nível específico requer limitar as emissões cumulativas de CO₂, atingindo pelo menos zero emissões líquidas de CO₂, juntamente com fortes reduções em outras emissões de GEE” (IPCC, 2021, p. 27). Neste sentido, o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima (PMAMC) aponta que, atualmente, mais de 70% das emissões globais são produzidas nas cidades e, muitas vezes, os governos nacionais não conseguem atuar diretamente nos municípios, colocando assim o comprometimento dos governos locais como grandes aliados tanto para os países quanto para a comunidade global. Dessa forma, os compromissos das cidades podem estar alinhados às políticas estaduais e nacionais logrando ser mais ambiciosas que estas, bem como também apresentar resultados que auxiliarão o alcance das metas globais para a redução das

emissões de GEE, evidenciando a importância das cidades no contexto global (PMAMC, 2020).

Todavia, observa-se que a mudança de cenário se encontra “condicionada à sustentação financeira das ações de modo que possam ser implantados e mantidos os padrões necessários de qualidade operacional nos municípios, com a contribuição e participação efetiva da população geradora dos resíduos” (SILVA et al., 2022, p. 47). Entretanto, verifica-se que, quanto mais se investir em reciclagem e em programas que abordam a coleta seletiva, mais perto se estará de minimizar esse problema. Por sua vez, os municípios devem planejar a coleta seletiva como parte integrante da política pública de limpeza urbana (ANDRADE, 2018).

Convém salientar que existem casos “nos quais a inexistência de regulamentação parece abrir espaço para a falta de respostas por parte dos governantes e ainda por parte da sociedade civil”. Assim sendo, se faz necessário buscar ações que possam responder positivamente às demandas sociais, ambientais e econômicas envolvendo a gestão de resíduos sólidos, o que “requer tanto o conhecimento da origem dos impactos, como também do meio em que se propagam e dos possíveis alvos” (MEDEIROS; XAVIER, 2018, p. 52).

De maneira geral, para as cidades cumprirem as metas dos acordos climáticos e de sustentabilidade em seus territórios é preciso que sejam implementadas diversas ações nos mais diversos setores - Transporte e mobilidade, Energia e Resíduos. Tais ações podem advir de duas estratégias diferentes: a mitigação das mudanças climáticas, e a adaptação às mudanças climáticas, apoiando a população a se adaptar ou responder melhor a eventos climáticos extremos em territórios ocupados por ela. A mitigação exige reduções substanciais de emissões de GEE nas próximas décadas e emissões líquidas nulas de CO₂ e outros GEE de vida longa até o final do século. Nesse cenário, o PMAMC da cidade de Salvador, Bahia, propõe “construir uma trajetória de redução de emissões de GEE, melhorar a adaptação da cidade às mudanças climáticas e promover a justiça climática” (PMAMC, 2020, p. 20).

À vista disto, observa-se que “os resíduos sólidos urbanos gerados diariamente estão relacionados com diversos problemas ambientais e de saúde, em vistas do descarte inadequado em lixões, em vias públicas, em áreas ribeirinhas, queima a céu aberto ou outras formas inadequadas” (DANTAS; LOPES; RAMOS, 2019, p. 3). Quando estes resíduos não são gerenciados de forma correta, podem ocasionar impactos no ar, liberando partículas e outros poluentes, como a decomposição anaeróbica da componente orgânica que produz o GEE e, em especial, o gás metano (CH₄) (MAIELLO; BRITO; VALLE, 2018). Ainda, salienta-se que todo aquele resíduo que for descartado de forma inadequada torna-se um perigo, uma vez que sua composição conta com elementos nocivos à saúde e ao meio ambiente (MORAIS, 2018).

Deste modo, a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) possibilitou o amparo ambiental no que tange à destinação final de todo o resíduo produzido. Por sua vez, essa política possui um reduzido número de implementação em virtude de uma série de desafios enfrentados pelo Poder Público e pela sociedade civil. Assim, percebe-se a inviabilidade de um desenvolvimento econômico, social e ambiental, no que se refere às questões envolvendo os resíduos sólidos, em várias regiões do país (CHAGAS; PEREIRA; NÓBREGA, 2022).

No momento atual, “o equacionamento da geração excessiva e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos são um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna” (VINENTE et al., 2018, p. 25). Verifica-se que no Brasil, a destinação final do resíduo deve estar de acordo com cada tipo de material que o compõe. Contudo, o que se percebe é que o destino mais comum encontrado para os mesmos são os lixões a céu aberto, o que é vetado pela PNRS (OLIVEIRA et al., 2018).

Segundo o inventário de emissões de GEE do município de Salvador, no período 2014-2018, o setor de Resíduos respondeu por 13% do total de emissões. Dentro do setor de Resíduos, a disposição de resíduos sólidos desse município contribuiu com a emissão de 1.124 kt CO₂e (CO₂ equivalente), um total superior às emissões devidas incineração, disposição e tratamento de efluentes domésticos. Uma redução nas emissões de GEE devidas à disposição de resíduos sólidos pode ser promovida a partir da destinação adequada dos mesmos. Considerando tal potencial, este estudo compara a implementação da coleta seletiva em dois condomínios residenciais da cidade de Salvador, destacando os pontos fortes e fracos, assim como também sugere oportunidades de melhoria na implementação da coleta seletiva em espaços urbanos, como forma de mitigação das mudanças climáticas. Dessa forma, é indiscutível que a separação na fonte e a coleta seletiva são as dificuldades encontradas para que se tenha um sistema de gestão de resíduos adequado e eficaz, visto que, sem elas, a possibilidade de reciclagem dos orgânicos e inorgânicos fica reduzida de forma significativa (ZAGO; BARROS, 2019).

Em âmbito mais ampliado, considera-se que a coleta seletiva de resíduos favorece o reaproveitamento dos resíduos descartados, facilitando sua destinação correta, evitando as emissões de GEE devidas à decomposição desses resíduos em aterros sanitários ou outros meios, o que vem a contribuir para mitigar as mudanças climáticas. Por conseguinte, “os resíduos sólidos quando destinados adequadamente apresentam extrema importância no que se refere à qualidade de vida dos indivíduos e redução dos riscos à saúde pública” (LIMA; FREIRE, 2019, p. 420).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Salvador é a capital do estado da Bahia, o município mais populoso do Nordeste brasileiro, sendo o quinto mais populoso do Brasil, possuindo mais de 2,4 milhões de habitantes, e o segundo maior em área territorial na região geográfica (IBGE, 2022). É o maior centro econômico, administrativo e turístico do estado, abrigando sedes de empresas regionais, nacionais e internacionais, eventos culturais e polos educacionais. Suas atividades encontram-se voltadas principalmente para o comércio e os serviços, além de possuir forte propensão para o turismo ao longo de seu extenso litoral. Sua malha urbana sofreu uma ocupação acelerada e desordenada ao longo de décadas, criando áreas com pouca infraestrutura e suscetíveis a ocorrências de desastres naturais e sociais (PMAMC, 2020).

No âmbito das mudanças climáticas, a cidade de Salvador não difere de outros municípios no que tange às emissões de GEE e na vulnerabilidade à qual pessoas e infraestruturas estão suscetíveis em decorrência dos impactos dessas mudanças. A discussão climática em Salvador se iniciou há alguns anos, se consolidando, entre outros, por meio do PMAMC de Salvador. Esse PMAMC foi desenvolvido pela rede global ICLEI América do Sul e por pesquisadores e especialistas do Painel Salvador de Mudanças do

Clima, com apoio da Secretaria de Sustentabilidade, Resiliência, Bem-Estar e Proteção Animal (SECIS), da Prefeitura de Salvador, ao longo de 2019 e 2020.

Para a estratégia de mitigação das mudanças climáticas, foi elaborado o inventário de GEE de Salvador, utilizando a metodologia do Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Escala Comunitária (GPC), *Global Protocol for Community-scale GHG Emissions*. O GPC é um instrumento que ajuda as cidades a estimarem suas emissões de GEE de maneira consistente e transparente, seguindo os princípios de contabilidade de GEE reconhecidos internacionalmente. O método busca desagregar os dados de emissões para permitir que as principais fontes de GEE sejam identificadas em uma cidade ou região. Tal fato permite relatórios mais confiáveis, disponibilidade pública e análises mais significativas dos dados climáticos.

Existem diversas ferramentas de apoio para a medição das emissões de GEE, sendo que o ICLEI recomenda os softwares *ClearPath* e CLIMAS, os quais foram disponibilizados em caráter de parceria aos membros da rede ICLEI América do Sul, da qual a Prefeitura de Salvador faz parte. A partir dessas ferramentas, obteve-se o perfil de emissões de GEE para o município de Salvador, no período 2014-2018, as quais são devidas basicamente aos setores de Transportes (65%), Energia (22%) e Resíduos (13%) (PMAMC, 2020). As emissões de GEE do setor Resíduos são decorrentes da disposição de resíduos sólidos, da incineração de resíduos e da disposição e tratamento de efluente doméstico, e provenientes do processo de decomposição de bactérias anaeróbicas e/ou da queima dos resíduos em processos de coprocessamento ou incineração.

No âmbito de resíduos sólidos no Brasil, a PNRS foi instituída pela Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010a) e regulamentada recentemente pelo Decreto n.º 10.936 (BRASIL, 2022), revogando três decretos anteriores, isto é, o Decreto n.º 7.404 (BRASIL, 2010b), o qual regulamentava a PNRS anteriormente; o Decreto n.º 9.177 (BRASIL, 2017), que tratava da isonomia na logística reversa, tendo sido incorporado ao novo regulamento; e o Decreto n.º 5.940 (BRASIL, 2006) que instituiu o antigo Programa Coleta Seletiva Solidária para a separação dos resíduos recicláveis descartados pela administração pública federal e sua destinação às associações e cooperativas de materiais recicláveis, substituído atualmente pelo Programa Coleta Seletiva Cidadã. Ressalta-se que a

Lei Federal n.º 12.305/2010, que instituiu a PNRS, apresenta diferentes problemas para sua efetiva aplicação, entre os quais se destacam a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional e de gerenciamento de muitos municípios brasileiros, especialmente os de pequeno porte (MAIELLO; BRITTO; VALLE, 2018, p. 25).

As associações e cooperativas de materiais recicláveis necessitam estarem inseridas no ciclo de vida dos produtos, atuando na logística reversa. A logística reversa pode ser conceituada como o ato de devolver o produto ao fabricante para o descarte adequado, o que envolve a responsabilidade compartilhada, ou seja, dos partícipes de cada elo da cadeia, desde o produtor ao consumidor final. Todos são responsáveis solidariamente pelo ciclo de vida do produto. Assim sendo, a PNRS tem o intuito de “destinar os resíduos sólidos de forma ambiental e economicamente viável, firmando acordos setoriais de responsabilidade compartilhada entre o poder público e empresas, definindo a responsabilidade de cada agente” (SILVA et al., 2023, p. 15).

Segundo a terminologia adotada na PNRS, resíduos sólidos urbanos (RSU) são aqueles gerados em âmbito domiciliar, no comércio, em serviços de pequeno porte e na limpeza urbana (varrição, limpeza de logradouros e vias públicas), divididos entre recicláveis (secos e orgânicos); e rejeitos - resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. O termo Coleta Seletiva é definido na PNRS, em seu Art. 3º inciso V, como “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010a). Em contrapartida, verifica-se que “os impactos socioeconômicos e ambientais provenientes dos RSU ocorrem, principalmente, devido à inexistência, ineficiência e/ou ineficácia de políticas públicas voltadas à gestão dos RSU de forma adequada” (PEREIRA; BARBOSA; BARBOSA, 2023, p. 222).

A geração de resíduos sólidos no Brasil em 2022 alcançou um total de 81,8 milhões de toneladas aproximadamente, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Observando a geração de resíduos sólidos por região, a região Sudeste foi a maior geradora, com cerca de 111 mil toneladas por dia, o equivalente a 49,7 % da geração do país. A região Nordeste alcançou 24,7 % da geração de resíduos, enquanto as regiões Norte e Centro Oeste alcançaram 7,5 % do total gerado, as menores dentre elas (ABRELPE, 2022). Assim sendo, é necessário estimular “ações que atendam demandas ambientais, com práticas mais sustentáveis, as quais valorizem os resíduos sólidos” (CANDIANI; ATTANASIO JÚNIOR, 2023, p. 27).

Observando a estimativa da composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil os resíduos recicláveis somam 33,6%, dos quais a maior parcela é composta por plásticos (16,8%), seguida por papel e papelão (10,40%), vidros (2,7%), metais (2,3%) e embalagens multicamadas (1,4%) (ABRELPE, 2022).

As características de tratabilidade dos resíduos sólidos urbanos de Salvador, indicam 34% como resíduo reciclável e passível de logística reversa, 21,7% como biodegradável ou orgânico e 44,1% como rejeito ou descartável (PMSBIS, 2022). Em relação à coleta seletiva na região Nordeste, considerando uma população de 2,8 milhões de habitantes na região, somente 7,6% dessa população conta com coleta seletiva porta a porta do resíduo domiciliar em 2020. Além disso, a média per capita de massa coletada em qualquer modalidade de coleta seletiva na região Nordeste, é de 15,3 kg/hab/ano e de 1,0 mil ton/ano/município (BRASIL, 2022). Esses números refletem o baixo índice de coleta seletiva na região, sugerindo um grande potencial para mitigação dos GEE.

A coleta de resíduos sólidos urbanos em Salvador está sob responsabilidade da Empresa de Limpeza Urbana de Salvador (Limpurb) com o intuito de planejar, operar e fiscalizar os serviços de limpeza urbana. É realizada por empresas terceirizadas que coletam os resíduos gerados nos domicílios usando caminhões compactadores que circulam pelas vias da cidade. Segundo informado pela Limpurb em seu sítio eletrônico, ela conta com o apoio da população para a separação dos resíduos em: úmidos – matéria orgânica e rejeitos, que são coletados e levados para o Aterro Sanitário Metropolitano Centro diretamente ou através da Estação de Transbordo; e secos – materiais recicláveis como papéis, papelões, plásticos, vidros, gessos, madeiras e metais, os quais devem ser segregados e doados para as cooperativas de catadores de material reciclável, cadastradas na Limpurb (LIMPURB, 2023).

O sítio eletrônico da Limpurb informa que seu Programa de Coleta Seletiva dispõe de locais de coleta distribuídos pela cidade, organizados por: Ecoponto, Eletrônicos, Lâmpadas Fluorescentes, Medicamentos, Óleo de Cozinha, Papéis e Jornais, Pontos de Entrega Voluntária (PEV), Pilhas e Baterias, embora a disponibilidade desses locais não tenha sido evidenciada durante o período da pesquisa. Em agosto de 2015, foi lançado o Programa Municipal de Coleta Seletiva, dentro do Programa Cidades Sustentáveis, do qual a cidade é signatária desde 2017, que teve como objetivo consolidar e ampliar a coleta seletiva no município (LIMPURB, 2023). Destaca-se que o ato de consolidar e ampliar a coleta seletiva na cidade de Salvador, em conformidade com os princípios da PNRS, possibilita a melhoria na qualidade do meio ambiente urbano (PCS, 2023).

No entanto, os problemas enfrentados na implantação desse Programa foram identificados por Almeida et al. (2020), a partir dos quais foram propostas ações nas áreas de educação, gestão e tecnologia. Citando alguns deles:

(i) Identificado que dos 150 PEV implantados, somente 65 estavam ainda instalados e os outros foram retirados devido às ações de vandalismo e por solicitação dos moradores descontentes com a presença de catadores autônomos, que dispersavam os resíduos no entorno dos PEV; (ii) Identificada a necessidade de estruturação das cadeias produtivas de materiais recicláveis no município, de estruturação de modelos de negócio mais abrangente e inclusiva, com ações de articulação das cooperativas, incentivo a indústria de reciclagem e promoção da educação ambiental; (iii) Identificada a necessidade de implantação de coleta domiciliar pública, sistemas de triagem de resíduos recicláveis, inclusão produtiva de catadores de materiais recicláveis e a implantação da coleta seletiva pública. (ALMEIDA et al., 2020, p. 312)

Na prática, as formas mais comuns de coleta seletiva praticadas em Salvador evidenciadas durante o período da pesquisa foram a coleta porta-a-porta, realizada por associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis, viabilizada por iniciativas de síndicos e/ou administradores de condomínios, ou mesmo por pessoas engajadas na causa ambiental, e a coleta em dois PEV, um localizado no bairro Itaipara e outro no bairro Itapoã. Complementarmente, a população de Salvador pode contar com o Programa So+ma, o qual incentiva a entrega voluntária de resíduos recicláveis, os quais são convertidos em pontos acumuláveis e trocados por recompensas, tais como alimentos e bebidas, itens de limpeza, material escolar e de papelaria e cursos, dentre outros. Os resíduos recicláveis recebidos pelo Programa So+ma são destinados corretamente pelas cooperativas parceiras do programa (SO+MA, 2023).

Em estudo comparativo entre a reciclagem mecânica e reciclagem energética conduzido por Carvalho (2013), considerando que 128.684 toneladas de resíduos são potencialmente recicláveis no município de Salvador, seriam gerados mais de 5.300 novos postos de trabalho com a reciclagem mecânica de resíduos, gerando trabalho e renda, além de reduzir a depleção de recursos naturais, enquanto a reciclagem energética não geraria empregos para os catadores de materiais recicláveis.

Conforme avaliado por Cavalcanti et al. (2019), o cenário legal e as Políticas Públicas vigentes no país, devem atuar para um meio ambiente equilibrado e bem estar das futuras gerações, sendo necessário investir em políticas públicas a fim de dar incentivos fiscais para bens e serviços e para as propriedades rurais, empresas e indústrias que reduzam o impacto ambiental e preservem os recursos naturais, dando a devida importância à reciclagem, ao saneamento básico e às energia renováveis, pois o Brasil é

um dos países com maior potencial energético. Não só o setor privado, assim como a população devem imprimir atitudes sustentáveis. Por outro lado, se faz necessário ressaltar que, embora a gestão dos resíduos sólidos seja, na maioria das vezes, responsabilidade dos municípios, se faz necessária a participação e a colaboração de usuários, empresas, governos, catadores e sociedade civil, dentre outros (STELLA et al., 2021).

3. METODOLOGIA

Por meio da abordagem qualitativa, os autores participaram de forma sistemática e permanente das atividades realizadas pelos sujeitos envolvidos na implementação da coleta seletiva, interagindo com os mesmos, e acompanhando suas ações, caracterizando uma pesquisa participante. Pela observação das manifestações dos sujeitos envolvidos e das situações vividas, foi possível registrar, de forma descritiva, os elementos observados, bem como as análises e as considerações ao longo dessa participação. A pesquisa-ação também foi aplicada, na medida em que além da observação e da análise da implementação da coleta seletiva, foram realizadas intervenções juntos aos sujeitos envolvidos com vista a modificar e aprimorar a implementação da coleta seletiva.

Como estudo de caso da implementação da coleta seletiva em condomínios residenciais, foram selecionados dois condomínios: um de pequeno porte e outro de grande porte. Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram os membros da comunidade dos condomínios estudados, em seus diferentes papéis – administrador, síndico, empregados e terceirizados dos condomínios; moradores, empregados e prestadores de serviço das unidades domiciliares; e os membros da comunidade executora da coleta seletiva – cooperados e associados das cooperativas, em suas diversas funções. As configurações dos condomínios selecionados são:

(i) De pequeno porte – com seis unidades residenciais do tipo casa; considerando-se quatro moradores por unidade residencial em média, totaliza 24 moradores, e um empregado; doravante denominado Condomínio 1;

(ii) De grande porte – com duas torres de nove andares cada uma, e duas unidades residenciais por andar do tipo apartamento, exceto na cobertura que conta com um apartamento em cada torre, totalizando 34 unidades residenciais; considerando-se quatro moradores por unidade residencial em média, totaliza 136 moradores, e quatro empregados; doravante denominado Condomínio 2.

A pesquisa se desenvolveu ao longo de 12 meses, no período de julho de 2019 a junho de 2020. As cooperativas envolvidas foram: Cooperlix, para a coleta do Condomínio 1, e Cooperes, para a coleta do Condomínio 2. O método aplicado consistiu de 5 etapas descritas a seguir:

1) Identificação das cooperativas cujas rotas dos caminhões de coleta permitissem a inclusão dos endereços dos condomínios, a partir de levantamento junto à SECIS, e posterior acordo sobre o dia da semana e o período do dia para a realização da coleta.

2) Conscientização e treinamento da comunidade envolvida em relação à separação dos resíduos recicláveis e dos resíduos orgânicos na unidade residencial e acondicionamento dos resíduos recicláveis devidamente limpos e secos em sacos ou caixas avulsas.

3) Operacionalização da entrega dos resíduos recicláveis: no caso do Condomínio 1, entrega dos resíduos recicláveis separados pelo morador no ponto de coleta final, ou retirada pelo empregado no ponto de coleta da área comum (passagem entre as casas) para entregar no mesmo ponto de coleta final; no caso do Condomínio 2, entrega dos resíduos recicláveis separados pelo morador em sacos ou caixas avulsas colocadas ao lado da lixeira de resíduos orgânicos na área comum do andar (fora da porta), para retirada pelo empregado do condomínio.

4) Definição da localização da área para armazenamento dos resíduos recicláveis dentro dos condomínios: no Condomínio 1, uma embalagem do tipo *big bag* (contentor flexível utilizado para armazenar e transportar materiais sólidos e pastosos) foi colocado em área descoberta junto do estacionamento de carros, permitindo que o mesmo fosse constantemente inspecionado pelos moradores e coordenador do projeto; no Condomínio 2, o *big bag* dos resíduos recicláveis foi colocado em um espaço não ocupado, ao lado da garagem coberta, limpo e livre da exposição à umidade/chuva, com livre acesso pelos empregados e moradores do condomínio. O Condomínio 2 já possuía uma área reservada para os resíduos comuns, que foi mantida para os resíduos orgânicos, sobrando pouco espaço para os resíduos recicláveis.

5) Operacionalização da coleta dos resíduos recicláveis dos condomínios pelas cooperativas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seleção das cooperativas

Nessa etapa foi efetuado o contato com a SECIS, especificamente com a colaboradora do “Programa Recicle Já Bahia” (programa cuja finalidade é implantar a coleta seletiva de materiais recicláveis em órgãos públicos da Região Metropolitana de Salvador), a qual indicou as cooperativas cujas rotas mais se adequavam à localização de cada condomínio.

Após um acordo informal com as cooperativas indicadas quanto ao dia da semana e ao período do dia para realização da coleta dos resíduos recicláveis, deu-se início ao planejamento da implementação da coleta seletiva nos condomínios.

O primeiro obstáculo a ser vencido foi a identificação da cooperativa para atender cada um dos condomínios, evidenciando a ausência de um programa formal de coleta seletiva implantado pelo poder público e, conseqüentemente, de um canal de comunicação direta com o cidadão para a questão específica de coleta seletiva domiciliar.

Separação dos resíduos recicláveis

Por se tratar de uma atividade nova na rotina dos condomínios, foi necessário apresentar a proposta de implantação de coleta seletiva em reunião de condomínio para obter a aprovação formal da maioria dos moradores e/ou proprietários das unidades residenciais. A reunião no Condomínio 1 ocorreu em março de 2020 e a reunião no Condomínio 2, foi realizada em julho de 2019. A referida aprovação por parte dos moradores e/ou proprietários das unidades residenciais demandou a abordagem de temas específicos de Educação Ambiental, como a necessidade da reciclagem de materiais para o

equilíbrio ambiental, sua importância para o contexto social, na medida em que contribui para o sustento das famílias de cooperados, lideradas em sua maioria exclusivamente por mulheres com poucas oportunidades de trabalho, e o serviço ambiental prestado pelas cooperativas quando tal serviço é inexistente no âmbito da Prefeitura de Salvador. O convencimento dos envolvidos foi necessário, assim como a formalização desse acordo em ata de condomínio, para que o mesmo fosse cumprido.

O treinamento contínuo dos envolvidos foi essencial para o êxito da implementação e para a identificação das oportunidades de melhoria de acordo com as características de cada condomínio e suas unidades residenciais. O treinamento para as pessoas que lidam com os resíduos da rotina doméstica incluiu orientações sobre a separação de materiais plásticos, papel, papelão, materiais metálicos, a separação do resíduo orgânico dos resíduos recicláveis e a lavagem de todas as embalagens, inclusive as de vidro. A orientação incluiu separar as embalagens de vidro das demais, assim como foi recomendado armazenar as embalagens de vidro em caixas de papelão, para facilitar o transporte e oferecer maior segurança para os envolvidos. Esse treinamento se mostrou necessário pela ausência de educação formal e políticas públicas sobre o tema em nível de aplicação e efetivação de uma coleta seletiva.

Na fase inicial, foi feito um acompanhamento junto às cooperativas sobre os materiais coletados e recebidos pelas mesmas. Em pouco tempo, ficou evidente a necessidade de disponibilizar, de forma ostensiva, informações sobre os tipos de resíduos recicláveis para sua correta separação. Para isso, foi intensificada a divulgação dessas informações e devolutivas, bem como do contato do coordenador do projeto para dirimir dúvidas, nos elevadores e murais de aviso do Condomínio 2, e, no Condomínio 1, as orientações e devolutivas foram feitas no grupo de *Whatsapp* do condomínio, do qual participavam os moradores das unidades residenciais e o coordenador do projeto. Nessa etapa, foi evidenciada a necessidade de treinamento contínuo e permanente para fixação dos conceitos e melhoria da prática operacional.

Entrega dos resíduos recicláveis

No Condomínio 1, os resíduos de plástico, papel, papelão e metal eram acondicionados em sacos plásticos ou de papelão por escolha do morador e dispostos pelo morador ou seu empregado doméstico no *big bag* dos resíduos recicláveis. As embalagens de vidro eram dispostas diretamente em um engradado reservado para essa função, disponibilizado pelo condomínio. No Condomínio 2, os resíduos de plástico, papel, papelão e metal eram acondicionados em sacos plásticos ou de papelão por escolha do morador e dispostos no piso do andar das respectivas unidades residenciais, assim como as embalagens de vidro eram dispostas em caixas de papelão.

Alguns fatores prejudicaram a implementação dessa atividade no Condomínio 2, devido ao espaço insuficiente no piso do andar para acomodar todos os resíduos entregues e pelo maior volume de resíduos a serem transportados pelo elevador: o empregado passou a fazer mais deslocamentos de/para os andares para recolher os resíduos recicláveis e os resíduos orgânicos tornando a atividade mais laboriosa. Tal condição atribuiu ao empregado da limpeza uma participação mais ativa e essencial para seu êxito. Ficou evidenciada a inadequação dos espaços existentes nos condomínios para uma entrega facilitada de resíduos recicláveis.

Armazenamento dos resíduos recicláveis

A definição da área para armazenamento dos resíduos recicláveis demandou busca intensa, pois tais condomínios não dispõem de área específica para essa finalidade (não era previsto em seus projetos), nem área segura, limpa e protegida da exposição solar e da exposição à chuva e umidade disponível. Somou-se à dificuldade de encontrar uma área adequada e suficiente para os resíduos reciclados, devido ao preconceito quanto ao “lixo” próximo das unidades residenciais e das áreas comuns dos condomínios. Os resíduos em geral ainda são percebidos como “algo incômodo” e, “quanto mais longe, melhor”.

No Condomínio 1, cujo volume de resíduos recicláveis gerados é relativamente menor em comparação ao volume de resíduos recicláveis gerados no Condomínio 2, foi utilizado um *big bag* para os resíduos recicláveis, exceto os resíduos de vidro. O uso do *big bag* permitiu uma verificação e monitoramento dos resíduos pelos próprios moradores e empregado da limpeza. Os resíduos de vidro foram armazenados em engradados no Condomínio 1, facilitando a coleta pela cooperativa. No Condomínio 2, foi escolhida uma área desocupada ao lado da garagem para armazenar os resíduos recicláveis, porém de tamanho insuficiente para o volume gerado. Os resíduos de vidro foram armazenados em caixas de papelão.

Nessa etapa ficou evidente a inadequação das instalações dos condomínios para o armazenamento de resíduos recicláveis, mais um obstáculo a ser superado.

Coleta dos resíduos recicláveis pelas cooperativas

Foram treinados o empregado da limpeza do Condomínio 1 e o Porteiro do Condomínio 2 para recepcionar o caminhão de coleta dos resíduos recicláveis.

As ocorrências de parada para manutenção dos caminhões de coleta foram frequentes, ocasionando a intermitência da coleta e o não cumprimento da frequência planejada, levando ao acúmulo de resíduos nos condomínios. Em ambos os condomínios, tal situação gerou desconfortos e desestímulos, principalmente na equipe atuante e nos coordenadores do projeto. Tal condição se agravava, quando o caminhão da coleta chegava ao condomínio praticamente “cheio”, sem condição de levar o volume total de resíduos reciclados, transportando apenas uma parte e obrigando ambos os condomínios a destinarem parte dos resíduos reciclados ao serviço de coleta de resíduos sólidos não diferenciados, os quais são encaminhados para o Aterro Sanitário Metropolitano ou para a Estação de Transbordo.

As vias públicas no entorno do Condomínio 2 sofreram algumas intervenções durante o dia no período considerado, fato que impediu o acesso do caminhão de coleta da cooperativa ao mesmo, dando descontinuidade à implementação da coleta seletiva.

Nessa etapa, mais uma vez a inadequação das instalações dos condomínios para o armazenamento de resíduos recicláveis se mostrou ser outro obstáculo a ser superado, além das questões envolvendo os recursos das cooperativas, que, sem apoio formal de um programa e de uma política pública, não conseguem dar conta das demandas da coleta.

Comparação entre os condomínios de pequeno e de grande porte

Uma comparação qualitativa entre os dois condomínios mostrou que, no geral, as condições para implementação da coleta seletiva foram mais favoráveis no Condomínio 1, de pequeno porte do que no Condomínio 2, de grande porte (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação qualitativa entre os condomínios de pequeno e grande porte

Critérios avaliativos	Condomínio 1 (pequeno porte)	Condomínio 2 (grande porte)
Seleção das cooperativas	+	+
Adesão dos moradores	+	-
Treinamentos dos envolvidos	+	+
Separação dos resíduos recicláveis	+	+
Entrega dos resíduos recicláveis	+	-
Armazenamento dos resíduos recicláveis	+	---
Verificação dos resíduos reciclados pelos moradores	+	-
Localização do condomínio para fins de coleta	+	---
Caminhão de coleta (espaço para os resíduos e condições de manutenção)	-	---
Frequência de coleta dos recicláveis	+	---
Comunicação com as cooperativas	+	---
Flexibilidade e adaptação à segregação dos resíduos	+++	+

Legenda: + favorável; +++ muito favorável; - desfavorável; --- muito desfavorável

Fonte: Autoria própria

Ao final de 12 meses, a coleta seletiva foi descontinuada no Condomínio 2. A coleta seletiva iniciada no Condomínio 1 em 2020, no período da pandemia, foi mantida e continuada até os dias atuais.

5. CONCLUSÕES

A cidade de Salvador pode contribuir para a redução das emissões de GEE do setor Resíduos e mitigar as mudanças climáticas, sendo uma das formas a coleta seletiva de resíduos recicláveis. No presente estudo, ficou evidente a ausência de mecanismos e políticas públicas para apoiar a implementação da coleta seletiva em Salvador, seja em relação aos moradores de condomínios, seja em relação às cooperativas e associações de materiais recicláveis. Os moradores de condomínios não contam com incentivos, como por exemplo, para a adequação de suas instalações para o armazenamento de resíduos recicláveis e para a recepção do caminhão de coleta tampouco com incentivos para realizarem a coleta. As cooperativas de resíduos recicláveis não contam com apoio e nem incentivos para manterem seus caminhões, melhorarem sua logística, eficiência e produtividade, bem como suas condições de trabalho.

Observando que as cooperativas são o ponto inicial do processo de coleta seletiva, o estabelecimento e a efetivação de políticas públicas voltadas para as associações e cooperados da coleta seletiva, e para os geradores de resíduos domiciliares são condições imprescindíveis para seu sucesso. Tais políticas devem considerar o valor agregado do resíduo reciclável e o valor do serviço ambiental prestado pelas associações e cooperativas de resíduos recicláveis; e, em um primeiro momento, dada a urgência de ações efetivas, (i) subsidiar a manutenção dos caminhões de coleta; (ii) regular os preços dos recicláveis, e (iii) capacitar as cooperativas para a gestão do negócio.

Considerando os resultados dessa pesquisa e que a coleta seletiva representa um instrumento de desenvolvimento social, econômico e ambiental, caracterizada por ações, procedimentos e meios que viabilizam e restituem os resíduos sólidos ao setor produtivo, para possível reaproveitamento no ciclo produtivo ou em outros ciclos da produção, recomenda-se que a coleta seletiva seja um programa da cidade de Salvador, com coletas regulares realizadas pelas cooperativas, sem necessidade de armazenamento de resíduos recicláveis dentro dos condomínios e com políticas de incentivo aos moradores para a destinação correta dos mesmos em datas estipuladas pelo referido programa.

Ainda, considerando a importância de dados e informações disponíveis para a tomada de decisões e planejamento urbano, recomenda-se a atualização permanente do inventário de emissões de GEE de Salvador, bem como treinamento e capacitação contínuos das equipes técnicas envolvidas, a fim de promover mais qualidade e transparência nos processos decisórios relacionados, e uma interlocução qualificada nas discussões sobre o que é melhor para Salvador.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E.S. et al. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. 1-12, 2021.

ALMEIDA, E. S.; OLIVEIRA, F. R.; NASCIMENTO, F. R. A. Economia circular em Salvador – Bahia: Perspectivas para gestão e gerenciamento dos resíduos secos recicláveis. In: **Painel Salvador de Mudança do Clima**, Cadernos Temáticos, volume 1, 2020.

ANDRADE, M. C. S. Abordagem da sustentabilidade no Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Recicláveis da cidade de Crateús (CE). In: XAVIER, L. H.; JUCÁ, J. F. T.; MENEZES, R. S. C. **Gestão de resíduos sólidos no Nordeste do Brasil**. Recife: Editora UFPE, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. Abrelpe, São Paulo/SP. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2022>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.147, 2010a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 27 nov. 2022.

_____. Decreto nº 7.404/2010, de 23 dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. Decreto nº 5.940/2006, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006, pág. nº 4. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=5940&ano=2006&ato=5cfQTQ650MRpWTe3b>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. Decreto nº 10.936/2022, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-022/2022/decreto/D10936.htm>. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. Decreto nº 9.177/2017, de 23 de outubro de 2017. Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a política nacional de resíduos sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=9177&ano=2017&ato=21cMTSU1UeZpWT2f5>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Infraestrutura**. Brasília. 2022. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_INFRAESTRURA_PARA_OS_SERVICOS_RS_SNIS_2022.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2023.

CAMPOS, E. S. C. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos em Petrolina-PE. In: Mello, D. P. et al. **Resíduos sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

CANDIANI, G.; ATTANASIO JÚNIOR, M. R. O cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: barreiras para efetivação da política nacional. In: RODRIGUES, B. R. M. et al. **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos Socioambientais**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2023.

CARVALHO, J. T. A. **Política Nacional de Resíduos Sólidos e Rotas Tecnológicas de Reciclagem para a Cidade de Salvador**. 162 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CAVALCANTI, M. L. C.; CRUZ, A. D.; MOURA, I. A. A.; CAVALCANTI, R. S. T. Avaliação do Cenário jurídico e políticas públicas no setor de resíduos sólidos. In: NUNES, I. L. S.; EL-DEIR, S. G.; PESSOA, L. A. (Org.). **Resíduos sólidos: o desafio da gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019, v. 1, p. 21-30.

CHAGAS, A. M. S.; PEREIRA, L. B. C.; NÓBREGA, M. M. Avaliação da gestão de resíduos sólidos de estudos de casos em zonas rurais do estado de Pernambuco. In: ALMEIDA, I. M. S.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento**. Recife: EDUFRPE, 2022.

DANTAS, M. W. A.; LOPES, R. L.; RAMOS, J. B. E. A coleta seletiva na cidade do Natal-RN: uma avaliação utilizando índice de sustentabilidade. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 405-418.

EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DE SALVADOR (Limpurb). **Coleta de resíduos sólidos**. Limpurb, Salvador/BA. Disponível em: <<https://limpurb.salvador.ba.gov.br/coleta-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 18 maio 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama**. Censo 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama>>. Acesso em: 6 jul. 2023.

LIMA, A. S.; FREIRE, M. N. Implantação da coleta seletiva em escolas públicas do município de Marechal Deodoro – AL. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. Recife: Gampe / UFRPE, 2019.

LIMA, P. M. et al. *Environmental assessment of existing and alternative options for management of municipal solid waste in Brazil*. **Waste Management**, v. 78, p. 857-870, ago. 2018.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Revista de administração pública*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 24-51, jan./fev. 2018.

MEDEIROS, R.; XAVIER, L. H. Inovação e sustentabilidade na gestão de resíduos. In: XAVIER, L. H.; JUCÁ, J. F. T.; MENEZES, R. S. C. **Gestão de resíduos sólidos no Nordeste do Brasil**. Recife: Editora UFPE, 2018.

MORAIS, K. T. Projetos de lei temáticos em discussão: análise da tramitação da política nacional de resíduos sólidos. In: Mello, D. P. et al. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

OLIVEIRA, F. M. et al. Geração, coleta e destinação dos resíduos sólidos no município de Lagoa de

Dentro–PB. In: Mello, D. P. et al. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2021.

PEREIRA, J. C.; BARBOSA, M. F. N.; BARBOSA, E. M. Impactos socioeconômicos e ambientais da gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de Bernardino Batista-PB. In: RODRIGUES, B. R. M. et al. **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos Socioambientais**. Recife: EDUFRPE, 2023.

PLANO DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS DO CLIMA (PMANC). **Plano de Ação Climática Salvador 2020-2049**. Salvador/BA. 2020. Disponível em: <<http://www.prodeturssa.salvador.ba.gov.br/images/prodeturssa/documentos/PMAMC.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO INTEGRADO DE SALVADOR (PMSBIS). Produto F – Diagnóstico dos Serviços. **Primeira revisão do Produto Parcial F1 Diagnóstico dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**. Salvador/BA. 2022. Disponível em: <<http://www.seinfra.salvador.ba.gov.br/images/produtos/r03f1.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2023.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (PCS). **Programa Coleta Seletiva Salvador BA**. 2016. Disponível em: <<https://2013-2016-indicadores.cidadessustentaveis.org.br/br/BA/salvador/boa-pratica/357/programa-coleta-seletiva>>. Acesso em: 8 jul. 2023.

SÁ, A. C. N. et al. Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação de Programas de Coleta Seletiva: estudo de caso na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v. 28, p. 315-324, mar. 2023.

SILVA, A. C. et al. Programas municipais de coleta seletiva: contexto nacional. In: ALMEIDA, I. M. S.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento**. Recife: EDUFRPE, 2022.

SILVA, R. S. O. et al. Evolução da legislação ambiental brasileira a respeito da compostagem. In: RODRIGUES, B. R. M. et al. **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos Socioambientais**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2023.

SOMA NEGÓCIOS INCLUSIVOS LTDA (SO+MA.). **Mude seus hábitos e ganhe recompensa**. Disponível em: <<https://somasoma.com.br/#/inicio>>. Acesso em: 25 junho 2023.

STELLA, E. A. et al. Governança na coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: mapeamento dos atores presentes no município de São Paulo. *Rev. Cadernos de Campo*, Araraquara, n. 31, 2021, p. 141-176.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Parties to this Convention**. 1992. Disponível em: <https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2023.

VINENTE, T. B. et al. desafios e oportunidades para a implementação da política nacional de resíduos sólidos nos municípios do Baixo Amazonas. In: Mello, D. P. et al. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, 2019.

2.3 COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA COSTA DE ALAGOAS E PERNAMBUCO; DESAFIOS E AVANÇOS

Pedro Paulo Cabral de Lira Sobrinho Filho

Universidade de Pernambuco

pedroliralira3@gmail.com

Beatriz Mesquita Pedrosa Ferreira

Fundação Joaquim Nabuco

beatriz.mesquita@fundaj.gov.br

Simone Ferreira Teixeira

Universidade de Pernambuco

teixeirasf.upe@gmail.com

RESUMO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) busca uma gestão sustentável de resíduos sólidos, priorizando desde a sua não geração à disposição adequada. As cooperativas desempenham um papel central na promoção da Economia Circular, reduzindo o impacto ambiental da produção e descarte. A pesquisa compara as cooperativas de reciclagem em relação aos princípios da PNRS, analisando seus desafios e impactos após 13 anos de implementação. Com isso, estas enfrentam desafios operacionais e estruturais, como número insuficiente de associados e infraestrutura precária. A relação com autoridades locais varia, afetando a colaboração. A diversificação de atividades é uma abordagem adaptativa na gestão de resíduos. As cooperativas têm potencial para impactar positivamente a gestão de resíduos, mas requerem parcerias, educação ambiental e apoio institucional para fortalecer seus esforços em consonância com a PNRS. A análise ressalta a importância da cooperação, investimento e alinhamento com políticas nacionais para uma gestão eficaz e sustentável de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável; Economia Circular; Impactos sociais.

1. INTRODUÇÃO

Em muitos municípios urbanos do Brasil, surge a preocupação relacionada à disposição inadequada de Resíduos Sólidos (RS). Essa ação, ao ocorrer no ambiente, resulta na contaminação do solo, da atmosfera e dos corpos d'água (ROCHA; ARAÚJO, 2021). Dentro desse cenário, no dia a dia da sociedade, observa-se um consumo constante e descarte acelerado (MARCUCI; BORGES, 2023).

Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) traz diretrizes quanto à gestão de RS, com conceitos de priorização dos resíduos, desde a não geração até à disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010). Esta é fundamentada no conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, abrangendo o setor empresarial (fabricantes, importadores, comerciantes), o poder público e segmentos da sociedade.

Essa abordagem faz desses resíduos um ativo econômico que gera oportunidades de trabalho, impulsionando a indústria de reciclagem. Nesse contexto, destaca-se o papel central das cooperativas de reciclagem, que desempenham um papel prioritário na implementação de coletas seletivas e na promoção da Economia Circular (EC) (LONGO et al., 2019).

A Cooperativa de Reciclagem, com sua atuação, está atrelada aos três pilares fundamentais do conceito de sustentabilidade: ambiental, econômico e social. No âmbito ambiental, a reciclagem desempenha um papel significativo ao contribuir para a redução dos resíduos descartados, a diminuição da demanda por matérias-primas virgens e a mitigação das emissões de gases poluentes (LONGO et al., 2019).

A reciclagem de diferentes materiais pelas cooperativas, desempenha um papel crucial na conservação de energia elétrica e recursos fósseis, resultando na diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO₂). Ele é um dos principais gases que contribui para a intensificação do efeito estufa, impulsionando mudanças climáticas e degradação ambiental à medida que sua concentração aumenta na atmosfera. Portanto, a reciclagem desempenha um papel vital na mitigação desses impactos, promovendo a sustentabilidade ambiental (BAIERLE, 2020).

Apesar do aumento no número de catadores na coleta, eles enfrentam desafios de trabalho significativos. A falta de reconhecimento por parte das autoridades e da população resulta em discriminação e exclusão social, gerando sérios problemas (AGOVINO; MUSELLAB, 2020). Além disso, a falta de segurança no trabalho é uma preocupação, pois os catadores correm riscos ao manipular resíduos sem equipamentos de proteção adequados. De acordo com Oliveira e Oliveira (2015), os catadores trabalham em condições precárias, sem proteção, tornando-se vulneráveis a doenças devido à exposição a pragas e materiais inadequadamente descartados.

Com a implementação da PNRS, ocorreu um estímulo financeiro para a formação e regulamentação das cooperativas de reciclagem. Entretanto, decorridos 13 anos desde sua implantação, o cenário tem se modificado. Por essa razão, o objetivo deste estudo é analisar o progresso e os obstáculos enfrentados pelas cooperativas de reciclagem após esse período de vigência da política.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Panorama Global e Desafios Locais quanto ao descarte de resíduo

Conforme a Organização das Nações Unidas (ONU), a produção global de Resíduos Sólidos atinge dois bilhões de toneladas anualmente. É notável que os países mais desenvolvidos são os maiores geradores, mas paradoxalmente têm maiores recursos para abordar essa questão, juntamente com uma maior consciência ambiental e avanços tecnológicos (ARRUDA, 2023). De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2021), o Brasil enfrenta significativamente esse desafio, com um total de 82,5 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos produzidos em 2020.

Desse volume, aproximadamente 92,2% (76,1 milhões de toneladas) foram coletados, enquanto 7,8% (10,24 milhões de toneladas) de resíduos ficaram sem coleta direta de locais de origem. A gestão de Resíduos Sólidos no país revela carências significativas, uma vez que apenas cerca de 60,2% desses resíduos foram adequadamente destinados a aterros sanitários. Uma parcela preocupante de 39,8% ainda é despejada de maneira inadequada em lixões ou aterros controlados, afetando mais de 2.868 municípios. Essa prática imprópria contribui para a decomposição de resíduos orgânicos, uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa, incluindo o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Esses gases são notadamente mais prejudiciais do que o CO₂, sendo 25 vezes e 298 vezes mais impactantes, respectivamente (ABRELPE, 2021; ARRUDA, 2023).

2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Vidiri (2020) aponta que o entendimento adequado da gestão de Resíduos Sólidos surgiu após a disseminação de conceitos de desenvolvimento sustentável, especialmente na Eco 92. No contexto brasileiro, a abordagem inicial focava na limpeza urbana, coleta e disposição final sem considerar as dimensões socioeconômicas, ambientais e legais. Esse cenário aumentou a necessidade de uma gestão responsável abrangendo todas as etapas da cadeia produtiva, baseada em políticas ambientais definidas por leis e regulamentações.

Para efetivar essa mudança de paradigma e enfrentar os desafios relacionados aos RS o Brasil conta com uma importante ferramenta, a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa legislação estabelece diretrizes e instrumentos para a gestão adequada dos resíduos em todo o país, visando a proteção da saúde pública, a preservação do meio ambiente e a promoção da sustentabilidade (BRASIL, 2010).

A PNRS enfatiza a desativação e recuperação de lixões para diminuir os impactos no ecossistema onde estão localizados. Além disso, promove a participação social e busca integrar os catadores no processo de gerenciamento de RS do município. Para garantir que os catadores não percam suas fontes de renda e tenham uma atividade mais digna, a implementação de formação e expansão de cooperativas, assim como outras configurações associativas, entre os catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) ressalta que a PNRS coloca o Brasil em um nível de paridade com países desenvolvidos em relação ao quadro legal e introduz uma

inovação ao incluir catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto no contexto da Logística Reversa quanto na EC (BRASIL, 2015a).

A logística reversa surge como uma abordagem inovadora, focando na gestão e execução do retorno de produtos e materiais após sua comercialização e utilização, resultando na adição de valor a esses recursos. No âmbito econômico, ambiental e social, essa abordagem emergente desempenha um papel altamente significativo na reutilização de produtos e materiais após seu ciclo de vida original, atenuando os danos ambientais associados à grande quantidade de produtos fabricados pelos complexos industriais (SILVA, 2019).

A EC busca maximizar a utilização sustentável e o valor dos recursos, eliminando desperdícios e beneficiando tanto a economia quanto o meio ambiente. Essa abordagem difere da prática atual de uso e descarte de recursos. A EC se baseia em um modelo regenerativo com energia renovável e reintegração de materiais em ciclos produtivos ou biológicos (SANTOS, 2018). A EC surge como alternativa para a destinação eficiente de RS, reintegrando-os à cadeia produtiva, aumentando a vida útil dos subprodutos e reduzindo o desperdício (EMF, 2012; HOUSE OF COMMONS, 2014; SMOL et al., 2015; RUIZ et al., 2015).

2.3 Gestão de Cooperativas de Reciclagem

A prática de reciclagem tem sido identificada como uma estratégia de importância na administração dos resíduos urbanos. A separação dos materiais passíveis de serem reciclados não apenas prolonga a vida útil dos aterros sanitários, mas também reduz a carga financeira sobre os cofres públicos e a exploração dos recursos naturais (ARAGÃO JÚNIOR et al., 2022). Essa abordagem também possibilita às indústrias diminuir seus custos, permitindo que produtos retornem ao ciclo econômico. Em termos sociais, a reciclagem fortalece o engajamento comunitário de pessoas envolvidas diretamente na coleta e seleção, o que cria oportunidades de emprego e renda através da venda dos produtos (AGOVINO; MUSELLAB, 2020).

De acordo com o MMA (2012), os catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis estão envolvidos na coleta seletiva, triagem, classificação, processamento e comercialização desses materiais, contribuindo significativamente para a cadeia de reciclagem. Apesar das condições precárias de trabalho em que muitas vezes atuam, os catadores trabalham de forma individual nas ruas e lixões, ou coletivamente em cooperativas.

A melhoria da redução da eliminação de RS permite a reintrodução dos produtos na cadeia econômica, resultando na diminuição da contaminação do solo, da água e da atmosfera (QUEIROZ ANDRADE et al., 2023). Com isso, fortalecem associações e cooperativas, criando e estimulando oportunidades de emprego e fontes de renda (ALVES et al., 2019).

Desde o final dos anos 1980, houve um esforço conjunto do setor público, privado e da sociedade civil para dar espaço e voz aos catadores de materiais recicláveis, elevando sua influência nas Políticas de Resíduos Sólidos (PEREIRA; TEIXEIRA, 2011). No início dos anos 2000, uma conjuntura política favorável permitiu avanços significativos, como em 2002, que a ocupação de catador foi oficialmente reconhecida pelo Ministério do

Trabalho e Emprego por meio da inclusão na Classificação Brasileira de Ocupações, e a formação do Movimento Nacional de Catadores (MNCR), que desempenhou um papel chave na inclusão da contratação direta de organizações de catadores para a coleta seletiva municipal na Lei nº 11.445, sem necessidade de licitação pública (PISANO; DEMAJOROVIC; BESEN 2022; INCOPE, 2020).

A reciclagem é fortemente apoiada pelos catadores, que desempenham um papel fundamental. Eles se enquadram em diversas categorias, abrangendo desde pequenos grupos que atuam de forma independente, muitas vezes sem proteção ou condições higiênicas adequadas, até grandes empresas que operam com maquinário sofisticado, veículos e controle de processo (IQUEIRA et al., 2018).

2.4 PNRS e Cooperativas de Reciclagem

Segundo a PNRS, os catadores foram oficializados como participantes vitais na gestão de resíduos, elevando sua inclusão socioeconômica e valorizando sua atuação, transformando sua posição de marginalização em empoderamento. Além disso, a política impulsiona a criação e desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores, oferecendo apoio técnico, financeiro e legal, resultando em oportunidades de trabalho digno, renda e melhores condições de vida, além de incentivar a formalização das atividades.

A lei fomenta a criação de um mercado para materiais recicláveis, promovendo a circulação de resíduos e gerando renda através da comercialização desses materiais. As cooperativas de reciclagem são beneficiadas por essa dinâmica, podendo vender materiais recicláveis e oferecer serviços de coleta seletiva (BRASIL, 2010).

A política prevê a capacitação dos catadores e colaboradores das cooperativas, visando à melhoria da qualidade dos serviços e à adoção de práticas mais sustentáveis e seguras. Isso promove a profissionalização dos catadores e aprimora a gestão das cooperativas, contribuindo para uma abordagem mais eficaz na gestão de resíduos (BRASIL, 2010).

A introdução do conceito de “responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” pela PNRS envolve uma ampla gama de atores na gestão sustentável de resíduos, desde fabricantes até consumidores, incentivando programas de logística reversa, nos quais as cooperativas de reciclagem desempenham um papel central (BRASIL, 2010).

2.5 Redução de Resíduos Sólidos e Mudanças Climáticas

A problemática dos RS assume um papel significativo na degradação ambiental, uma vez que sua disposição inadequada no solo contribui para a proliferação de vetores transmissores de doenças infecciosas. Consequentemente, a geração de resíduos representa um dos desafios da sociedade contemporânea (CASTRO et al., 2020).

De acordo com a Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC, o setor de Resíduos emitiu aproximadamente 65.954 Gg de CO₂ em 2016, indicando um notável aumento de 16,4% em relação ao relatório de 2010. Nesse contexto, segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) (2020), a disposição inadequada de resíduos

sólidos desempenhou um papel predominante nas emissões do setor, contribuindo com 59,1% do total em 2016.

A prática da segregação de resíduos desempenha um papel na redução da quantidade inadequadamente descartada. Com os eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, alagamentos, deslizamentos, temperaturas extremamente altas e baixas, as ações humanas têm repercussões que não se limitam apenas aos indivíduos, mas afetam toda a sociedade de forma generalizada (MEIRELES, 2023).

O papel desempenhado pelos catadores tem sua devida importância, contribuindo não apenas para prolongar a vida útil dos aterros, mas também para mitigar o impacto ambiental decorrente desses resíduos. É evidente que o trabalho dos catadores de materiais recicláveis resulta na significativa redução de 59% a 62% das emissões anuais de CO₂ (MESQUITA, 2021).

3 METODOLOGIA

No estado de Alagoas, os municípios objeto de análise abrangem Piaçabuçu, Penedo e Porto Calvo, com áreas totais de 243,686 km², 688,452 km² e 313,231km², respectivamente. Por sua vez, no estado de Pernambuco, os municípios analisados são Barreiros e Ilha de Itamaracá, com áreas totais de 233,433 km² e 313,231 km², respectivamente. Os indicadores socioeconômicos e demográficos referentes a esses municípios, que constituem os territórios das Cooperativas de Reciclagem (Tabela 1).

Tabela 1 - População no último censo, porcentagem da população urbana e rural, área total e IDH, dos municípios de Piaçabuçu, Penedo, Feliz Deserto, Porto Calvo e Ilha de Itamaracá

Estado	Alagoas			Pernambuco	
Município	Piaçabuçu	Penedo	Porto Calvo	Barreiros	Ilha de Itamaracá
População no último censo [2022] (hab.)	15.897	58.647	24.071	40.121	24.540
População Urbana [2010] (%)	60,7	74,5	78,6	83,4	78
População Rural [2010] (%)	39,3	25,4	21,3	16,5	22
Densidade Demográfica [2022] (hab./km ²)	65,24	36,01	76,85	171,87	371
Área Territorial [2022] (km ²)	243,69	688,45	313,23	233,43	313,23
IDHM [2010]	0,572	0,565	0,586	0,586	0,653
PIB per capita [2020] (R\$)	22.625,85	26.532,93	12.528,51	10.675,18	9.751,91

Legenda: IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano
Fonte: IBGE (2010 e 2023)

Para a condução desta pesquisa, adotou-se uma abordagem por meio de questionários e entrevistas, as quais ocorreram no período compreendido entre outubro de 2022 e julho de 2023. Essas interações foram realizadas de maneira presencial, com

lideranças das cooperativas de reciclagem nos municípios de Penedo, Piaçabuçu, Porto Calvo, Barreiros e Ilha de Itamaracá. Estes quatro primeiros municípios estão situados no estado de Alagoas, enquanto os dois últimos pertencem ao estado de Pernambuco.

As entrevistas foram agendadas e conduzidas de acordo com a disponibilidade dos participantes, sendo todas registradas para análise posterior. A fim de proporcionar uma compreensão abrangente, a pesquisa adotou uma triangulação metodológica, combinando os métodos de pesquisa documental, observação sistemática e entrevistas. A escolha da triangulação se baseia na busca por uma análise abrangente, considerando tanto perspectivas objetivas, quanto subjetivas. Dado o caráter interdisciplinar da pesquisa, essa técnica contribuirá para aprimorar a qualidade e a profundidade dos dados obtidos (MINAYO, 2008).

Este estudo passou por avaliação ética, sendo submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, bem como pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), garantindo a integridade e legalidade da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As entrevistas foram realizadas com 5 lideranças de Cooperativas de reciclagem, uma de cada município, sendo 4 homens e 1 mulher. Há uma variedade de cenários e desafios dentro do âmbito da gestão de RS (Tabela 2). Cada cooperativa destaca particularidades distintas, com conquistas, como também áreas onde podem aprimorar. A correlação com os princípios e objetivos da PNRS facilita a identificação de pontos de concordância e oportunidades para uma sintonia com as orientações nacionais voltadas à gestão sustentável de resíduos.

Tabela 2 - Comparativo da Situação das Cooperativas de Reciclagem no município de Penedo, Piaçabuçu, Porto Calvo, Barreiros e Ilha de Itamaracá

Porto Calvo, Barreiros e Ilha de Itamaracá					
Estado		Alagoas		Pernambuco	
Município	Penedo	Piaçabuçu	Porto Calvo	Barreiros	Ilha de Itamaracá
Cooperativas de Reciclagem	Recicla Penedo	ALECONS	Cooperativa Alagoana de Material Reciclável	Associação de Catadores de Reciclagem Bom Jesus	Agente Ecológico Pró-Ilha
Principais atividades da instituição	Coleta e venda dos resíduos sólidos coletados	Coleta de óleo de cozinha; Produção e venda de sabão pela reciclagem	Coleta, separação e venda dos resíduos sólidos coletados	Coleta dos resíduos sólidos	Coleta dos resíduos sólidos
Pessoas associadas na instituição (homens; mulheres)	5 (5; 0)	26 (13; 13)	14 (7; 7)	16 (3; 13)	6 (6; 0)
Abrangência das atividades	Município e povoado de Penedo	Piaçabuçu; Do Peba ao Povoado Penedinho	Maragogi; Japaratinga; São Miguel do Quitunde; Porto de	Barreiros	Ilha de Itamaracá

			Pedra; Porto de Rua; Porto Calvo		
Principais desafios da instituição	Roubo de equipamentos; falta de conscientização da população; dificuldade de acesso.	Escassez de recursos financeiros; pouco apoio da Prefeitura; pouca participação da comunidade	Dificuldade em manter a estrutura da sede e coletar os resíduos sólidos	Dificuldade em manter a estrutura da sede e carroças	Dificuldade em manter a estrutura da sede; Dificuldade em regularizar o CNPJ
Principais conflitos da instituição	Nenhum	Nenhum	Com Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município	Falta de água na sede; Problemas com enchentes	Nenhum
Fiscalização	O próprio fiscal da Associação; Fiscalizam a sede, cobram as demandas	Nenhuma	Nenhuma	Prefeitura informa quais as irregularidades e mostra como melhorar	Ministério Público fiscalizam para ajudar
Participação da Prefeitura	Doação de EPIS; Cesta básica; Auxílio financeiro	Nenhuma	Nenhuma participação, porém, já foi solicitado contratar a cooperativa para a coleta seletiva	Auxilia financeiramente com R\$ 300; Capacitação e formação dos associados	Pedem capa de chuva, calça, bota e EPIS; Cesta básica no final de ano. Geralmente os pedidos não são aceitos

Legenda: ALECONS - Associação de Jovens Recicladores Rurais Leilton da Conceição Santos

Os desafios operacionais e estruturais constituem um ponto comum entre as cooperativas, abrangendo a manutenção de infraestruturas adequadas e a superação de obstáculos como furtos de equipamentos e dificuldades de acesso de coleta dos RS. Essas dificuldades apontam para a necessidade de apoio financeiro, logístico e regulatório, a fim de otimizar as operações e a eficiência das cooperativas. Tal contexto está em conciliação com a diretriz da PNRS em estimular investimentos na infraestrutura de gestão de resíduos. Algumas cooperativas enfrentam um baixo número de associados devido à insatisfação com a renda mensal, o que revela a escassez de reconhecimento e oportunidades para obter uma fonte básica de renda.

De acordo com Pisano, Demajorovic e Besen (2022), ações setoriais que englobam os catadores, pela expansão de Pontos de Entrega Voluntária, o aprimoramento da formação técnica e a disponibilização de equipamentos destinados às cooperativas, são inadequadas para provocar uma mudança significativa na situação vulnerável das cooperativas, especialmente considerando a ausência ou interrupção de políticas públicas substanciais.

A relação com as autoridades locais revela variações entre as cooperativas, enquanto algumas buscam equipamentos de proteção individual (EPIs) e recursos essenciais para garantir a segurança e o bem-estar dos membros. Embora Recicla Penedo, Associação de Catadores de Reciclagem Bom Jesus e Agente Ecológico Pró-Ilha demonstrem alguma forma de colaboração com a prefeitura, Cooperativa Alagoana de Material Reciclável e ALECONS enfrentam desafios nesse aspecto. A colaboração efetiva entre cooperativas e

autoridades locais reflete um dos pilares da PNRS, visando ao apoio e ao alcance de metas sustentáveis. Entretanto, os desafios na aprovação de certos pedidos solicitados à prefeitura podem sugerir a necessidade de um diálogo mais eficiente com o poder público para assegurar uma parceria mais robusta.

A variedade de atividades é uma característica presente nas cooperativas, abrangendo desde a coleta e comercialização de resíduos até a produção de sabão a partir de óleo de cozinha. Como citado por Pisano, Demajorovic e Besen (2022), a comercialização conjunta de materiais recicláveis foi identificada como uma motivação chave para a formação das cooperativas. Essa diversificação de atividades mostra uma abordagem adaptativa para a gestão de resíduos, podendo contribuir para a diminuição da geração de resíduos e para a valorização desses materiais, alinhando-se com os princípios da PNRS, como a promoção da EC.

O envolvimento comunitário e a sensibilização emergem como aspectos cruciais, variando nos diferentes níveis de engajamento da comunidade. Enquanto a Associação de Catadores de Reciclagem Bom Jesus enfrenta desafios em relação à conscientização e participação local, a Recicla Penedo e a Cooperativa Alagoana de Material Reciclável exibem uma conexão mais profunda nas comunidades, contribuindo para uma transformação gradual das mentalidades em relação aos RS. Essa dinâmica está em sintonia com o propósito da PNRS de incitar a participação da sociedade na gestão de resíduos.

5 CONCLUSÕES

As cooperativas de reciclagem demonstram um potencial significativo para impactar positivamente o cenário de RS. As oportunidades de parcerias, educação ambiental, envolvimento da comunidade e apoio institucional são áreas que podem ser exploradas para expandir a atuação e a influência das cooperativas, fortalecendo seus esforços em linha com os objetivos da PNRS.

Em conjunto, a análise das cooperativas e sua comparação com a PNRS ressaltam a importância do apoio, do investimento e do alinhamento com políticas nacionais para alcançar uma gestão eficaz e sustentável de RS. Cada cooperativa enfrenta desafios específicos que requerem abordagens personalizadas, mas todas compartilham o objetivo de contribuir para um ambiente mais limpo e sustentável, em sintonia com os princípios da legislação nacional.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. Abrelpe, São Paulo/SP. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>.

AGOVINO, M., MUSELLAB, G. Separate waste collection in mountain municipalities. A case study in Campania. **Land Use Policy**, v. 91, n. 104408, 2020.

ALVES, K. F.; ALONSO, N. B.; ANDRADE, N. L. R. de; RIBEIRO, J. G. de S.; Riscos ocupacionais de uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis em JI-Paraná-RO. In: Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos Sustentabilidade (CONRESOL), 1., Gramado, 2019. **Anais Eletrônicos**. Disponível em:

<https://docplayer.com.br/107527135-Riscos-ocupacionais-de-uma-cooperativa-de-catadores-de-materiais-reciclaveis-em-ji-parana-ro.html>.

ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; ARAÚJO, V. G. M. de; ASSIS, P. H. R. de; EL-DEIR, S. G. Resíduos domiciliares recicláveis; desafios na gestão de resíduos urbanos durante a pandemia da covid-19. In: ALMEIDA, I. M. S. de; SILVA, K. A. da; EL-DEIR, S. G. (org.). **Resíduos Sólidos: Gestão e gerenciamento**. 1. ed. Recife: EDUFRPE e Gampe/UFRPE, 2022. p. 215–227.

ARRUDA, M. F. de A.; TREVIZAN, A. F. C. Governança na gestão de resíduos sólidos no Brasil. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. Ano 2023. Capítulo 2, p. 38-55. ISBN: 978-65-86547-89-4.

BAIERLE, D. C. Resíduos sólidos urbanos e reciclagem: estudo sobre as emissões de dióxido de carbono. **Universidade La Salle**, 2020. Disponível em: <http://svr-net20.unilasalle.edu.br/handle/11690/1666>.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm.

BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). Acordo Setorial de Embalagens em Geral. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF. 2015a. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/web/guest/embalagens-em-geral>.

CASTRO, T. C. S. de; PIMENTA, S. S.; PIMENTA, A. C. S.; LEMOS, J. N. A. Caracterização ambiental da área de disposição de resíduos sólidos em Alcântara – MA. In: SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. Ano 2020. p. 425-436. ISBN: 978-85-7946-358-7.

CBO 519205 - **Catador de material reciclável** - Classificação Brasileira de Ocupações. Ocupacoes.com.br, 2023. Disponível em: <https://www.ocupacoes.com.br/cbo-mte/519205-catador-de-material-reciclavel>.
DEMAJOROVIC, J.; MASSOTE, B. Acordo setorial de embalagem: Avaliação à luz da responsabilidade estendida do produtor. **Revista de Administração de Empresas**, v. 57, p. 470-482, 2017.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. **Isle of Wight: EMF**, 2012.

FERREIRA, L.; MONARO, D. L. G. Plens, A. C. de O. A importância da Economia Circular para produtos feitos à base de polímero: uma análise de conteúdo / The importance of circular economy for polymer products: a content analysis. **Brazilian Journals of Business**, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/23307/18739>.

GUARNIERI, P.; SILVA, L. S.; VIEIRA, B. O. How to Assess Reverse Logistics of E-Waste Considering a Multicriteria Perspective? A Model Proposition. **Logistics**, v. 4, n. 4, p. 25, 2020. <https://doi.org/10.3390/logistics4040025>.

HOUSE OF COMMONS. Growing a circular economy: Ending the throwaway society. HC-214. **Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee**, 2014.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, ECONÔMICAS E SOCIAIS APLICADAS (INCOPE) - UFOP. 2020. MNCR - **Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis**. Disponível em: <https://incop.ufop.br/news/mncr-movimento-nacional-dos-catadores-de-materiais-recicl%C3%A1veis>.

IQUEIRA, Á. N.; SANTOS, A. P.; CYSNEIROS, M. dos S. M.; SELVA, V. S. A questão dos resíduos sólidos: tecendo teias para uma educação ambiental na educação básica. In: SILVA, R. C. P. da; SANTOS, J. P. de O.; MELLO, D. P. de; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: tecnologias e boas práticas de Economia Circular**. Ano 2018. p. 272-285. ISBN: 978-85-7946-314-3.

LONGO, G. L.; NUNES, A. O.; BARRIOS, C. C. ; PAIVA, J. M. F.; MORIS, V. A. S.. Comparison of Greenhouse Gas Emissions in a Cooperative of Recycling of Materials. **Revista Virtual de Química**, v. 11, p. 190-209, 2019. Disponível em: http://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1016.

BARROSO, L. F. de L. **Contribuições ao plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo**. 2013. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. DOI: 10.11606/T.18.2013.tde-27052015-163113.

MARCUCI, J. C.; BORGES, A. C. G. Plásticos: um desafio para a reciclagem. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. Recife, 2023. p. 323-337. ISBN: 978-65-86547-89-4.

MEIRELES, J. F. O Planejamento Urbano na Gestão de Resíduos Sólidos e Mudanças Climáticas. **Revista Pleiade**, 2023. v. 17, n. 38, p. 05-12. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/901>.

MESQUITA, J. L. C. **A reciclagem de resíduos sólidos como estratégia para a redução das emissões de gases tóxicos do efeito estufa: um estudo de caso em Cooperativas de reciclagem no Distrito Federal**. 2021. 28 f. Dissertação (Bacharelado em Saúde Coletiva) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

MINAYO, M. C. S. O Desafio do conhecimento. **Editora Hucitec**, São Paulo, 2008. p. 361-363. ISBN: 978-85-271-0181-3.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC: Sumário Executivo**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-mcti/quarta-comunicacao-nacional-do-brasil-a-unfccc/sumario_executivo_4cn_brasil_web.pdf.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Catadores de Materiais Recicláveis**. Mma.gov.br, 3 maio. 2012. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis>.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial**. ONU, Brasília/DF. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/81186-humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial>.

PEREIRA, M. C. G.; TEIXEIRA, M. A. C. (2011). A inclusão de catadores em programas de coleta seletiva: da agenda local à nacional. **Cadernos Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas**.BR, 9(3), 895–913. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512011000300011>.

PISANO, V.; DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R. Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil: perspectivas das redes de cooperativas de catadores. **Ambiente & Sociedade**, 2022. v. 25. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/GrwgLFsObf7dNSXB64GqVTg/?lang=pt#>.

QUEIROZ, G. K. L. A.; SILVA, M. N. dos S.; ALCANTARA, W. D. S.; PACHECO, A. P. L.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. Descarte da palha do milho em época junina: estudo de viabilidade da utilização como fonte de renda para pequenos artesãos. In: GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: desafios no manejo**. Ano 2023. p. 62-76. ISBN: 978-65-980-133-0-1.

ROCHA, F. M. P.; ARAÚJO, G. C. de. Avaliação e participação dos usuários da coleta seletiva de materiais recicláveis. In: MENEZES, N. S. de; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; ALMEIDA, I. M. S. de (Orgs.). **Resíduos Sólidos: educação e meio ambiente**. 1ed. Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2021. p. 724 - 737. ISBN: 978-65-86547-21-4.

RUIZ, S. N.; CASTRO, H. N.; BERRA, A. V.; PEREZ, M. G. RECYCLING OF WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT AS A STRATEGIC LINE TANGENTIAL OF CIRCULAR ECONOMY. **European Scientific Journal**, ESJ, v. 11, n. 7, 30 Mar. 2015.

SANTOS, J. P. de O.; SILVA, E. V. L.; SOUZA, A. L.; EL-DEIR, S. G. Economia Circular como via para minimizar o impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos. In: SILVA, R. C. P. da; SANTOS, J. P. de O.; MELLO, D. P. de; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: tecnologias e boas práticas de Economia**

Circular. Ano 2018. p. 8-17. ISBN: 978-85-7946-314-3.

SILVA, B. M. L. A.; SANTOS, P. R. dos; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. Adequação do lixão e implantação do aterro sanitário de Iati - PE. In: GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos**: desafios no manejo. Ano 2023. p. 285-295. ISBN: 978-65-980-133-0-1.

SILVA, F. S.; LINS, E. A. M.; MELO, D. C. P. de; FIRMO, A. L. B. A logística reversa do politereftalato de etileno; estudo de caso em Suape – PE. In: NUNES, I. L.S.; PESSOA, L. A. (Orgs.). **Resíduos Sólidos**: os desafios da gestão. Ano 2019. p. 228-240. ISBN: 978-85-7946-336-5.

SMOL, M.; KULCZYCKA, J.; HENCLIK, A.; GORAZDA, K.; WZOREK, Z. The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 95, p. 45–54, 2015.

VIDIRI, A.; QUEIROZ, A.; VIEIRA, E.; CARVALHO, C.; BARBOSA, C. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Um Estudo sobre a Importância das Cooperativas de Catadores de Material Reciclável na Logística Reversa. 1ª ed. **Editora Conhecimento Livre**. Piracanjuba-GO, 2020. ISBN 978-65-89145-17-2.

2.4 CENTRAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NA UFPE: UM PROJETO PILOTO

Edvânia Maria Pereira Serafim
UFPE
edvania.serafim@ufpe.br

Camila Claudino de Souza
UFPE
camila.csouza@ufpe.br

José Geraldo Andrade Pacheco
UFPE
jose.pacheco@ufpe.br

Maria Betânia Melo de Oliveira
UFPE
maria.bmoliveira@ufpe.br

RESUMO

Alinhada às necessidades ambientais, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) implantou o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ), desenvolvendo várias ações ao longo dos anos. O presente estudo faz parte de uma dessas ações e corresponde a um projeto piloto que busca aprimorar este PGRQ por meio da seleção e uso adequado de um local (Central) direcionado à Gestão de Resíduos Químicos (CGRQ) no *Campus* Recife da UFPE. O método utilizado foi de caráter descritivo, com escolha de um local para realizar o armazenamento temporário e a segregação dos resíduos químicos (RQ) por compatibilidade química. Como resultado, o atendimento aos laboratórios seguiu a programação pré-estabelecida, validando os pedidos de coleta realizados através do Sistema Eletrônico da Instituição - SIPAC, com o recolhimento e triagem segura e sistemática dos RQ. Ao final, foram coletados 8080,6 kg de RQ gerados em 73 laboratórios. A realização da atividade foi exitosa, representando uma melhoria na qualidade dos procedimentos realizados e fortalecimento da campanha desenvolvida na instituição, com adesão significativa de 96% dos atendimentos realizados via SIPAC.

PALAVRAS-CHAVE: Descarte de Resíduos, Gestão Ambiental, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Uma das consequências devastadoras provenientes das ações antrópicas é a acelerada geração de Resíduos Sólidos (RS) que impacta o meio ambiente gerando uma crise ambiental. “A estimativa de Resíduos Sólidos Urbanos no mundo é em torno de 1,4 bilhão de toneladas segundo a Organização das Nações Unidas” (SZIGETHY; ANTENOR, 2020). Apenas no âmbito nacional, conforme aponta o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2022, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), a geração de resíduos foi de aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, o que corresponde a 1,043 kg de resíduos por brasileiro/dia. Como se não fosse suficiente a elevada geração de resíduos por brasileiro/dia, a sua destinação correta não acompanha o crescimento do volume produzido no país (PAZ et al. 2021). Sendo descartado de maneira inadequada 61% de tudo que é coletado (ABRELPE, 2022).

Diante do exposto, é compreensível a urgência de toda a sociedade civil para reformular e reinventar alternativas que levem ao gerenciamento adequado dos mais diferentes tipos de resíduos. No Brasil, o dispositivo legal criado com essa finalidade é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi instituída pela Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010). A PNRS coloca o Brasil em consonância com a agenda ambiental de países desenvolvidos, avançando no âmbito da sustentabilidade ao estabelecer ferramentas necessárias para o manejo adequado dos resíduos sólidos (SANTOS et al., 2021).

Quando se trata de Resíduos Químicos (RQ), tendo em vista a periculosidade de suas características, a PNRS classifica-os como resíduos perigosos, exigindo regulamentação com características específicas relativas ao plano de gerenciamento (BRASIL, 2010). Assim, a administração correta no manejo dessas substâncias, por qualquer que seja a unidade geradora, se faz mais exigente, sob risco de promoção de severos prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. Alinhadas a essa tendência, estão as instituições acadêmicas que, apesar de em alguns casos, devido aos muitos desafios que enfrentam, tornarem-se apenas locais de confinamento sem qualquer estrutura para gerir os resíduos que produzem (NASCIMENTO; REIS, 2020), estão cada vez mais conscientes de sua responsabilidade socioambiental (OLIVEIRA et al., 2020).

Na UFPE o manejo e a destinação final desses resíduos vem sendo gerenciado conforme a PNRS, pela Diretoria de Sustentabilidade Ambiental (DSA) da Superintendência de Infraestrutura - SINFRA, através do já implantado Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ), com ações que visam priorizar a sustentabilidade dentro do *Campus* (SILVA et al., 2019).

Apesar dos inúmeros avanços conseguidos a partir de sua implantação, ainda inexistente um local/“abrigo” de armazenamento temporário para esses RQ, os quais até o momento são armazenados nos próprios laboratórios e coletados anualmente por empresa terceirizada, o que implica em dificuldades logísticas, visto que são 243 laboratórios cadastrados no SIPAC apenas no *Campus* Recife, distribuídos em torno de 30 edifícios. Essa realidade representa prejuízos com a perda de espaço físico e o risco químico para os seus usuários, demandando uma ação com alto planejamento operacional e logístico, que evite o insucesso da coleta.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um projeto piloto na UFPE que visa testar o aprimoramento do sistema de gestão de RQ através do estabelecimento de um Centro de Gestão de Resíduos Químicos - CGRQ no *Campus Recife*. O intuito é buscar maior eficiência no procedimento de coleta de RQ da instituição, garantindo o menor dano ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos, Mudanças Climáticas e os ODS

A questão climática global vem repercutindo intensamente nos ciclos de debates ambientais pela dimensão das consequências negativas que gera no planeta. O esforço de gerações de cientistas estabeleceu o consenso de que o aumento das concentrações de Gases de Efeito Estufa (GEE) resulta nas perturbações do aquecimento global (MARQUES, 2019). A problemática dos resíduos sólidos também é responsável por implicações nas mudanças climáticas a partir das emissões desses gases. Por isso as boas práticas na sua gestão, apesar de representar um percentual proporcionalmente baixo no total de emissões globais (4-5%), promovem benefícios que interferem positivamente na qualidade de vida das pessoas e deixam menos onerosos os serviços de saúde (ABRELPE, 2022; MEIRELES, 2023). Além disso, o setor de resíduos possui grande potencial de redução ou não emissão desses gases quando comparado aos demais setores. Isso pode ser exemplificado em duas situações: a recuperação de gases nos aterros sanitários, que viabiliza a redução de GEE na atmosfera, e a compostagem de resíduos orgânicos, que impede a geração direta dessa emissão (ABRELPE, 2022).

Diante da emergência climática e das demais crises (política, social, econômica) que assolam o planeta, vários chefes de estado lançaram em conjunto, algumas medidas como agendas, protocolos de intenções e legislações voltadas para as questões socioambientais (BRONZERI; CUNHA, 2020). A Cúpula das Organizações das Nações Unidas (ONU) sobre o Desenvolvimento Sustentável criou em 2015 uma Agenda Mundial para a Sustentabilidade, firmada por 193 países-membros, na qual estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas a serem atingidas até o ano de 2030 (ONU, 2016). Especificamente para este estudo o destaque são os ODS de número 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis; e o de número 13 - Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

Para Almeida et al. (2021) e Ângelo e Silva (2023), o ODS 12 conecta a filosofia da Avaliação do Ciclo de Vida - ACV aos produtos, estimulando ações globais e locais, pautadas na atenção aos resíduos sólidos e na diminuição da emissão de gases poluentes, visando padrões de produção e consumo sustentáveis. Infelizmente, o cenário atual de alcance desse plano não tem se mostrado muito favorável no Brasil. Segundo o Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para Agenda 2030 (GTSC A2030, 2022), todas as suas metas e indicadores foram prejudicadas pelos últimos anos da política negativa do governo federal, marcada pela flexibilização do ordenamento jurídico ambiental e desmonte dos órgãos de controle, com redução da fiscalização e falta de dados atualizados sobre o contexto da produção e consumo consciente.

Sobre o ODS 13, relacionado à mitigação das catástrofes advindas do aquecimento global, Jacobi e Trani (2019) defendem que não se trata mais de um planejamento para o

futuro, mas de ações que precisam ser colocadas em prática imediatamente. No entanto, o relatório do Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 revelou que no Brasil, até 2022, a implementação deste ODS encontrava-se numa situação crítica, revelando precariedade na gestão das mudanças do clima e da sustentabilidade, dentre outras (GTSC A2030, 2022). O relatório atribui essa dificuldade à recente fragilização do arcabouço legal de proteção ambiental dos últimos 30 anos que, a partir da desconstrução da política ambiental nacional, sobretudo da política do clima, piorou drasticamente em 2020.

2.2 Resíduos Químicos

Santos e Lima (2019), alertam para os danos ambientais irreversíveis que o descarte inadequado dos resíduos químicos podem causar, uma vez que suas composições podem variar de sais inofensivos a compostos cancerígenos. Devido a essas peculiares propriedades dos compostos químicos e seu impacto para a saúde humana e o meio ambiente, muitas leis e normas auxiliares, em maior ou menor grau, vêm regulamentando essa temática no Brasil. A começar pela Constituição Federal, que impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente” (BRASIL, 1988, Art. 225, § 1º, alínea V). Há também a Lei nº 12.305/2010, que é a PNRS, norma principal sobre resíduos sólidos (BRASIL, 2010); além de outras normas auxiliares, como é o caso da Resolução n.º 5.232 da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT, 2016), que rege especificamente o transporte de resíduos perigosos e da NBR 13.221 da Agência Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2020), que versa sobre a regra geral acerca de transporte de resíduos.

Essa atualização na legislação se faz necessária para um conhecimento cada vez mais fiel sobre o tipo de substância a ser manipulada, o que pode induzir a melhor alternativa para a sua destinação final (OLIVEIRA et al., 2020). Diariamente os resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas variam em quantidades e características, necessitando, portanto, um diagnóstico e plano de ação como estratégias específicas de gerenciamento (CANDIANI; ATTANASI, 2023; GAUZA et al., 2020). Nessa direção, temos o conceito de resíduos químicos definido pela NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), que os coloca como resíduos perigosos categorizados como Classe 1, cujo nível de toxicidade, inflamabilidade, reatividade ou corrosividade pode estar presente (ABNT, 2004). Outra definição que corrobora a primeira aqui apresentada é a da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 358 que conceitua RQ como: “todo material contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade” (CONAMA, 2005, anexo I, item II).

Quanto à classificação, os RQ podem ser considerados não perigosos, perigosos, passivos ou ativos, e a depender dessa classificação podem contaminar as águas, o solo, os sedimentos, o ar e os seres vivos, quando descartados sem critérios e de forma inadequada (OLIVEIRA et al., 2020). Conforme conceito acima, para a NBR 10.004 (ABNT, 2004) os resíduos químicos enquadram-se na classificação de Perigosos da Classe 1 e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução RDC nº 222, os classifica como RSS do Grupo B, por serem resíduos contendo produtos químicos que apresentam periculosidade à saúde pública, ao meio ambiente e/ou à saúde do trabalhador

por suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade (ANVISA, 2018).

2.3 Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em Universidades

A PNRS propõe que o setor produtivo, os usuários e o poder público, se responsabilizem conjuntamente pela destinação final correta dos bens inservíveis (SILVA et al., 2021). Assim, essa lei exige que toda Instituição de Ensino Superior (IES), tanto quanto qualquer empreendimento público ou privado, seja responsável pelo gerenciamento dos resíduos que produz em suas atividades. Apesar dessas instituições de ensino gerarem baixo volume de resíduos, estes têm variabilidade complexa, devido à natureza e diversidade de suas atribuições (OLIVEIRA et al., 2020; RASMA et al., 2022). O que remete à necessidade de pensar sistemicamente num tratamento, que considere seu ciclo de vida e a mitigação dos impactos ambientais que possam causar (CANDIANI; ATTANASI, 2023; INTERAMINENSE et al., 2019). Assim, uma iniciativa relevante de uma instituição que traduz a atitude sustentável passa pela promoção da gestão integrada dos resíduos por ela produzidos. Exige-se, portanto, a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em suas dependências, possibilitando o efetivo acompanhamento de todas as etapas da gestão de resíduos, contemplando da geração à disposição final (PAZ et al., 2021).

Um dos tipos de resíduos produzidos pelas universidades que merecem especial importância são os RQ. Este grupo possui “propriedades físico-químicas diversas que dificultam a escolha e padronização de processos de seu tratamento e/ou destinação final” (SILVA; PACHECO; PACHECO, 2023, p. 45), exigindo-se consciência ética para o desenvolvimento de um gerenciamento exitoso dessas substâncias. A depender da dimensão da instituição, muitas vezes esse gerenciamento demanda um centro próprio de gestão e tratamento de RQ, que deve, segundo Santos et al. (2021), considerar três variáveis básicas para a sua operacionalização: mão de obra capacitada; o retorno financeiro; e o possível impacto ambiental nas proximidades da instituição.

A partir dessa consciência, o gerenciamento bem elaborado de resíduos é, além de obrigatório, o mais recomendável. E as universidades, pela sua função educacional, deveriam ser exemplo no manejo dos seus passivos, inclusive porque, a difusão deste conhecimento poderá ser incorporada à rotina do profissional formado na instituição. O que resultaria num valor importante a ser absorvido, uma vez que, segundo Zeitoune et al. (2019), a responsabilidade socioambiental exigida às universidades pode ser transmitida a docentes e discentes a partir de suas atividades de ensino e pesquisa, devido ao seu papel relevante na formação e despertar crítico ambiental dos futuros profissionais. Além disso, é significativo o destaque das IES e seus educadores em pesquisas e projetos de educação ambiental, que levam maiores conhecimentos à população sobre os temas ligados ao meio ambiente (BATISTA et al., 2023).

2.4 Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos na UFPE

Com a similaridade de pequenas cidades, algumas IES são estruturadas em setores, centros acadêmicos e departamentos (considerados como as microrregiões urbanas), que por sua vez são dotados de laboratórios (semelhantes às indústrias locais), impactando todo o meio circundante por serem geradores dos mais variáveis tipos de resíduos (SOUZA,

2005). Analogamente, a UFPE com a complexidade e dimensão de um mini município, atende em seus *Campi* Recife, Caruaru e Vitória de Santo Antão, um público de aproximadamente 40 mil pessoas, distribuídas entre servidores (professores e técnicos-administrativos), alunos (graduação e pós-graduação), terceirizados e visitantes (UFPE, 2023a). Dessa forma, os RQ produzidos especificamente no *Campus* Recife são provenientes de alguns dos 263 laboratórios localizados entre os 11 centros acadêmicos da instituição (UFPE, 2023a). Com a intenção de garantir a proteção da comunidade acadêmica e do meio ambiente, esta instituição, por meio da Diretoria de Sustentabilidade Ambiental – DSA (na época Diretoria de Gestão Ambiental - DGA) implantou o PGRQ, baseado na hierarquia de gestão da PNRS que orienta, não apenas o descarte adequado dessas substâncias no ambiente, mas a busca pela sua não geração, redução e reaproveitamento (UFPE, 2021).

Silva (2014), no seu trabalho sobre a “viabilização do fluxo de reagentes químicos no Centro de Ciências Biológicas da UFPE”, apurou que a DGA criou em 2013 a Coordenação de Gerenciamento de Prevenção de Resíduos e Efluentes (COOPERE), especificamente para implantar o PGRQ no *Campus* Recife. Posteriormente a DGA/COOPERE desenvolveu um Guia Prático para Gerenciamento de Resíduos Químicos e Infectantes, orientando os laboratórios e responsáveis quanto à identificação, armazenamento e disposição final dessas substâncias (SILVA; PACHECO; PACHECO, 2023). Com o aprimoramento das atividades e novas tecnologias este guia vem sendo atualizado na busca de elaborar materiais de apoio para o manejo dos RQ, tais como: tabela de incompatibilidade química; classificação de acordo com o grau de risco; modelos de formulário para o inventário das substâncias armazenadas e modelos de rótulos para reagentes e soluções químicas (UFPE, 2021).

Tudo isso permite que a DSA continue disponibilizando diretrizes sobre a caracterização e diagnóstico dos principais geradores dos resíduos químicos; promovendo cursos de capacitação e eventos na área, como o Fórum de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - FOGERE; disponibilizando orientações sobre o armazenamento temporário de substâncias nos laboratórios; e implantado, mais recentemente, um procedimento eletrônico via SIPAC para impressão de rótulos e acionamento da coleta do passivo no *Campus* por empresa especializada (SILVA, 2014; SILVA et al., 2019; UFPE, 2021). Apesar de todo esse avanço, o PGRQ da UFPE ainda não dispõe de um local adequado para abrigo temporário dos RQ que viabilize sua coleta por uma empresa especializada. Assim, surgiu a realização deste trabalho.

3. METODOLOGIA

O método utilizado nessa pesquisa foi de caráter descritivo, sendo um estudo piloto. Tem o propósito descritivo, uma vez que tem como principal objetivo a descrição de características de uma situação ou evento (GIL, 2008). A escolha de um estudo piloto está baseada na possibilidade de testar, avaliar e aprimorar os instrumentos e procedimentos de pesquisa, com o objetivo de descobrir pontos fracos e problemas em potencial para que sejam resolvidos previamente à implementação definitiva.

O local de pesquisa é a UFPE *Campus* Recife, cuja geração de RS é constante e variada, e há especificidades pela sua classificação que acarreta em uma melhor destinação ambientalmente adequada para cada tipo de resíduo. Portanto, para os RQ é necessário: segregar, identificar, armazenar e destinar adequadamente esses materiais que são gerados

em atividades laboratoriais. Souza et al. (2019) apontam que a primeira coleta centralizada de RQ na UFPE foi realizada em 2013, e que apesar de os autores considerarem a gestão dos RQ totalmente implantada, a gestão desses resíduos está em constante análise para ampliação e melhoramento dos processos de coleta e destinação.

A metodologia adotada constituiu-se de cinco etapas, conforme segue: seleção do local; divulgação da coleta para participação e organização prévia dos laboratórios; coleta dos materiais dos laboratórios; pesagem, classificação e segregação dos resíduos por compatibilidade química; análise dos processos e elaboração de proposta. A etapa de análise foi feita através da observação do processo realizado de coleta e triagem dos RQ e da mensuração da produtividade da coleta por gráficos e planilhas, a fim de apontar se houve redução dos riscos ambientais e à saúde e, a partir dos resultados obtidos, propor um aprimoramento do sistema de gestão dos RQ na UFPE.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local escolhido para execução do projeto piloto foi a Unidade de Plantas Piloto do Instituto de Pesquisa em Petróleo e Energia da UFPE - LITPEG (Figura 1), a fim de realizar o armazenamento temporário e a segregação por compatibilidade química dos resíduos coletados no *Campus* Recife, a fim de atender às boas práticas de manejo e armazenamento dos RQ. Essa atividade realizou-se no período de 23/05 a 16/06/2023.

Figura 1 - Edifício da Unidade de Plantas Piloto do LITPEG/ UFPE



Fonte: Os autores (2023)

A Unidade de Plantas Piloto é composta por um galpão para operação de unidades piloto, salas para laboratórios e escritórios com 829,57 m² de área construída (UFPE, 2023b). Essa edificação apresenta características construtivas propícias para o armazenamento temporário de substâncias químicas, como aberturas para circulação natural de ar com paredes e telhados em elementos vazados que permitem ventilação cruzada; piso liso, lavável e resistente; acesso rápido e facilitado para veículos de transporte e de combate a incêndio; pé direito com mais de 3,50m; grelha com caimento em direção ao recipiente de contenção; capela, área de pesagem, chuveiro e lava olhos.

No entanto, é relevante indicar que essa edificação não atende a todas as especificações necessárias e indicadas nas ABNT NBR 12.235 e 17.505-4 para armazenamento de resíduos sólidos perigosos, visto que esse não é o objetivo principal da edificação (ABNT, 1992, 2006). Assim, faltam itens essenciais, como: prateleiras em alvenaria, portas corta-fogo, entre outras especificações, segundo a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP, 2022).

Uma vez selecionado o local para armazenamento, foi iniciada a segunda etapa do projeto piloto. Em março/23 iniciou-se uma campanha sobre a coleta dos RQ. Foram enviados e-mails e ofícios aos setores do *Campus* Recife que possuem unidades geradoras destes resíduos, além de postagens nas redes sociais e nos boletins informativos da instituição. Essas ações tiveram como finalidade aumentar a adesão ao módulo do SIPAC pelos laboratórios, a fim de dimensionar a quantidade de RQ a ser coletada. Oliveira et al. (2018) em estudo amostral realizado na UFPE *Campus* Recife apontou para a elevada quantidade de reagentes e resíduos desconhecidos, advindos de recipientes identificados incorretamente e/ou com rótulos danificados ou sem rótulos. Assim, o estímulo à adesão dos pedidos de coleta através do sistema eletrônico também promoveu a rotulagem adequada dos RQ coletados através deste projeto piloto. Ressalta-se que a utilização do SIPAC para gestão dos RQ permite a padronização dos rótulos, estes que em 2023 sofreram alterações no SIPAC para buscar adequação à Norma ABNT NBR 14.725-3, que dispõe sobre rotulagem de produtos químicos, com informações sobre segurança, saúde e meio ambiente (ABNT, 2012).

Em continuidade ao projeto, foram coletados os materiais dos laboratórios geradores que procederam com os pedidos de coleta de todo o *Campus* Recife, exceto do Departamento de Química Fundamental (DQF) e do Departamento de Engenharia Química (DEQ), pois esses pontos geraram um alto quantitativo de resíduos (mais de 1 tonelada cada), fato este que inviabilizaria o transporte desse material até a Unidade de Plantas Piloto. Ainda, esses dois pontos apresentam condições de logística adequadas para atuação da empresa terceirizada, o que permitiu que esses dois locais pudessem ser considerados pontos de armazenamento temporário.

Entre os dias 23/05/2023 a 12/06/2023, a equipe da DSA coletou os RQ de 33 pontos de coleta, distribuídos em quatro centros acadêmicos e três institutos de pesquisa (Centro de Ciências da Saúde, Centro de Ciências Médicas, Centro de Biociências, Centro de Tecnologias e Geociências, Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami, Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais e LITPEG). A equipe da DSA era composta por dois servidores, uma estagiária do curso de Ciências Ambientais e dois servidores de limpeza habilitados em coleta de resíduos perigosos e utilizando EPIs e materiais para transporte adequado para o manejo de embalagens contendo RQ.

Nesse período, os resíduos químicos foram coletados dos laboratórios e encaminhados à Unidade de Plantas Piloto, onde foram pesados, classificados e segregados de acordo com o critério de compatibilidade química (Quadro 1), conforme categorização elaborada a partir de UFPE (2018) e Pacheco (2023). De acordo com Oliveira et al. (2018), um estudo amostral dos RQ gerados na UFPE apontou que ácidos (19.1%) e solventes orgânicos (17.1%) são as substâncias mais empregadas nos laboratórios pesquisados e, conseqüentemente, são as que compõem a maioria dos RQ.

Quadro 1 - Separação dos resíduos químicos de acordo com a compatibilidade química

Área	Descrição das substâncias
Local 1	Ácidos orgânicos, álcoois, ácidos minerais oxidantes, agentes oxidantes
Local 2	Aminas, organoclorados, fenóis, indicadores, hidrocarbonetos não inflamáveis (ex. diclorometano)
Local 3	Nitratos, cloretos, fosfatos, sulfatos, iodatos, organosulfurados
Local 4	Bases fortes, agentes redutores, acetatos, sulfetos, sulfitos
Local 5	Metais pesados
Local 6	Solventes orgânicos
Local 7	Efluentes
Local 8	Solução reveladora de Raio X
Local 9	Óleo lubrificante
Local 10	Outros/ não identificado

Fonte: Os autores (2023)

Na ausência de prateleiras, o RQ foi disposto em áreas delimitadas no piso, indicadas por cartazes dos locais de substâncias compatíveis. Os locais que ocuparam maior área foram Local 1 (ácidos orgânicos, álcoois, ácidos minerais oxidantes, agentes oxidantes) e Local 6 (solventes orgânicos), o que vai ao encontro dos resultados de Oliveira et al. (2018). Essa etapa foi executada por um colaborador graduado em Química Industrial e uma servidora com formação em Farmácia (Figura 2).

Nos dias 13 a 15/06/2023, a empresa especializada em coleta, transporte, segregação com caracterização analítica, tratamento e destinação final de RQ coletou os excedentes laboratoriais dos três pontos de armazenamento temporários determinados, sendo a Unidade de Plantas Piloto o local escolhido para centralizar as atividades de embalagem dos RQ para serem transportados para a central de tratamento da empresa contratada. As atividades de acondicionamento dos RQ iniciaram-se em 13/06 às 10h, com a recepção dos funcionários da empresa. Em 14/06 foram coletados os RQ do DQF e do DEQ pela empresa terceirizada, e em 15/06 foram finalizados os procedimentos de acondicionamento e carregamento do material pela transportadora.

Figura 2 - Separação por compatibilidade química dos resíduos químicos

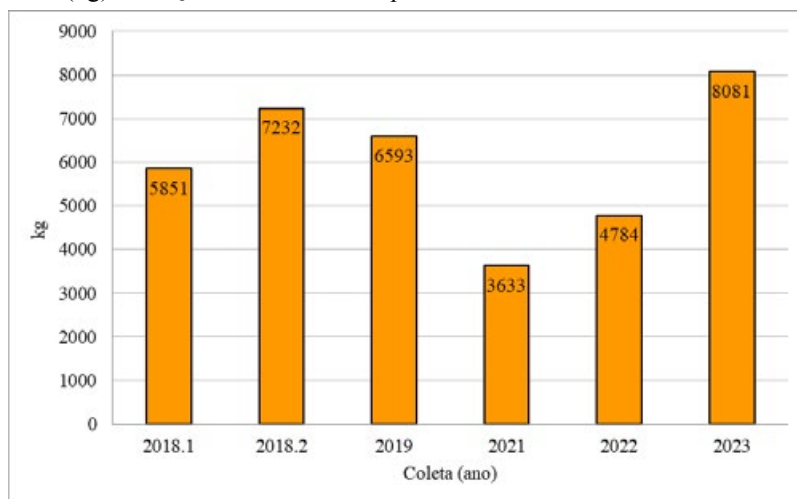


Fonte: Os autores (2023)

Observando as últimas 6 coletas de RQ realizadas na UFPE (Figura 3), houve duas campanhas no ano de 2018, visto que na época havia um grande quantitativo acumulado nos laboratórios. Já em 2020 não houve coleta pelo período de *lockdown* provocado pela

pandemia da COVID-19. Assim, não se pode afirmar que o aumento significativo observado na coleta de 2023 esteja atrelado apenas às mudanças inferidas a partir do projeto piloto, visto que durante os anos de 2021 e 2022 as atividades dos laboratórios sofreram impactos devido à pandemia, e por consequência, geraram menos resíduos.

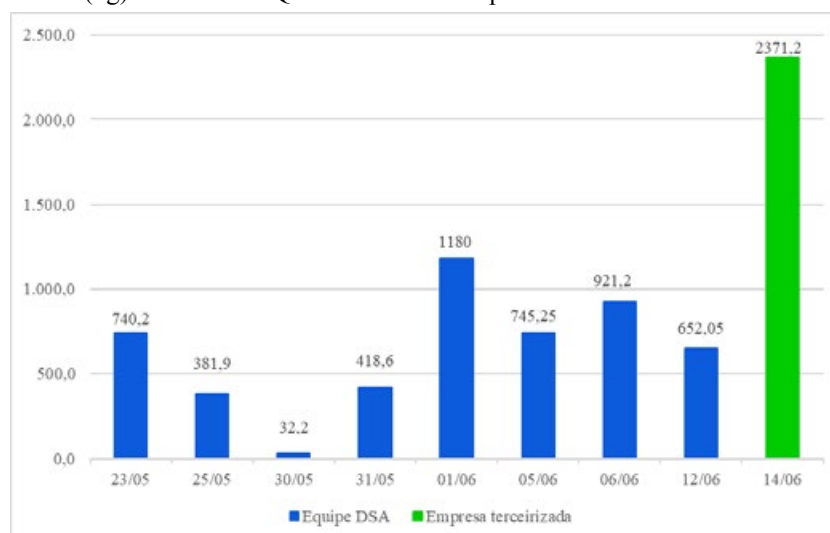
Figura 3 - Quantidade (kg) de RQ recolhidos do *Campus Recife* nas últimas 6 coletas



Fonte: Os autores (2023)

Em relação à quantidade de resíduos coletados por dia de atividade (Figura 4), pode-se traçar uma comparação entre as equipes de coleta da DSA e da empresa terceirizada especializada em coleta de RQ. A equipe DSA, que atuou previamente à chegada da empresa terceirizada, coletou ao total 5071,4 kg de RQ durante oito dias em 33 pontos de coleta. Foi possível conduzir as coletas de forma segura, prestando orientações aos profissionais e verificando as embalagens dos RQ uma a uma. Também foi possível atender aos setores conforme uma programação pré-estabelecida, com a rotulagem emitida pelo SIPAC, validando assim a utilização do sistema de gerenciamento.

Figura 4 - Quantidade (kg) de Resíduos Químicos coletados por dia de atividade



Fonte: Os autores (2023)

Nota: 638 kg de RQ já encontravam-se armazenados na Unidade Piloto antes das atividades relatadas.

No total, foram coletados 8080,6 Kg de RQ de 73 laboratórios geradores. Desses, 70 laboratórios realizaram seus pedidos de coleta através do SIPAC, enquanto três fizeram solicitação por email, alegando dificuldades que não puderam ser sanadas dentro do prazo estabelecido. Um outro resultado positivo observado foi a proximidade da estimativa da quantidade informada pelos laboratórios e a quantidade real coletada, o que implicou na assertividade na execução do serviço contratado. A diferença foi de apenas 6,9%, resultado este considerado dentro da margem de segurança de 10%.

5. CONCLUSÕES

A realização desse projeto piloto fortaleceu a campanha de coleta dos RQ no *Campus* Recife da UFPE. A partir do acionamento eletrônico para requisições de coleta, observou-se uma alta adesão à ferramenta, propiciando a validação do uso do sistema. Também merece destaque a proximidade na quantidade de RQ estimada pelos laboratórios e a quantidade real coletada. Também foi possível inferir que o estabelecimento e divulgação de uma data para coleta dos resíduos químicos foi outro fator que influenciou no aumento da adesão à campanha. Quanto à escolha de um ponto central de armazenamento temporário para receber os RQ gerados, observou-se que essa prática propiciou maior eficiência e segurança das etapas da coleta, permitindo a triagem dos RQ coletados e facilitando a logística para o acondicionamento e transporte pela empresa terceirizada. Assim, esse estudo piloto valida a necessidade da construção da Central de Resíduos Químicos da UFPE, e corrobora a meta estabelecida no PGRS, tendo, em síntese, evidenciado um salto qualitativo nos procedimentos relacionados à coleta de RQ nos âmbitos administrativo, logístico, ambiental e humano.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: Abrelpe, 2022.
- ABNT. **NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro, p. 14. 1992.
- ABNT. **NBR 10.004: Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, p. 71. 2004.
- ABNT. **NBR 17505-4: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis. Parte 4 - Armazenamento em recipientes e em tanques portáteis até 3000 L**. Rio de Janeiro, p. 60. 2006.
- ABNT. **NBR 14.725-3: Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 3: Rotulagem**. Rio de Janeiro, p. 61. 2012.
- ABNT. **NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos**. Rio de Janeiro, p. 4. 2020.
- ALMEIDA, I.M.S.; GUEDES, F.L.; SILVA, K.A.; MENEZES, N.S. Indústria 4.0 e a gestão de resíduos sólidos alinhados aos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS). *In*: ALMEIDA, I. M. S.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G.; MENEZES, N. S. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Gestão e tecnologia**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2021. p. 84-98.
- ÂNGELO, G.F.; SILVA, T.S. Gerenciamento do ciclo de vida; preceitos normativos em direção aos objetivos do desenvolvimento sustentável. *In*: GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R.M.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 215-229.
- ANTT. **Resolução ANTT N° 5.232, de 14 dez. 2016**. Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, 2016.
- ANVISA. **Resolução N° 222, de 28 mar. 2018**. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos

Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília, 2018.

BATISTA, K. S.; PAZ, Q.S.Q.; SILVA JÚNIOR, H.C.S.; ANDRADE, A.M.C. Resíduos Sólidos como agregado na formulação de tijolo sustentável. In: RODRIGUES, B. R.M.; EL-DEIR, S. G. GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; (Orgs.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRRPE, 2023. p. 280-295.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Brasília, DF, 2010.

BRONZERI, M.S., CUNHA, J.C.C. Ensino e prática para a sustentabilidade em IES: estudo de caso. **Brazilian Journals of Business**. Curitiba. v. 2, n 4, p. 3435-3450, 2020.

CANDIANI, G.; ATTANASIO JÚNIOR, M.R. O cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: barreiras para efetivação da política nacional. In: RODRIGUES, B. R.M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Orgs.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRRPE, 2023. p. 25-35.

CONAMA. **Resolução n.º 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, 2005.

GAUZA, O.R.; BASÍLIO, M.; NAGALLI, A.; BARBOSA, V.M. Educação ambiental como instrumento para minimização de resíduos químicos em uma instituição de Ensino Superior. **Revista Espacios**. v.41, n.02, 2020.

GIL, A. C. **Método e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GTSC A2030. VI Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável. Brasil. **Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030**. p.124, 2022.

INTERAMINENSE, G.G.; CHITOLINA, M.R.; OLIVEIRA, M.B.; CARVALHO, R. Produtos químicos, manuseio, descartes: a experiência dos laboratórios de biologia da UFRPE. In: AGUIR, A.C.; SILVA, K.A.; EL-DEIR, S.G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª ed. Recife: EDUFRRPE, 2019. p. 154-163.

JACOBI, P. R.; TRANI, E. **Planejando o Futuro Hoje: ODS 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo**. São Paulo: IEE USP, 2019.

MARQUES, L. Desafios da governança global do Clima na era do antropoceno. In: JACOBI, P. R.; TRANI, E. **Planejando o Futuro Hoje: ODS 13, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo**. São Paulo: IEE USP, 2019. p. 13-16.

MEIRELES, J. F. O Planejamento Urbano na Gestão de Resíduos Sólidos e Mudanças Climáticas. **Revista Pleiade**, v. 17, n. 38, p. 05-12, 2023.

NASCIMENTO, R.S.; REIS, A.C. Estudo de caso no curso técnico de enfermagem de uma instituição pública federal. **Revista Augustus**. Rio de Janeiro, v.26, 2020. p. 24-43.

OLIVEIRA, D. B.; BECKER, R. W.; SIRTORI, C.; PASSOS, C. G. A construção de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos químicos: uma experiência de formação de estudantes de química. **Química Nova**, v. 43, p. 382-390, 2020.

OLIVEIRA, M. B. M. ; SANTOS, D. S.; SOUZA, C. C. ; SANTOS, M. V. B. . Gerenciamento de Resíduos Químicos na UFPE: Implantação e Monitoramento. In: Santos, J.P.O; Silva, R.C.P., Mello, D.P., El-Deir, S.G. (Org.). **Resíduos Sólidos: Gestão pública e privada**. 1ed. Recife: EDUFRRPE, 2018. p. 242-252.

OLIVEIRA, M. F. L.; LOURENÇO, M. S. N.; COELHO, A. C. B.; ABREU, A. L. D. Diagnóstico dos principais resíduos químicos produzidos nos laboratórios da Universidade Estadual do Maranhão. In: SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 134-144.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2016.

PACHECO, J. G. A. **Princípios de tecnologias limpas aplicados ao gerenciamento de resíduos**. 2023. 93 slides. Acesso em: 18 jun. 2023.

PAZ, D.H.F.; FAGUNDES, C.; FERREIRA, A.L.N.; LINS, E. A. M. Desenvolvimento de um plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a sede permanente do IFPE, Campus Cabo de Santo Agostinho. In: ALMEIDA, I. M. S.; GUEDES, F. L.; MENEZES, N. S.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: Gestão e tecnologia**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 307-321.

RASMA, S. P.; MENDES, G.P.; SILVA, J.A.F.; MOREIRA, M.A.C. Panorama da gestão de resíduos de diferentes setores das instituições de ensino: revisão de literatura. **Revista Tecnia**, v. 7, n. 2, 2022.

SANTOS, J. J. S.; SILVA, A. D. F.; MELO, B.H. A.; MENEZES, T. M. Análise da viabilidade de reaproveitamento e tratamento dos resíduos químicos gerados na UFRPE. In: ALMEIDA, I. M. S. *et al.* (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Gestão e tecnologia**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2021, p. 564-578.

SANTOS, K. C.; LIMA, A. M. F. Gestão Ambiental de Resíduos Químicos e Copos Plásticos em uma Instituição de Ensino. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 25584-25596, 2019.

SILVA, A.M.G; MONTEIRO, O. H. C; GONZAGA, W. V.; PIMENTEL, M.S. Logística reversa como ferramenta de desenvolvimento: o caso do Diretório de Gestão Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). **Meio Ambiente (Brasil)**, v.3, n.2, p.85-95. 2021.

SILVA, R.N.S. **Viabilização do fluxo de reagentes químicos no Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco**. 2014. 124 f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Química Industrial) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

SILVA,T.B.; PACHECO,J.A.L.; PACHECO,A.P.L. Plano de resíduos para laboratório do DEQ/UFPE; uso de carvão ativado e vegetal no tratamento de corantes. In: GUEDES, F.L.; SILVA, T.S.; RODRIGUES,B.R.M.; EL-DEIR,S.G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 43-59.

SILVA, T. B.; SOUZA, C. C.; SANTOS, D.S.; OLIVEIRA, M. B. M. Troca solidária de reagentes químicos na UFPE: uma alternativa de sustentabilidade. In: OLIVEIRA, M. B. M.; SOUZA,C.C.; LUNA, M. J. M. (orgs.). **Gestão Ambiental: diálogos em sustentabilidade**. Recife: UFPE, 2019. Cap. 1, p.37-53.

SOUZA, K. **Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídio à minimização de resíduos químicos de laboratório de universidades**. 2005. 110f. Dissertação (Pós-Graduação e Engenharia Urbana) UFSCar, São Carlos, São Paulo, 2005.

SOUZA, C.C.; XAVIER,M.F.M.; MENEZES, R.S.C.; OLIVEIRA, M.B.M. Gerenciamento de Resíduos na Universidade Federal de Pernambuco: avanços e desafios. In: MALHEIROS, T.F.; ESPINOSA, D.C.R. ; FERNANDEZ, F.B.; LEMOS, P.F.I.; ALMEIDA, P.S.; GOMES, T.M.; AMBRIZZI, T. (Org.). **Universidades Rumo à Sustentabilidade**. 1ed. São Paulo: SGS/USP, 2019, v. 1, p. 100-119.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Brasília: Ipea, 2020.

UFPE. **Guia Prático para Gerenciamento de Resíduos Químicos e Infectantes**. 2018. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/documents/40906/520030/Guia+Res%C3%ADduos+Qu%C3%ADmicos/22614b30-c895-4fc9-8f73-0ba482dc5c98>>. Acesso em: 04 jul. 2023.

UFPE. **Manual de Resíduos Químicos**. 2 ed. 2021. Disponível em: <

<https://www.ufpe.br/documents/40906/3382873/Residuos+Quimicos+final.pdf/05eb25ae-3577-4a59-8c87-4d88fa100b52>>. Acesso em: 04 jun. 2023.

UFPE. **A Instituição**. Disponível em:<
<https://www.ufpe.br/institucional/a-instituicao#:~:text=A%20UFPE%20re%C3%BAne%20mais%20de,e%20Vit%C3%B3ria%20de%20Santo%20Ant%C3%A3o.>> Acesso em: 03 jun. 2023a.

UFPE, LITPEG. **Infraestrutura**. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/litpeg/infraestrutura>>. Acesso em: 03 jul. 2023b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO - UNIFESP. **IN PROPLAN nº 1/2022, 29 jun. 2022**.
Recomendações para construção de abrigos resíduos em todos os locais da UNIFESP. 2022.

ZEITOUNE, B.; TRIGO, J.A.; TRIGO, A.G.M.; MARUYAMA, U.G.R. Práticas sustentáveis: adoção de cultura institucional em IES. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 13, n. 1, p. 150-168, 2019.

2.5 GERAÇÃO DO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DO AÇAÍ NA CIDADE DE TUCURUÍ-PA

Cristiane Moia Baia

Universidade Federal do Pará

cristiane.baia@tucurui.ufpa.br

Igor Augusto da Silva Lopes

Universidade Federal do Pará

igor.lopes@tucurui.ufpa.br

Carla Lorena Sandim da Rosa

Universidade de São Paulo

lorenarosa@usp.br

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Universidade Federal do Pará

rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

Devido à divulgação das propriedades nutricionais do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) houve um aumento no consumo e, consequentemente, aumento na geração dos resíduos do caroço de açaí. Uma vez que após o fruto ser beneficiado, o caroço é tratado como resíduo e é descartado sem nenhum reaproveitamento e destinação adequada, contribuindo para a alimentação de lixões e problemáticas ambientais nos municípios da Região Norte. Nesse cenário, o objetivo do trabalho foi quantificar a geração de resíduo na cidade de Tucuruí – PA durante o período safra e entressafra do fruto, para efetivação das atividades foi realizado o levantamento dos batedores artesanais e mapeamento dos pontos comerciais através do *software* Qgis. A pesquisa quantificou uma significativa geração de resíduo no município, assim, o estudo visa contribuir com a tomada de decisão dos gestores públicos para uma gestão ambientalmente adequada dos resíduos de caroços de açaí, já que ele possui potencialidades, pois são resíduos ricos em biomassa, além disso, almeja contribuir para a implementação da prática da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável reduzir os impactos causados por esses resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Agenda 2030, Geração de resíduo, Resíduo de biomassa.

1. INTRODUÇÃO

A palmeira açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativa das várzeas da América Central e do Sul e é cultivada no Brasil por seus frutos, que são considerados um “superalimento” (SATO et al., 2020). O fruto oriundo da palmeira, ao ser beneficiado, resulta em um vinho, alimento socioeconômico e cultural do Estado do Pará, obtido através da extração da polpa, o mesocarpo, a casca que reveste 17% do caroço do fruto. O açaí se destaca pelo valor nutricional; é rico em lipídios, proteínas, fibras e antocianinas (CEDRIM et al., 2018; PALA et al., 2018).

Segundo Yamanaka (2012), devido à grande divulgação das propriedades nutricionais e benéficas do fruto, o açaí deixou de ser consumido apenas localmente e passou a ser de interesse dos mercados nacional internacional. No entanto, o aumento na produção e no consumo, resulta em uma grande quantidade de resíduos sólidos de caroços de açaí, uma vez que no processo de beneficiamento do fruto, é comum que os caroços sejam descartados sem nenhum aproveitamento.

De acordo com Rogez (2000), 83% do fruto é constituído pelo caroço, ou seja, tem-se que a maioria do fruto é descartada, caracterizando uma grande perda de potencialidade. Os caroços resultantes dos processos de extração da polpa do açaí são geralmente tratados como resíduos urbanos pelas indústrias processadoras e pelo poder público, fato que dificulta a coleta desses resíduos (ALMEIDA et al., 2017). De acordo com Silva (2014), os resíduos provenientes do beneficiamento do fruto do açaí são descartados próximos ao local de venda, nas vias públicas ou em lixões, tornando-se um poluidor ambiental em potencial, pois é considerado de decomposição lenta, além de estar presente também no cotidiano das populações ribeirinhas.

Nesse contexto, realizar estudos sobre a temática de resíduos sólidos é de suma importância para ampliar as capacidades de realização de avaliação do impacto, soluções e boas práticas, como reaproveitamento, e a destinação adequada que possam alcançar as ações globais propostas pela Agenda 30 para o Desenvolvimento Sustentável até 2030. Esta foi aprovada por mais de 150 líderes mundiais e incluiu 17 ODS e 169 metas visando (i) encontrar novas maneiras de melhorar a vida das pessoas do mundo, (ii) erradicar a pobreza, (iii) promover a prosperidade e o bem-estar para todos, (iv) proteger o meio ambiente e (v) lutar contra as mudanças climáticas (ANGELO; TORRES, 2022).

A Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) decreta que a ação de descarte inadequado de resíduos sólidos é uma conduta criminosa, e evidencia a necessidade do cumprimento das regulamentações e normas técnicas quanto à gestão desses resíduos, visando evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública. O art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, e afirma que é dever do poder público e da coletividade preservá-lo para as presentes e futuras gerações. No entanto, apesar de avanços, a legislação se defronta com a carência de fortalecimento de órgãos ambientais fiscalizadores pertencentes aos entes federativos (SILVA; ALMEIDA; EL-DEIR, 2019; ZAGO; BARROS, 2019).

Nessa perspectiva, é essencial a implementação de políticas públicas e medidas de controle para evitar a geração excessiva. Portanto, para promover a efetividade das legislações ambientais, faz-se necessário compreender e executar a gestão ambientalmente

adequada conforme as exigências constitucionais, como o cumprimento da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei n.º 6.938 (BRASIL, 1981) que é um marco na política ambiental cujo objetivo é preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental, assim como a Política Nacional de Resíduos Sólidos implementada pela Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010) que propõe o gerenciamento de resíduos sólidos enfatizando a não geração, redução, reutilização, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Nesse cenário, o Pará se destaca como o maior produtor com uma produção de 1.388.116 toneladas (IBGE, 2021), a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP, 2020) apresenta os cinco municípios paraenses que correspondem a 94,04% da produção nacional, são Igarapé-Miri (30,22%), Cametá (11,48%), Abaetetuba (7,86%), Barcarena (5,83%) e Bujaru (5,07%), e pela região de integração o município deste estudo ocupa a região do Lago de Tucuruí com uma produção 3.586 toneladas. Sendo assim, este artigo tem por objetivo quantificar a geração do resíduo do açaí na cidade de Tucuruí - Pará, para fins de planejamento ambiental e tomada de decisão dos gestores públicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Beneficiamento do açaí

“A crescente demanda de produção e consumo faz com que sejam gerados resíduos em grande quantidade pelos estabelecimentos que o beneficiam” (MARTINS et al., 2020, p. 3). O processo de beneficiamento é realizado através do despolpamento que pode ocorrer manualmente cujos frutos são amassados manualmente até extração do vinho, pode ser realizada através de máquina manual e por meio de máquina elétrica (SILVA, 2022, p. 18) para a comercialização industrial. De acordo com Silva (2022) são empregadas novas técnicas de produção do vinho do açaí que visam uma maior durabilidade do produto, de forma a preservá-lo o tempo necessário para sua comercialização aos principais centros consumidores do país e do mundo, em forma de polpa, enquanto os batedores artesanais comercializam para venda local embalado em saco plástico, por litro.

Segundo Silva (2021), “a maior parte dos profissionais que trabalham com o processamento de açaí aprendeu a prática de despolpa do fruto com familiares (avós, pais, tios e primos), mostrando a tradição dessa profissão”. Percebe-se, portanto, a importância cultural do açaí desde o cultivo, venda, produção e consumo, visto que é um ciclo que se estende por geração pela Região Norte do país, uma vez que faz parte da base alimentar cotidiana dos paraenses.

De acordo com Rosa et al. (2023, p. 234) para a realização do processo beneficiamento existem duas etapas essenciais que influenciam no processo de extração, que vem desde boas práticas na colheita até ao despolpamento, os autores descrevem o beneficiamento do fruto nas seguintes ordens, inicialmente em etapas de 3 lavagens: a primeira lavagem (com água potável), a segunda em imersão água por 20 minutos contendo cloro e a última lavagem para retirar o excesso do cloro, por fim deve-se realizar o branqueamento que consiste em deixar os caroços emergidos a 80° C por um tempo de 10 minutos, para assim levar para a bateadeira de açaí para extrair o vinho, nesse processo do despolpamento o caroço é retido e descartado.

Sabe-se que o caroço é um material orgânico rico em carbono e vem despertando o interesse de muitos cientistas e instituições nacionais e estrangeiras de diversas áreas; as características fazem do resíduo do processamento do fruto de açaí um insumo energeticamente eficiente e potencialmente lucrativo (MIRANDA et al., 2022, p. 03).

A perpetuação do problema de descarte e destinação incorretos dos caroços de açaí está sendo passada de geração a geração, devido não existir uma orientação prática pautada na legislação ambiental sobre procedimentos e posturas para serem adotados pelos manipuladores artesanais de açaí (MIRANDA et al. 2021, p. 211).

Isso contribui para uma perpetuação da problemática do descarte incorreto e ausência da consciência e responsabilidade socioambiental dos batedores artesanais de açaí aos impactos ambientais causados por esta geração. A educação ambiental é um fator importante, considerando-se a necessidade de conscientização da sociedade, no sentido de se evitar a cultura consumista e incorporação de ações de consumo sustentável (CANDIANI, ATTANASIO JUNIOR, 2023, p. 27).

Segundo Ribeiro et al. (2021, p. 2), é importante “dar uma finalidade adequada para esses resíduos gerados do processo de despulpamento do fruto de açaí, contribuiria de forma eficiente para a diminuição da poluição do solo e água”. Assim, promover uma gestão qualificada deste resíduo, evita problemas sanitários que afetam saúde pública e o meio ambiente e sobretudo contribuição para lixões.

2.2 Geração de resíduo

“Os caroços resultantes dos processos de extração da polpa do açaí são geralmente tratados como resíduos urbanos pelas indústrias processadoras e pelo poder público” (SILVA; NASCIMENTO, 2023, p. 11). Segundo a PNRS o caroço de açaí é considerado um resíduo compostável, ou seja, pode ser reaproveitado de diversas maneiras, o resíduo do açaí pode ser utilizado em uma nova cadeia produtiva, como na produção de energia através da biomassa, por exemplo (OLIVEIRA et al., 2022).

No estado do Pará, algumas pesquisas municipais apontam para quantidades de resíduo gerada, como mostra o estudo realizado por Silva et al. (2021), que com uma análise 10% de 144 estabelecimentos artesanais de açaí da cidade de Tucuruí - PA, no período entressafra, foi verificada uma manipulação diária de aproximadamente 14,4 toneladas de açaí, tendo assim uma geração em média de 11,552 toneladas de resíduos.

Nesta perspectiva de análise, a pesquisa das autoras Figueiredo, Mendes e Souza (2023), no município de Marituba - PA, quantificou a geração através do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) do ano 2019. Os autores constataram que a geração *per capita* média de resíduos domiciliares no município foi de aproximadamente 0,46 kg/habitante por dia, o que equivale a 60 toneladas diárias, correspondendo a cerca de 19.800 toneladas por ano.

O ciclo de vida do açaí, conforme pesquisa realizada por Rosa, Silva e Carmago (2023), traz uma contextualização em relação à temática do açaí, na qual enfatiza o impacto do resíduo, e tem por objetivo sistematizar informações que contribuam para o gerenciamento, em conclusão do estudo, tem-se que a geração ainda é uma temática

emergente em crescimento.

O debate acadêmico entorno do resíduo do açaí, como mostram os trabalhos levantados, é um tema emergente, surgindo com maior frequência a partir de 2019 e crescendo a partir do ano de 2021. O assunto dialoga com a discussão sobre sustentabilidade e cumprimento das metas propostas pela ONU, visto que as cidades da Região Norte precisam encontrar formas de gerenciamento ambientalmente adequadas e eficientes economicamente para atenuar os impactos causados pelo descarte inadequado do resíduo (ROSA et al., 2023, p. 236).

2.3 Resíduos de biomassa

Segundo Almeida (2021, p. 354), “a biomassa é proveniente de resíduos agrícolas ou até mesmo de resíduos sólidos”. Neste sentido, o caroço de açaí é um resíduo agroindustrial e artesanal com potencial de resíduo de biomassa que é uma solução sustentável.

Vale ressaltar que a PNRS é o marco legal brasileiro para a implementação e disseminação da gestão do ciclo de vida e economia circular, pois engloba conceitos de gestão de resíduos sólidos, gestão do ciclo de vida e responsabilidade compartilhada. Nela estão previstos instrumentos econômicos para atender prioritariamente as iniciativas de prevenção e redução da geração de resíduos, desenvolvimento de produtos com impactos menores à saúde e qualidade ambiental, como também desenvolvimento de pesquisas em tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos, além de desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental para a melhoria de processos produtivos e reaproveitamento de resíduos (LUZ; MEDEIROS, 2019, p. 242).

Nesta esteira, Silva (2021, p. 17) afirma que “para agregar valor à cadeia produtiva do açaí e reduzir os impactos ambientais provenientes do descarte inadequado deste resíduo, tem-se como alternativa sustentável a produção de energia a partir do caroço de açaí”, uma vez que o resíduo “a semente tem o potencial de ser matéria-prima para produção de bioenergia, já que se trata de uma biomassa e isso pode acontecer quando ela passa por processos termoquímicos, como a pirólise, por exemplo” (SANTOS et al., 2020).

2.4 Fontes de energia renováveis

De acordo com Lopes et al. (2019, p. 279), a “produção mais limpa é uma nova estratégia ambiental preventiva que é aplicada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência dos recursos e reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente”. Assim, as fontes de energias renováveis consistem em energias que produzem menor impacto ambiental. E o caroço de açaí é uma fonte que pode ser reaproveitada e aplicada de novas maneiras, uma vez que um resíduo rico em biomassa. Este resíduo pode ser transformado em combustível de biomassa verde, na forma de paletes (biocombustíveis gerados a partir do aquecimento do resíduo do fruto de açaí para retirar a umidade) para ser utilizado de diversas formas, tais como geração de energia elétrica, mecânica e gás combustível; padarias, caldeiras, cocção 24 em fogões à biomassa; substituindo o carvão dos antigos ferros de passar roupa, etc. (CORDEIRO et al., 2017, p. 03).

2.5 Agenda 2030

Os autores Lima e Parra (2023, pag. 4), em seu estudo, destacam que a ONU busca por um desenvolvimento horizontal da sociedade baseada em uma preocupação ambiental, práticas sustentáveis na elaboração de novas tecnologias e desenvolvimento de conhecimentos alinhados a perspectivas sustentáveis, assim através da Agenda 2030 tem-se proposta que visam a valorização dos recursos e o bem-estar socioambiental, conforme os autores Silva e Souza (2021, p 553), após 2015, no campo do Desenvolvimento Sustentável, a Organização das Nações Unidas concebeu a chamada Agenda 2030 composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da qual compõem 169 metas, essas metas visam alcançar o desenvolvimento sustentável, as metas tem por objetivo a garantia de qualidade vida, meio ambiente e minimização dos impactos causados por resíduos. Contudo, duas metas visam o gerenciamento dos resíduos sólidos, a 11º e a 12º.

O Objetivo 11, intitulado Cidades e Comunidades Sustentáveis define: 11.6- Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, e na gestão de resíduos municipais e outros. Assim como, no Objetivo 12, Consumo Responsável faz menção à reciclagem e reuso: 12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. (ONU, 2015). Dando continuidade, o Objetivo 12 está focado em “Garantir padrões sustentáveis de consumo e produção”, incluindo “a gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais”, o que de forma indireta, tem relação com a gestão dos resíduos sólidos. (MONTEIRO et al., 2020, pag. 23).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de trabalho

A pesquisa foi realizada no município de Tucuruí, localizado no sudoeste do Pará, na região dos Carajás. A cidade ocupa uma área de 2.084 km² e possui população de 116.605 habitantes, conforme estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021). A cidade se destaca pelo seu grande potencial de fornecer energia no Brasil desde 1984, sendo a quarta maior usina hidrelétrica do mundo.

Este trabalho foi direcionado para os pontos de batedores de açaí artesanais da cidade de Tucuruí, tanto em áreas comerciais caracterizadas por áreas centrais de comércio, composta pela presença de lojas, supermercados e a feira da cidade. Como também em áreas domésticas localizadas em bairros compostos por apenas residências familiares, e pequenos comércios locais. Dessa maneira, foram selecionados 4 estabelecimentos comerciais de batedores de açaí: Açaí do André, Açaí Ouro Preto, Açaí Vida e Mega Açaí os quais concordaram em participar da pesquisa (Figura 1). Estes estabelecimentos estão localizados em três bairros da cidade: Pimental, Matinha e Cohab.

Figura 1 – Identificação e localização dos pontos de batedores de açaí artesanal que fazem parte da pesquisa da cidade de Tucuruí – PA



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Estes pontos se encontram em áreas domésticas, um no bairro Pimental (Açaí do André) área considerada de classe média, dois pontos localizam-se no bairro da Matinha (Açaí Ouro Preto e Açaí vida) respectivamente numa parte da região numa área classe média baixa e de classe média e por fim no bairro da Cohab (Mega Açaí) classificado como classe média também. Vale ressaltar, que os batedores localizados nas áreas comerciais da cidade não tiveram interesse em participar da pesquisa.

As coordenadas geográficas das áreas de estudo foram obtidas através do Sistema de Posicionamento Global – GPS durante as visitas de campo, para elaboração de mapa de localizações dos pontos de açaí. A identificação e localização foi realizada por meio do *software* Qgis que permite a elaboração de mapas e geoprocessamento das áreas de estudo por meio da aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

3.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos da pesquisa consistem em duas etapas: levantamento dos estabelecimentos comerciais de batedores de açaí e coleta de dados para quantificação de geração de resíduos do beneficiamento de forma direta e indireta.

A priori, visando alcançar o primeiro passo da pesquisa, foi realizado uma reunião com o Departamento de Vigilância Sanitária do Município Tucuruí, na qual foi solicitado o mapeamento contendo as localizações dos pontos de batedores da cidade, mesmo após uma reunião com integrantes da Vigilância Sanitária de Tucuruí, onde foi efetuada uma solicitação oficial de dados para o projeto, não houve retorno das informações necessárias, consequentemente, isto dificultou a seleção dos batedores e as demais etapas da pesquisa, como o início das atividades que deveria ser em outubro, mas iniciou somente em janeiro, e devido à situação houve mudança no plano que consistia realizar a coleta de dados a cada quinze dias, no entanto, foi recompensado para atividades de coleta semanais.

Nessa expectativa, a seleção considerou os critérios de acessibilidade, confiabilidade e interesse de participar do estudo. Após a seleção dos locais a partir dos critérios um e dois, contactaram-se os proprietários dos estabelecimentos e vendedores dos pontos de açaí para apresentar os objetivos da pesquisa e identificar o interesse em participar. Neste sentido, inicialmente apresentou-se o motivo do contato, explicando serem bolsista e voluntários do curso de Engenharia Sanitária Ambiental da Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí, que estão em busca da permissão para realizar a quantificação, pesagem da quantidade gerada de resíduo do caroço de açaí e por fim, a solicitação da permissão para fotografar o local.

Com isso, conversou-se a respeito do impacto gerado pelo descarte inadequado e a importância de se desenvolver a pesquisa para este resíduo, além de abordar as possibilidades de reaproveitamento. Após a autorização, para levantar as informações quantitativas da quantidade dos caroços de açaí gerados após o processamento, foram realizadas visitas a campo presencialmente, uma vez semanalmente diretamente durante seis meses (de janeiro a junho de 2023) nos quatro estabelecimentos selecionados.

As atividades de medição in loco, consistia no processo manual de verificar o peso de cada sacola de caroço de açaí descartada na frente do estabelecimento comercial de venda do açaí, o instrumento utilizado para auxiliar nas pesagens foi uma balança portátil - tipo relógio com capacidade de 100 kg.

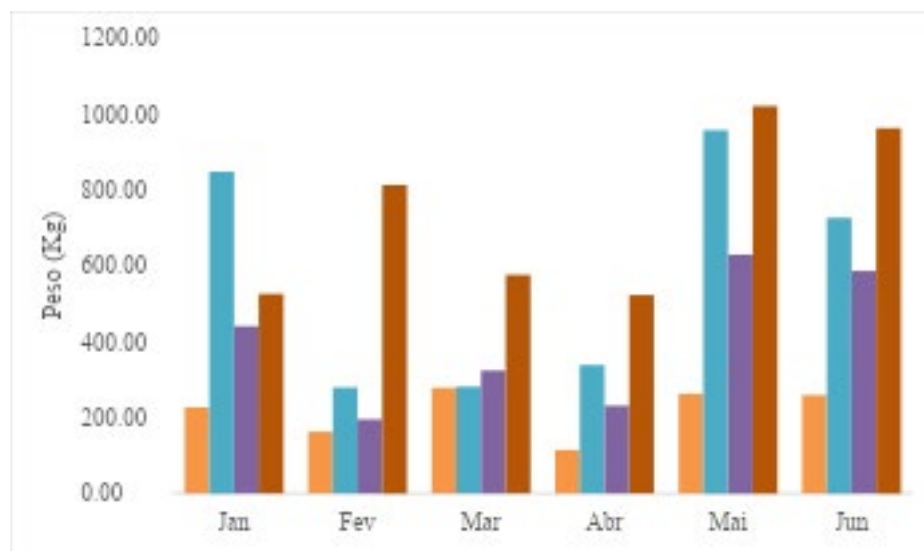
Cada dado obtido durante a coleta foi organizado e armazenado em uma planilha eletrônica do *Software* Excel, sendo este o banco de dados. Além disso, houve uma coleta indireta para auxiliar no processo de obtenção de informações, na qual foram elaboradas tabelas mensais para anotações diárias e fornecida aos batedores de açaí artesanal para o preenchimento das informações sobre a quantidade de litro de açaí vendido por dia, para estimar a geração mensal.

Dessa maneira, a avaliação dos resultados foi de forma explorativa e quantitativa, assim, os dados numéricos obtidos foram coletados, e somados para verificar a quantidade total do peso em kg gerado, além disso, foi realizado o somatório do consumo por mês, e com os dados obtidos é possível determinar a flutuações da geração do resíduo do caroço de açaí nos períodos de safra e entressafra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com estudo da Silva et al. (2021, p. 17) existem 144 estabelecimentos devidamente cadastrados no Departamento de Vigilância Sanitária do Município de Tucuruí (DVS), no entanto, neste estudo participaram apenas 4 pontos comerciais de açaí. O levantamento quantitativo in loco de cada estabelecimento na Figura 2, demonstra que em cada mês os pontos comerciais de açaí geraram quantidades distintas, sendo os pontos Açaí Ouro Preto e o Mega açaí os que mais geraram resíduos. Os comércios Açaí Vida e Açaí do André possuem o estabelecimento na própria residência, o local é próximo a pequenos comércios locais e outras residências, logo, apresentam uma produção para um público de consumidores frequentes.

Figura 2 – Quantidade de caroço de açaí descartada nos pontos de açaí da cidade de Tucuruí – Pará



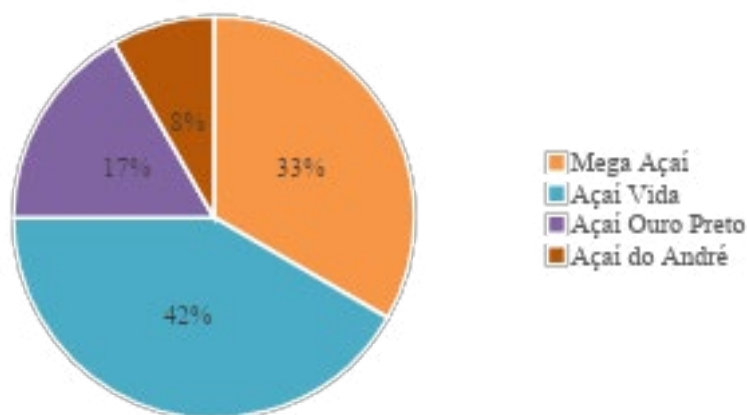
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Já os pontos Mega Açaí e Açaí Ouro Preto possuem os estabelecimentos somente para a realização do trabalho, apesar de ser uma área composta por residências e comércios locais, ambas se encontram em avenidas principais de maior fluxo, ou seja, correspondem a facilidade de venda, contribuindo para uma produção e geração maior, consoante com tais informações, os autores Silva e Almeida (2019) o estilo de vida contemporâneo tem influenciado o consumo, a má disposição e má destinação de resíduos, provocando efeitos negativos para o meio ambiente, destacando-se os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Perante os resultados apresentados, é possível observar que as coletas se iniciaram no período do inverno amazônico, é a estação chuvosa, ocorre entre dezembro e maio, caracterizado pela intensificação da nebulosidade, das chuvas e redução da insolação e das temperaturas (SILVA et al., 2022, p. 1). Este fator natural interfere diretamente na quantidade, pois o período chuvoso do Estado do Pará é o período que a oferta da safra da fruta é reduzida, o que interfere diretamente na produção e consequentemente na geração dos resíduos dos caroços de açaí.

No levantamento indireto realizado pelo preenchimento mensal dos próprios batedores sobre a quantidade de litro de açaí vendido por dia (Figura 3). Tem-se que foram entregues vinte e quatro tabelas mensais para o preenchimento diário durante os seis meses, no entanto, somente doze folhas foram preenchidas.

Figura 3 – Percentual da participação dos batedores no preenchimento diário da quantidade de litro de açaí por dia



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Apesar de terem aceitado participar do estudo, é evidente a falta de motivação para preencher os dados, entende-se que alguma circunstância, podem ter impedido, como em alguns os estabelecimentos justificaram a falta de tempo devido à movimentação do dia a dia de trabalho, enquanto, que em outros estabelecimentos não houve justificativa conclui-se o desinteresse, as quais se destacam os estabelecimentos Açaí do André e Ouro Preto, portanto, a ausência da participação dos contemplados influencia na precisão dos resultados.

Ausência reflete também a falta de preocupação e responsabilidade com os resíduos descartados nos pontos, adotar um novo ritmo da sociedade e da economia com o ecossistema global, deve ser de fato uma prática utilizada em prol da melhoria da qualidade de vida, qualidade ambiental e de uma economia mais sustentável, com a consciência e compreensão da necessidade do equilíbrio em todas as relações existentes e do reconhecimento da responsabilidade compartilhada sobre o meio ambiente (PACHECO et al., 2023, p. 131).

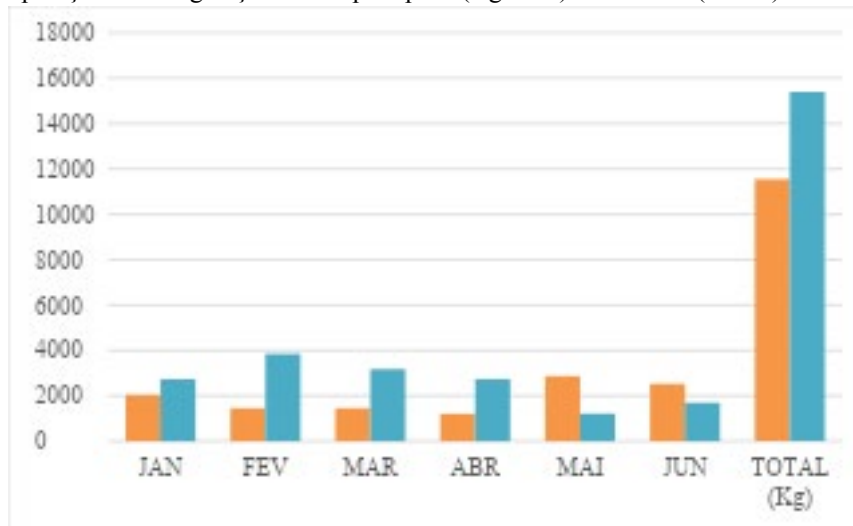
Desse modo, a correlação do consumo (L/mês) e do peso (Kg/mês) apresentou similaridade, mas teve suas conclusões limitadas, uma vez que, com a ausência dos dados, estima-se que o consumo poderia ser maior, e, além disso, conforme os relatos da dinâmica do cotidiano, há uma possibilidade de ter erro de registro por parte dos manipuladores.

Silva et al. (2021) em sua pesquisa na cidade de Tucuruí, estimou a geração do resíduo gerado através das ferramentas propostas no estudo de Cruz Junior (2010) e obteve que cerca de 2.160 latas são manipuladas no período de safra, e que 1.440 latas são produzidas no período de entressafra, em que cada possui 10 kg.

Neste estudo foi quantificado 11.555 kg de caroço de açaí somente no período da entressafra, sendo verificado baixa geração nos meses de fevereiro, março e abril, principalmente, uma vez que em janeiro ainda se tem uma geração 2.040 kg de caroços, pois está no início da estação, assim pode-se observar também em relação ao período do fim da estação, no qual denominasse o período de transição para o verão amazônico, em

que o mês de maio apresenta 2869,5 kg (Figura 4). Logo, estima-se que os próximos meses do verão a geração de resíduo tende ser maior como se observa no resultado mês de junho com 2526,5 kg assim com proposto o aumento da manipulação no estudo de Silva et al. 2021, p. 18.

Figura 4 – Comparação entre a geração obtida pelo peso (Kg/ mês) e consumo (L/mês)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Rosa et al. (2019) destacaram que há um grande volume gerado de caroços de açaí em Belém no segundo semestre do ano, devido à safra, que não são reaproveitados, pois são tratados como rejeitos. Neste sentido, Rosa et al. (2023, p. 235) em sua pesquisa específica o relatório da Prefeitura de Belém (2020), no qual apontou que um dos problemas da cidade é a falta de manejo específico para resíduos especiais do caroço de açaí, o qual tem alto potencial de revalorização, mas devido o descarte ser feito de forma inadequada, acaba sendo subaproveitado. E assim como a capital, o município de Tucuruí não dispõe de manejo específico, de acordo com Silva et al. (2021, p. 18) como o município ainda não dispõe de aterro sanitário, estes resíduos são destinados ao lixão da cidade, que durante sua decomposição produz um chorume e um ambiente bastante propício para a proliferação de muitos micro-organismos patógenos.

Os autores Freitas e Athayde (2021 p. 222), afirmaram que as empresas contribuem com a economia local e geração de empregos, entretanto, podem provocar impactos ambientais a partir da geração de resíduos, devida a uma deficiências na coleta, tratamento e destinação final sendo esta uma problemática que perpetua por vários municípios do país assim como em Tucuruí - PA, ainda mais com uma sociedade baseada majoritariamente no consumismo, o grande volume de resíduos sólidos gerado diariamente em todo mundo requer formas eficientes de tratamento Mendonça, Oliveira e Lima (2021, p. 56), a efetivação de uma gestão integrada existem soluções que amenizam os impactos negativos relativos à fração orgânica, a compostagem e a biodigestão aparecem como alternativas promissoras para um país essencialmente agrícola, como é o caso do Brasil (ROCHA et al., 2021 p. 194).

Dessa maneira, devido ao impacto causado por esta produção, é essencial prática de manejo adequados para destinação no município, neste segmento a PNRS se mostra como uma norma geral, ao qual suas diretrizes reverberam nos âmbitos federal, estadual e municipal (CERQUEIRA-STREIT; GUARNIERI, 2020).

Contudo, durante as coletas de dados além dos resíduos caroços de açaí, ainda foi identificado presença de outros resíduos como os caroços de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) que é outro tipo de polpa consumida regionalmente, e foi verificado também a presença de resíduos de origem plástica como sacos, canudos, ou papeis, e resíduos orgânicos casca de ovo, casca de banana, tipos de resíduos que não deveriam constar, mesmo que em pequena escala, isso reflete a ausência de responsabilidade socioambiental do próprios batedores que descartam incorretamente sem a separação dos resíduos.

A responsabilidade para com os resíduos sólidos é de todos os produtores de lixo, ou seja, do Estado, da propriedade privada, da sociedade civil, Costa (2019). Sabendo que a discussão da sustentabilidade ambiental em empresas, não se encontra limitadas aos grandes centros urbanos e empresas de grandes portes Santos et al. (2019). Diante desse cenário, os pontos de açaí devem incluir a temática ambiental em seus negócios. Segundo Silva e Nascimento (2019, p. 493), a educação tem o poder de transformar as pessoas e levá-las a adotar novos hábitos, respeitar o outro e ao meio ambiente, essa transformação se dá pelo empoderamento do saber e, não simplesmente pelo cumprimento de regras ou lei, muitas vezes, impostas ao cidadão. Esse incentivo pode garantir a conscientização em relação ao descarte, e assim evitar a junção resíduos distintos, e valorização do resíduo orgânico que pode ser reaproveitado.

5. CONCLUSÕES

Verificou-se que o município de Tucuruí, é uma cidade que mantém como tradição o consumo do açaí, ou seja, gera uma quantidade de resíduo de caroços após o beneficiamento do fruto. A pesquisa quantificou 11.555 kg de resíduos de caroços de açaí gerada em seis meses (janeiro a junho) de 2023. Nesse contexto, surge a necessidade de elaboração por parte da gestão pública do município um planejamento de gestão ambientalmente adequada, que levem em consideração os aspectos econômicos, sociais e ambientais para garantir o cumprimento de demandas globais sobre o meio ambiente.

Além disso, a participação da população da cidade é fundamental, principalmente os batedores de açaí, que junto ao órgão público devem ter uma responsabilidade socioambiental. Para tais atividades, as informações obtidas nesta pesquisa podem contribuir para elaboração de proposta para solucionar a problemática existente, além disso, ações de conscientização devem ser adotadas para que a sociedade consiga praticar a responsabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.J.G.A.; GUEDES, F.L.; SANTOS, J.I.Jr.; TAVARES, C.M.; Aplicação de carvão ativado proveniente de resíduos de madeira para remoção de corante têxtil através de processo de adsorção. In: ALMEIDA, I.M.S.; GUEDES, F.L.; EL-DEIR, S.G.; MENEZES, N.S.; (Orgs) **Resíduos sólidos: Gestão e Tecnologia**. 1ª edição. Gampe/UFRPE Recife, 2021.

ALMEIDA, A. V. D. C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F.; MELO, A. C. S. Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa. **Revista GEPROS**, v. 12, n. 3, p. 59, 2017.

ANGELO, G. F.; TORRES, B. M. Eventos ambientais como norteadores de acordos internacionais ambientais. In: EL-DEIR, S. G.; TORRES, B.M.; ANGELO, G.F. (Org.). **Instrumentos Legais Ambientais e Agenda 2030**. 1a ed. Recife: EDUFRPE, 2022. p.10-21.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1988.

BRASIL – Política Nacional de Educação Ambiental. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Presidência da República, **Diário Oficial da União**. Brasília, 1999.

BRASIL – Política Nacional de Educação Ambiental. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Presidência da República, **Diário Oficial da União**. Brasília, 1999.

BRASIL – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, **Diário Oficial da União**. Brasília, 2010.

CANDIANI, G.; ATTANASIO JUNIOR, M. R.; O cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: barreiras para efetivação da política nacional. In: RODRIGUES, B M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES; F. L.; DA SILVA, T. S.; (Org.). **Resíduos Sólidos: Boas práticas e impactos socioambientais**. Recife: EPERSOL. Gampe 2023. p. 26 – 36.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. D. Antioxidant properties of açai (Euterpe oleracea) in the metabolic syndrome. **Brazilian Journal of Food Technology**, n. 2, 2018

CERQUEIRA-STREIT, J. A.; GUARNIERI, P. S. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: considerações a partir de estudos publicados. In: SILVA, T. S. da; MARQUES, M. M. N.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1. ed. EDUFRPE/Gampe, Recife-PE, 2020. p.122-134.

COSTA, R. C. Dinâmicas do saneamento básico, resíduos sólidos e Covid-19 na cidade de Manaus – AM. In: EL- Deir, S. G. (Org). **Resíduos sólidos: COVID – 19**. 1ª ed. EDUFRPE e Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 40 – 52.

CORDEIRO, T.R.; PAULA, C.C.A; SOUSA, D.R; AMORIM, M.S. Aproveitamento do caroço de açai como fonte de energia térmica para as olarias do município de Bragança Pará. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 8, 2017 Campo Grande- MS. Anais eletrônicos. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, Campo Grande, MS, 2017.

DOS SANTOS, G. P. R. **O perfil de produção dos batedores artesanais de açai do Município de Belém – Pará**. 2019. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

FREITAS, G. P.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B. Caracterização de resíduos de supermercado para fins de proposição de tratamento e disposição adequados da fração orgânica. In: ALMEIDA, I. M. S. D.; GUEDES, F. L.; EL- Deir, S.G.; MENEZES, N. S. D. (Org). **Resíduos sólidos: Gestão e tecnologia**. 1ª ed. EDUFRPE e Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 219 a 232.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2021. Brasil, 2021. Disponível em:< [Produção de Açaí \(cultivo\) no Brasil | IBGE](#)>. Acesso em: 25 de agos. 2023.

LIMA, P. G. D.; PARRA, K. N. Você tem fome de que? Os ODS como temas geradores em aulas de química. **Revista Educação Química em Ponto de Vista (EQPV)**. Edição XI, v.7, junho de 2023.

LOPES, J.R.A.; SOUSA, E.F.; SILVA, M.M.N.; VALONES, G. Produção mais limpa numa fábrica de ração no município de pau dos ferros –RN. In: NUNES, I. L. D. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEI, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Os desafios da gestão**. 1ª ed. Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 277 – 286.

LUZ, E. L. P. D.; MEDEIROS, M. C. D. Economia circular aplicada à agroindústria canavieira; sustentabilidade e inovação na cadeia produtiva. IN: NUNES, I. L. D. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos Sólidos: Os desafios da gestão**. Gampe/UFRPE Recife, 2019 1ª Ed. p. 240 – 250.

MARTINS, M. M. d. S.; SILVA, J. E. V. D.; FUJYAMA, B. S.; MENDONÇA, M. d. S. Resíduo do açai como inovação, economia e tecnologia sustentável. **V Congresso Internacional de Ciências Agrárias**. Recife. 2020.

- MENDONÇA, E. A. d. S.; OLIVEIRA, F. C. S. F.; LIMA, I. L. P. RELAÇÃO ENTRE COVID-19 E RESÍDUOS SÓLIDOS EM LOCALIDADES DE MENOR IDH DE RECIFE-PE. – In: EL- Deir, S. G. (Org). **Resíduos sólidos: COVID – 19**. 1ª ed. EDUFRPE e Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 53 a 64.
- MIRANDA, L. de V.A.; MIRANDA, S.B.; AMANAJÁS, V.V. de V. DESTINO DO CAROÇO DE AÇAÍ NO MUNICÍPIO DE OIAPOQUE-AP: Destination of the açai seed in the municipality of Oiaipoque-AP. **Revista Geonorte**, v. 12, n. 39, p. 202-215, 2021.
- MIRANDA, L. de V.A.; MOCHIUTTI, S.; CUNHA, A.C. Descarte e destino final de caroços de açai na Amazônia Oriental-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. 1- 22, 2022.
- MONTEIRO, E.B.B.; SILVA, K.A.; EL-DEIR, S.G. Desmaterialização no gerenciamento de resíduos sólidos: um estudo bibliométrico e cientométrico. In: EL-DEIR, S.G.; MARQUES, M.M.N; SILVA, T.S. (Orgs) **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p.22 – 36.
- ONU – **Organização das Nações Unidas. Agenda 2030: Objetivo do Desenvolvimento Sustentável**. 2015.
- PACHECO, j, a, l.; CRUZ, k. G. D. S.; PACHECO, a, p, l. Educação ambiental e interação social, com oficina de sabão feito com óleo de frituras, na comunidade giriquiti, olinda-pe. In: RODRIGUES, b, m.; EL-DEIR, s. G.; GUEDES; f. L.; DA SILVA, t. S.; (org.). **Resíduos sólidos: Boas práticas e impactos socioambientais**. Recife: epersol. Gampe 2023. P. 130 – 140.
- RIBEIRO, B.J.C.; MORAES, A.G.L.; NASCIMENTO, A.F.S.; FERREIRA, J.S.; SANTOS, P.S. Estudo de um caso: Uma Análise sobre o Aproveitamento do Caroço do Açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) Como Alternativa Para Redução de Resíduos Orgânicos. In: **Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, 4, 2021, Gramado-RS. Anais eletrônicos. Gramado, RS, 2021.
- ROCHA, E. A.; PAIXÃO, S. K.; SILVA, R. F.; FAUSTINO, A. M. C. Compostagem e biodigestão de resíduos alimentares de restaurante– In: ALMEIDA, I. M. S. D.; GUEDES, F. L.; EL- Deir, S.G.; MENEZES, N. S, D. (Org). **Resíduos sólidos: Gestão e tecnologia**. 1ª ed. EDUFRPE e Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 193 a 202.
- ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, composição e Melhoramento da Composição**. EDUFPA Belém, 2000.
- ROSA, C. L. S.; Silva, R. C. P.; Camargo, P.B. Ciclo de vida do açai: da produção do fruto à geração e reaproveitamento do resíduo. In: IN: RODRIGUES, B, M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES; F. L.; DA SILVA, T. S.; (Org.). **Resíduos Sólidos: Desafios no manejo** Recife: EPERSOL. Gampe 2023. p.230-2040
- SATO, M. K.; LIMA, H. V. de; COSTA, A. N.; RODRIGUES, S.; MOONEY, S. J.; CLARKE, M.; PEDROSO, A. J. S.; MAIA, C. M. B. de F. Biochar as a sustainable alternative to açai waste disposal in Amazon, Brazil. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 139, p. 36-46, 2020.
- SANTOS, F. K. N. D.; AGUIAR, F. M. D.; PINTO FILHO, J. L. D. O.; BARROS, A. D. M. D. Diagnóstico socioeconômico e ambiental dos restaurantes de Pau dos Ferros – RN. In: AGUIAR, A. C. D.; SILVA, K. A. D.; EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 497 – 513.
- SANTOS, V. O.; QUEIROZ, L. S.; ARAUJO, R. O.; RIBEIRO, F. C. P.; GUIMARÃES, M. N.; COSTA, C. E. F. da.; CHAAR, J. S.; SOUZA, L. K. C. Pyrolysis of açai seed biomass: Kinetics and thermodynamic parameters using thermogravimetric analysis. **Bioresource Technology Reports**, v. 12, p. 100553, 2020.
- SEDAP- **Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca**. Panorama dis agrícola do Pará 2015 / 2020 - Açai. Sedap, Pará. Disponível: < [PANORAMA AGRÍCOLA DO PARÁ - AÇAÍ - 2020.pdf - Google Drive](#)>. Acesso em: 24 agos. 2023.
- SILVA, V. P.; ALMEIDA, L. M. C. A. Resíduos sólidos versus desastres urbanos: alguns aportes teóricos. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. Recife: Edufrpe/Gampe, 2019. Cap.11. p. 18-30.

SILVA, E. F. D. **Agroindustrialização de açaí na zona urbana de mazagão, amapá: caracterização e percepção de manipuladores artesanais sobre os resíduos do processamento.** 2022. 58f. Monografia (Educação do Campo – Ciências Agrárias e Biologia) - da Universidade Federal do Amapá, Campus Mazagão, 2022.

SILVA, E. K. **Avaliação do uso de moinha de carvão na compostagem de lodo de esgoto e caroço de açaí para o cultivo de milho (*Zea mays* L.).** 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2014.

SILVA, T. F. E. **Caroço de açaí: uma alternativa bioenergética.** 2021. 65 f. Dissertação (Mestrado em em Ciências Florestais) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2021.

SILVA, K. A.; ALMEIDA, I. M. S.; EL-DEIR, S. G. Gerenciamento dos resíduos sólidos nos planos de manejo do Arquipélago de Fernando de Noronha - PE. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (org.). **Resíduos sólidos: Os desafios da gestão.** 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. 320 p.: il., 2019, cap. 1, p. 53-65.

SILVA, D. D. S.; GONÇALVES, M. B.; SOUZA, M. G. D.; LOUZADA, A. F. A estimativa da geração de resíduos sólidos produzidos pelo despolpamento do açaí na cidade de Tucuruí – Pará. IN: SALES, R. E. D. S.; SALES, R. D. S (Org.). **Educação ambiental e cidadania: Pesquisa e prática contemporâneas.** 1ª Ed. vol. 1ª. fevereiro, 2021. p. 14 – 19.

SILVA, E. C. D.; NASCIMENTO, M. J. R. D. **Aproveitamento dos Resíduos Sólidos do açaí nos batedores artesanais em Capanema-PA no contexto da Responsabilidade Socioambiental.** 2023. 58 f. TCC (Bacharel em Administração). Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema – Pará, 2023.

SILVA, I. L.; NASCIMENTO, I. C. B. D. Sensibilização dos moradores de Abreu e Lima-PE sobre os cuidados no descarte do óleo. In: AGUIAR, A. C. D.; SILVA, K. A. D.; EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** Gampe / UFRPE Recife, 2019. p. 487 – 496.

SILVA, T. S. da; SOUZA, A. L. de. Cidades sustentáveis; análise dos objetivos de desenvolvimento sustentável e da legislação brasileira na ótica dos resíduos sólidos. In: MENEZES, N. S. de; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; ALMEIDA, I. M. S. de (Org). **Resíduos sólidos: educação e meio ambiente.** 1 ed. Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2021. p. 552 - 566.

SILVA, Zilmar Lima da. **Verão e inverno amazônico”: perspectiva meteorológica e a percepção dos moradores do município de Manaus/AM,** 2022. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8747>.

YAMANAKA, E.S. **Cultivo, extração e beneficiamento do açaí orgânico.** Dossiê Técnico. Universidade Estadual Paulista, SIRT/UNESP, 2012.

2.6 ROTA TECNOLÓGICA DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CRIOULAS, BREU BRANCO-PA

Alana de Almeida Souza

Universidade Federal do Pará

alanaasouza2@gmail.com

Beatriz da Costa Vieira

Universidade Federal do Pará

biatrizvieira22@gmail.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Universidade Federal do Pará

rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

O armazenamento e a disposição inadequada de resíduos sólidos trazem vários problemas socioambientais, sendo recorrentes em áreas rurais, principalmente em comunidades tradicionais. O objetivo desse estudo é mapear as rotas tecnológicas descritivas dos resíduos potencialmente recicláveis, como papel, plástico, vidro e metal gerados em uma comunidade quilombola. Para tanto, a pesquisa foi realizada em três etapas: elaboração e aplicação do instrumento de pesquisa; coleta, compilação e análise dos dados; e, por fim, mapeamento das rotas tecnológicas descritivas da pesquisa. Os resultados apontaram que a rota tecnológica dos resíduos potencialmente recicláveis como papel, papelão, plástico e vidro apresentaram características semelhantes, uma vez que não são segregados *in loco*, não seguem coleta e transporte diferenciados e tem na queima a principal forma de tratamento dos resíduos gerados. Por outro lado, os metais e alumínio são segregados e coletados por um ferro velho, sendo conduzido para uma central de resíduos e, posteriormente, vendido para a indústria.

PALAVRAS-CHAVE: Comunidade Tradicional, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Manejo de Resíduos.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Baptista et al. (2019), o crescente aumento da população mundial e o acelerado processo de urbanização das cidades vêm resultando na geração de desmedidos volumes de resíduos sólidos urbanos, os quais, se mal gerenciados, contribuem não apenas para o aumento dos danos causados ao meio ambiente, como também infligem diversas problemáticas no quesito social e econômico da sociedade moderna.

O gerenciamento de resíduos se torna mais difícil em áreas rurais e, sobretudo, em locais caracterizados pela presença de comunidades tradicionais. A oferta deste serviço nesta localidade, é um fator limitante para a administração municipal, seja pelo isolamento geográfico destas comunidades – o que limita o acesso para a oferta de serviços que vão desde a coleta do resíduo gerado à disposição final ambientalmente adequada – bem como pela falta de qualidade do serviço prestado nessas localidades (FREITAS, 2022). Neste sentido, ressalta-se a relevância de estudos nestas localidades, uma vez que há poucos trabalhos científicos que estudam esta temática em comunidades tradicionais, sobretudo quilombolas, o que configura em uma problemática com dimensões social, econômica e ambiental.

Diante deste cenário, existem acordos internacionais que ratificam e direcionam a discussão dessa temática nas pesquisas científicas realizadas no Brasil e no mundo. Dentre estes, destacam-se a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). Neste sentido, o ODS 12 assegura padrões de produção e consumo sustentáveis, o qual prevê como meta - no quarto parágrafo – o alcance do manejo ambientalmente adequado dos resíduos gerados, bem como a disposição final ambientalmente sustentável destes materiais, a fim de evitar / minimizar o descarte inadequado destes resíduos no solo, nos corpos de água e no ar; e minimizar os impactos negativos para a saúde humana e o meio ambiente.

Além de acordos internacionais, diversos instrumentos legais nacionais ratificam a importância da gestão e do gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos para assegurar a proteção, a conservação e a qualidade do meio ambiente em suas múltiplas facetas, como preconizado pela Constituição Federal (BRASIL, 1988) e pela Política Nacional de Meio Ambiente. Neste sentido, destaca-se Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998, Art. 54, §2º, inciso V) que considera um crime ambiental o descarte / lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, de maneira inadequada e em desacordo com as exigências legais nos recursos ambientais.

Nesta perspectiva, também destaca-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, promulgada pela Lei nº. 12.305 (BRASIL, 2010), a qual reitera a importância da gestão adequada dos resíduos sólidos, sejam em ambientes urbanos ou rurais. A PNRS (BRASIL, 2010) ratifica no Art. 9º que a hierarquia dos resíduos deve ser considerada na lógica da gestão e do gerenciamento de resíduos, sendo observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Nesta esteira, o estudo das rotas tecnológicas vem sendo empregado em diversos contextos para fins de mapeamento das oportunidades e desafios da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos em diversas localidades. Neste contexto, Carvalho et al., (2019), determinou a rota tecnológica dos resíduos sólidos gerados na cidade de

Salvador. Já Pimentel et al. (2020) empregou este conceito no município de João Pessoa/PB. Por fim, Farias (2018) analisou as rotas tecnológicas dos resíduos do Distrito Federal, na perspectiva das coletas convencionais e seletiva.

Diante disto, o presente estudo tem como objetivo mapear as rotas tecnológicas descritivas dos resíduos recicláveis de uma comunidade remanescente quilombola da cidade de Breu Branco, estado do Pará. A pesquisa busca contribuir com a melhoria das condições de saneamento ambiental, no que tange aos gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, com a proposição de estudos voltados para as comunidades tradicionais, bem como subsidiar a proposição tecnologias adequadas, sustentáveis e de baixo custo para o tratamento de resíduos e para a tomada de decisão da municipalidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos Sólidos

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. A Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS (BRASIL, 2010, Art. 13) classifica estes materiais quanto à origem em resíduos domiciliares, de limpeza urbana, urbanos, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, dos serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, dos serviços de transportes e de mineração.

Os resíduos sólidos possuem valor econômico na medida em que podem ser reinseridos na cadeia produtiva como matéria-prima secundária para a produção de novas mercadorias. Desta forma, os resíduos sólidos são importantes, para além do aspecto ambiental, mas econômico e social, uma vez que fomenta diversas cadeias produtivas e estimula a inserção de diversos atores sociais na gestão dos resíduos (CARVALHO et al., 2019).

A falta de gestão de resíduos sólidos, como exemplo do descarte incorreto, dificulta a separação dos resíduos e faz com que os materiais recicláveis percam o valor. Desta forma, para que a reciclagem tenha uma maior viabilidade é necessário que exista coleta seletiva (CAVALCANTE et al., 2018).

2.2 Condições de Resíduos Domiciliares em Comunidades Tradicionais

A acentuada geração de resíduos sólidos na atualidade é um dos grandes desafios para os gestores municipais, principalmente no que tange aos problemas ambientais, econômicos e sociais gerados, tanto em áreas urbanas quanto rurais (FREITAS, 2022).

As comunidades possuem infraestruturas precárias quanto à qualidade e periodicidade dos serviços públicos prestados, como: oferta de energia elétrica; oferta de água tratada; assim como na coleta, tratamento e disposição final adequados dos resíduos sólidos gerados. Este cenário caracteriza a insustentabilidade do sistema de saneamento básico e fortalece a necessidade de políticas públicas nestas áreas (MAMERI, 2011).

Quanto aos resíduos sólidos, a ausência de infraestrutura adequada nas áreas rurais implica em problemas de ordem ambiental, social, econômica, de saúde pública, entre outros (FREITAS, 2022).

Neste sentido, Freitas (2022) e Torre (2022) estudaram as condições dos resíduos sólidos gerados na comunidade quilombola de Nova Jutai, Breu Branco – PA, e verificaram que o descarte inadequado destes materiais, a ausência de coleta regular por parte da prefeitura, bem como a ausência de tecnologias sustentáveis de tratamento e disposição final são realidades desta comunidade. As autoras ratificaram a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos nesta comunidade e sugeriram a ampliação deste debate nas demais comunidades tradicionais do estado do Pará, sobretudo àquelas caracterizadas por serem remanescentes quilombolas.

2.3 Rota Tecnológica de Resíduos

A rota tecnológica é considerada uma inovação, sendo fundamental para o mapeamento dos fluxos dos resíduos gerados, bem como uma ferramenta de suporte para a melhoria do gerenciamento de resíduos sólidos e de tomada de decisão dos gestores, uma vez que permite o acompanhamento qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados desde a etapa de geração até a disposição final ambientalmente adequada (ALMEIDA, 2021).

De acordo com Pimentel et al. (2020), as rotas tecnológicas envolvem várias dimensões e diversas técnicas, que podem ser implementadas, desde o reaproveitamento dos resíduos gerados até a disposição final ambientalmente adequada. Diante disso, em seu trabalho, os autores avaliaram as rotas tecnológicas presentes no município de João Pessoa/PB e encontraram duas rotas denominadas de Rota Tecnológica Convencional, a qual segue o fluxo da coleta de resíduos convencional e chega até o aterro sanitário e Rota Tecnológica Seletiva, onde os resíduos seguem outros destinos passando por uma triagem do que pode ser reaproveitado, passando por coleta seletiva.

Colvero (2014), em sua dissertação, analisou as rotas tecnológicas para os resíduos sólidos urbanos existentes num município de Goiás e encontrou também duas rotas tecnológicas, uma convencional, onde os resíduos são coletados e levados para o aterro sanitário, e a outra cujos resíduos foram encaminhados para a coleta seletiva e, conseqüentemente, para as organizações de catadores. Segundo o autor, as duas rotas possuem problemas, uma vez que a primeira rota possui limitação quanto à modalidade de contratação pautada na Parceria Público-Privada - PPP, devido ao aterro não estar em condições ideais, e na segunda rota, enfrenta problemas relacionados à gestão destes materiais.

O conceito de rotas tecnológicas pode ser empregado em distintos contextos e finalidades. Neste sentido, Aragão Júnior et al. (2022) mapearam a rota tecnológica dos resíduos domiciliares recicláveis para análise de contágio em tempos de pandemia da Covid-19. Já Silva, Oliveira e Guedes (2022) estudaram a rota tecnológica dos resíduos urbanos da cidade de Recife afim de indentificar o potencial energetico destes materiais.

Para Farias (2018), os impactos gerados pelos resíduos sólidos urbanos justificam a necessidade de intervenções concretas, possíveis a partir do planejamento de programas de

gestão adequados. A inovação tecnológica pode ser considerada um processo de melhoria para o gerenciamento de resíduos sólidos, pois permite que os geradores de resíduos possam acompanhar a rota tecnológica dos resíduos desde o local de sua geração até a disposição final (ALMEIDA et al., 2021).

Os RSU de um município devem ser analisados através de sua cadeia produtiva, considerando-se desde sua geração (em termos de quantidade e composição), passando pela coleta (convencional ou seletiva), transporte, estação de transbordo (necessária em alguns casos), as diversas formas de tratamento e, para fechar o ciclo, a disposição final. Este encadeamento é conhecido como rota tecnológica dos RSU de uma determinada localidade. Para locais com menos de 30.000 habitantes, a rota tecnológica adequada para os municípios de pequeno porte é composta pela coleta domiciliar de resíduos não recicláveis, coleta de resíduos recicláveis secos, transporte e disposição dos resíduos não recicláveis em aterros sanitários (JUCÁ et al., 2019).

3. METODOLOGIA

Neste tópico serão abordados os aspectos metodológicos adotados para realização da pesquisa, os quais estão estruturados em três subtópicos: tipo de pesquisa, área de estudo e procedimento metodológico utilizado.

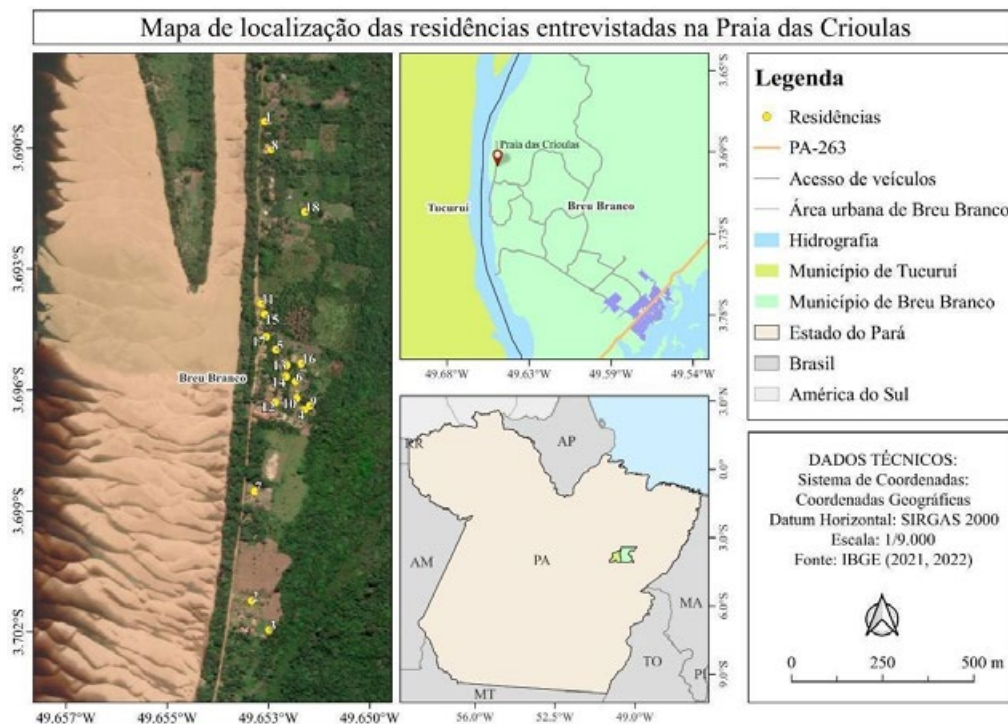
3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa caracteriza-se com um estudo exploratório e descritivo de caráter qualitativo. Os dados utilizados foram primários, coletados por meio da aplicação de questionários semiestruturados na comunidade, de maneira transversal, no mês de julho de 2023.

3.2 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na comunidade remanescente quilombola Crioulas, no município de Breu Branco, no sudoeste paraense (Figura 1). Esta localiza-se a 12 km do centro da cidade e fica à margem do Rio Tocantins.

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de estudo



Fonte: Autores (2023)

A comunidade de crioulas não possui certificação de quilombo, porém a comunidade se autointitula quilombola, estando em processo de regularização. Nesta há 110 residências, sendo muitas temporárias, uma vez que muitos residentes trabalham ao longo da semana e/ou meses em outras cidades paraenses, retornando para suas residências apenas nos finais de semana e/ou férias. A principal atividade econômica realizada na comunidade consiste na venda da semente de cacau, na extração de coco e de açaí

O município de Breu Branco possui área territorial de 3.941,904 km² (IBGE, 2022). A cidade se localiza às margens do lago artificial originado pela construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHT). Este possui em seus territórios várias sub-bacias da região hidrográfica Tocantins-Araguaia.

3.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram estruturados em três etapas operacionais, a saber: elaboração e aplicação do instrumento de pesquisa; coleta, compilação e análise dos dados; e, por fim, mapeamento das rotas tecnológicas descritivas da pesquisa.

A primeira etapa foi realizada por meio da estruturação de um questionário semiestruturado com perguntas relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos recicláveis, prevendo as seguintes etapas: geração, acondicionamento / armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final. Estes questionários foram aplicados no dia 7 de julho de 2023, nos períodos da manhã e tarde, em 18 residências da comunidade quilombola das Crioulas (Figura 1), representando uma amostra finita com erro amostral de 15% e nível de confiança de 90%. O questionário contemplou as etapas de gerenciamento dos resíduos secos potencialmente recicláveis gerados na comunidade,

como: papel, plástico, vidro e metal.

A aplicação do questionário ocorreu de maneira aleatória nas residências pela equipe de trabalho de campo da pesquisa (Figura 2), a partir do interesse e desejo de participação elucidado pelos moradores. Neste sentido, inicialmente foi explicado o teor e importância deste instrumento de pesquisa para o atendimento dos objetivos do estudo. Em seguida, por meio de um diálogo despretensioso e informal, os moradores foram questionados quanto ao manuseio dados aos resíduos recicláveis gerados nas residências (da geração a disposição final). Após este levantamento, houve o agradecimento pela participação e colaboração do entrevistado, dando, portanto, continuidade desta aplicação em outras residências. Ressalta-se que a aplicação do questionário ocorreu sempre em dupla nas residências contempladas no estudo.

Figura 2 - Equipe de entrevista de campo



Fonte: Autores (2023)

Ao longo de todo o processo de aplicação dos questionários foram realizados registros fotográficos e feitas descrições técnicas das condições de gerenciamento dos resíduos da comunidade. Além disso, foram registrados os pontos geográficos das residências participantes da pesquisa por meio do Sistema de Posicionamento Global - GPS. Os dados levantados foram compilados em planilhas do Microsoft Excel 2010 e posteriormente analisados. Desta forma, com base nas informações levantadas, foi determinada a rota tecnológica descritiva dos resíduos recicláveis gerados pelas residências da comunidade das Crioulas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos para a rota tecnológica do papel e papelão foi o mesmo relatado pela totalidade dos moradores participantes do estudo. A geração ocorreu nas residências, sem segregação *in loco*, sendo o armazenamento feito em sacola plástica, de

maneira misturada com outros resíduos domiciliares. Segundo os entrevistados, não há coleta seletiva na comunidade, desta forma, estes resíduos são transportados pelos moradores para um determinado ponto – geralmente em locais específicos e determinados no fundo do quintal – para a realização da queima, a qual ocorre comumente nos finais de tarde. Neste sentido, as cinzas geradas permanecem nesta área e misturam-se com os novos resíduos diariamente depositados para queima. Portanto, não há um modelo de tratamento e disposição final adequado para estes resíduos gerados na comunidade.

No que tange à rota tecnológica do vidro, os relatores apontaram manejos diversificados quanto às etapas do gerenciamento. Nesta esteira, 80% dos moradores o armazena em sacos plástico, sem coleta seletiva, sem transporte para organizações de catadores, bem como sem tratamento e disposição final adequados, sendo a queima deste resíduo a principal medida adotada. Por outro lado, 10% dos residentes relataram armazená-lo em pontos específicos do quintal (Figura 3) e/ou enterrá-los em “buracos”. Os demais participantes afirmaram que também armazenam este resíduo em pontos previamente determinados do quintal para posteriormente serem coletados por caminhões de ferro velho, o qual passa - em média - quatro vezes ao ano na comunidade e compra diretamente dos moradores o material armazenado.

Figura 3 – Pontos de armazenamento de vidros



Fonte: Autores (2023)

Quanto à rota tecnológica dos plásticos gerados na comunidade, a totalidades dos/as entrevistados/as relataram que não realizam segregação deste material *in loco*, sendo este armazenado em sacos plásticos junto com outros resíduos domiciliares. Nesta perspectiva, alguns moradores afirmaram que retiram algumas garrafas e recipientes plásticos para serem reutilizados nas atividades domiciliares, como para armazenar água e acondicionar restos de comida.

Verificou-se que não há coleta seletiva – via prefeitura – para este resíduo, o qual é comumente transportado para determinados locais do quintal para ser encaminhado para queima (Figura 4). Deste modo, os plásticos gerados não são coletados e encaminhados para organizações de catadores de materiais recicláveis, sejam estes formais ou informais, nem tratamento mecânica / físico especializados.

Figura 4 - Destino final de Plásticos



Fonte: Autores (2023)

As cinzas geradas pela queima deste resíduo, a qual ocorre geralmente nos finais de tarde, são deixadas no próprio ponto. Ressalta-se que esta queima não se restringe aos resíduos recicláveis como papel, papelão, vidro e plásticos, mas aos demais resíduos domiciliares gerados nas residências da comunidade. No entanto, diferentemente dos demais resíduos potencialmente recicláveis gerados na comunidade, o mapeamento da rota tecnológica descritiva do metal e do alumínio apontou que este resíduo foi segregado *in loco*, armazenado em sacos plásticos e coletados por mini caminhões de ferro velho. O resíduo coletado é destinado para uma central de coleta e, posteriormente, vendido para a indústria, fomentando a readaptação deste material no ciclo produtivo e fomentando a economia circular.

A rota tecnológica do metal e do alumínio se difere dos demais recicláveis devido ao valor econômico agregado deste resíduo. Diversos estudos ratificam o potencial econômico da reciclagem destes resíduos, como o estudo realizado por Simas, Naegle e Soares (2022) que aponta o potencial de reciclagem deste resíduo no lixão de Babi em Belford Roxo, no Rio de Janeiro. Dados do Cempre (2019) revelam que, dentre os principais recicláveis gerados, o metal / alumínio apresenta a maior taxa de recuperação, com valor aproximados de 98%. O estudo ainda indica menores percentuais para o papel e o plástico, com respectivos valores de 66% e 57%. A reciclagem destes resíduos permite economia de insumos naturais e evita poluição do solo e da água, o risco de doenças e outros danos para as cidades, como deslizamentos de terra e enchentes, sobretudo no contexto das mudanças climáticas.

Nesta perspectiva, estudo realizado pelo Cempre (2023), relativo ao Ciclossoft 2023, apontou que as latinhas de alumínio são o material reciclável de maior valor de mercado, com valor médio de R\$ 6,42x10 / kg. Por outro lado, o estudo afirmou que o vidro é o resíduo com menor valor de mercado para as cooperativas, em torno de R\$ 1,3x10⁻¹ / kg. Este cenário ratifica a razão da rota tecnológica do metal / alumínio ser diferenciada dentre as demais na comunidade, tendo em vista o valor econômico agregado para este resíduo. Portanto, com base nos dados apresentados, ressalta-se que não há coleta seletiva via administração municipal na comunidade das Crioulas. Sendo assim, a queima consiste no principal método de tratamento empregado, o que gera diversos problemas ambientais para o solo, a água, o ar e demais recursos ambientais, além de gerar prejuízos à saúde e interferir na qualidade de vida da população (GOUVEIA, 2012).

É importante ressaltar que a coleta seletiva é um instrumento de gestão ambiental que visa recuperar o material reciclável. Embora a mídia explore o tema intensivamente no Brasil, as ações de coletas seletivas são limitadas, inviáveis e insustentáveis na maioria das cidades e comunidades do Brasil (ARAUJO, 2019).

5. CONCLUSÕES

A rota tecnológica dos resíduos potencialmente recicláveis (papel, papelão, plástico e vidro) são relativamente semelhantes no quilombo das Crioulas, sendo estes coletados de maneira não segregada e destinados para a queima. No entanto, a rota tecnológica descritiva do metal / alumínio difere-se dos demais, uma vez que o material gerado é separado e vendido para o ferro velho, cuja coleta é esporádica na comunidade, minimizando os impactos socioambientais da queima e fomentando cadeias produtivas devido à reinserção da matéria-prima secundária nas indústrias, cenário que gera renda e fomenta a promoção de diversos atores, além de valorizar e valorar o resíduo gerado.

REFERÊNCIAS

AGENDA 2030. (2015). **ODS – Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/>>.

ALMEIDA, Irene Maria Silva de et al. **RESÍDUOS SÓLIDOS: GESTÃO E TECNOLOGIA**, 2021. E-book do Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos. (Epersol).

ALMEIDA, I. M. S D.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G.; ARTEIRO, K. A. D. **Resíduo sólidos: Gestão e Tecnologia**. 1. ed. – Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2021.

ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; ARAÚJO, V. G. M. D.; ASSIS, P. H. R. D.; EL-DEIR, S. G. Resíduos domiciliares recicláveis; Desafios na gestão de resíduos urbanos durante a pandemia da covid-19. ALMEIDA, I. M. S. D.; SILVA, K. A. D.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Gestão e Gerenciamento**. 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2022. p. 215-227.

ARAÚJO, J. A. R. D.; GUEDES, F. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. I. D.; SANTOS, M. F. Análise da utilização de sistemas automatizados de separação de resíduos sólidos urbanos em Pernambuco. IN: ALMEIDA, I. M. S D.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G.; ARTEIRO, K. A. D. **Resíduo sólidos: Gestão e Tecnologia**. 1. ed. – Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2020. livro digital 2 (639 f.: il.) ISBN 978-65-86547-22-1. p. 388.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 10004:2004**. Resíduos Sólidos Classificação, ABNT, Brasil.

BAPTISTA, Meysi et al. Análise de tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 2, n. 1, p. 17, 2019.

BASTOS, T. X. **O clima da Amazônia brasileira segundo Köppen**. 87.nº. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei nº 6938**. Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente. Brasília, 1981.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010, estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, 2010. Disponível em: <[L12305 \(planalto.gov.br\)](http://planalto.gov.br/legist/leis/L12305.htm)>. Acesso em 02 abr 2023.

CARVALHO, Júlia Trindade Alves de. **Política nacional de resíduos sólidos e rotas tecnológicas de reciclagem no município de Salvador**. 2014.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM – CEMPRE. **Review 2019**. Disponível em:< [review2019_miolo.indd \(cempre.org.br\)](#)>. Acesso em 03 set. 2023.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. **Ciclosoft 2023**. Panorama da coleta seletiva no Brasil. 2023. Disponível em:< [CICLOSOFT 2023_Cempre.pdf](#)>. Acesso em 03 set. 2023.

CAVALCANTE, R. A.; SOUSA, C. R. C.; JÚNIOR, J. F. T.; BARROS, A. D. M. D. Gestão dos resíduos plásticos pós-consumo; Perspectivas para reciclagem no município de Pau dos Ferros– RN. IN: MELLO, D. P. D.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C. P. D.; SANTOS, J. P. D. O. **Resíduos sólidos: Gestão pública e privada**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2018. P. 155-164.

DE SILVA, A. C. R. A. D.; OLIVEIRA, J. G. D.; GUEDES, F. L. Potencial energético de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso do município Recife. ALMEIDA, I. M. S. D.; SILVA, K. A. D.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Gestão e Gerenciamento**. 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2022. p.504.

FARIAS, Raliny Mota de Souza. **Análise de rotas tecnológicas para gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos: caso do Distrito Federal**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Recife/PE, 2018.

FREITAS, Giselle do Socorro Pinto. **Proposição de gestão de resíduos sólidos para uma comunidade quilombola: estudo de caso da Vila Nova Jutai, Breu Branco-PA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí. Tucuruí/PA, 2022.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – GRS/UFGA. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Recife/PE: BNDES, 2014. Disponível em:< [REVISTA_FADE_CCS.indd \(www.gov.br\)](#)>. Acesso em 03 set. 2023.

MAMERI, Silvana Ferracciú. **Comunidades tradicionais em áreas protegidas: convergências e lacunas da política urbana e ambiental na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão/RN**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PIMENTEL, Cristine Helena Limeira et al. A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB/Management of technological routes for treatment and final destination of urban solid waste in the municipality of João Pessoa/PB. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7063-7088, 2020.

SIMAS, P.V.; NAEGELE, R.; SOARES, R. **Avaliação do potencial da reciclagem de resíduos sólidos no lixão de Babi em Belford Roxo**. In: IV Simpósio de Ciências do Meio Ambiente. DOI 10.13140/RG.2.2.30432.76803.

TORRE, K.F.D. **Percepção ambiental da comunidade remanescente quilombola Jutai, Breu Branco – PA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal do Pará. Tucuruí/PA, 2022.

2.7 ROTA TECNOLÓGICA DESCRITIVA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA DE SÃO BERNARDO, OEIRAS-PA

Beatriz da Costa Vieira
Universidade Federal do Pará
biatrizvieira22@gmail.com

Alana de Almeida Souza
Universidade Federal do Pará
alanaasouza2@gmail.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva
Universidade Federal do Pará
rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

No meio rural, a maior parte dos resíduos gerados é orgânico, composto por alimentos, cascas, restos de frutas, podas de árvores, dejetos de animais e muitos outros materiais que se decompõem na natureza e, quando acumulados em locais inadequados, causam efeitos ambientais negativos imensuráveis, gerando problemas ao ambiente e à saúde pública. Neste sentido, o presente estudo visa determinar a rota tecnológica descritiva dos resíduos orgânicos gerados na vila de São Bernardo na comunidade quilombola de Bailique, localizada no município de Oeiras, Pará. Para tanto, a pesquisa foi realizada em três etapas operacionais: elaboração e aplicação do instrumento de pesquisa; coleta, compilação e análise dos dados; e, por fim, mapeamento das rotas tecnológicas descritivas dos resíduos orgânicos gerados pela comunidade. Os resultados apontaram que as rotas tecnológicas destes materiais na comunidade foi semelhante na maioria das residências entrevistadas, caracterizando-se pela segregação prévia e armazenamento dos restos e sobras em recipientes específicos. Estes materiais foram – comumente – dispostos em áreas localizadas nos fundos do quintal, sem coleta e transporte especializado, para queima, aterramento, alimentação de animais domésticos e, em poucos relatos, tratamento adequado por meio da compostagem. Para reverter este cenário, a compostagem apresenta-se como uma tecnologia simples, de baixo custo e sustentável para o tratamento adequado destes resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Comunidade tradicional, Gestão de resíduos, Resíduos orgânicos.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Pimentel et al. (2020), as rotas tecnológicas incluem vários aspectos e métodos de reciclagem e descarte de resíduos de maneira ambientalmente adequada e podem contemplar diversas estratégias quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados, a saber: coleta seletiva, reciclagem, compostagem, aterro sanitário, etc. A rota tecnológica depende das características dos resíduos, das condições locais, das políticas e regulamentações ambientais e das necessidades específicas de cada área.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, instituída e promulgada pela Lei Federal nº. 12.305 (BRASIL, 2010, Art. 3º, XVI), os resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos oriundos de uma atividade antrópica, passíveis de tratamento e/ou aproveitamento por meio de técnicas e tecnologias economicamente viáveis.

A geração de resíduos sólidos, bem como o gerenciamento adequado deste material, é um dos grandes desafios da administração municipal que atua no setor. A diversidade de tipologias de materiais gerados, o elevado custo de gerenciamento, a necessidade de técnicos especializados e a participação ativa e empoderada da população no processo são alguns dos desafios elencados para o sucesso deste serviço (SILVA et al., 2019). O tratamento dos resíduos sólidos, dentre outras etapas do gerenciamento, deve ser realizado com base em tecnologias sustentáveis e de baixo custo, sobretudo em áreas habitadas por povos e comunidades tradicionais. No entanto, ainda é necessário um olhar mais atento por parte da administração municipal para fortalecer a gestão local de resíduos.

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é contemplado por diversos acordos internacionais, como a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), sobretudo no que tange ao ODS 12, pautado no Consumo e Produção Sustentáveis. Este ODS prevê como meta o alcance do manejo ambientalmente adequado de todos os resíduos durante o ciclo de vida até 2020, bem como a redução significativa de emissões para a atmosfera, a água, o solo, dentre outros recursos ambientais, a fim de evitar / minimizar o impacto ambiental negativo deste manejo.

No entanto, o emprego das diretrizes estabelecidas por esse acordo internacional, assim como a aplicação de diversos instrumentos legais ambientais que regem a gestão de resíduos sólidos do Brasil, como a PNRS (BRASIL, 2010), apresentam uma ineficiência técnica nas áreas rurais e nos povos e comunidades tradicionais. Estas áreas caracterizam-se por descartes irregulares dos resíduos gerados e sem suporte técnico-operacional municipal (FREITAS, 2022). Nestas áreas, é comum a ausência de coleta, em especial especializada, e queima dos resíduos gerados. No Brasil, milhões de toneladas de resíduos orgânicos sólidos ainda não são aproveitados, sendo a disposição de terrenos baldios e/ou o aterramento uma das principais rotas comumente empregada (ZAGO; BARROS, 2019).

Conforme Silva et al. (2019), quando esses materiais são dispostos de maneira inadequada e sem tratamento especializado gera problemas de ordem ambiental e de saúde pública. Nesta perspectiva, os autores pontuam que esta prática promove a degradação da paisagem, gera odores decorrentes da decomposição de restos orgânicos, atrai a presença de vetores (moscas, formigas, baratas, ratos, etc.) e gera um efluente líquido, chamado de

chorume, para o meio ambiente, sobretudo o solo e os corpos de água, contribuindo com a contaminação e poluição do meio.

A administração pública municipal, muitas vezes, não consegue atender integralmente e/ou parcialmente a população rural ou as áreas dos povos e comunidades tradicionais, a qual comumente maneja os resíduos gerados por meio de iniciativas individuais e/ou comunitárias independentes. Estas, quando realizadas sem suporte técnico especializado, gerar diversos problemas. Na tentativa de identificar as condições do gerenciamento dos resíduos orgânicos gerados por comunidades tradicionais, o presente estudo tem como objetivo mapear a rota tecnológica descritiva destes materiais gerados pela comunidade quilombola de São Bernardo, localizada no município de Oeiras, estado do Pará.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos sólidos

No Brasil, a geração de resíduos sólidos e sua destinação e disposição final são desafios permanentes para as administrações municipais. Segundo Sardinha et al. (2020), os resíduos orgânicos representam de 50 a 60% do montante de resíduo gerado. Estes percentuais dependem de diversos fatores, como tipo de edificação, número de moradores, renda familiar, gênero, faixa etária, entre outros (SILVA, 2020).

A destinação final dos resíduos sólidos gerados nas cidades é um dos mais importante agravamento dos problemas ambientais isso principalmente na vida diária da humanidade enquanto estes produtos eram subprodutos do sistema econômico, por tanto, era importante que os resíduos fossem transportados apenas para fora das áreas urbanas, sem preocupação alguma quanto a sua destinação. (EIGENHEER, 2009 apud NEVES, et al. 2019, p. 516).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, promulgada pela Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010), o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos deve ser uma prioridade na gestão municipal, de maneira que evite / minimize impactos ambientais negativos e problemas de saúde pública para população. Por isso, faz-se necessário a implantação de sistemas sustentáveis e eficientes de gerenciamento de resíduos para promover a preservação, conservação e qualidade ambiental.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. A PNRS (BRASIL, 2010, Art. 13) classifica estes materiais quanto à origem em resíduos domiciliares, de limpeza urbana, urbanos, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, dos serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, dos serviços de transportes e de mineração.

Existem diversas tipologias de resíduos sólidos que podem ser gerados, como os recicláveis, comumente identificados como papel/papelão, plástico, vidro e metal; os perigosos, aqueles que podem trazer malefícios ao meio ambiente e à saúde humana; e os orgânicos, materiais passíveis à decomposição biológica. Segundo Freitas (2022), os resíduos orgânicos são gerados em grandes quantidades em comunidades rurais, sobretudo

quilombolas, sendo a queima e o aterramento as principais medidas empregadas pelos moradores no manejo dos resíduos sólidos gerados (ARAÚJO et al., 2020). No entanto, essas comunidades sofrem com os efeitos diretos e indiretos de práticas insustentáveis dada aos resíduos gerados.

Embora existam informações sobre resíduos sólidos gerados no meio ambiente Muito pouco se sabe sobre a gestão de resíduos rurais. as áreas rurais podem ser pensadas como comunidades isoladas que são o núcleo habitação escassa não ligada a serviços públicos de higiene básica, incluindo recolha de resíduos sólidos. Em locais isolados onde a coleta de lixo costuma ser irregular pouco se sabe sobre práticas de gestão e descarte de resíduos. (OLIVEIRA, et al., 2021, p. 288). Para Brito et al. a abordagem da educação ambiental como ferramenta de informação e conscientização é útil para que haja troca de conhecimentos sobre a redução do consumo, a redução da geração de resíduos e a reutilização de produtos cujo destino final pode ser o lixo.

2.2 Rotas tecnológicas de resíduos sólidos

As rotas tecnológicas compreendem um conjunto de processos, fluxos e tecnologias nas etapas de geração, segregação, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (GRS/UFPA, 2014, p. 148). Segundo Pimentel et al. (2020), estas compreendem diversas técnicas, as quais podem vislumbrar o aproveitamento mássico e energético dos resíduos. Já Oliveira Neto e Silva (2023) diz que é necessário buscar novos modelos e tecnologias que considerem aspectos ambientais, econômicos e sociais e levem em conta as particularidades e características de cada localidade.

Diversos estudos estão sendo realizados na perspectiva de rotas tecnológicas. Colvero (2014) empregou este conceito aos resíduos sólidos urbanos no município de Goiás. Já Farias (2018) analisou as rotas tecnológicas, sobretudo das coletas convencional e seletiva, do Distrito Federal. Por fim, Pimentel et al. (2020), empregou este conceito nos resíduos domiciliares da cidade de João Pessoa/PB.

O mapeamento de rotas tecnológicas é um importante instrumento para auxiliar o diagnóstico de uma área e, portanto, propor ações para melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos. Conforme Pimentel et al. (2020), a identificação dessas rotas auxiliam na estruturação de modelos de gestão, além de tornar mais simples o sistema e a montagem de estratégias a serem estudadas em processo decisório. É, portanto, um caminho de soluções que envolve várias dimensões e explora técnicas diversas e relevantes, as quais devem ser propostas à luz dos instrumentos legais brasileiros, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

2.3 Comunidades quilombolas

Os quilombos são espaços de resistência, manifestação e preservação histórica, cultural e religiosa afro descente. As comunidades remanescentes quilombolas são grupos étnicos raciais que possuem uma trajetória histórica de resistência e de opressão sofrida durante o período escravocrata, o qual durou mais de 300 anos.

Na Constituição Federal brasileira (BRASIL, 1988), a questão quilombola entrou na agenda das políticas públicas devido às grandes mobilizações dos movimentos negros, onde conseguiram a inclusão do Art. 68 que trata do Ato das Disposições Transitórias

(ADT) e aponta que “aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os respectivos títulos”.

Atualmente, conforme dados do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), dos 5.568 municípios do Brasil, 1.696 apresentaram moradores quilombolas. A pesquisa apontou que há 494 territórios quilombolas oficialmente delimitados no país, os quais abrigam 167.202 pessoas. Assim, apenas 12,6% da população quilombola residia em territórios oficialmente reconhecidos.

Na Amazônia Legal, o IBGE (2022) encontrou 426.449 pessoas quilombolas, o que representa 1,6% da população desta região e cerca de um terço (32,1%) dos quilombolas do país. O estudo ainda apontou que a Região Norte tem 31,3% de sua população quilombola residindo em territórios delimitados, a maior proporção entre as cinco grandes regiões, o que equivale a 52.012 pessoas ou 31,1% do total de quilombolas que vivem em territórios delimitados formalmente no país. O estado do Pará encontra-se na quarta colocação no ranque dos estados com maior número de comunidades que se autodeclararam quilombolas, possuindo cerca de 516 comunidades reconhecidas e certificadas (IBGE, 2022).

3. METODOLOGIA

Neste tópico serão abordados os aspectos metodológicos adotados para realização da pesquisa, os quais estão estruturados em três subtópicos: tipo de pesquisa, área de estudo e procedimento metodológico utilizado.

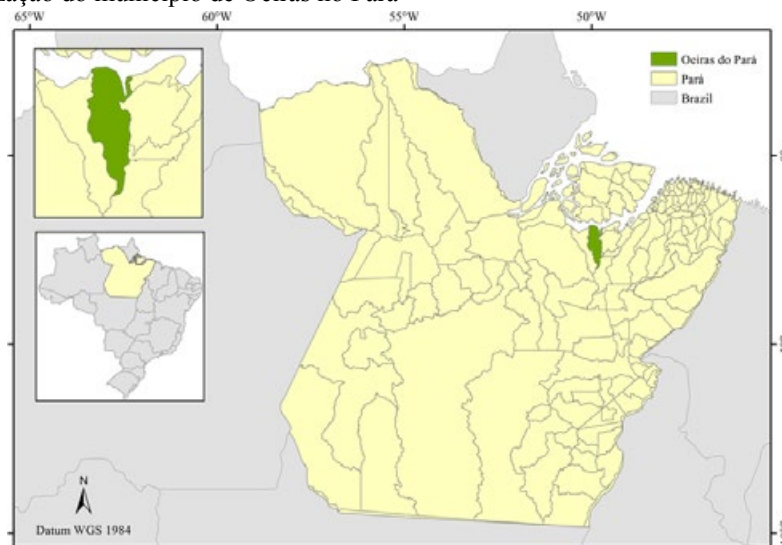
3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa caracteriza-se com um estudo exploratório e descritivo de caráter qualitativo. Os dados utilizados foram primários, coletados por meio da aplicação de questionários semiestruturados na comunidade, de maneira transversal, no final do mês de julho de 2023.

3.2 Área de Estudo

O presente trabalho de estudo foi realizado na vila de São Bernardo, situado no quilombo Bailique, localizada no município de Oeiras, Pará (Figura 1). Este quilombo abrange outras vilas, tais como Bailique Beira e a Vila de Porção. A vila de São Bernardo possui aproximadamente 80 residências familiares, cuja principal renda consiste na agricultura familiar, sobretudo no cultivo da mandioca. A figura abaixo mostra o mapa de localização do município.

Figura 1 - Localização do município de Oeiras no Pará



Fonte: <https://www.researchgate.net/Oeiras-do-Para-Para-Brasil>

3.3 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram estruturados em três etapas operacionais, a saber: elaboração e aplicação do instrumento de pesquisa; coleta, compilação e análise dos dados; e, por fim, mapeamento das rotas tecnológicas descritivas da pesquisa.

A primeira etapa foi realizada por meio da estruturação de um questionário semiestruturado com perguntas relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos, prevendo as seguintes etapas: geração, acondicionamento / armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final. Estes questionários foram aplicados nos dias 27 e 28 de julho de 2023, nos períodos da manhã e tarde, em 22 residências da comunidade quilombola de São Bernardo, por uma equipe de estudantes como mostra a (Figura 2), representando uma amostra finita com erro amostral de 12% e nível de confiança de 90%. O questionário contemplou as etapas de gerenciamento dos resíduos orgânicos gerados na comunidade.

A aplicação do questionário ocorreu de maneira aleatória nas residências pela equipe de trabalho de campo da pesquisa (Figura 2), a partir do interesse e desejo de participação elucidado pelos moradores. Neste sentido, inicialmente foi explicado o teor e importância deste instrumento de pesquisa para o atendimento dos objetivos do estudo. Em seguida, por meio de um diálogo despretensioso e informal, os moradores foram questionados quanto ao manuseio dos resíduos orgânicos gerados nesta comunidade (da geração a disposição final). Por fim, após a aplicação do questionário, a população participante recebeu os agradecimentos da equipe do projeto, dando, portanto, continuidade desta aplicação em outras residências. Ressalta-se que a aplicação do questionário ocorreu sempre em dupla nas residências contempladas pelo estudo.

Figura 2 - Equipe de campo responsável pela aplicação do instrumento de pesquisa



Fonte: Autores (2023)

Ao longo de todo o processo de aplicação do questionários foram realizados registros fotográficos e feitas descrições técnicas das condições de gerenciamento dos resíduos orgânicos gerados pela comunidade. Além disso, foram registrados os pontos geográficos das residências participantes da pesquisa por meio do Sistema de Posicionamento Global - GPS.

Os dados levantados foram compilados em planilhas do Microsoft Excel 2010 e posteriormente analisados. Desta forma, com base nas informações levantadas, foram determinados as rotas tecnológicas descritivas dos resíduos orgânicos gerados pelos residentes da vila de São Bernardo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados revelaram que os residentes acondicionam os restos e sobras de alimentos orgânicos gerados durante a elaboração das refeições e pós-refeição em pratos e/ou recipientes específicos. Notou-se que não há coleta diferenciada e nem especializada para este material. Desta forma, os restos de comida são transportados pelos/as moradores/as e dispostos em locais inadequados e/ou queimados em pontos específicos do quintal do/a morador/a. Os resíduos dispostos no fundo do quintal servem de alimento para os animais domésticos, como cachorros, porcos, entre outros como mostra a (Figura 3). Esta prática resulta de aspectos culturais, tendo em vista que esta perpassa gerações e tradições. Além disso, remete à desassistência do poder público quanto ao suporte técnico e instrucional quanto ao manejo adequado dos resíduos gerados pelos moradores.

Figura 3 – Disposição de restos e sobras de alimentos orgânicos para os animais domésticos



Fonte: Autores (2023)

Quanto à rota tecnológica dos resíduos de jardim, verificou-se que a maioria dos moradores (19 residências) queimam ou aterram estes materiais em áreas localizadas no fundo do quintal como mostra a (Figura 4). Em uma residência, estes resíduos são dispostos inadequadamente no solo a céu aberto, o que pode poluir o solo e as águas. No entanto, duas residências relataram realizar compostagem e aproveitar o adubo gerado no cultivo.

Figura 4 - Queima dos resíduos de jardim gerados na maioria das residências da comunidade quilombola São Bernardo



Fonte: Autores (2023)

De acordo com Bernardi (2019), a queima de resíduos pode ocasionar sérios problemas ao ambiente e à saúde dos moradores que residem nessas localidades, pois possuem vários elementos químicos na sua composição. Para reverter esta problemática, Andrade et al. (2020) afirmam que é necessário um gerenciamento de resíduos efetivo nestas localidades, pautado no suporte da municipalidade e na estrutura técnica-operacional para realização do serviço. Além disso, é crucial ações de educação ambiental nestas áreas, a fim de apresentar alternativas sustentáveis e de baixo custo que promovam manejos adequados e sustentáveis para os resíduos orgânicos. Dentre as diversas tecnologias de tratamento para os resíduos orgânicos, a compostagem comunitária e/ou domiciliar destaca-se pela fácil operação e baixo custo, sendo uma tecnologia social aplicável. De acordo com Souza et al. (2021), na compostagem ocorre um processo de biooxidação aeróbia de resíduos orgânicos, por meio dos mecanismos de decomposição (controlada e exotérmica) e estabilização biológica dos substratos orgânicos, realizada por meio da ação de microorganismos aeróbios e facultativos, tendo como produto um material rico em matéria orgânica e nutrientes, chamado de húmus.

Segundo Araújo, Cerqueira e Carneiro (2020), a compostagem caseira caracteriza-se pela simplicidade processual, por ser uma técnica de tratamento com viabilidade econômica e eficiente, além de reduzir os impactos ambientais negativos no solo, no ar e na água. Neste sentido, estudos corroboram com a difusão de composteiras caseiras nos diversos espaços, como escolas (SILVA et al., 2020; FONTES et al., 2021), universidades (FELICORI; FRANCO, 2020), empresas (SOUZA et al., 2021), além de comunidades (SILVA et al., 2018; SALES; HERCULANO; SOUZA, 2021). Para além dos benefícios e da relevância da compostagem caseira como instrumento de gestão dos resíduos orgânicos em comunidades, diversas políticas públicas fomentam a difusão desta tecnologia social. No contexto internacional, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, sobretudo o seis e o onze, resalta a importância de uma gestão sustentável de saneamento para todos, de maneira que torne as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Já no cenário nacional, diversos instrumentos legais corroboram a incorporação de composteiras caseiras para o tratamento do resíduo orgânico a fim de proteger, minimizar e melhorar a qualidade ambiental, com destaque para a Constituição Federal (BRASIL, 1988), para a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), para a Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), para a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999), entre outros.

Segundo SILVA(2023) Ao utilizar a técnica de compostagem para exploração dos resíduos sólidos, os problemas diretos e indiretos provenientes do descarte incorreto, que causam problemas e danos ambientais e de saúde pública, irão minuir imensamente, e assim é possível dar uma descarte adequado para esses resíduos (MARTINS FILHO et al., 2019). Diante desta conjuntura, para que as políticas públicas internacionais e nacionais sejam internalizadas, o empoderamento e a participação ativa da população no processo torna-se imprescindível. Para tal, o estabelecimento de estratégias e ações de educação ambiental em comunidades é uma via factível para o fortalecimento da sustentabilidade socioambiental e econômica. Neste contexto, a construção e troca de saberes teóricos e práticos sobre compostagem caseira nos domicílios desta comunidade é uma maneira de difundir práticas sustentáveis de gestão dos resíduos orgânicos, de modo que o resíduo gerado seja tratado de maneira adequada e os impactos ambientais negativos sejam minimizados. Para Sousa et al. (2023) é fundamental investir na sensibilização do público e em mudanças culturais progressivas na sociedade para tornar mais eficazes os esforços relacionados com a gestão de resíduos, tendo em vista que para Brito et al. (2019) geralmente, as zonas rurais enfrentam dificuldades na eliminação de resíduos de todos os tipos.

5. CONCLUSÕES

A rota tecnológica dos resíduos orgânicos na comunidade quilombola São Bernardo é caracterizada pela segregação in loco, seja em pratos e/ou recipientes. Estes materiais não possuem coleta especializada, sendo – portanto – transportados pelos moradores e dispostos – sem tratamento – em pontos específicos do quintal. A queima e o aterramento são práticas bastante recorrentes nas residências, bem como a disposição para alimentos de animais domésticos.

A falta de assistência da prefeitura, bem como a ausência de ações de educação ambiental implicam em práticas de manejo inadequado para os resíduos orgânicos gerados. Desta forma, a compostagem apresenta-se como uma tecnologia simples e de baixo custo

no auxílio do tratamento adequado e sustentável destes resíduos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. C. G.; COELHO, P. D. B.; RAMOS, A. C. D.; BARROS, A. J. A.; COSTA, N. L. Gerenciamento de resíduos sólidos de atividades de transporte: estudo de caso do gerenciamento de resíduos dos portos administrados pela companhia docas do Pará. Atema, 2020.
- ARAÚJO, C. C. O.; CERQUEIRA, G. S.; CARNEIRO, C. E. A. Prospecção tecnológica para processos de compostagem de resíduos orgânicos. Cadernos de Prospecção, v. 13, n. 4, 2020
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 10004:2004**. Resíduos Sólidos Classificação, ABNT, Brasil.
- BERNARDI, D.; MUNARETTO; CORDEIRO, N. K.; SANTOS, C. O. Gestão de resíduos sólidos no meio rural: um levantamento em municípios do Oeste Catarinense. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.14, n.2, p.119-132, 2019.
- BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1988.
- BRASIL. **Lei nº 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF, 1999.
- BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Institui a Política Nacional de Saneamento Básico. Brasília, DF, 2007.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010.
- BRITO, A. F. S.; NOGUEIRA, E. M. de S.; SILVA, L. M. da; SILVA, T. de A. e. Educação ambiental como subsídio para reutilização de resíduo sólido rural no município de Glória-BA. In: **Resíduos sólidos: Os desafios da gestão**. 1. ed. Recife: Gampe/UFRPE, 2019.
- FARIAS, Raliny Mota de Souza. **Análise de rotas tecnológicas para gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos: caso do Distrito Federal**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Recife/PE, 2018.
- FELICORI, T.C.; FRANCO, R.A.S.R. A prática da compostagem como agente de educação ambiental transformadora no Instituto Federal de Minas Gerais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.
- FONTES, K.D.S.A; CASTRO, A.C.L.; FERREIRA, T.E.D.; PANARELLI, E.A. A compostagem como instrumento de educação ambiental em escolas do município de João Monlevade – MG. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021.
- GRS/UFPA - GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Recife/PE: BNDES, 2014. Disponível em:< [REVISTA_FADE_CCS.indd \(www.gov.br\)](#)>. Acesso em 03 set. 2023.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022. Comunidades quilombolas**. Brasília, 2022. Disponível em:< [Brasil tem 1,3 milhão de quilombolas em 1.696 municípios | Agência de Notícias \(ibge.gov.br\)](#)>. Acesso em 05 set. 2023.
- MARTINS FILHO, J. B.; CUNHA, A. de J. da S.; PIRES, I. C. G.; FERRÃO, G. da E. Compostagem de resíduos orgânicos nos planos estaduais de resíduos sólidos. In: **Resíduos sólidos: Os desafios da gestão**. 1. ed. Recife: Gampe/UFRPE, 2019.

NEVES, R. A. das; MARTINS FILHO, J. B.; FERRÃO, G. da E.; PIRES, I. C. G. Diagnóstico do resíduo de poda: estudo de caso do campus de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão. **In: Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1. ed. Recife, 2019.

ONU - ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Nova York/USA, 2015. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/>>. Acesso em 05 set. 2023.

OLIVEIRA, J. J. L.; SOUSA, T. M. I. de; COSTA JUNIOR, J. M. G. Resíduos sólidos no meio rural: uma análise na região sul do Ceará e possíveis contribuições da indústria . **In: Resíduos Sólidos: Educação e meio ambiente**. 1. ed. Recife: EDUFRPE e Gampe/UFRPE, 2021.

OLIVEIRA NETO, J. F. de; SILVA, T. T. S. da. Rotas tecnológicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos: uma revisão pós política nacional de resíduos sólidos. **In: Boas práticas e impactos socioambientais**. 1. ed. Recife: Gampe/UFRPE, 2023.

PIMENTEL, C. H. L.; NÓBREGA, C. C.; JUCÁ, J. F. T.; PIMENTEL, U. H. O.; MARTINS, W. A. A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB/Management of technological routes for treatment and final destination of urban solid waste in the municipality of João Pessoa/PB. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7063-7088, 2020.

SALES, J.P.S.; HERCULANO, W.C.V.; SOUZA, C.C. O impacto da compostagem doméstica em uma comunidade no município de Codó (MA). **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 3, 2021.

SARDINHA, A. S.; SOARES, V. S.; LEITE, J. F.; JÚNIOR, A. P.; SANTOS, S. N.; BISPO, C. J. C.; PEREIRA, A. N. S.; SANTO, M. A.; ROCHA, M. C.; SOUZA, H. E. N. Compostagem como ferramenta de educação ambiental: uma implantação do método sobre uma escola pública em Marabá-PA. Atena, 2020.

SILVA, G.B.; LUI, G.H.; RIBEIRO, E.N.; CRUZ, T.N.S.; SALEMI, L.F. Conhecimento de resíduos orgânicos e compostagem por uma comunidade de baixa renda de Planaltina (Distrito Federal): implicações para compostagem em escala residencial. **Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 7, n. 1, 2018.

P. D. M. Silva, M. C. Silva, S. K. V. Leitão & A. V. P. Muniz. **O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas**. Mix Sustentável Florianópolis. v.5 n.4 p.63-70, outubro 2019.

SILVA, R.C.P. **Avaliação de modelos de coleta seletiva de recicláveis secos em perfis socioeconômicos: estudo de caso Recife-PE**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

SILVA, R. de S. O.; GUEDES, F. L.; SILVA, R. de C. de S.; GUSMÃO, A. C. S.. Evolução da legislação ambiental brasileira a respeito da compostagem. **In: Resíduos sólidos: Boas práticas e impactos socioambientais**. 1. ed. Recife: Gampe/UFRPE, 2023.

SOUZA, P. R. L. de; PEREIRA, M. A.; SILVA, J. S. da; LIMA, N. B. Compostagem nas escolas de referência de Arcoverde-PE: formação de estudantes em tratamento de resíduos orgânicos. **In: Boas práticas e impactos socioambientais**. 1. ed. Recife: Gampe/UFRPE, 2023.

SILVA, L. J. C. Disponibilidade de macro e micronutrientes durante o processo de compostagem de resíduos orgânicos. 2019. 32p Monografia (Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019. **Eng Sanit Ambiente** | v.24 n.2 | março/abril de 2019.

SOUZA, J. N.; CARVALHO, B.A.F.; ROCHA, A.M. Uso dos resíduos orgânicos domésticos em vermicompostagem. **Revista Verde**, v. 15, n. 2, 2020.

SOUZA, J.A.R.; MOREIRA, D.A.; SILVA, E.L.; REZENDE, D.C.V.; BARBOSA, T.S.; PEDROSO, R.S. Tratamento de lodo de laticínios com reuso de resíduos da agroindústria por processo de compostagem. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 4, 2021.

Diagnóstico Ambiental

CAPÍTULO 3

3.1 AVALIAÇÃO TEMPORAL DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO PARÁ

Yasmin Mendonça Ferreira

Universidade Federal do Pará

yasminfmendoca@gmail.com

Lara Grazielle Sousa Freitas

Universidade Federal do Pará

laragraziellef@gmail.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Universidade Federal do Pará

rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

No Brasil, a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) enfrenta desafios, incluindo a falta de infraestrutura para a disposição adequada. A pesquisa realizada no estado do Pará avaliou a gestão dos RSU ao longo do tempo, analisando quantitativa e qualitativamente a destinação final nas diferentes regiões de integração. Muitos municípios ainda utilizam predominantemente lixões como método de disposição dos resíduos, o que acarreta impactos negativos para o meio ambiente e a saúde pública. Além disso, a falta de informações sobre a situação de disposição desses resíduos em muitos municípios ressalta a relevância desse estudo. Apesar do aumento na divulgação de dados ao longo dos anos, ainda é necessário fortalecer a fiscalização e implementar incentivos para garantir que todos os municípios cumpram suas obrigações de declaração. Os resultados da pesquisa evidenciam um aumento significativo no número de municípios que adotam lixões, ao passo que o uso de aterros controlados varia ao longo do tempo. A implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2010 trouxe algumas mudanças, mas a adequação completa às diretrizes estabelecidas continua sendo um desafio para a maioria dos municípios. Portanto, é crucial melhorar a infraestrutura e promover uma gestão sustentável dos RSU no estado do Pará.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro sanitário; Gestão de resíduos sólidos urbanos; Lixão.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) se tornaram um problema devido ao crescimento da população e aos padrões de consumo que resultam em um volume crescente de detritos. Diante desse cenário, a correta separação e destinação dos RSU consistem em uma questão importante e reflete não somente na qualidade de vida, mas também na redução da extração de recursos naturais. Dessa forma, é imprescindível implementar uma gestão apropriada, que contemple todas as fases, desde a geração até a disposição final, visando à minimização dos impactos ambientais e de saúde pública decorrentes do descarte desses materiais (RIOS; SILVA, 2019).

Existem três principais tipos de disposição final, o vazadouro a céu aberto, conhecido como “lixão”, o aterro controlado e o aterro sanitário. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a região Norte enfrenta desafios na disposição ambientalmente adequada de resíduos, visto que muitos ainda são destinados a vazadouros a céu aberto, o que viola diversos instrumentos legais brasileiros, como a Constituição Federal que estabelece em seu art. 255 o direito ao ecossistema ecologicamente equilibrado e a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81, que prever em seu artigo 2º, inciso III, a necessidade de preservação e restauração dos recursos naturais (PALÁCIO; GUIMARÃES, 2020).

No Pará, essa questão é acentuada pela interação entre a preservação da floresta amazônica e a falta de infraestrutura adequada de destinação de RSU. Muitos dos 144 municípios do estado ainda utilizam vazadouros a céu aberto, tornando-o relevante para estudos sobre a disposição adequada de resíduos. Essa forma de disposição é considerada crime e foi proibida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010). A meta de extinguir todos os lixões até 2014 não foi cumprida, e um novo prazo para 2021 também não foi alcançado. Para enfrentar essa questão, foram criados programas e incentivos financeiros, incluindo o Programa Lixão Zero e o Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Segundo Candiani e Attanasio Junior (2023), a PNRS consiste em um instrumento criado para orientar a normatização e o planejamento da gestão dos resíduos, a qual deve ser realizada de forma integrada entre todos os entes municipais, estaduais, governamentais e federativos, envolvendo ações direcionadas para a busca de soluções em relação ao problema dos RSU. Palácio e Guimarães (2020), ressaltam a complexidade desse sistema de gestão integrada, devido à necessidade de abordar questões referentes ao ciclo de vida do produto, diminuindo a utilização de recursos naturais com o objetivo de não gerar resíduos, e assim, contribuindo para que não ocorra a sobrecarga de vazadouros a céu aberto.

A Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente de 1972 marcou o início do direito ambiental global, culminando nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015, que abordam questões como a gestão adequada dos resíduos urbanos. A Lei de Crimes Ambientais n.º 9.605/98 também destaca a importância dessa gestão, com penas para poluição prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente. Isso destaca a relevância dos ODS e dos marcos legais na abordagem dos resíduos sólidos.

Este artigo discorre sobre a disposição final dos RSU no Pará, tratando sobre a problemática dos desafios ao implementar uma gestão integrada para lidar com a destinação inadequada dos resíduos. Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo de fazer uma avaliação temporal da disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados no estado do Pará para fins de gestão adequada e sustentável destes materiais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Disposição final dos RSU

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos consiste no destino final dado aos resíduos gerados nas cidades. Essa escolha depende de fatores como a disponibilidade de tecnologias, infraestrutura local, políticas públicas e as características específicas de cada região. Atualmente, há uma tendência de buscar soluções que priorizem a redução, a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos, com o objetivo de minimizar a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários e lixões (ZAGO; BARROS, 2019).

Segundo Silva et al. (2020), o aterro sanitário é uma das principais opções para a disposição final de resíduos sólidos urbanos, realizada de forma controlada. Este é projetado para receber e tratar os resíduos de forma que possa minimizar os seus impactos negativos. O seu funcionamento envolve diversas etapas. Inicialmente, é necessário escolher um local adequado para a construção do aterro sanitário, considerando critérios como distância de áreas residenciais, cursos d'água, áreas de proteção ambiental, entre outras restrições legais (SILVA; PACHECO, 2023).

Antes da disposição o solo do aterro é preparado para evitar a infiltração de resíduos líquidos. Após o descarte diário, uma camada de solo é utilizada para cobrir os resíduos, e assim, reduzir o odor, evitar a proliferação de vetores e minimizar a exposição aos elementos externos. Além disso, também possuem um sistema de drenagem para coletar e tratar os lixiviados, e um sistema de captura dos gases gerados pela decomposição. A gestão adequada de um aterro sanitário requer uma operação e manutenção eficientes, assim como a adoção de práticas de controle ambiental rigorosas (PASSOS et al., 2018).

O aterro controlado é considerado uma opção menos adequada e sustentável para a disposição final dos RSU. Sendo assim, trata-se de uma disposição irregular e sem controle. Também é utilizada uma camada de solo ou material similar para cobrir os resíduos e, apesar de ser em menor escala, são adotadas determinadas medidas básicas para minimizar os impactos dos gases e lixiviados. No entanto, os resíduos são dispostos diretamente no solo, sem as medidas de impermeabilização e controle mais rigorosas que são adotadas nos aterros sanitários, o que pode ocasionar problemas como a presença de vetores, mau cheiro e maior exposição dos resíduos aos elementos externos (ZAGO; BARROS, 2019).

De acordo com Lopes et al. (2020), a disposição final de RSU em lixões é uma prática inadequada e altamente prejudicial à população humana, atingindo também os animais, pois são áreas onde ocorre o descarte dos resíduos sem nenhum planejamento, controle ou infraestrutura adequada. Além disso, não são estabelecidas medidas de controle ambiental, representando uma ameaça para a biodiversidade local, visto que podem degradar habitats naturais e prejudicar a flora e a fauna, pois os resíduos são

simplesmente descartados diretamente no solo, sem qualquer organização ou separação adequada (PESSOA NETO; SILVA; SÁ, 2023).

Devido aos impactos negativos, muitos países estão adotando medidas para eliminar os lixões e substituí-los por alternativas mais adequadas, como aterros sanitários e outras soluções de gestão de resíduos. Essa transformação requer investimentos financeiros e esforços de planejamento e implementação por parte dos governos das autoridades responsáveis pela gestão dos resíduos (RICCI, 2020).

2.2 Panorama da disposição final dos resíduos sólidos no Brasil

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos consiste em um desafio enfrentado no Brasil há décadas. Por mais que seja coletado, é necessário que os RSU sejam dispostos em locais adequados, no entanto, muitas vezes isso não ocorre. Além disso, a disposição adequada dos resíduos é essencial para que sejam preservados os direitos ambientais e relacionados à saúde dos cidadãos (AGUIAR et. al., 2019). De acordo com dados da Abrelpe (2022), é possível observar e comparar a forma de disposição final de RSU urbanos no Brasil durante o ano de 2021 (Tabela 1).

Tabela 1 – Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2021

Região	Disposição adequada		Disposição inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.816.174	35,9	3.242.805	64,1
Nordeste	6.128.776	36,7	10.570.886	63,3
Centro-Oeste	2.501.581	42,8	3.343.234	57,2
Sudeste	29.754.601	73,8	10.563.286	26,2
Sul	6.097.606	71,2	2.466.448	28,8
Brasil	46.298.738	60,5	30.186.659	39,5

Fonte: Adaptado de Abrelpe (2022)

Além disso, também foi observada e comparada a forma de disposição final de RSU urbanos no Brasil durante o ano de 2022 (Tabela 2).

Tabela 2 - Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2022

Região	Disposição adequada		Disposição inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.870.470	36,6	3.240.105	63,4
Nordeste	6.214.527	37,2	10.491.191	62,8
Centro-Oeste	2.532.762	43,5	3.288.281	56,5
Sudeste	29.773.638	74,3	10.298.552	25,7
Sul	6.020.694	71,6	2.388.097	28,4
Brasil	46.412.091	61,0	29.706.226	39,0

Fonte: Adaptado de Abrelpe (2022)

Ao analisar a evolução das formas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil, tendo como base dados de 2021 e 2022, percebeu-se que a maior parte dos RSU coletados (61%) é encaminhada para aterros sanitários, com um total de 46,4 milhões de toneladas destinadas de forma adequada em 2022. No entanto, áreas de disposição inadequada, como lixões e aterros controlados, ainda estão em funcionamento em todas as regiões do país, recebendo 39% do total de resíduos coletados, o que resulta em um volume de 29,7 milhões de toneladas destinadas de forma inadequada (ABRELPE, 2022). Os dados referentes à destinação adequada e inadequada dos RSU por região no Brasil em 2021. Os números revelam que aproximadamente 60,5% do total de resíduos sólidos foram devidamente destinados, totalizando 46.298.738 toneladas. Por outro lado, a

disposição inadequada atingiu a marca de 30.186.659 toneladas, correspondendo a 39,5%. Na tabela 2, os dados indicam que cerca de 61,0% do total de resíduos sólidos foram destinados de forma adequada, totalizando 46.412.091 toneladas. Contudo, houve a disposição inadequada de 29.706.226 toneladas, representando 39,0% (ABRELPE, 2022).

Ao analisar os dados de 2022, nota-se uma evolução positiva na destinação dos resíduos sólidos no Brasil. A quantidade de resíduos destinados adequadamente aumentou para 46.412.091 toneladas, o que corresponde a cerca de 61,0% do total. Esse crescimento indica uma maior conscientização e investimentos em infraestrutura adequada para o tratamento dos resíduos. As disposições inadequadas diminuíram, totalizando 29.706.226 toneladas por ano e representando 39,0% do total. Embora ainda sejam utilizados, é necessário reduzir gradualmente o uso de lixões e aterros controlados, buscando alternativas apropriadas (ABRELPE, 2022).

3. METODOLOGIA

3.2 Área de estudo

A área definida para estudo foi o estado do Pará, pertencente à Região Norte do Brasil, a qual ocupa o segundo lugar em extensão territorial, com uma área estimada em aproximadamente 1,2 milhão de km². Com uma população de cerca de 8.116.132 habitantes, a maioria está concentrada na região Guarajá de Belém, que é a capital do estado (IBGE, 2022).

Densidade demográfica é um indicador que expressa a relação entre a população e a área de um determinado território. No caso do município de Belém que é a capital, a densidade demográfica, de acordo com dados do IBGE de 2022, é de aproximadamente 1.230,23 habitantes por km², o que significa que há uma alta concentração de população em relação à grande área territorial do estado do Pará. Isso se deve, em parte, às características geográficas da região.

O estado do Pará é dividido em regiões de integração, que são agrupamentos de municípios que possuem características semelhantes e que têm como objetivo promover o desenvolvimento regional. São ao todo 12 regiões de integração (RI) no estado: Foram adicionadas as doze regiões de integração (RI): Rio Caeté (RCE); Xingu (XG); Rio Capim (RCP); Marajó (MA); Lago de Tucuruí (LT); Carajás (CA); Guajará (GA); Tapajós (TA); Tocantins (TO); Guamá (GU); Baixo Amazonas (BA); e Araguaia (AR) (Figura 1).

Figura 1 - Mapa da estruturação regional do Estado do Pará em doze Regiões de Integração



Fonte: IBGE (2022)

3.3 Procedimentos metodológicos (Levantamento e análise de dados)

A pesquisa foi conduzida com um caráter descritivo, utilizando dados secundários obtidos por meio de pesquisas bibliográficas e documentais. As informações foram coletadas em plataformas eletrônicas, incluindo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). O SNIS é uma plataforma de responsabilidade do governo federal que engloba informações sobre a prestação de serviços de água, esgoto e resíduos sólidos urbanos desde 1995. Essa plataforma tem como objetivo permitir a comparação e a medição dos serviços fornecidos por meio de seus indicadores (BRASIL, 2019).

Foi realizada uma consulta no SNIS, na série histórica, referente aos resíduos sólidos. No caso desta pesquisa, os dados foram coletados em março de 2023. O intervalo de referência selecionado abrange os anos de 2002 a 2020 na região Norte, estado do Pará. Quanto ao tipo de unidade, foram delimitados os seguintes: lixão (LX), aterro controlado (AC) e aterro sanitário (AS). Nesta pesquisa, será realizada uma análise comparativa entre o período anterior e posterior à publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, com o objetivo de investigar possíveis modificações na disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados no estado do Pará.

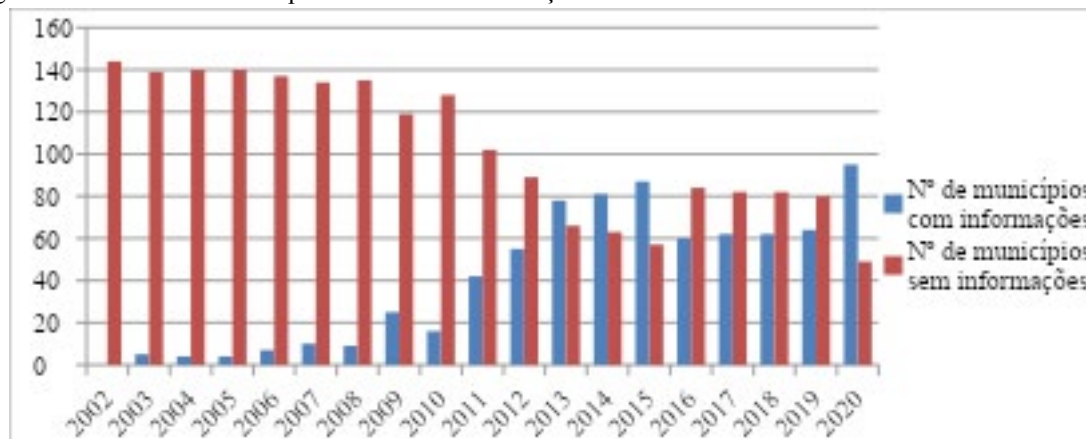
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises dos dados gerais

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), tornou-se um importante instrumento de conhecimento em relação aos serviços de saneamento básico, o qual apresenta um conjunto de dados estruturados que possibilita analisar e avaliar a evolução dos serviços de manejo de RSU desde 2002. Além disso, o acesso a tais informações é gratuito e público (SNIS, 2021).

O conhecimento proporcionado pelo SNIS no decorrer dos anos é capaz de orientar atividades de planejamento e gestão neste setor, assim como a realização de programas, políticas públicas, atividades regulatórias, definição e monitoramento de metas e avaliação dos serviços disponibilizados. A coleta dos dados é realizada por meio de formulários disponibilizados na plataforma digital SNISWeb. Nesse contexto, foi realizada uma pesquisa sobre os municípios que disponibilizam informações (Figura 1).

Figura 1 - Análise dos municípios com e sem informações



Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020)

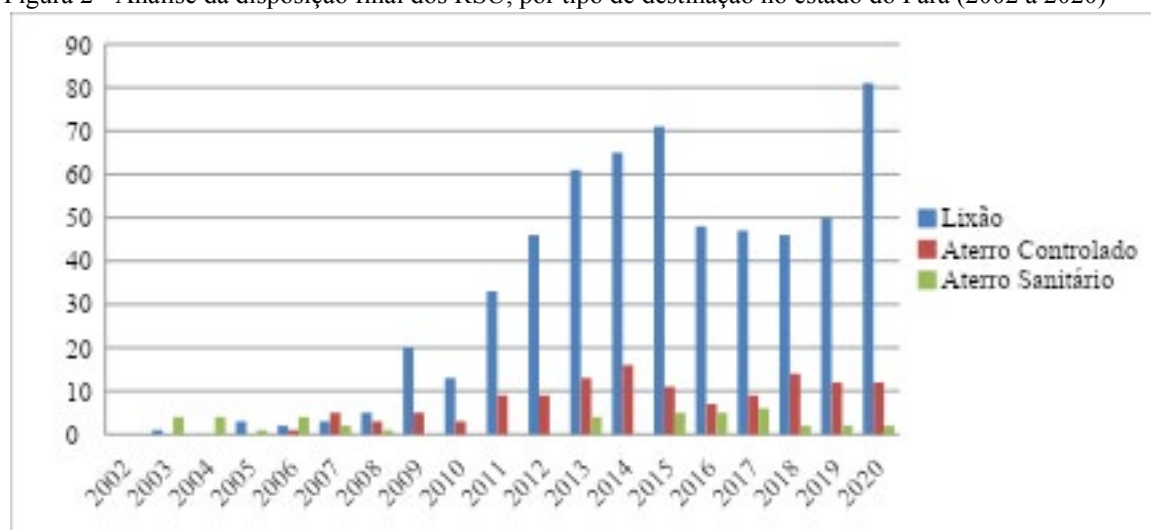
Ao analisar os dados fornecidos, podemos identificar algumas tendências ao longo do período de 2002 a 2020, como o aumento gradual no número de municípios que forneceram informações ao longo dos primeiros anos, atingindo o pico em 2020 com 95 municípios declarantes. Em contrapartida, o número de municípios sem informações diminuiu ao longo dos anos, chegando a apenas 49 em 2020. No período entre 2002 e 2009, observou-se um número relativamente baixo de municípios que forneceram informações, o que pode indicar uma falta de comprometimento desses municípios em relação à declaração de dados. A partir de 2010, houve um aumento significativo no número de municípios que passaram a fornecer informações, o que pode ser atribuído à adoção da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS é uma legislação brasileira que estabelece a obrigatoriedade de coleta e fornecimento de informações sobre a gestão de resíduos sólidos pelos municípios. Além disso, a política define diretrizes para a gestão adequada dos resíduos sólidos, com o objetivo de proteger o meio ambiente e promover a saúde pública.

Apesar do aumento no número de municípios com informações ao longo dos anos, ainda há uma parcela significativa que não fornece esses dados, sendo necessária uma fiscalização mais rigorosa e o estabelecimento de incentivos para garantir que todos os municípios cumpram suas obrigações de declaração. É importante ressaltar que, embora os números absolutos de municípios com e sem informações variem ao longo do período, a tendência geral é de um aumento no fornecimento de informações. Essa tendência é mais relevante para a análise do que os valores absolutos em cada ano específico. Durante a coleta de dados no período de 2002 a 2020, foram feitas algumas observações relevantes. No primeiro ano da coleta, em 2002, nenhum município apresentou informações disponíveis. Além disso, alguns municípios não mantiveram a continuidade na declaração de dados ao longo do tempo, deixando de fornecer informações em anos subsequentes. Essa falta de continuidade pode dificultar a análise e o acompanhamento da evolução da disposição final dos resíduos nesses municípios.

Outra questão observada foi a presença de informações que não correspondiam à realidade. Por exemplo, houve casos em que municípios declararam possuir aterro sanitário, mas posteriormente informaram apenas a existência de aterro controlado. Essas observações ressaltam a importância de garantir a confiabilidade e a consistência dos dados coletados. É fundamental que os municípios forneçam informações verdadeiras e atualizadas, a fim de permitir uma análise adequada e uma compreensão precisa da situação da disposição final dos resíduos. Nesse contexto, muitos municípios têm limitações na capacidade de coletar, relatar e analisar dados sobre resíduos sólidos devido à falta de recursos humanos qualificados, equipamentos adequados e sistemas eficientes. A falta de infraestrutura adequada, como coleta e tratamento de lixo, também dificulta a obtenção de informações precisas para o SNIS devido a problemas técnicos, logísticos e de treinamento (RODRIGUES; SILVA FILHO, 2023).

O fornecimento de informações precisas e atualizadas sobre resíduos sólidos é essencial para a implementação de políticas eficazes de gestão de resíduos e para o planejamento de ações de melhoria nessa área. Sendo assim, foi feita uma análise dos tipos de disposição final do RSU no estado do Pará durante os anos de 2002 a 2020 (Figura 2). Ao analisar os dados fornecidos sobre a disposição final dos resíduos no estado do Pará ao longo dos anos, foram divididos em três categorias principais: lixão, aterro controlado e aterro sanitário. No que diz respeito aos lixões, percebe-se um aumento significativo no número de municípios que utilizam essa forma inadequada. Em 2002, nenhum município forneceu dados sobre lixões, mas em 2020, foram registrados 81 municípios adotando essa prática. Essa tendência é preocupante, pois os lixões geram impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública. Quanto aos aterros controlados, inicialmente poucos municípios os utilizam, mas a partir de 2006 o uso aumenta gradualmente, atingindo um pico em 2014 com 16 municípios adotando essa prática. A partir daí, há uma diminuição para 12 municípios em 2020. Em relação aos aterros sanitários, começaram a usá-los em 2002, variando entre 0 e 6 municípios ao longo dos anos.

Figura 2 - Análise da disposição final dos RSU, por tipo de destinação no estado do Pará (2002 a 2020)



Fonte: Autora (2023)

Esses dados revelam um aumento significativo no número de municípios que utilizam lixões como forma de disposição final dos resíduos, o que é preocupante devido aos impactos negativos que essa prática gera ao ecossistema e à saúde da população. Em

contraste, o uso de aterros controlados apresenta uma variação ao longo dos anos, com um pico em 2014 e uma diminuição gradual até 2020. Os aterros controlados representam uma alternativa intermediária entre os lixões e os aterros sanitários, mas ainda apresentam limitações em relação à proteção ambiental. Quanto aos aterros sanitários, observa-se uma tendência de estabilidade ao longo do período, embora o número de municípios que os utilizam ainda seja muito baixo em relação ao total de municípios no estado do Pará, que é de 144. É importante destacar que os aterros sanitários são considerados a opção mais adequada para o manejo dos resíduos, pois oferecem um maior controle ambiental e são projetados para minimizar os impactos negativos. Em resumo, na análise realizada sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no estado do Pará entre 2002 e 2020, observou-se que a maioria dos municípios ainda utiliza lixões como forma de disposição final dos resíduos, mesmo após o prazo estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa prática inadequada traz prejuízos significativos, e a persistência dos lixões evidencia a dificuldade na efetiva implementação das políticas e diretrizes estabelecidas pela PNRS.

4.2 Análise das Regiões de Integração do Estado do Pará

Conforme Beninca, Souza e Costanzi (2023) demonstram em suas pesquisas, a regionalização do estado do Pará consiste em uma estratégia com o objetivo de reconhecer e respeitar as diferenças sociais e econômicas entre os 144 municípios paraenses, considerando sua vasta extensão territorial, visto que o Pará é o segundo maior estado do Brasil. Além disso, a divisão em 12 Regiões de Integração tem o intuito de facilitar a administração e promover o desenvolvimento de políticas públicas adequadas para cada localidade, de modo a identificar e atender às suas necessidades específicas.

Essa integração é essencial para que esses municípios possam trabalhar juntos na redução de desigualdades regionais, como estabelecido no Art. 1º do Decreto n.º 1.066/2008, o qual foi responsável pela criação das regiões. Com suas características geográficas, socioeconômicas e culturais distintas, é necessário um planejamento que considere essas particularidades, o que possibilita o direcionamento de esforços e políticas públicas de forma mais eficiente (PINA, 2019).

4.2.1 Municípios por Região de Integração com e sem informação nos anos de 2002 a 2010

Em relação ao fornecimento de informações ao site do SNIS, a RI AR, com 15 municípios, apenas um Município com Informação (MCI) foi registrado em 2009, sendo que nenhum outro forneceu informações de 2002 a 2010. Na TI BA, composta por 13 municípios, não houve informações de 2002 a 2005, a partir de 2006, ocorreu um aumento gradual, atingindo 4 MCI em 2010. Em relação a RI GU, composta por 18 municípios, verificou-se que nenhum deles forneceu informações ao SNIS no período de 2002 a 2006. Nos anos de 2007 e 2008, houve um pequeno avanço, com o registro de 1 MCI. Em 2009, ocorreu um aumento significativo, com 5 municípios fornecendo dados, no entanto, em 2010, essa quantidade foi reduzida para 3 MCI.

Quanto a RI TO, formada por 11 municípios, constatou-se que nos anos de 2002 a 2006, também não houve nenhum registro de dados. Ocorreu um pequeno progresso em 2007, com 2 MCI, mas em 2008 esse número diminuiu para 1 e se manteve durante os anos seguintes. Ao observar a RI TA, a qual é constituída por 6 municípios, constatou-se

uma ausência total de informações ao SNIS nos anos de 2002 a 2004, 2006, 2007 e 2010, havendo somente 1 MCI nos anos de 2005, 2008 e 2009. No que se refere a RI GA, integrada por 5 municípios, verificou-se um maior envolvimento no fornecimento de dados. A partir de 2003, ocorreu um aumento significativo, com 4 MCI. Essa participação ativa manteve-se constante no ano seguinte, e em 2005 houve um declínio para somente 1 MCI. No entanto, em 2006, houve novamente um aumento para 4 MCI, seguido de uma diminuição para 3 em 2007 e 2 em 2008. Houve outro aumento para 3 MCI em 2009, mas ocorreu uma ausência de informações em 2010.

Na RI CA, com 12 municípios, houve progresso lento. Começou com nenhum MCI em 2002, mas aumentou gradualmente a partir de 2003, atingindo 2 MCI em 2007 e 2009, com uma diminuição para 1 MCI em 2008 e 2010. Quanto às RI LT e MA, compostas por 11 e 16 municípios, respectivamente, não houve participação na divulgação de informações, exceto um município em cada região em 2010. Na RI RCP, com 16 municípios, não houve dados de 2002 a 2008, mas observou-se progresso em 2009, com 4 municípios reportando informações e 3 em 2010. Na RI XG, com 10 municípios, houve baixo envolvimento, com somente 1 fornecendo dados em 2005, 2007 e 2008. Na RI RCE, com 15 municípios, não houve informações até 2008, mas teve um avanço em 2009, com 6 MCI, e 2 em 2010.

Diante desse cenário, é possível concluir que antes da implementação da PNRS, a análise dos dados revela um panorama desafiador e variável em relação à disponibilidade de dados no decorrer dos anos. Durante esse período, esses resultados demonstram a necessidade de incentivo a uma maior participação destas regiões na coleta e divulgação de informações sobre saneamento básico. O fornecimento de informações também está relacionado com a responsabilidade compartilhada definida pela PNRS como um dos princípios da gestão de RSU. Isso significa que diferentes atores, como empresas, governos e a sociedade em geral, devem participar ativamente na destinação adequada dos resíduos e na divulgação das informações relacionadas. Além disso, as pessoas têm o direito de receber informações claras, acessíveis e compreensíveis sobre a disposição final dos RSU.

É essencial disponibilizar dados sobre a gestão dos resíduos de forma ampla e acessível. Isso pode ser realizado por meio de websites, canais de mídia social, comunicados à imprensa, informativos, entre outros meios de comunicação. As informações devem incluir dados sobre a coleta, o tratamento, a destinação final dos resíduos, bem como os resultados alcançados e os desafios enfrentados (SNIS, 2021). Nesse contexto, ainda em relação aos municípios que fornecem ou não informações ao SNIS, também foi feita uma pesquisa no período entre os anos de 2011 a 2020, conforme apresentado nos Gráfico 5 e 6, para proporcionar uma comparação das mudanças que podem ter ocorrido após a criação da PNRS de 2010, a qual preconiza a transparência e o acesso à informação como princípios fundamentais para a gestão dos resíduos sólidos.

4.2.2 Análise dos municípios por Região de integração com e sem informações nos anos de 2011 a 2020

Sobre fornecimento de informações pelos municípios em um período após a criação da PNRS, a partir de 2011 até o ano de 2020. Na RI AR, composta por 15 municípios, observou-se um crescimento gradual. Em 2011 e 2012, houveram 2 MCI. Esse número aumentou para 5 em 2013, 6 em 2014 e 10 em 2015. Apesar de uma rápida queda nos

anos subsequentes, com 6 MCI em 2016, 4 em 2017 e 5 em 2018, houve uma recuperação em 2019 com 8 MCI, e em 2020, aumentou novamente para 10. Na RI BA, com 13 municípios, houve um aumento gradual nos MCI: de 4 em 2011 para 9 em 2013/2014, com uma queda leve para 6 em 2016/2018/2019, mas recuperando para 8 em 2020. Na RI GU, com 18 municípios, houve maior envolvimento: de 4 MCI em 2011 para 14 em 2015, porém, seguido por quedas para 5 a 8 MCI nos anos seguintes.

Ao analisar a RI TO, a qual é constituída por 11 municípios, verificou-se uma variação no número de MCI. Em 2011 e 2012, 3 municípios da região apresentaram dados, e 4 em 2013 e 2014. Houve um pequeno aumento para 5 MCI em 2015, seguido por uma estabilização nos anos seguintes, com 4 MCI em 2016, 6 em 2017, 7 em 2018, e novamente 6 em 2019. Em 2020, o número de MCI aumentou novamente para 10. Na RI TA, com 6 municípios, houve um envolvimento variado: de 3 a 4 em 2011 a 2014, reduzindo para 1 a 3 em 2018/2019 e aumentando para 4 MCI em 2020, o que indica um nível de engajamento flutuante pelos municípios desta região. Na RI GA, com 5 municípios, houve um envolvimento relativamente estável: 3 MCI em 2011, 4 a 5 MCI de 2013 a 2019, e 5 MCI em 2020.

Além disso, foi possível verificar que na RI CA, formada por 12 municípios, houve um aumento gradual no número de MCI. Em 2011, 4 municípios da região apresentaram dados. Esse número aumentou para 6 em 2012, 8 em 2013 e 7 em 2014. Apesar de ter ocorrido uma leve queda, com 5 MCI em 2015, 7 em 2016 e 6 em 2017, houve uma estabilização nos anos subsequentes com 6 MCI em cada um desses e aumentando novamente para 7 em 2020. Em relação a RI LT, constituída por 7 municípios, verificou-se uma variação no fornecimento de dados. Em 2011, houve 2 MCI, aumentando para 3 em 2012, 4 em 2013 e 2017, e 5 em 2018. Em 2019, houve uma leve queda para 3 MCI, seguido por um aumento para 6 em 2020. Na RI MA, composta por 16 municípios, também é possível notar uma variação, pois em 2011, registrou 6 MCI, aumentando para 7 em 2012, 9 em 2013 e 10 em 2014. No entanto, houve uma queda nos anos seguintes, com 5 MCI em 2016, 2017 e 2018, e 4 MCI em 2019. Em 2020, o número de MCI aumentou significativamente para 13.

Ao verificar a RI RCP, a qual é constituída por 16 municípios, os resultados também apontam uma participação variável. Em 2011, houveram 4 MCI, número que aumentou para 5 em 2012, 7 em 2013 e 8 em 2014. No ano de 2015, ocorreu um aumento significativo com 13 MCI, seguido por uma queda para 6 em 2016. Nos anos seguintes, verifica-se uma estabilização em torno de 6 MCI, com 8 em 2017 e 6 em 2018 e 2019. Em 2020, esse número aumentou novamente para 9. Na RI XG, formada por 10 municípios, verificou-se que em 2011, somente um município apresentou dados. Esse número aumentou para 3 em 2012 e se manteve constante nos anos seguintes. No entanto, em 2014 ocorreu um aumento significativo, com 5 MCI, seguido por uma estabilização em torno de 4 MCI nos anos subsequentes. Houve um aumento para 6 em 2019, e 9 em 2020. Por fim, os resultados da RI RCE, constituída por 15 municípios, demonstram uma variação. Em 2011, 7 municípios disponibilizaram informações, esse número diminuiu para 4 em 2014, seguido por um aumento para 9 em 2013 e uma redução para 8 em 2014. Nos anos seguintes, houve o registro de 5 MCI em 2016 e 7 em 2017. Em 2018, houve uma queda para 6 MCI, seguido por uma nova redução para 4 MCI em 2019. Em 2020, esse número aumentou novamente para 6.

Os dados revelam o esforço progressivo das cidades em compartilhar informações relevantes sobre o tema, o que proporciona uma análise mais abrangente e embasada para a tomada de decisões e formulação de políticas públicas. No entanto, os dados demonstram uma variação no nível de envolvimento e compromisso. Enquanto determinadas regiões apresentam um crescimento constante e um compromisso sólido, outras ainda enfrentam desafios significativos. Além de analisar os municípios que fornecem informações ao SNIS, também é essencial verificar qual o tipo de destinação final utilizados em cada Região de Integração do estado do Pará.

4.2.3 Tipo de destinação final dos RSU nas RI do estado do Pará nos anos de 2002 a 2010

Ao analisar o tipo de destinação final dos RSU nas RI do estado do Pará nos anos de 2002 a 2010, demonstrou-se um panorama variado ao longo dos anos. Na RI AR, durante o período de 2002 a 2010, não foram registrados lixões (LX), aterros controlados (AC) e aterros sanitários (AS) como forma de disposição final dos RSU, com exceção do ano de 2009, quando foi identificado 1 lixão. Esses dados indicam uma ausência de estruturas adequadas para a destinação dos resíduos sólidos nessa região durante o período analisado. Observou-se que na RI BA e RI GU também não houve o registro de LX, AC ou AS nos anos de 2002 a 2005, no entanto, a partir de 2006, observou-se o uso de 1 AC, o qual se manteve até o ano de 2010 na RI BA e 1 LX até 2008 na RI GU, número que aumentou para 5 lixões em 2009, e diminuiu novamente para 3 lixões em 2010. Em relação a RI TO, também não houve registro de nenhum meio de disposição final entre os anos de 2002 a 2006. A partir de 2007, identificou-se 1 LX e 1 AC, que se manteve até 2010.

Na RI TA, não foram registrados LX, AC ou AS entre os anos de 2002 a 2006 e em 2010, mas identificou-se 1 lixão nos anos de 2005 e 2008, ocorrendo um aumento para 2 lixões em 2009. No que se refere a RI GA, também não foi registrado nenhuma forma de disposição final entre os anos de 2002 a 2004 e a partir de 2005, identificou-se 1 LX, número que se manteve constante até 2010. Além disso, também se observou a partir de 2006, a utilização de AC, totalizando 3 em 2006 e reduzindo para 2 em 2008. Na RI CA, houve o registro de 1 AS no ano de 2003, número que se manteve até 2006, aumentou para 2 em 2007, e em 2009 e 2010 foi utilizado também 1 AC. Nas regiões de integração LT, MA, RCP e RCE, observou-se que nos anos de 2002 a 2009 não foi registrado nenhum meio de disposição final, e em 2010 foi identificado um aterro controlado na região LT, 1 lixão em MA, 3 lixões em RCP e 2 lixões em RCE.

Em resumo, os dados apontaram uma situação heterogênea em relação à forma de disposição final dos RSU nas regiões de integração. Enquanto algumas regiões demonstram pequenos avanços na adoção de aterros controlados ou sanitários, outras ainda enfrentam desafios significativos, com a presença predominante de lixões, no entanto, a maioria não registra nenhum meio de disposição final de resíduos sólidos. Esses dados destacam a importância de investimentos e políticas públicas voltadas para a melhoria da gestão de RSU.

4.2.4 Tipo de destinação final dos RSU nas RI do Estado do Pará nos anos de 2011 a 2020

No período entre os anos de 2011 a 2020, em relação ao tipo de destinação final, na RI AR, o número de lixões aumentou de 2 para 13 em 2020, com 1 AC em 2014 e 2020. Na RI BA, notou-se uma persistência de lixões, registrando 3 em 2011, subindo para 6 em 2012 e mantendo-se estável com 5 até 2020. Foram usados também 1 AC de 2011 a 2013 e 2017 a 2019; e 2 AC de 2014 a 2016 e 2020. Na RI GU, os lixões aumentaram de 4 em 2011 para 14 em 2015, e caiu para 9 em 2020. Na RI TO, houve 2 LX em 2011 e 1 AC em 2013/2014. Na RI GA, foram registrados 3 AC, variando ao longo dos anos, e 1 a 2 LX entre 2012 e 2014. Em relação a RI CA, foram utilizados 2 LX em 2011/2012, subindo para 4 em 2013 e mantendo-se em 3 até 2020. Houve 1 AC nos anos de 2011, 2012, 2014 e 2016 a 2020, e 1 AS em 2013, 2015 e 2016. Na RI LT, houve o registro de 2 LX em 2011/2012, subindo para 3 em 2013 e mantendo-se em 5 LX até 2020, também houve 1 AC de 2011 a 2014 e 1 em 2020.

Na RI MA, os lixões predominaram como disposição final, variando de 5 em 2011/2012 a 13 em 2020, com 1 AC nos anos de 2011 a 2013. Na RI RCP, houve variação de 3 lixões em 2011 a 7 em 2020, com 1 AC em 2011/2014 e 2 em 2019/2020. Na RI XG, houve 1 LX em 2011, aumentando para 7 em 2020, também 2 AS em 2015 e 2 AC em 2018 a 2020. Na RI RCE, variou de 9 LX em 2013 a 4 em 2016, com 1 AC em 2018/2019. Em resumo, é possível observar que ao longo do período analisado, houve falta de preocupação e implementação adequada de métodos de disposição final dos RSU no estado do Pará. Embora tenham ocorrido avanços na utilização de aterros sanitários e controlados em algumas regiões, o aumento do uso de lixões revela uma disparidade na adoção de práticas adequadas entre as diferentes regiões de integração do estado. Sendo assim, verificou-se que a maioria dos municípios ainda enfrenta desafios significativos em relação à disposição final dos RSU.

5. CONCLUSÕES

Conforme o que foi apresentado, é possível concluir que houve determinadas mudanças após a adoção da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, no entanto, a disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) ainda é uma problemática para a maioria dos municípios que não se adequaram completamente com as diretrizes desta Política. Inicialmente, observa-se que houve um aumento gradual no fornecimento de informações em relação à disposição final dos RSU após o ano de 2010, contudo, ainda há uma proporção considerável de municípios que não fornecem informações sobre esta questão, sendo necessário que os mesmos providenciem medidas para o cumprimento das obrigações de declaração.

Outra dificuldade para realizar a análise e acompanhar a evolução da disposição final dos resíduos nos municípios do Estado do Pará consiste no fato de que nem todos deram continuidade na declaração de dados, havendo inconsistência e distorções, como nos casos em que determinados municípios declararam possuir aterros sanitários, mas posteriormente informaram somente a existência de aterros controlados. Além disso, observa-se a persistência da utilização de lixões na maioria dos municípios do Estado do Pará, apesar dos avanços ao serem adotados aterros sanitários e controlados. Isso destaca a necessidade e urgência de políticas e medidas com o objetivo de estimular a transição para práticas mais adequadas e sustentáveis na gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2011.
- AGUIAR, A. C. de.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. **Modelos de gerenciamento de resíduos sólidos: proposta para melhoria contínua**. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR S. G. (Orgs.) *Resíduos sólidos: os desafios da gestão*. 1a ed. Recife: EDUFRPE, 2019. 320 p.: il.
- ALMEIDA, N. C. C.; SANTOS, C. F. D.; NUNES, A.; LIZ, M. S. M. D. **Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. v. 100, p. 481-500, 2019.
- BENINCA, André de Oliveira; SOUZA, Gabriel Andrade de.; COSTANZI, Ricardo Nagamine. **Resíduos sólidos na drenagem urbana do Lago Igapó I e, Londrina – PR**. In: *Resíduos sólidos: desafios no manejo*. [Ebook Epersol]. 1 ed. Recife, PE: Editora Universitária da UFRPE, 2023, p. 15-28.
- BRASIL. **Decreto nº 1.66, de 19 de junho de 2008**. Dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará e dá outras providências. 2008.
- BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 1981.
- BRASIL. **Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Brasília, 2010.
- BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010** - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
- BRASIL. ICLEI. **Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012.
- BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto – 201**. Brasília: SNIS, 2016.
- CANDIANI, Giovano; ATTANASIO JUNIOR, Mario Roberto. **O cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: barreiras para efetivação da política nacional**. In: RODRIGUES, Bruno Rafael Monteiro; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; GUEDES, Flávio Leôncio; SILVA Thamirys Suelle da. *Resíduos Sólidos*. Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1 ed., pp. 26-36. Recife, 2023.
- GIESE, Ellen Cristine. **Biominação urbana no pós-covid-19: uma “disputa verde” por metais críticos**. *Resíduos Sólidos e Covid-19: Desafios e impactos na gestão*. Kardelan Arteiro da Silva, Irene Maria Silva de Almeida, Soraya Giovanetti El-Deir, organizadores. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Brasília, DF: IBGE, 2022.
- LOPES, L. S.; ROSA, A.P.; MARCO, J. S.; POSSETTI, G.R.C.; MESQUITA, T.C.R. **Potencial energético do biogás e lodo de reatores UASB no estado do Paraná, Brasil**. Revista Ambiente e Água, [online], v. 15, n.1, 2020.
- MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N.; VALLE, T. F. **Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Revista de Administração Pública, v.52, n.1, p.24-51, 2018.
- MALTA, Deborah Carvalho et al. **A pandemia da COVID-19 e as mudanças no estilo de vida dos brasileiros adultos: um estudo transversal**, 2020. Epidemiologia e Serviços de Saúde. v. 29, 2020.
- MEDEIROS, R. Y. D. S.; GOUVEIA, T. X.; GUEDES, F. L. Potencial contágio da covid-19 e outras doenças pelos catadores em Recife-PE. In: EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos Sólidos: Covid-19**. 1oed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 179- 190.
- MENDONÇA, E. A. D. S.; OLIVEIRA, F. C. S. F. D.; LIMA, I. L. P. Relação entre covid-19 e resíduos

sólidos em localidades de menor IDH de Recife-PE. In: EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos Sólidos: Covid-19**. 1oed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 53- 64.

ODS. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br>. Acesso em: 11 jun. 2023.

PALÁCIO, F.M.L.; GUIMARÃES, R.Q. Educação e responsabilidade ambiental: sensibilização sobre meio ambiente e resíduos sólidos em uma escola no município de Paragominas-PA. In: SANTANA, R.F.de; MELO, A. M.; EL-DEIR, S.G. (Orgs.). **Resíduos Sólidos: Desenvolvimento e sustentabilidade**. 1 a ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 44-52.

PARÁ. **Lei no 5.457, de 11 de maio de 1988**. Cria a secretaria de estado da ciência, tecnologia e meio ambiente e dá outras providências. Diário Oficial do Estado n 26.234, 26 maio 1988.

PARÁ. **Lei nº 5.610, de 20 de novembro de 1990**. Dispõe sobre a criação e o funcionamento do conselho estadual do meio ambiente na forma do artigo 255 inciso VIII da Constituição Estadual.

PASSOS, C. R.; LIMA, E. M.; QUEIROZ, J. M. S.; LIRA, C. W. P. **O problema dos resíduos sólidos na administração pública de ensino**: Estudo de caso do IFPE – Campus Afogados da Ingazeira - PE. In: SANTOS, J. P.; SILVA, R. C. P.; MELLO, D. P.; EL DEIR, S. G. **Resíduos Sólidos: Impactos socioeconômicos e ambientais**. 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2018. 579p.

PESSOA NETO, Geminiano de Pinho; SILVA, Adeildo Cabral da.; SÁ, Geny Gil. **Aplicação ESG em empresas de coleta de resíduos sólidos**: estudo de caso. In: **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. [Ebook Epersol]. 1 ed. Recife, PE: Editora Universitária da UFRPE, 2023, p. 15-28. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1lmrKz OUhKTBevTZEr3v1g0_4W_xu6mNM/view. Acesso em: 15 ago. 2023.

PINA, G. P. F. **Avaliação dos Dispositivos Legais Empregados na Perícia Ambiental para Proteção da Restinga no Litoral Catarinense**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2019.

PINTO, Carlos Henrique de Mello. **Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição à drenagem urbana carioca**. 2019. 120f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

PNUD. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Brasília: Organização das Nações Unidas. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. 2016.

RIBEIRO, Katia. et al. **Descarte de resíduos sólidos e contágio por covid-19**: estudo de caso em Unidade Prisional do Recife. In: EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos Sólidos: Covid-19**. 1oed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 98- 109

RICCI, M. **Manual para Gestão de Resíduos orgânicos nas escolas da ABRELPE**. 2020. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/educacao/redemunicipal.php>. Acesso em: 10 ago. 2023.

RIOS, E. M. L. M.; SILVA, A. M. C. A Inclusão dos Catadores de Materiais Recicláveis na Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em Jacobina-BA. In: NUNES, I.L.da S.; PESSOA, L.A.; EL-DEIR, S.G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1a ed., p. 432-446. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 432-446.

RODRIGUES, Pedro Vinicius Cirilo; SILVA FILHO, Jorge Ferreira da. **Estudo dos impactos de políticas “lixo zero” em Marechal Deodoro-AL**. In: **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. [Ebook Epersol]. 1 ed. Recife, PE: Editora Universitária da UFRPE, 2023, p. 29-43.

SILVA, G. K; COSTA L. N.; SILVA, W. A.SILVA, K. A. Resíduos sólidos no processo de desmaterialização em restaurante universitário - In: SILVA T. S.; MARQUES, M. M. N.; EL-DEIR S. G., (Orgs.). **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade** - 1. ed. – Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. p.89.

SILVA, Mariane Pimentel Felix da.; PACHECO, Ana Paula Lima. **Avaliação de resíduos sólidos**

descartados na praia de Conceição do Litoral Norte de Pernambuco: uso de ferramentas da qualidade. . In: Resíduos sólidos: desafios no manejo. [Ebook Epersol]. 1 ed. Recife, PE: Editora Universitária da UFRPE, 2023, p. 76-91.

SILVESTRIM, Eneida Guerra et al. **A reciclagem dos resíduos plásticos de Manaus (AM):** O caso das entidades de catadores. Research, Society and Development, v. 11, n. 2, p. e45111225902-e45111225902, 2022.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático:** Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Perguntas frequentes sobre o SNIS.** 2019. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/perguntas-frequentes>. Acesso em: 02 jun. 2023.

SOUZA, H. E. N., BISPO, C. J. C., SILVA, R. C. DA, MONTEIRO, M. A. P., MACHADO, K. G., & SILVA, J. G. S. **Educação Ambiental e o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos na Amazônia.** Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA), 15(7), 123–133, 2020

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil:** desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 07 mai. 2023.

VIEIRA, Giovanna Giulia de Padua. **Disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos e desenvolvimento humano e sustentável:** novas evidências de efeitos na saúde em municípios brasileiros selecionados. Artigo apresentado ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2023.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. **Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil:** do ordenamento jurídico à realidade. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 219-228, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019181376>. Acesso em: 28 ago. 2023.

WIT, W.; HAMILTON, A; SCHEER, R; STAKES T.; ALLAN S. **Solucionar a Poluição Plástica:** Transparência e Responsabilização. Suíça: WWF– Fundo Mundial para a Natureza, 2019.

3.2 AVALIAÇÃO TEMPORAL DA EXPANSÃO DO LIXÃO DE TUCURUÍ-PA E SUAS INTERFERÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS E ECONÔMICAS

Tatiane dos Reis Muerza

Universidade Federal do Pará

thatiane.reis17@gmail.com

Lara Grazielle Sousa Freitas

Universidade Federal do Pará

laragraziellef@gmail.com

Yasmin Mendonça Ferreira

Universidade Federal do Pará

yasminfmendoca@gmail.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Universidade Federal do Pará

rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

A disposição de resíduos sólidos a céu aberto é proibida no Brasil desde a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, institucionalizada pela Lei n.º 12.305/2010. Contudo, muitos municípios brasileiros desrespeitam esta diretriz legal, continuando a usar lixões para o descarte irregular de materiais, confrontando recomendações legais e de engenharia, além de gerar impactos ambientais negativos imensuráveis. O município de Tucuruí enquadra-se neste cenário, mantendo um lixão ativo desde 2015, com catadores operando no local. Diante disto, a pesquisa tem por objetivo analisar o uso do sensoriamento remoto como ferramenta de monitoramento espaço-temporal do desenvolvimento do lixão, em um intervalo de tempo de 5 anos até o cenário atual, além de fazer relação com fatores socioambientais e econômicos. A metodologia utilizada envolve a obtenção e processamento de imagens de satélite e pesquisa bibliográfica, resultando em mapas que comparados com dados municipais de Tucuruí como crescimento populacional, Produto Interno Bruto (PIB) e renda, revelaram os impactos socioeconômicos e ambientais da expansão do lixão. A fim de salientar o enfoque na destinação adequada e na disposição final dos rejeitos em aterros sanitários, que é imprescindível e urgente.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos Ambientais; Resíduos Sólidos; Sensoriamento Remoto.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são todo o lixo resultante das atividades humanas ou todo aquilo que não será mais utilizado, em suma, são basicamente os restos ou sobras (CELESTINO; LINHARES, 2021). A gestão de resíduos sólidos desempenha um papel significativo na saúde ambiental visto que melhora e protege as condições e a qualidade de vida da população, ao mesmo tempo que reduz os efeitos ambientais adversos sobre o meio ambiente. Neste contexto, é importante ter em conta os riscos ambientais que o descarte inadequado desses materiais representa, com foco na proteção da saúde pública e na preservação dos recursos naturais (RAMALHO et al., 2014).

A PNRS é um marco histórico na gestão ambiental do Brasil, representando uma abordagem moderna para combater a disposição inadequada de resíduos sólidos, como os lixões, que causam impactos ambientais significativos. Desde 2010, a PNRS proíbe o funcionamento de lixões em todo o território brasileiro. No entanto, para remediar esta situação e pôr fim ao despejo de resíduos nestas áreas, que tem sido adiado e revisto ao longo dos anos, foram estabelecidos vários prazos de adequação em resposta a barreiras econômicas, financeiras, operacionais e, sobretudo, de gestão (GOMES et al., 2014).

O município de Tucuruí, localizado no sudeste do estado do Pará, está atualmente situado entre diversas outras cidades brasileiras que ainda descartam resíduos sólidos gerados indevidamente em lixões. Uma das razões para esta situação é o crescimento populacional não planejado deste município, que foi significativamente impactado pela construção de uma das maiores centrais hidroelétricas do mundo. Isto, aliado à falta de planejamento e gestão sustentável do espaço urbano, tornando a situação extremamente desafiadora, especialmente dada a localização do lixo: uma área de proteção ambiental (SILVA et al., 2019).

O lixão funciona desde 2015 e recebe todo o resíduo gerado na cidade, sendo esta a principal rota tecnológica de disposição final (RABELO; SANTOS, 2019). A situação de Tucuruí não difere do cenário de disposição final apresentado por muitos municípios brasileiros, os quais seguem – embora diante da proibição legal – dispondo os resíduos sólidos municipais em lixões.

Este tipo de alocação indevida acarreta uma série de problemas de ordem ambiental, social, econômica, política e jurídica, bem como de saúde pública, pois afeta diretamente a saúde da população, principalmente daqueles que vivem nas áreas diretamente afetadas. No aspecto ambiental, os lixões podem causar contaminação do ar, da água e da terra, além de afetar os ecossistemas locais, a qualidade dos recursos ambientais e a saúde pública da população (BARROS, 2015).

Atualmente, utiliza-se diversas ferramentas tecnológicas para avaliar o crescimento e os efeitos ambientais adversos dos lixões ao longo do tempo. O sensoriamento remoto e geoprocessamento são apresentados aqui como ferramentas cruciais para auxiliar na análise ambiental, particularmente na coleta de informações espaço-temporais. Estes são de extrema importância para estudos que envolvem a coleta de dados geográficos, a análise e o monitoramento de impactos ambientais, pois facilitam a coleta, o gerenciamento e a visualização de dados espaciais e temporais, o

que melhora significativamente os diagnósticos ambientais, sociais e sanitários. (SILVA et al., 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho visa avaliar a evolução espaço-temporal do lixão de Tucuruí por meio do geoprocessamento e identificar as interferências socioambientais e econômicas deste processo. A pesquisa visa contribuir com a gestão sustentável dos resíduos sólidos, aliando-se aos princípios e diretrizes estabelecidos pela Agenda 2030, no tocante ao atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015), bem como aos instrumentos legais nacionais, com ênfase na Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), na Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) e na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos

A Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010) institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Nela está estabelecido o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o qual tem como finalidade nortear as políticas de resíduos sólidos no âmbito nacional, estadual, distrital, intermunicipal, municipal e, também, do plano de gerenciamento de resíduos sólidos industriais (ARAÚJO et al., 2017).

A partir desta política, o método de descarte em vazadouros a céu aberto fica proibido nos municípios brasileiros, como consta na Lei Federal n.º 12.305 (BRASIL, 2010) devido aos efeitos e danos ambientais causados pelos lixões. Entretanto, a realidade do país é muito diferente. Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021), dos 5.570 municípios brasileiros, cerca de 2.868 descartam seus resíduos de forma totalmente errônea. Em contrapartida, 74,4% dos municípios brasileiros apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva de lixo (ALBERTIN; SILVA; PRADO, 2020).

Nesse sentido, os entraves institucionais são ainda maiores em municípios de médio e pequeno porte para a inserção de aterros sanitários o que inviabiliza as diretrizes e metas estabelecidas pela PNRS, tornando-a mais um aparato legal sem aplicabilidade efetiva (BRITO et al., 2019). A PNRS já ratificou o fim dos lixões controlados e fomentou a reciclagem de resíduos sólidos na produção industrial. Mas em julho de 2020, o Senado teve de reforçar a medida: aprovou o Novo Marco do Saneamento Básico com a previsão de extinguir os aterros irregulares até 2024 (LINS et al., 2021).

2.2 Riscos Socioambientais

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n.º 01 (BRASIL, 1986) dispõe de um conceito de Impacto Ambiental que envolve: “Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades

sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais”. Identificar e avaliar os principais impactos decorrentes da disposição de resíduos sólidos é fator essencial no processo de gestão adequada destes, tornando-se um importante instrumento de diagnóstico que auxiliará na manutenção da qualidade ambiental e saúde pública (OLIVEIRA; MIRANDA; SOARES, 2019)

Quando o resíduo sólido é disposto de forma inadequada em lixões a céu aberto os problemas sanitários e ambientais são inevitáveis, pois esses locais acabam sendo propícios para a proliferação de animais e de vetores que causarão diversas doenças, especialmente para as populações que vivem da catação desses resíduos. Sem contar que a queima dos resíduos é responsável pela poluição do ar e que esta disposição inadequada compromete a qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas (RIBEIRO; ROOKE, 2010). Essa disposição inadequada de resíduos contribui para uma variedade de doenças, como infecções, verminoses e problemas respiratórios. Além disso, a decomposição do lixo liberta gases tóxicos e um odor desagradável, polui as águas subterrâneas superficiais, e ameaça a biodiversidade do ecossistema local (NOGUEIRA; DANTAS, 2023).

Nos experimentos de Elk et al. (2019), lixões apresentam consequências mesmo após seu encerramento. Foi detectado no vazadouro de Marambaia, Nova Iguaçu, formação de recalques pela biodegradação dos resíduos intensificados pelos altos valores de temperatura e umidade, dentre outros. Esses recalques deformam o solo e comprometem sua qualidade, dificultando o reaproveitamento dessas áreas no futuro (SOUSA et al., 2019).

2.3 Sensoriamento Remoto

Nas últimas quatro décadas, as tecnologias computacionais têm avançado sobremaneira e seu crescente poder de produção e processamento tem contribuído na busca e na utilização de informações georreferenciadas de maneira rápida e eficiente, auxiliando na busca por soluções dos problemas da sociedade. O emprego destas tecnologias é pautado em base de dados georreferenciados, as quais auxiliam na consistência da informação obtida e na eficiência da análise realizada. Sendo assim, é de fundamental importância que essas bases sejam atualizadas e precisas para que sejam coerentes à realidade espacial do ambiente em questão (MENDES, 2020).

As imagens de satélite cada vez mais vêm sendo utilizadas para o monitoramento de atividades humanas que impactam o meio ambiente, potencializando o controle exercido pelos vários órgãos governamentais, sem que seja necessário que técnicos realizem rondas presenciais em busca de tais atividades danosas. Especificamente em relação à identificação de depósitos de lixo irregulares utilizando sensoriamento remoto, a possibilidade de detecção de tais irregularidades se mostra importante considerando os impactos ambientais decorrentes e os prazos estabelecidos para que os municípios brasileiros se adéquem às exigências da Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (SEPTÍMIO, 2023, p. 1)

O monitoramento ambiental em áreas de disposição de resíduos sólidos é de grande importância para o geoprocessamento de dados, pois auxilia na análise e na

tomada de decisão da gestão de resíduos sólidos, sobretudo na determinação de áreas apropriadas para aterros sanitários e na avaliação ambiental de áreas de lixões. Estas tecnologias, além de permitir a análise robusta das condições ambientais, subsidiam o monitoramento de diversos parâmetros técnico-operacionais como medição de temperatura, aferição de radiação solar, de qualidade dos recursos ambientais, de composição do solo, bem como apropriação e evolução de áreas submetidas e propícias à impactos ambientais (SENA et al., 2020).

3. METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em três etapas: generalidades da pesquisa, área de estudo e procedimentos metodológicos. Na primeira etapa foi realizada a qualificação do estudo, no que tange às características e ao enquadramento da pesquisa. Já na segunda etapa foi feito a descrição da área de estudo, conforme os aspectos socioambientais e econômicos. Por fim, a última etapa consistiu no detalhamento dos procedimentos metodológicos adotados no estudo.

3.1 Generalidades Da Pesquisa

A pesquisa é qualitativa e quantitativa, exploratória, envolvendo levantamento bibliográfico sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos e o uso de geoprocessamento para análise de dados. Também utiliza dados secundários e métodos fenomenológicos de abordagem para a investigação.

3.2 Área De Estudo

O estudo foi desenvolvido no lixão de Tucuruí, município localizado na mesorregião do Sudeste Paraense, Região Norte do Brasil (Figura 1). Tucuruí possui uma área de 2.084,29 km², delimitado pelas coordenadas de Latitude 03°45'58" S e Longitude 49°40'21" W, fazendo parte da bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins. A população estimada é de 116.605 habitantes (IBGE, 2021). O clima úmido de monção e sua cobertura vegetal primitiva é formada por floresta tropical. Seu relevo é levemente ondulado, cortado pelo rio Tocantins e seus afluentes.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Tucuruí



Fonte: Autora (2022)

O lixão de Tucuruí está localizado às margens do lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHT), após a ponte do KM 11 - com acesso pela BR 422 -, rodovia que liga Tucuruí a município de Novo Repartimento. O lixão está instalado em área de preservação Ambiental, próximo a um corpo hídrico, e encontra-se ativo recebendo o resíduo sólido urbanos gerado e coletado em Tucuruí (Figura 2).

Figura 2 - Lixão do município de Tucuruí



Fonte: Autora (2022)

3.3 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos do estudo foram estruturados em três etapas: análise locacional do lixão, análise da expansão da área do lixão ao longo dos anos e interferências socioambientais e econômicas da área de estudo. Na primeira etapa foi considerado os aspectos locacionais da área. Os mapas para análise foram obtidos no site Planet que fornece imagens atualizadas sobre grandes áreas e com excelente padrão de qualidade e de precisão planimétrica desde 2015, e o mapa de 2010 foi obtido pela USGS (United States Geological Survey), sigla em inglês para Levantamento Geológico dos Estados Unidos, que possibilita o download de imagens landsat. Ressalta-se que a área abrange famílias de catadores que moram em condições precárias e insalubres e sobrevivem da coleta dos resíduos dispostos inadequadamente.

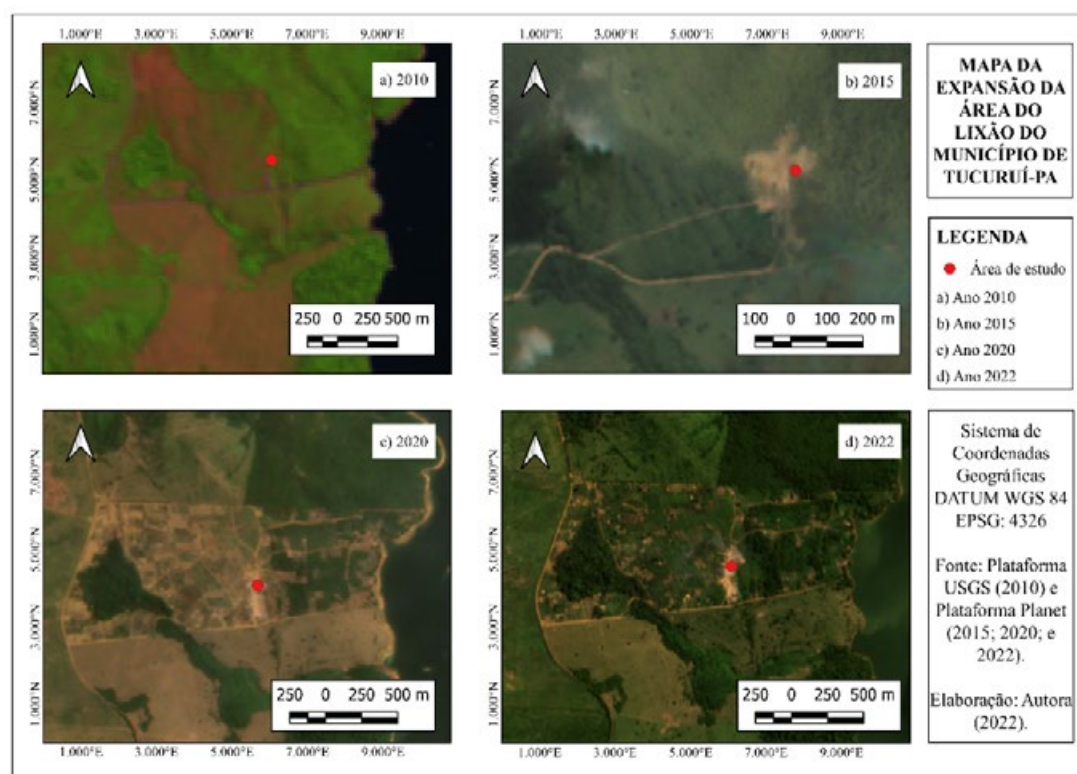
Já na segunda etapa, foi avaliado a expansão do lixão ao longo dos anos por meio de análise espaço-temporal da área, tendo como suporte a ferramenta de geoprocessamento. Como o lixão de Tucuruí recebe resíduos domésticos desde 2015, foi considerado quatro faixas temporais, sendo três com intervalos de cinco anos (sendo uma faixa antes do funcionamento e duas posteriores a operação), bem como a análise do cenário atual. Deste modo, adotou-se as seguintes faixas temporais: 2010, 2015, 2020 e 2022. Assim, foi possível mensurar o percentual de expansão da área ao longo dos anos e as modificações sofridas na área ao longo deste período. Por fim, considerou-se as interferências socioambientais e econômicos de Tucuruí na área do lixão, por meio da análise da expansão do lixão com os dados de crescimento populacional, informação advinda do IBGE; dos aspectos econômicos, como Produto Interno Bruto (PIB) e renda,

igualmente advindos do IBGE; além da expansão da geração de resíduos na cidade, informação na qual foi acessada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Tucuruí deposita os resíduos sólidos produzidos por seus habitantes em um lixão a céu aberto que passou a receber estes materiais a partir do ano de 2015. Observa-se a expansão dessa área ao longo dos anos, exceto na figura 3a que mostra a área antes da implantação do lixão (Figura 3).

Figura 3 – Expansão da área do lixão nos anos de 2010, 2015, 2020 e 2022



Fonte: Autora (2022) com base nos dados da USGS (2010) e Planet (2015, 2020 e 2022)

Observa-se a expansão da área onde está localizado o lixão de Tucuruí ao longo dos anos e a formação de barracas em torno do lixão (Figura 3). No estudo realizado por Rabelo e Santos (2019) é destacado a presença de famílias nessa área vivendo em barracas improvisadas sem qualquer saneamento ou condição mínima para a sobrevivência. Infelizmente, a maioria dos municípios brasileiros ainda possuem lixões a céu aberto e esses locais apresentam diversos riscos ocupacionais para os trabalhadores que estão ali presentes, além de doenças físicas, existem as psicológicas que estão ligadas às extensas jornadas de trabalho e à exposição aos riscos biológicos, químicos, entre outros (ZOLNIKOV et al., 2018; ALMEIDA; BILYK; SIEBEN, 2018).

Na imagem do ano de 2010 (Figura 3A) onde observa-se apenas a presença de vegetação, visto que nesse ano ainda não havia a formação do lixão. É válido destacar que essa área fica próxima a um corpo hídrico, logo o risco de contaminação deste corpo

d'água é alto. No entanto, no ano de 2015, ano no qual o lixão de Tucuruí passou a receber resíduos sólidos do município, verifica-se uma pequena área em formação, inicialmente pequena devido ao início de recebimento do resíduo (Figura 3C).

Após cinco anos de funcionamento do lixão, referente ao ano de 2020 (Figura 3C), observa-se uma expansão da área de disposição dos resíduos gerados pelo município, além da implantação de barracas ao entorno. Estas barracas foram feitas de forma improvisada pelos catadores que ali residem, porém, esta área não possui infraestrutura de saneamento básico, o que acarreta a disposição inadequada dos resíduos líquidos e sólidos gerados na área, tornando-a ainda mais insalubre. Pereira et al. (2021) cita em seu estudo que a inexistência ou a precariedade nos serviços de saneamento ocasionam vários impactos negativos, como a contaminação do solo e do corpo hídrico nas áreas diretamente afetadas, bem como nas áreas circunvizinhas. Nesta esteira, estando o lixão de Tucuruí próximo a um corpo de água, coloca-o susceptível a contaminação e degradação da qualidade da água.

Atualmente, nota-se poucas modificações na área (Figura 3D) quando comparado com o ano de 2020 (Figura 3C). No entanto, sabe-se que as modificações socioeconômicas tendem a crescer a cada ano, à medida que a cidade cresce e desenvolve, afetando negativamente a sociedade.

O lixão a céu aberto é uma forma inadequada para disposição de resíduos sólidos, cujo funcionamento é proibido desde 2010 pela Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010). O funcionamento de lixões provoca inúmeras consequências ao meio ambiente e à sociedade, os quais afetam diretamente a qualidade de vida, a contaminação dos corpos hídricos, a contaminação dos solos e do ar, além de promover o desequilíbrio do ecossistema e interferir na saúde pública, sobretudo pela propagação de doenças (MOREIRA; LOUZADA; NEVES, 2022; BRITO et al., 2019).

Ao longo dos anos observados e com a expansão da área, nota-se que algumas famílias passaram a residir nesse local e que estão sujeitas a riscos eminentes como doenças por meio dos vetores presentes no lixo, marginalização, entre outros. Essas famílias presentes em torno da área do lixão de Tucuruí possivelmente possuem alta taxa de pobreza, baixa escolaridade, acesso a saúde precário e enquadra-se numa condição de racismo ambiental, uma vez que sofre diretamente com as problemáticas e consequências da disposição inadequada, incorreta e insustentável dos resíduos gerados em Tucuruí (BRITO et al., 2019; RABELO; SANTOS, 2019).

O município de Tucuruí, segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), possui uma população de 97.128 pessoas e com população estimada para 2021 de 116.605 pessoas. A densidade populacional é de 46,56 hab/km² e o PIB per capita do ano de 2019 foi de R\$ 46.791,40, sendo o sexto maior do estado do Pará. Estas informações socioeconômicas aliadas a atual situação da gestão de resíduos do município – sobretudo diante da tendência de expansão na qual este se encontra – torna a situação desafiante e delicada, uma vez que o aumento do crescimento populacional e de renda familiar aumenta a geração de resíduos sólidos do município. Este cenário implica na necessidade de áreas cada vez maiores para disposição do resíduo. Sendo assim, diante da ausência de estratégias adequadas de gestão de resíduos, a possibilidade de utilização desta área e, conseqüentemente, expansão tende a ser um prognóstico factível.

Pisani Júnior, Castro e Costa (2018) destacam em seu estudo a importância do conhecimento da taxa de geração per capita de resíduos tomando como base dados demográficos e socioeconômicos. Com base na taxa de geração, o gerenciamento e o planejamento destes materiais de um determinado município ou estado pode se tornar eficaz, uma vez que viabiliza ações e projetos técnicos, bem como a elaboração de políticas públicas direcionadas.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020), o município de Tucuruí destinou 48.841 toneladas de resíduos para o lixão no ano de 2019. No entanto, não é possível avaliar a geração temporal de resíduos sólidos do município, haja vista que os dados não foram disponibilizados, o que limita uma análise aprofundada. Para Silva et al. (2020), a indisponibilização de dados, bem como a falta de transparência das informações públicas relacionadas ao setor de saneamento, sobretudo de resíduos sólidos – gera diversos entraves operacionais e geracionais, visto que dificulta o planejamento e a elaboração de estudos técnicos que nortearão a tomada de decisão da municipalidade, bem como na elaboração de planos municipais de resíduos sólidos.

A coleta, a destinação e a disposição final dos resíduos sólidos fazem parte de um conjunto de atividade do saneamento básico. Na região amazônica, os serviços relacionados ao saneamento são bastante precários ou inexistentes, acarretando diversos problemas de saúde pública e ambientais, pois muitas das vezes os resíduos sólidos são dispostos em locais inapropriados, como vias públicas, corpos d'água, terrenos baldios, entre outros (HOWARD, 2021; SILVA et al., 2021). No entanto, a garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado e sadio à qualidade de vida é um direito legal imposto pela Constituição Federal do Brasil, seja para as gerações presentes ou futuras (BRASIL, 1988). Portanto, atuar para a promoção de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos, para a promoção de qualidade e salubridade ambiental dos catadores residentes do lixão e para um meio ambiente preservado e conservado é um dever da administração pública de Tucuruí e um direito da população residente do município.

5. CONCLUSÕES

O descarte de resíduos sólidos é uma questão preocupante, principalmente para os municípios brasileiros que compõem a Região Norte e estão situados no bioma Amazônico. O município de Tucuruí se destaca nesta região pela falta de tecnologias adequadas de disposição final dos resíduos sólidos (aterros sanitários), sendo os resíduos gerados armazenados em vazadouros a céu aberto conhecidos como "lixões" que oferecem riscos ao meio ambiente, como ao solo, os corpos hídricos superficiais e subterrâneos, e a saúde pública da população que mora nas proximidades. É crucial tomar medidas para manter o equilíbrio ambiental e socioeconômico, a fim de reduzir os efeitos ambientais adversos e os riscos para a saúde pública e a sociedade.

A rápida urbanização e o aumento populacional de Tucuruí provocaram mudanças na área onde o lixão está localizado, resultando em sua expansão e na alteração da paisagem circundante. Esse crescimento está diretamente relacionado ao aumento do consumo local e, conseqüentemente, à geração de mais resíduos que precisam ser gerenciados melhor. Nesse contexto, é fundamental desenvolver estudos e projetos técnicos que promovam a sustentabilidade dos resíduos sólidos municipais. Além disso,

é urgente investir na implantação de um sistema de gestão otimizado, priorizando a destinação correta dos resíduos e sua disposição final em aterros sanitários.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2021.

ALBERTIN, R.; SILVA, G.; PRADO, E. Fim Dos Lixões Nas Pequenas Cidades Brasileiras: Como Recuperar as áreas degradadas?. **Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE/UEM)**, vol. 15, no 2, julho de 2023, p. 272–95.

ARAÚJO, M. F.; OLIVEIRA, L. A.; ROCHA, N. F. Resíduos Sólidos Urbanos E O Atendimento À Legislação Ambiental: Diagnóstico De Municípios No Sudeste Do Pará. **XIX Engema**, 2017.

BARROS, I. C. Riscos Socioambientais E De Saúde: Representações Sociais Dos Moradores Do Entorno Do Lixão Em Um Município Sul Baiano. **Universidade Estadual de Santa Cruz. Mestrado de desenvolvimento Regional e meio ambiente**. 2015, Ilhéus-Bahia.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a Lei de crimes ambientais. Brasília, DF, 1998.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução CONAMA Nº 01, de 08/03/1986. Dispõe sobre níveis excessivos de ruído incluídos os sujeitos ao controle da poluição de meio ambiente.

BRITO, F. S. L., PIMENTEL, B. A., MORAIS, M. S., do ROSÁRIO, K. K. L., & CRUZ, R. H. R. Impactos Socioambientais Provocados Por Um Vazadouro A Céu Aberto: Uma Análise No Distrito de Marudá/PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 128-139, 2019.

CELESTINO, M. P. et al. Gerenciamento De Resíduos Sólidos Em Uma Comunidade Rural Do Município De Floriano: Estudo De Caso Na Comunidade Vereda Grande. **VII CONEDU - Conedu em Casa**. Campina Grande: Realize Editora, 2021.

COÊLHO, A. M. M., FERREIRA, F. B., DA SILVA, L. C., PALMEIRAS, M. C. C., NOGUEIRA, V. D. F. B., & DANTAS, J. S. Impactos Ambientais Causados Por Descarte de Resíduos Sólidos Urbanos em vazadouros a céu aberto e a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos Municípios Brasileiros. **Impactos Ambientais em Região Semiárida**. 1ª ed. Campina Grande: EPETEC, 2023.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

DE MOURA SEPTÍMIO, Horácio. **Deteção de Depósitos de Lixo Utilizando Sensoriamento Remoto: Métodos e Resultados**. Disponível em:<
<https://www.tcm.go.gov.br/escolatcm/wp-content/uploads/2023/01/Artigo.pdf>>. Acesso em: 28 ago.

DE OLIVEIRA, A. F.; MIRANDA, R. A.; SOARES, L. A. Impactos Ambientais Em Áreas De Disposição De Resíduos Sólidos Em Santa Helena De Goiás. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 688-706, 2019.

DE SOUSA, G. L.; FERREIRA, V. T. O.; GUIMARÃES, J. C. Lixão A Céu Aberto: Implicações Para O Meio Ambiente E Para A Sociedade. **Anais Eletrônicos: II Congresso Nacional de Estudantes e Profissionais de Administração**. 4ª ed. Volta Redonda: Revista Valore, 2019. P. 367-376.

GOMES, M. H. S. C.; OLIVEIRA, E. C.; BRESCIANI, L. P.; PEREIRA, R. S. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: Perspectivas De Cumprimento Da Lei 12.305/2010 Nos Municípios Brasileiros, Municípios Paulistas E Municípios Da Região Do ABC. **Revista De Administração Da UFSM**, 7, 93–110. Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

HOWARD, G. The future of water and sanitation: global challenges and the need for greater ambition. **Journal Of Water Supply: Research and Technology-Aqua**, [S.L.], v. 70, n. 4, p. 438-448, 27 jan. 2021. IWA Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.2166/aqua.2021.127>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/panorama>. Acesso em: 19 ago. 2023.

LINS, E. A. M., DE OLIVEIRA, Y. M., VIEIRA, L. M., EDUARDA, A., DE LEMOS, F. P., & VIANA, J. A. R. Estratégias De Recuperação Ambiental Do Lixão De Afogados Da Ingazeira–Pe. **Anais Eletrônicos: XII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Salvador, 11 nov., 2021.

MENDES, A. P. S. F. **Metodologia Para Detecção De Mudanças E Atualização De Imagens Fotogramétricas Para Cadastros Territoriais Multifinalitários (CTM)**. Porto Alegre, 2020.

MOREIRA, A. C. N.; LOUZADA, A. F.; NEVES, R. R. Avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Tucuruí-PA. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo y Práctica**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 916-940, 6 ago. 2022. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.2.79962>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015.

PEREIRA, L. C. C.; SOUSA, N. do S. da S.; RODRIGUES, L. M. dos S.; MONTEIRO, M. C.; SILVA, S. R. S.; OLIVEIRA, A. R. G. de; DIAS, A. B. B.; COSTA, R. Marinho Da. Effects Of The Lack Of Basic Public Sanitation On The Water Quality Of The Caeté River Estuary In Northern Brazil. **Ecohydrology & Hydrobiology**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 299-314, abr. 2021. Elsevier BV.

PISANI JUNIOR, R.; CASTRO, M. C. A. Alves de; COSTA, A. Á. da. Desenvolvimento De Correlação Para Estimativa Da Taxa De Geração Per Capita De Resíduos Sólidos Urbanos No Estado De São Paulo: Influências Da População, Renda Per Capita E Consumo De Energia Elétrica. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 415-424, 29 mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018167380>.

RABELO, M. F.; SANTOS, V. C. P. A Gestão Dos Resíduos Sólidos No Município De Tucuruí-Pa. In: 2º CONRESOL – Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2019, Foz do Iguaçu. **IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/IV-101.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

RAMALHO, I; S. C. S; MENDES, A, S; S. M. C. C; ALMEIDA, B. C; PEREIRA, S. F. P. Avaliação Da Intemperização Do Solo De Uma Área De Lixão Na Cidade De Tucuruí - Pará – Brasil. **XIII International Conference on Engineering and Technology Education**. Março, 2014, Guimarães, Portugal. DOI: <https://proceedings.copec.eu/index.php/intertech/article/view/1869>

RIBEIRO, J. W; ROOK, J. M, S. Saneamento Básico E Sua Relação Com O Meio Ambiente E A Saúde Pública. **Universidade Federal de Juiz de Fora**, 2010. DOI: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%C3%BAde.pdf>

SENA, N. A; SOUSA, I. C; SOUSA, J. G; ALMEIDA, K. S; SILVA, M. P. Sensoriamento Remoto Como Ferramenta De Monitoramento De Resíduos Sólidos Urbanos. **3º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Instituto Federal do Piauí, 2020. DOI: [https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/áreas para a implantação de aterro sanitário no município de Breves \(PA\)](https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/áreas%20para%20a%20implantação%20de%20aterro%20sanitário%20no%20município%20de%20Breves%20PA). 2016. 78 f. Dissertação (Mestrado) - XI-001.pdf

SILVA, C. A; QUEIROZ, D. P; FREITAS, P. V; ISHIHARA, J. H. Gerenciamento De Resíduos Da Construção E Demolição Em Tucuruí-Pa. **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências –**

CONAPESC. 2019. DOI:

http://www.editorarealize.com.br/editora/anaais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD4_SA6_ID2491_19072019131019.pdf

SILVA, D. F. da; COSTA, G. G. G. da; FURTADO, L. G.; LOPES, D. F.; LOPES, M. do S. B.. Transparência e universalização dos Índices de Água e Esgoto no Estado do Pará, Brasil. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 8, ago. 2020. Research, Society and Development. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6341>.

SILVA, J. F; SILVA, R. K. A; PAZ, Y. M; REIS, J. V; FERREIRA, H. S; CANDEIAS, A. L. B. Avaliação Do Sensoriamento Remoto Termal Para Monitoramento De Aterros Sanitários. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, 3(1), 037–048, 2018.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**, 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 20 ago. 2023.

VAN ELK, A.G.P; CORRÊA, L.R; RITTER, E. Análise De Recalques Em Longo Prazo No Vazadouro De Marambaia, Nova Iguaçu, Rio De Janeiro. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 24, n. 3, pág. 547–557, 2019.

ZOLNIKOV, T. R.; SILVA, R. C.; TUESTA, A. A.; MARQUES, C. P.; CRUVINEL, V. R. N. Ineffective waste site closures in Brazil: a systematic review on continuing health conditions and occupational hazards of waste collectors. **Waste Management**, [S.L.], v. 80, p. 26-39, out. 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.047>.

3.3 ANÁLISE AMBIENTAL DO CEMITÉRIO DE CASA AMARELA, UM ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins
IFPE / UNICAP
eduardomaialins@gmail.com

Adriana da Silva Baltar Maia Lins
UPE
adrianabaltarlins@gmail.com

Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira
TRANSFORME
rui@transformebr.com.br

Fábio Machado Cavalcanti
UNICAP
fbcaval@hotmail.com

RESUMO

Os cemitérios deveriam ter a função de minimizar os impactos ambientais para a população e estarem em locais distantes da comunidade, contudo, observa-se que passa a ser um grande reduto de problema sanitário para as cidades. Este trabalho teve como objetivo analisar um cemitério público localizado na cidade do Recife tendo como base a influência do contexto histórico de implantação e as atuais exigências do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Foram realizados ensaios tátil-visual em alguns pontos do cemitério para caracterizar o tipo de solo, bem como uma série de vistorias locais. Pelas análises tátil-visual realizadas, observou-se um solo com característica arenosa e com a presença de siltes, de cor branca a acinzentada, tendo uma permeabilidade aproximada de 10^{-4} cm/s estando com uma condutividade hidráulica fora dos padrões exigidos pela legislação em vigor. Também foram observados inúmeros túmulos conjugados e não impermeabilizados com as residências do entorno. Conclui-se que o cemitério de Casa Amarela gera uma grande vulnerabilidade a saúde pública da população local, sendo agravada com a presença de feiras em suas redondezas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão, Impactos, Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O ato de enterrar ou colocar em caverna os mortos sempre foi realizado pelo ser humano como uma forma de minimizar o mau odor, além de tentar evitar a presença de insetos e doenças nas proximidades de suas moradias. No decorrer do tempo, com os estudos e avanços tecnológicos, notou-se que o aumento populacional aliado às doenças geraram a necessidade ao ser humano de implantarem locais mais distantes e isolados que recebessem os mortos, os chamados cemitérios (CASIMIRO; GOMES; GOMES, 2015). Os cemitérios que no passado estavam distantes da população, atualmente, encontram-se no meio das cidades devido à urbanização acelerada e desordenada pelas quais estas passaram (NASCIMENTO, 2020). E com o crescimento populacional mundial com o decorrer dos anos, novas áreas são necessárias e com dimensões cada vez maiores para o sepultamento dos corpos (SOUZA; CAVALCANTE, 2020).

Baseado em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), com levantamentos iniciais realizados desde 1939, no Brasil existem cerca de 6.799 cemitérios; em Pernambuco, são cerca de 341 cemitérios espalhados pelo estado sem contar com os clandestinos. Já na capital, Recife, existem 7 cemitérios, onde 5 são públicos e os demais são privados. Números estes que poderão crescer vertiginosamente pelo aumento populacional ou pelas pandemias mais frequentes, conforme observado por Carneiro (2023), Lins e Lins (2021).

Os cemitérios deveriam ter a função de minimizar os impactos ambientais para a população e estarem em locais distantes da comunidade, contudo, observa-se que passa a ser um grande reduto de problema sanitário para as cidades. Em um relatório publicado pela Organização Mundial da Saúde (UCISIK; RUSHBROOK, 1998), são grandes os impactos que os cemitérios podem causar ao meio ambiente, através do aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas águas subterrâneas e a eventual presença de microrganismos patogênicos (NASCIMENTO, 2019). Além disso, Lins et al. (2022) observaram outros aspectos de contaminação como os gases tóxicos e elementos radioativos derivados de pacientes que sofreram tratamento para o câncer. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 335 de abril de 2003 (CONAMA, 2003), as áreas ocupadas por cemitérios necessitam de monitoramento contínuo do solo, águas superficiais e subsuperficiais, levam em conta que essas unidades são sempre fontes potenciais significativas de contaminação.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo analisar um cemitério público localizado na cidade do Recife tendo como base a influência do contexto histórico de implantação e as atuais exigências do CONAMA. Trata-se de um dos cemitérios mais antigos de Pernambuco e que está situado em um dos maiores ambientes comerciais da cidade, com feiras livres e mercado público, onde milhares de pessoas circulam e compram produtos diariamente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conceitos e Histórico dos Cemitérios

A palavra Cemitério, originária do grego Koumeteriane e do latim Coemeteriun, significa dormitório, lugar onde se dorme e que enterram ou se guardam os mortos

(LEMES et al. 2022). O sepultamento ou enterramento de corpos humanos parece referir-se a 100 mil anos atrás. A partir dos 10 mil anos a.C., as sepulturas eram agrupadas e, assim, aparecem os primeiros cemitérios com sepulturas coletivas (PACHECO, 2006).

A prática dos sepultamentos remonta à Idade Média, quando esses eram realizados dentro e ao redor das igrejas, sem a preocupação com o destino individual dos corpos, então dispostos em sepulturas coletivas sem identificação pessoal (ANDRADE et al., 2020). Por razões de saúde pública, no final do século 18, houve a proibição de sepultamentos nesses locais, o que determinou o advento dos cemitérios (SANTOS; LIMA, 2017). Contudo, os corpos das pessoas ricas ainda eram sepultados em igrejas e em seu entorno, no solo ou em sarcófagos de pedra, já as pessoas mais pobres eram sepultadas em campos mais afastados em valas comuns (CARMO, 2019).

2.2. Impactos Socioeconômicos-ambientais

Os cemitérios que no passado estavam distantes da população, atualmente, encontram-se no meio das cidades devido à urbanização acelerada e desordenada pelas quais estas passaram. De acordo com Zandoná (2019), os cemitérios verticais poderão servir de solução por otimizarem espaço, além de isentar a interferência do necrochorume junto ao solo e às águas subterrâneas, além de ter baixa exigência quanto ao tipo de solo, facilidade de sepultamento, visitas em dias chuvosos, segurança, entre outras.

Em um relatório publicado pela Organização Mundial da Saúde (UCISIK; RUSHBROOK, 1998), observou-se que o impacto dos cemitérios tradicionais podem causar ao meio ambiente, por meio do aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas águas subterrâneas e a eventual presença de microrganismos patogênicos (NASCIMENTO, 2019). De acordo com Nascimento (2020), o risco de contaminação microbiológica com a construção de cemitérios em meio urbano é previsível, onde o lençol freático é o mais atingido pela contaminação por vírus e bactérias. O autor ainda afirma que as nascentes naturais ou poços rasos conectados ao aquífero livre contaminado podem transmitir doenças de veiculação hídrica. Para Nascimento, Senhoras e Falcão (2019), a população carente e de baixa renda está mais propícia a ser infectada por essas doenças por viverem geralmente em regiões onde não existe acesso à rede pública de água potável e por possuírem sistema imunológico natural baixo.

Lins e Lins (2021) afirmam que a problemática ambiental persiste e agrava-se até os dias atuais considerando que os cemitérios antigos ou até mesmo seculares, encontram-se em pleno funcionamento, apesar de legislações ambientais existentes que restringem destinações inadequadas de cadáveres a locais sem proteção ambiental adequada ou por falta de estrutura para contenção da contaminação ambiental que pode ocorrer através do necrochorume e dos gases, como gás sulfídrico, amônia, gás carbônico e metano.

3. METODOLOGIA

3.1. História e Caracterização Local

O cemitério de Casa Amarela possui uma área aproximada de 11.600m², tendo uma média de 1400 sepultamentos por ano (Figura 1). É considerado o mais antigo cemitério da cidade por se ter informações de sepultamentos desde o início do século XIX (FEITOSA, 2019).

Figura 1 - Cemitério de Casa Amarela, Pernambuco, Brasil



Fonte: Google Earth (2023)

De acordo com Barthel, Ramos e Castro (2020, p. 135), o cemitério foi construído em um bairro cujo local se caracterizava como “moradias de famílias de baixo poder aquisitivo e este cemitério tem como característica a não existência de jazigos suntuosos, sendo a categoria túmulo a mais comum, ao lado das covas”. Atualmente, as covas predominam no cemitério sendo cavadas diretamente no solo.

Geologicamente, a área possui uma transição entre a planície costeira e a superfície dos tabuleiros, onde a planície possui origem sedimentar, estando situada a aproximadamente 4m de altura em relação ao nível do mar (ALHEIROS; MEDEIROS, 2004). Quanto à classificação de Koppen (1948), o clima no Recife é do tipo Ams, caracterizado por ser um clima úmido, apresentando chuvas de monções durante todo o ano, contendo uma estação seca curta mas bem definida.

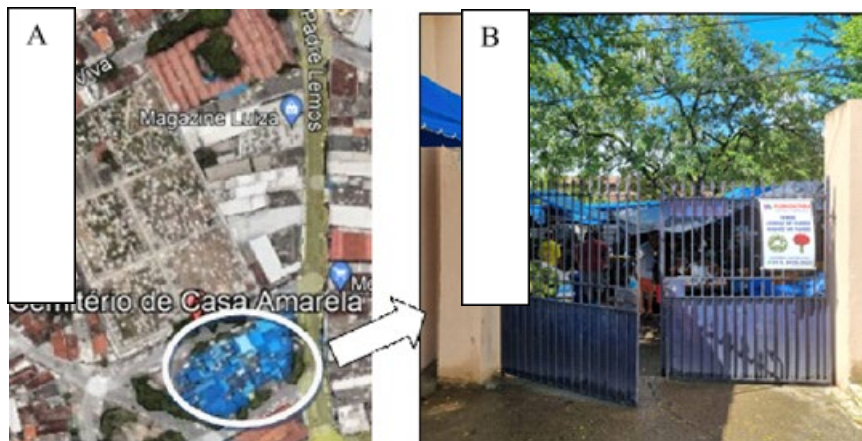
3.2. As Análises

Realizou-se um estudo acerca das legislações em vigor bem como do histórico do cemitério. Depois, durante um período de 3 meses foram realizadas análises no cemitério local. Observaram-se as conformidades ou não-conformidades baseadas nas legislações em vigor, além de realizar alguns registros fotográficos e entrevistas com responsáveis locais. Também foram realizados ensaios tátil-visual em alguns pontos do cemitério para caracterizar o tipo de solo local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as investigações no cemitério, observou-se em seu entorno (Figura 2A) a existência de feira popular, onde as frutas e verduras estão expostas sem qualquer controle sanitário, além disso, as barracas estão apoiadas sobre o muro dos cemitérios (Figura 2B).

Figura 2 - O Cemitério e suas vizinhanças. Figura 2A. Localização do Cemitério. Figura 2B. Feira de Casa Amarela



Fonte: Google Earth (2023) adaptado pelos Autores

Durante as exumações dos corpos, é comum observar inúmeros insetos disputando espaço com aves, gatos e cachorros sobre os cadáveres. Não se pôde observar cuidados éticos, morais, e nem com a saúde dos familiares (que necessitam acompanhar a exumação) e trabalhadores pela ausência de equipamentos de proteção individual. Após a conclusão da exumação, realizou-se a lavagem dos ossos, em um local reservado, para remoção do solo e possível material orgânico presente nos ossos, seguindo diretamente para a rede de esgoto sem prévio tratamento. Após a lavagem, os ossos são transladados a um cemitério que possua um ossuário, após pagamento de taxas e registros por parte da família. Em Recife, a exumação é realizada em dois anos, e, caso os corpos não esteja totalmente decompostos, permanecem por mais seis meses (RECIFE, 2019). Em São Paulo, capital, a exumação ocorre em três anos, e em caso de uma decomposição incompleta do cadáver, deve-se permanecer por mais dois anos (SÃO PAULO, 2020). No Cemitério de Casa Amarela, também se observou a existência de inúmeros túmulos gavetas que estão conjugados as casas vizinhas (Figura 3). De acordo com a Resolução Conama n.º 335/03, sabe-se que a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério.

Figura 3 - Muro Conjugado para Túmulos Gaveta e Moradias da Comunidade



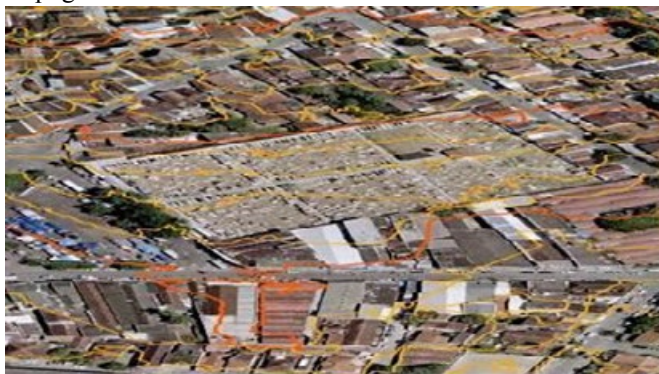
Fonte: Os Autores

Historicamente, o cemitério de Casa Amarela foi construído em um lugar mais isolado servindo para enterrar os soldados das batalhas entre portugueses e holandeses no Forte Real do Bom Jesus, o atual Sítio da Trindade (FEITOSA, 2019). A população se aportou no local após a implantação do cemitério, contudo, o cemitério, não se adequou às exigências da legislação federal, onde deveria realizar o recuo necessário. Uma série de problemas de saúde aos moradores pode estar ocorrendo, levando-se em consideração o potencial poluidor do necrochorume e dos gases gerados pela decomposição do cadáver, tendo ainda como agravante os túmulos não serem impermeabilizados. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2007), a cadaverina e putrecina, presentes no necrochorume são elementos muito tóxicos, além dos vírus e bactérias de doenças infectocontagiosas.

Baseado no mapa topográfico fornecido pelo Topographic Map (2023) (Figura 4), o cemitério possui uma variação, da altitude, oeste-leste, em torno de 2m, sugerindo uma declividade de escoamento superficial para o comércio local, uma vez que não existe um sistema de drenagem de água pluvial interno, que é essencial para a minimização da erosão bem como do possível deslocamento de necrochorume diluído para a população circunvizinha. De acordo com a Resolução Conama n.º 335/03, o perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado. Pelas análises tátil-visual realizadas observou-se um solo com característica arenosa e com a presença de siltes, de cor branca a acinzentada, tendo uma permeabilidade que varia entre 10^{-3} cm/s a 10^{-6} cm/s, conforme metodologia de Caputo (2022).

De acordo com Andrade et al. (2020, p.7), as Resoluções Conama n.º 335/03 e 368/06 (BRASIL, 2003; 2006), dispõem que “a área de fundo das sepulturas em solos com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s deve manter uma distância mínima de 1,5 metro do nível máximo do aquífero freático”. Os autores ainda afirmam que o nível do lençol deverá ser medido no fim da estação chuvosa, e “em solos mais permeáveis é necessário que a distância seja, no mínimo, de 10 metros”. Lins et al. (2018) ao analisarem os cemitérios na cidade de Escada/PE, observaram problemas ainda mais graves, como a alta permeabilidade do solo e ausência de ossários (estavam sendo dispostos em terreno baldio). Todos estes cuidados se devem como uma forma de evitar que contaminantes do necrochorume atinjam aos lençóis freáticos. Dentre os contaminantes que são lixiviados para o lençol freático, os metais pesados estão entre os mais detectados em diversos estudos (DALMORA et al., 2020; SILVA et al., 2020). A população que mora próxima a essas áreas está mais sujeita à contaminação, colocando sua saúde em risco.

Figura 4 - Topografia do Cemitério de Casa Amarela



Fonte: Google Earth (2023) e Topographic Map (2023)

Níveis elevados de elementos metálicos na corrente sanguínea podem causar danos ao sistema neurológico humano; Zn: a ingestão pode causar doença hepática (MORILLAS *et al.*, 2019); Fe: pode causar corrosão no trato gastrointestinal e cirrose hepática (LOEF e WALACH, 2012; MORILLAS *et al.*, 2019); Pb: é uma potente neurotoxina e pode causar problemas no sistema nervoso central (KORTEI *et al.*, 2020); Cr: pode gerar câncer de pulmão em humanos (FU *et al.*, 2020); Cd: o excesso pode causar osteoporose (HUSEJNOVIC *et al.*, 2017); Ni: foi classificado como carcinógeno humano (LI *et al.*, 2020).

5. CONCLUSÕES

O cemitério de Casa Amarela possui algumas não conformidades de acordo com a Resolução CONAMA 335/03 que necessitam ser solucionadas a fim de que minimizem os prováveis impactos ao meio ambiente e a população circunvizinha. Contudo, para confirmação destes impactos, faz-se necessário estudos mais aprofundados, incluindo análise do lençol freático e modelagem de pluma de contaminação.

A conjugação dos túmulos gaveta com as moradias da comunidade podem estar trazendo uma série de problemas de saúde aos moradores, uma vez que os túmulos não são impermeabilizados e entram em contato diretamente com o necrochorume e com os gases da decomposição humana que são nocivos ao ser humano, como no caso do gás sulfídrico e amoníaco. Sugere-se um acompanhamento da saúde da população do entorno e a remoção dos túmulos gavetas que estão conjugados com a comunidade e que se encontram em desconformidade com a Resolução Conama n.º 335/03.

Em Recife, não existe uma técnica de exumação padrão ou algum tipo de preparo para os coveiros mediante a retirada dos corpos. Os atos de exumação têm se tornado um momento de explosão de contágios de doenças e insetos por falta de controle sanitário.

REFERÊNCIAS

- ALHEIROS, M. A.; MEDEIROS, G. M., 2004. **Guia de ocupação dos morros – Região Metropolitana do Recife, Programa Viva o Morro**. Manuais Técnicos e Cartilhas Populares. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Órgãos de Defesa Civil nacional, estaduais e municipais. 36p.
- BARTHEL, S. G. A.; RAMOS, A. C. P. T.; CASTROS, V. M. C. Estilos Arquitetônicos em Espaços Cemiteriais: Contribuição aos Estudos de Arqueologia Funerária, **Revista Noctua – Arqueologia e Patrimônio**, v. 2, p.107-141, 2021
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos**. Editora LTC, 8 Edição, 2022.
- CARMO, M. R. S. **Cemitério da Consolação: interdisciplinaridade na arte tumular como expressão social dos grupos economicamente dominantes em São Paulo**. 2019. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Humanas, Universidade de Santo Amaro, São Paulo, 2019.
- CARNEIRO, B. S. **A morte é uma aula: o cemitério do Alecrim como referência viva da história de Natal-RN**, Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Pós-graduação em Ensino de História, 2023, p. 120.
- CASIMIRO, T. M.; GOMES, M. V.; GOMES, R. V. Portuguese faience trade and consumption across the world (16th – 18th centuries). In: GAIRRÓS, Jaume Buxed i; FERNÁNDEZ, Marisol Madrid i; IÑÁÑEZ, Javier i (Eds.). **Global Pottery 1. Historical Archaeology and Archaeometric for Societies in Contact**. BAR International Series 2761, p. 67-79, 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, 2003.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 402 de 17 de novembro de 2008**. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2008.

FU, S. C.; LIU, J. M.; LEE, K. I.; TANG, F. C.; FANG, K. M.; YANG, C. Y.; SU, C. C.; CHEN, H. H.; HSU, R. J.; CHEN, Y. W. Cr(VI) induces ROS-mediated mitochondrial-dependent apoptosis in neuronal cells via the activation of Akt/ERK/AMPK signaling pathway, **Toxicology in Vitro**, v. 65, 2020.

FEITOSA, A. L. S. **A tralha doméstica no Forte Real do Bom Jesus: estudo da faiança da fortificação**, Dissertação (Mestrado em Antropologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019, 174 f.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas**. Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT – Brasília: Funasa, 2007. 118 p.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 20/06/23.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Link: <https://seculoxx.ibge.gov.br/estatisticas-populacionais-sociais-politicas-e-culturais/busca-por-palavra-chave/habitacao-e-infra-estrutura/727-cemiterios>. Acesso: 12/05/2023.

KOEPPEN, W., 1948. **Climatologia con un estudio de los climas de la Tierra**. Version de Pedro R. Hendricles Pérez. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948.

LEMES, L.; SCHWANTZ, P. I. DAMIANI, C. T., PRESTES, M. M. B. LARA, D. M. Identificação dos principais impactos ambientais gerados em um Cemitério Municipal. **Rev Agro Amb**, v. 15, n. 2, e9274, 2022.

LI, J.; SONG, Y.; VOGT, R. D.; LIU, Y.; LUO, J.; LI, T. Bioavailability and cytotoxicity of Cerium- (IV), Copper- (II), and Zinc oxide nanoparticles to human intestinal and liver cells through food, **Science of The Total Environment**, v. 702, 2020.

LINS, E. A. M.; PIANOWSKI, S. M.; BRAGA, M. M.; OLIVEIRA, R. P. C. A.; LINS, A. S. B. M. Análise Ambiental de Cemitério através da Matriz de SWOT – Estudo de Caso, **Revista Engenharia Urbana em Debate**, USP/UFSCar, v. 3, n.1, 2022.

LINS, E. A. M.; SOUZA, J. M.; LINS, A. S. B. M.; NUNES, T. N. M. Análise de riscos ambientais no cemitério de Santa Paula: estudo de caso na cidade de Escada – PE. In: SANTOS, J. P. O.; SILVA, R. C.; MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 53-65.

LINS, E. A. M.; LINS, A. S. B. M. Impactos Ambientais Gerados por Cemitérios em Período de Pandemia. In: EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: Covid 19**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 110-123.

MORILLAS, H. MARCAIDA, I.; MAGUREGUI, M.; UPASEN, S.; GALLEGU-CARTAGENA, E.; MADARIAGA, J. M. Identification of metals and metalloids as hazardous elements in PM2.5 and PM10 collected in a coastal environment affected by diffuse contamination, **Journal of Cleaner Production**, Volume 226, 2019.

NASCIMENTO, F. L. **Cemitérios públicos urbanos municipais da região sul do estado de Roraima (1995-2018)**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia. Boa Vista: UFRR, 2019.

NASCIMENTO, F. L.; SENHORAS, E. M.; FALCÃO, M. T. Necrópoles e os impactos ambientais: cemitério público municipal, Boa Vista-RR. **Revista Barú - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, vol. 4, n. 2, fevereiro, 2019.

PACHECO, A. **Cemitérios e meio ambiente**. 2000. 168f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São

Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo

RECIFE. Decreto 33037/2019. **Diário Oficial Municipal**. Link:

<https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/decreto/2019/3304/33037/decreto-n-33037-2019-regulamenta-a-lei-n-15645-de-19-de-junho-de-1992>. Acesso: 13/06/2023.

SÃO PAULO. Decreto 59196/2020. **Diário Oficial Municipal**. Link:

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-59196-de-29-de-janeiro-de-2020#:~:text=%C2%A7%201%C2%BA%20Fica%20vedada%20%C3%A0,cemit%C3%A9rios%20p%C3%BAblicos%2C%20no%20que%20couber>. Acesso: 12/06/23.

SANTOS, F. R. N. ; LIMA, J. J. S. Uma abordagem historiográfica das práticas de Sepultamento entre os séculos XVIII a XIX: estudo de caso da igreja de Mazagão Velho. In: **III Encontro de Discentes**, 2017, Macapá. Anais do III Encontro de Discentes de História da UNIFAP, 2017. v. 2. p. 1-13.

TOPOGRAPHIC MAP. Link: <https://pt-br.topographic-map.com/map-6r951/Recife/>. Acesso: 13/06/23.

UCISIK, A.S.; RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing**. Denmark: WHO Regional Office for Europe. 1998. 11 p.

ZANDONÁ, D. M. **Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de cadáveres**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2019.

3.4 DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA VILA QUILOMBOLA DE SÃO BERNARDO, OEIRAS DO PARÁ - PA

Kemily Cristine de Araújo Silva
UFPA
kemily.silva@tucurui.ufpa.br

Ângela Cristina de Lima Sales
UFPA
angela.sales@tucurui.ufpa.br

Sheryle Santos Hami
UFPA
sherylehamid@gmail.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva
UFPA
rodrigo.passos@ufpa.br

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos é um desafio global, especialmente em comunidades quilombolas rurais no Brasil, marcadas pela baixa cobertura de coleta e destinação inadequada de resíduos, acarretando sérios impactos ambientais e sociais. Este estudo teve como objetivo diagnosticar as condições relacionadas aos resíduos sólidos na Vila Quilombola de São Bernardo, no município de Oeiras do Pará/PA, Amazônia brasileira. Para isso, foi aplicado um questionário aos moradores, com questões demográficas e sobre o manejo de resíduos. Nos resultados, a participação feminina foi superior à participação masculina na pesquisa, com idade média de 39 anos entre as mulheres e de 62 entre os homens. As famílias eram formadas, em sua maioria, por adultos. Os principais resíduos gerados foram os secos, cuja destinação final foi a queima devido à ausência de serviços de coleta. Os moradores consideraram importante a implantação de serviços de coleta de resíduos e a ida de pesquisadores até a comunidade para contribuir na resolução da questão de saneamento na vila. Há urgência por melhorias na gestão de resíduos sólidos na Vila Quilombola de São Bernardo, como a coleta adequada e medidas colaborativas para enfrentar os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, Comunidades Quilombolas, Saneamento básico.

1. INTRODUÇÃO

A geração e o descarte irregular de resíduos são problemas que existem desde o período da formação das grandes civilizações antigas (SILVA; ALMEIDA, 2019) e se perpetuam até a contemporaneidade (CASTRO et al., 2020). Estima-se que até o ano de 2030, uma quantidade aproximada de 2,59 bilhões de toneladas de resíduos seja produzida em escala global, sendo previsto um aumento para 3,4 bilhões de toneladas até o ano de 2050 (KAZA et al., 2018). O aumento da geração de resíduos sólidos decorre do crescimento populacional, da urbanização acelerada e do aumento nos padrões de consumo da população, embora outros fatores também contribuam para esse cenário (KAZA et al., 2018). Os desafios atuais na gestão de resíduos sólidos no mundo incluem a baixa cobertura de coleta, a ausência de destinação apropriada, a poluição decorrente de práticas de descarte inadequadas, dentre outros (ISWA, 2022).

No Brasil, até 2010, a problemática sobre os resíduos sólidos foi tratada como uma questão de saneamento básico e ambiental, sendo abordada de maneira coadjuvante em alguns instrumentos legais, como a Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007a), denominada Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Em seu Art. 2º, inciso XI, a PNSB define o manejo de resíduos sólidos como um dos componentes do saneamento básico. Também estabelece a necessidade de elaboração de planos de resíduos sólidos pelos municípios, compatíveis com o plano de saneamento básico, visando ações integradas para a minimização, recuperação e destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

Posteriormente, criou-se o principal instrumento normativo para abordar a problemática dos resíduos sólidos: a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), reconhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Sua importância reside na definição de diretrizes, ferramentas e obrigações que direcionam a administração dos resíduos sólidos no país. A PNRS, delineada no Art. 3º, inciso XI, estabelece o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos. De forma ampla, esse conceito abarca uma série de medidas que consideram os aspectos políticos, econômicos, ambientais, culturais e sociais, com o propósito de buscar soluções sustentáveis para os resíduos sólidos. A percepção cada vez mais arraigada de que o progresso e a sustentabilidade são interdependentes tem refletido em diversas esferas da sociedade (FURTADO et al., 2019), uma vez que, é necessário assegurar que as futuras gerações disponham dos recursos naturais essenciais para o seu desenvolvimento e isso depende das ações tomadas no presente (SILVA et al., 2020).

No gerenciamento dos resíduos é onde os desafios se manifestam e onde importantes metas da PNRS foram estabelecidas. A gestão de resíduos sólidos é um conceito mais amplo que abrange todas as etapas do ciclo de vida dos resíduos, desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada. Por outro lado, o gerenciamento de resíduos sólidos concentra-se nas etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Dentre as metas estabelecidas na PNRS para o país, destacam-se: a extinção dos lixões até o ano de 2024, substituindo-os por aterros sanitários apropriados; a redução da geração *per capita* de resíduos sólidos em 20% até 2020 e 30% até 2030, com incentivo a práticas de produção e consumo mais sustentáveis; e a promoção da reciclagem até 2040, direcionando 50% dos resíduos sólidos urbanos para processos de reciclagem, fortalecendo a economia circular (BRASIL, 2010).

A gestão dos resíduos sólidos contribui para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 (ONU, 2015). As metas estabelecidas na PNRS relacionam-se a diversos ODS, como o ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), no qual a PNRS promove a gestão adequada dos resíduos sólidos, reduzindo a poluição de corpos d'água e lençol freático causada por descarte inadequado de resíduos, contribuindo assim para a preservação dos recursos hídricos. Também está relacionada ao ODS 14 (Vida na Água), pois promove a proteção dos ecossistemas aquáticos, evitando que resíduos sólidos, como plásticos, sejam descartados nos oceanos, prejudicando a vida marinha.

Contribui para a promoção de Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), uma vez que a PNRS incentiva a implementação de práticas sustentáveis de gerenciamento de resíduos em áreas urbanas, como a coleta seletiva e a destinação adequada, contribuindo para a construção de cidades mais limpas e saudáveis. Também se relaciona ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), uma vez que a PNRS promove a redução na geração de resíduos, o reuso e a reciclagem de materiais, além de estimular a indústria a adotar práticas mais sustentáveis, como a produção de embalagens recicláveis e a redução do desperdício, alinhando-se com o objetivo de consumo sustentável do ODS 12. As metas previstas na PNRS também auxiliam no ODS 13, denominado Ação contra a Mudança Global do Clima, uma vez que a gestão adequada de resíduos sólidos contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, evitando a decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos em aterros sanitários. Dessa forma, a gestão adequada de resíduos, impedindo a degradação ambiental e diminuindo a demanda por mais recursos naturais, contribui para a conservação dos ecossistemas e a preservação da biodiversidade, promovendo, portanto, a Vida Terrestre (ODS 15).

A sinergia entre as metas da PNRS e os ODS destaca a importância da gestão de resíduos sólidos para um futuro sustentável. No entanto, alcançar as metas estabelecidas é uma tarefa complexa, especialmente devido às disparidades existentes em termos de acesso a serviços de saneamento básico, nível educacional e outras condições. Um estudo conduzido por Vitti e Vaccari (2022) analisou os desafios e oportunidades associados à gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais de países em desenvolvimento. Os principais obstáculos identificados incluíam recursos financeiros limitados para investimentos, falta de capacitação técnica para o gerenciamento, falta de priorização política e, por fim, fatores sociais e culturais que levavam à utilização de práticas como queima a céu aberto ou despejo a céu aberto, consideradas tradicionais ou aceitáveis (VITTI; VACCARI, 2022).

Outras pesquisas também se dedicaram a analisar a gestão de resíduos em áreas rurais. Descobriu-se, por exemplo, que aproximadamente 78% das pessoas que residem em áreas rurais no mundo ainda dependem de lixões a céu aberto para descarte final de resíduos (PATWA et al., 2020). No contexto das áreas rurais do Brasil, cerca de 62% dos resíduos são queimados ou enterrados sem a adoção de medidas de segurança adequadas (COUTO et al., 2020). Em suma, os estudos evidenciam a complexidade dos desafios enfrentados na gestão de resíduos sólidos em ambientes rurais que incluem as limitações financeiras, a carência de recursos técnicos, as grandes distâncias e dispersões geográficas e a influência de fatores culturais. É necessário, portanto, entender as demandas da localidade, como a infraestrutura, saneamento básico, recursos financeiros, aspectos sociais e culturais, dentre outros, e encontrar soluções que se adaptem às circunstâncias locais.

Este artigo apresenta um diagnóstico das condições de resíduos sólidos em uma vila pertencente a uma comunidade quilombola rural no município de Oeiras do Pará/PA, Amazônia brasileira. O estudo foi realizado a partir de uma pesquisa de campo, com aplicação de questionários e observação *in loco*. A compreensão das particularidades da gestão de resíduos sólidos em comunidades tradicionais, como a analisada neste estudo, fornece informações importantes para a formulação de estratégias e o desenvolvimento de tecnologias que contribuam para o desenvolvimento sustentável dessas localidades. Conhecer as demandas, os desafios enfrentados e os recursos disponíveis em contextos específicos é fundamental para promover soluções eficazes e culturalmente adequadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Comunidades Quilombolas no Brasil

A Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT) foi instituída pelo Decreto Federal nº 6.040 (BRASIL, 2007. b) e é o marco legal para a definição das comunidades tradicionais no território brasileiro. De maneira geral, as comunidades tradicionais são grupos humanos que mantêm uma relação cultural, social e econômica com o ambiente natural, de forma sustentável e harmônica. Pela PNPCT, no artigo 3º, essas comunidades são definidas como:

[...] grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição [...] (BRASIL, 2007)

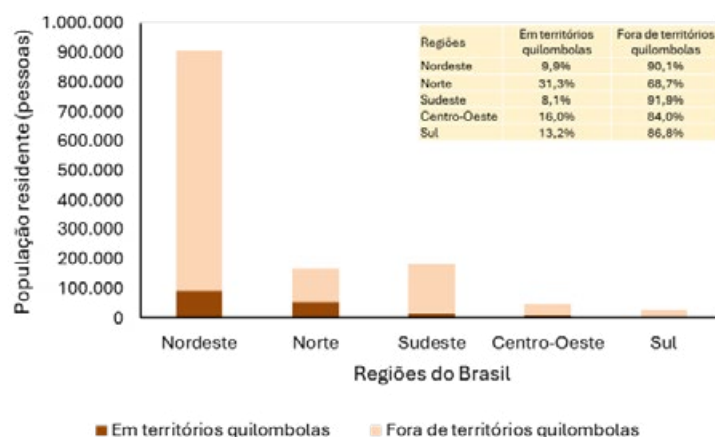
As comunidades quilombolas ou também chamadas comunidades remanescentes de quilombo, são um tipo específico de comunidade tradicional, composta por descendentes de escravos africanos que, ao longo da história, resistiram ao processo de escravização e conseguiram manter sua cultura e identidade. Conforme o artigo 2º do Decreto Federal n.º 4.887 (BRASIL, 2003):

[...] consideram-se remanescentes das comunidades dos quilombos, para os fins deste Decreto, os grupos étnico-raciais, segundo critérios de auto atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida [...] (BRASIL, 2003).

Conforme a Fundação Palmares (2023), as comunidades remanescentes de quilombos se adaptaram a viver em ambientes frequentemente caracterizados como hostis, majoritariamente situados em zonas rurais. Preservando as tradições culturais, esses povos remanescentes passaram a desenvolver uma exploração sustentável de recursos naturais como forma de subsistência nesses locais, sendo notória a presença de atividades econômicas como a agricultura, o extrativismo vegetal, a pesca e o turismo de base comunitária. Essas comunidades, portanto, são caracterizadas por um modo de vida colaborativa, coexistindo harmoniosamente com a natureza e outras comunidades e povos tradicionais.

O Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2023) demonstrou que o Brasil possui uma população quilombola brasileira é de cerca de 1,3 milhões de pessoas, onde 87,4% residem fora dos territórios quilombolas e 12,6% ainda residem nesses territórios (Figura 1). A maior concentração dessa população está na Região Nordeste do país, onde chega a aproximadamente 905,4 mil pessoas, contudo, cerca de 90,1% dessa população reside fora dos territórios quilombolas. Essa predominância também é observada nas Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

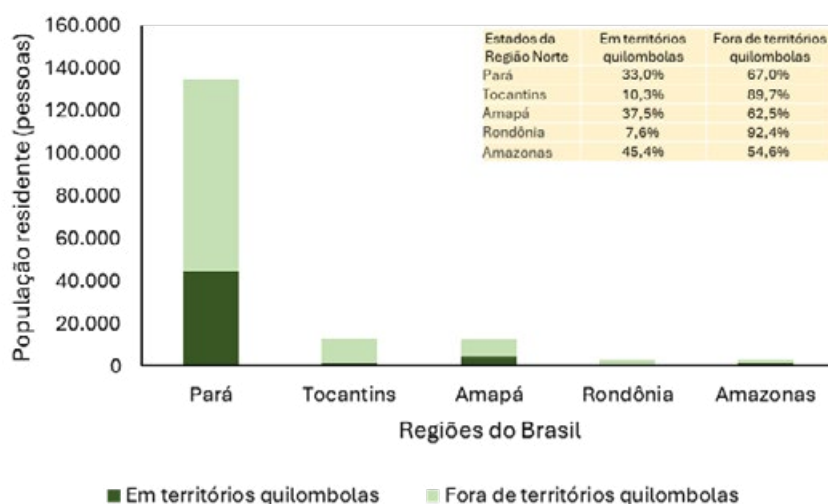
Figura 1 - População quilombola segundo local de residência por Região do Brasil, ano-base 2022



Fonte: Adaptado de IBGE (2023)

No Norte, por sua vez, ainda que predomine a residência fora dos territórios quilombolas, a diferença é menor, onde cerca de 31,3% da população ainda residem dentro desses territórios, um total de aproximadamente 52 mil pessoas. Dos 7 estados da Região Norte, em 5 a população quilombola foi contabilizada (Figura 2). Esses estados também fazem parte do território Amazônia Legal que, segundo o Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2023), a população quilombola residente é de 32,11% da população quilombola brasileira. O estado do Pará possui a maior população quilombola da Região Norte e a segunda maior da Amazônia Legal, em torno de 135 mil pessoas, onde 33% dessa população ainda residem nos territórios quilombolas no estado.

Figura 2 - População quilombola segundo local de residência por Estado da Região Norte, ano-base 2022



Fonte: Adaptado de IBGE (2023)

2.2. O Saneamento Básico nas Comunidades Quilombolas

A baixa taxa de residência nos territórios quilombolas pode ser explicada, dentre outros fatores, pelas condições de vida existentes nesses locais. Por estarem situadas nas áreas rurais, as comunidades quilombolas enfrentam uma série de problemas relacionados a questões de saneamento básico, como as redes de abastecimento de água potável, redes de esgoto sanitário e serviços de coleta de resíduos sólidos. Segundo Roland et al. (2019), nessas áreas as condições de acesso aos serviços de saneamento são influenciadas por aspectos demográficos (proximidade das áreas urbanas, densidade populacional, distribuição espacial dos domicílios), sociais (organização em associações comunitárias), ambientais (qualidade da água disponível) e culturais (resistência).

No que tange aos resíduos sólidos, segundo o estudo de Andrade e Rezende (2023, pág. 21) “as especificidades rurais dificultam o fortalecimento de ações padronizadas voltadas à segregação, acondicionamento e destinação adequada aos resíduos sólidos”. Os problemas de saneamento básico nas comunidades quilombolas têm grande potencial de impactar a saúde, a qualidade de vida e o meio ambiente (FILGUEIRAS; SILVA, 2020). As doenças transmitidas pela água, pelo esgoto e pelos resíduos sólidos podem contribuir para morbidade e mortalidade (NEGREIRO; COSTA, 2023) nas comunidades quilombolas e, devido a isso, podem afetar a atividade econômica e o desenvolvimento sustentável das comunidades quilombolas.

Isso ocorre por diversos fatores, como a pobreza, a exclusão social e a falta de políticas públicas específicas para comunidades quilombolas. Como bases em estudos acerca do saneamento básico nas áreas rurais e em comunidades quilombolas (ROLAND et al., 2019; FILGUEIRAS; SILVA, 2020; CASTRO; CEREZINI, 2023), os problemas podem ser divididos em três categorias principais:

Problemas de acesso: acesso deficitário aos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos, devido a diversos fatores que incluem distâncias e dispersão das residências, ausência de políticas públicas, pobreza e exclusão social, dentre outros.

Problemas de qualidade: ainda quando há acesso a serviços de saneamento básico, muitas vezes esses serviços são de baixa qualidade e isso ocorre por questões relacionadas falta de recursos financeiros, a falta de tecnologias e materiais adequados e a falta de manutenção das infraestruturas existentes.

Problemas de ambientais: os problemas de saneamento básico causam impactos como, por exemplo, a falta de coleta e tratamento de esgoto, contamina recursos hídricos e o solo, o que pode prejudicar a saúde da população e o meio ambiente.

A investigação da percepção da população acerca da questão dos resíduos sólidos é necessária, pois é a partir dela onde pode-se compreender a realidade da população e como ela lida frente aos desafios impostos pelas deficiências na gestão. Segundo Silva Filho e Nunes (2019), o estudo da percepção ambiental é essencial para compreender a visão da população em relação ao sistema de coleta de resíduos sólidos, pois o lixo é considerado uma problemática hodierna que perpassa por todos os atores sociais, já que o seu mau gerenciamento pode afetar a saúde pública. E com isso, é necessário instigar a percepção da população de forma crítica e reflexiva sobre a proteção dos recursos naturais e do meio ambiente (SOARES; CABRAL; GUIMARÃES, 2021).

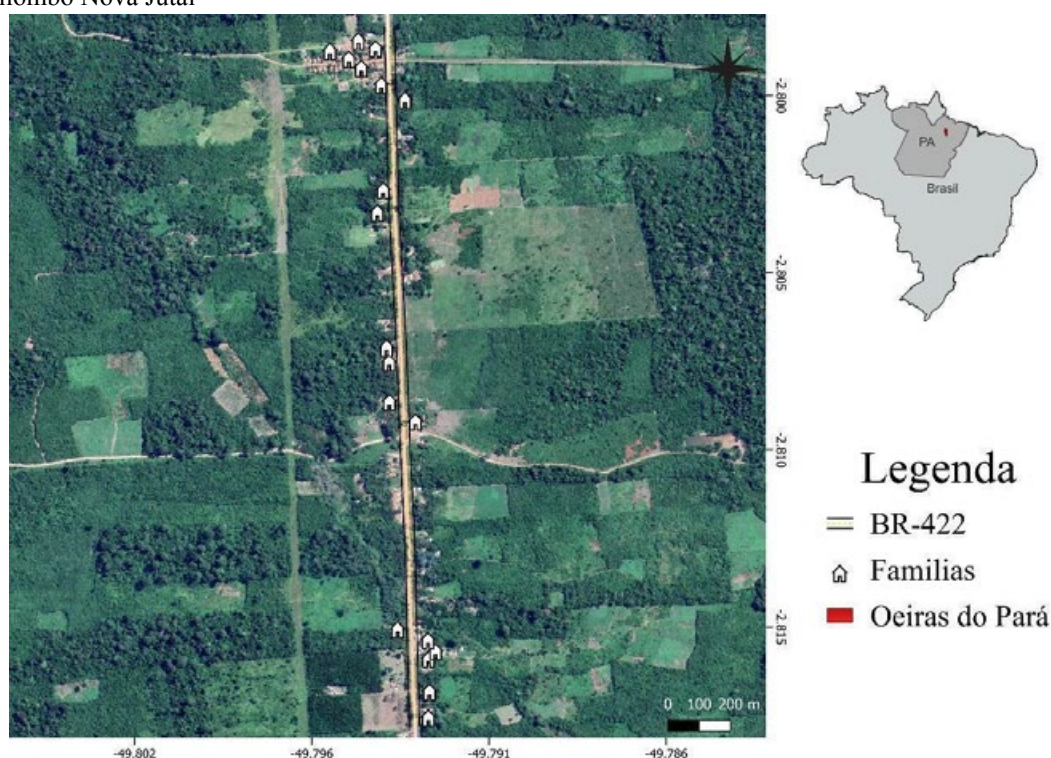
Para assegurar o direito à saúde e a uma qualidade de vida digna da população torna-se imprescindível um diagnóstico acerca da situação do saneamento básico e dos resíduos sólidos de cada local. Tal diagnóstico deve levar em conta as particularidades de cada comunidade, bem como suas necessidades e anseios específicos. Com base nesse entendimento profundo, é viável a formulação de políticas públicas e a implementação de intervenções eficazes visando aprimorar tanto o saneamento básico quanto a gestão dos resíduos sólidos nas comunidades quilombolas.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na comunidade quilombola São Bernardo, localizada no município de Oeiras do Pará, estado do Pará, Brasil (Figura 3). A comunidade de São Bernardo é uma vila que pertence ao Quilombo de Bailique no município de Oeiras no estado do Pará, a vila tem cerca de 80 famílias onde a principal fonte de renda é a agricultura familiar com o cultivo da mandioca.

Figura 3 – Localização Geográfica do Município de Breu Branco, no Estado do Pará, bem como o Quilombo Nova Jutai



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

3.2. Coleta e análise de dados

O diagnóstico foi conduzido em três etapas distintas, cada uma desempenhando um papel essencial no processo de coleta e interpretação de dados. A primeira fase consistiu na elaboração de um questionário composto por 8 perguntas, sendo 3 perguntas dedicadas a caracterização demográfica e 5 perguntas acerca do diagnóstico do manejo de resíduos

sólidos. A segunda etapa envolveu a aplicação desse questionário à comunidade alvo, onde 20 pessoas foram entrevistadas representando sua residência familiar. E, por fim, a terceira fase se dedicou à análise exploratória dos dados obtidos, utilizando estatística descritiva.

3.3. Caracterização da pesquisa

As pesquisas são categorizadas de acordo com seus objetivos gerais (GIL, 2002). As pesquisas descritivas têm como intuito a exploração das características de uma população ou fenômeno, assim como o estabelecimento de conexões entre variáveis (GIL, 2008). Além disso, buscam investigar o grau de atendimento dos serviços públicos em uma comunidade, as condições de moradia dos residentes e a coleta de opiniões, atitudes e crenças da população. Por outro lado, as pesquisas exploratórias são conduzidas com o propósito de oferecer uma visão geral aproximada de um evento específico (GIL, 2008).

Portanto, o presente estudo se enquadra como uma pesquisa descritiva-exploratória, uma vez que, mesmo que as condições de saneamento básico nas áreas rurais tenham sido amplamente estudadas, há ainda um vasto caminho a ser explorado acerca das condições de saneamento, especial sobre os resíduos sólidos, nas comunidades quilombolas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização demográfica demonstra a estrutura e composição das famílias participantes da pesquisa. Os dados foram agrupados segundo o sexo do membro entrevistado (Tabela 1). Com base nos resultados obtidos, registrou-se a participação de 14 mulheres e 6 homens. A faixa média de idade foi de 46 anos no total, 39 anos entre as mulheres e 62 anos entre os homens. As famílias eram formadas predominantemente por adultos, com uma média de 2 adultos por família, enquanto a presença de adolescentes e crianças esteve em menor número.

Tabela 1 - Caracterização demográfica das famílias entrevistadas na pesquisa na Comunidade Quilombola de São Bernardo, Oeiras do Pará/PA

Sexo do entrevistado	Composição familiar (número de pessoas)								
	Idade			Adultos		Adolescentes		Crianças	
	n	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média
<i>Masculino</i>	6	32 – 82	62	2 – 3	2	0 – 0	0	0 – 0	0
<i>Feminino</i>	14	15 – 55	39	1 – 9	3	0 – 3	1	0 – 3	1
Total	20	15 – 82	46	1 – 9	3	0 – 3	0	0 – 3	1

Fonte: dados da pesquisa.

Esses resultados podem ser explicados pelo horário de aplicação dos questionários (manhã), período em que a presença feminina nas residências era mais frequente, uma vez que a maioria dos membros da família do sexo masculino encontravam-se nas suas atividades laborais, principalmente, na agricultura. A presença feminina dominante reflete os padrões culturais, de cuidados e responsabilidades na comunidade estudada. Estudo apontam que as mulheres quilombolas têm mais disponibilidade de tempo para atividades domésticas e familiares e, por essa razão, são as responsáveis por transmitir as tradições orais e os costumes que formam a identidade quilombola (CONCEIÇÃO; ALVES; CAVALCANTE, 2019; FERREIRA; EITERER; MIRANDA, 2020; PEREIRA; MAGALHÃES, 2022).

Segundo os entrevistados, os tipos de resíduos mais produzidos na comunidade incluem vidro, papel, metal e plástico (Tabela 2). Nenhum morador indicou a produção de resíduos não recicláveis ou outros tipos específicos como os orgânicos. Nas respostas, a ausência de resíduos orgânicos e a presença somente de resíduos secos refletem a necessidade de esclarecimento acerca da classificação correta dos resíduos e não necessariamente sobre os hábitos de consumo, uma vez que a principal laboral na comunidade é a agricultura, onde produção de resíduos orgânicos é cotidiana.

Tabela 2 - A percepção sobre a gestão de resíduos sólidos na Comunidade Quilombola São Bernardo, Oeiras do Pará/PA

Perguntas (em negrito) e respostas (em itálico)	Quantidade (número)	Percentual (%)
Tipo de resíduo mais produzido na comunidade		
<i>Vidro</i>	20	100%
<i>Papel</i>	20	100%
<i>Metal</i>	20	100%
<i>Plástico</i>	20	100%
<i>Não reciclável</i>	0	0%
<i>Outros</i>	0	0%
Destino dos resíduos produzidos nas residências		
<i>Queima</i>	20	100%
<i>Enterra</i>	0	0%
<i>Coleta</i>	0	0%
Existência de coleta e manejo adequado dos resíduos sólidos		
<i>Sim</i>	0	0%
<i>Não</i>	20	100%
Importância da coleta de resíduos		
<i>Muito importante</i>	20	100%
<i>Importante</i>	0	0%
<i>Indiferente</i>	0	0%
<i>Sem importância</i>	0	0%
Ida de pesquisadores na comunidade para ajudar no saneamento		
<i>Muito importante</i>	18	90%
<i>Importante</i>	2	10%
<i>Indiferente</i>	0	0%
<i>Sem importância</i>	0	0%

Fonte: dados da pesquisa

Sobre o destino dado aos resíduos, a totalidade dos moradores mencionou a queima como a forma de descarte final. Foi descrito que em uma área destinada ao descarte (Figura 4A) faz-se uma escavação (Figura 4B) para depósito e posterior queima dos resíduos domiciliares (Figura 4). Assim, ocorre o acúmulo e posterior queima dos resíduos domiciliares. Silva et al. (2020) enfatizam que acúmulo de resíduos contribui para o desenvolvimento de agentes patogênicos responsáveis pela proliferação de várias doenças, sendo assim, um problema de saúde pública. Segundo os mesmos autores, condições insuficientes de saneamento geram índices significativos de morbidade e mortalidade causados por doenças infecciosas e parasitárias.

Todos os moradores indicaram a inexistência de coleta e manejo adequado de resíduos sólidos na vila de São Bernardo. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020), o município de Oeiras do Pará/PA possui o serviços de coleta de resíduos, mas a cobertura deste nas áreas urbanas e rurais é bastante desigual. Nas áreas urbanas, a taxa de cobertura é de 99,37%, isto é, 99,37% da população urbana é assistida pelos serviços de coleta. A taxa de cobertura total (área e população total), por sua vez, é de apenas 39,73%, evidenciando a situação agravante no meio rural do município.

Figura 4 - Área destinada ao descarte (A) e depósito escavado de resíduos (B), para a posterior queima, próximo às residências na Comunidade Quilombola de São Bernardo, Oeiras do Pará/PA



Fonte: Acervo dos autores (2023)

O município de Oeiras do Pará possui um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, através do Projeto de Lei n.º 10 (OEIRAS DO PARÁ, 2021), e em seu artigo 29, prevê a coleta domiciliar regular, mas ainda voltada somente aos resíduos domiciliares urbanos. Nesse sentido, demonstra-se uma inexistência de ações públicas ao gerenciamento dos resíduos sólidos nas áreas rurais do município, o que pode comprometer as metas da gestão de resíduos sólidos no município.

A ausência completa de coleta como método de descarte na vila quilombola, isto é, a falta de infraestrutura pública para gerenciar os resíduos, contribui para escolha da queima como alternativa. De maneira preocupante, a queima também pode ser utilizada em áreas onde há serviços de coleta para reduzir o volume dos resíduos a serem descartados, principalmente grandes resíduos secos como pneus (COSTA et al., 2021). Também pode acontecer, quando ocorre a queima incompleta do montante dos resíduos, de as correntes de vento levarem o material residual da queima, espalhando-os nas áreas proximais e contaminando o meio ambiente (ROCHA et al., 2020). A fumaça lançada na atmosfera também carregada pelas correntes de ventos, quando em direção às casas, causam impactos locais, comprometendo a saúde dos moradores que vivem nas proximidades da área (LEAL et al., 2023).

Por essa razão, o ato de queimar os resíduos, comum nas áreas rurais como demonstra o trabalho de Roland et al., (2019). Fidelis-Mederios, Lunardi e Lunardi (2020) e o de Poague e Gomes (2020), seja como única alternativa de disposição final ou para reduzir o volume, causa poluição atmosférica, impactos à saúde e ao meio ambiente, reforçando então, a necessidade de uma alternativa de disposição final ambientalmente adequada. A melhoria das condições de saneamento básico, portanto, iniciando pelo serviço de coleta, é essencial para a promoção de bem-estar, saúde e sustentabilidade das comunidades quilombolas.

A pesquisa também revelou que a coleta de resíduos é vista como algo "muito importante" pelos entrevistados. Esse consenso sugere que os moradores reconhecem a necessidade urgente de abordar o gerenciamento de resíduos de maneira mais eficaz e sustentável, conforme determina a PNRS (BRASIL, 2010). O fato de os moradores reconhecerem a importância da coleta de resíduos é um passo importante para a implementação da PNRS. A coleta é um dos serviços essenciais da gestão de resíduos, e é fundamental para garantir que os resíduos sejam coletados de forma adequada e transportados para locais onde serão tratados e dispostos de forma ambientalmente segura.

Ainda que os territórios das comunidades tradicionais sejam preservados devido à relação com a natureza, as principais causas antrópicas de impactos ambientais estão na falta de saneamento básico nessas localidades (RIBEIRO et al., 2021). No estudo de Poague e Gomes (2020), foram analisadas as condições sanitárias das casas das famílias quilombolas cadastrados no CadÚnico no ano de 2016. Como resultado, identificaram que a principal forma de abastecimento de água é oriunda de poços ou nascentes (45,29%), uma grande parcela de domicílios não possui água canalizada (44,99%) nem banheiro ou sanitário (28,64%) e destinação adequada para o esgoto doméstico (7,85% possuem esgoto a céu aberto e 60,18% utilizam latrina rudimentar), e por fim, que a maioria dos moradores queimavam ou enterravam os resíduos domiciliares no solo (POAGUE; GOMES, 2020).

As deficiências no saneamento básico exercem impactos consideravelmente adversos sobre a saúde e o padrão de vida das comunidades quilombolas, resultando no aumento do risco de ocorrência de enfermidades como diarreia, cólera, malária, dengue, entre outras (FILGUEIRAS; SILVA, 2020). Consequentemente, a resolução das problemáticas associadas aos resíduos sólidos acarreta melhorias tanto na qualidade de vida dos indivíduos quanto no ambiente em que estão inseridos, assumindo um papel de relevância significativa para a saúde pública e a integridade ambiental. Isso ocorre visto que a disposição inadequada dos resíduos pode acarretar riscos tanto para a sociedade quanto para o ecossistema circundante (BASTOS et al., 2020).

A disposição positiva em relação à participação de pesquisadores no saneamento da comunidade é um indicador promissor. A maioria dos moradores considera a ideia "muito importante", o que destaca o interesse na busca por soluções alternativas e apoio especializado para enfrentar os desafios existentes na gestão de resíduos. Um estudo desenvolvido na Comunidade Quilombola de Bailique, a qual a comunidade ou vila de São Bernardo pertence, analisou as relações entre a educação ambiental e a cultura quilombola. Segundo os autores, na comunidade “mesmo com a ausência de políticas públicas educacionais e ambientais, voltadas para sustentabilidade, a materialidade de saberes ambientais está fundada na preocupação da conservação da biosociodiversidade local” (BORGES; SILVA; RODRIGUES, 2021).

Ao longo das últimas décadas, observa-se um crescente nível de preocupação por parte das autoridades governamentais diante dos desafios associados à degradação ambiental. É essencial que tais autoridades empenhem-se na busca por soluções que assegurem a preservação do interesse social como um todo (BARROSO et al., 2020). Nesse contexto, a análise, compreensão e execução de melhores práticas de gestão de resíduos é de importância indispensável em diversas áreas (LUCENA; SILVA; GOUVEIA, 2021). Por essa razão, através da identificação e adoção dessas práticas, é possível trilhar um caminho mais sustentável, promovendo a conservação do meio ambiente e aprimorando a qualidade de vida das populações impactadas.

5. CONCLUSÕES

Devido ao horário de aplicação dos questionários, ficou evidente que os homens e mulheres apresentam diferentes papéis na rotina familiar dos moradores da vila quilombola de São Bernardo. Pela manhã, é possível encontrar, na sua maioria, adultos do sexo feminino e, aqueles que são do sexo masculino, em média, referem-se aos idosos. Enquanto o papel social dos homens está relacionado à provisão através das atividades laborais, principalmente a agricultura, o das mulheres é atribuído às responsabilidades domésticas e a transmissão das tradições culturais.

Quanto à gestão de resíduos, a ausência de menções a resíduos orgânicos e a predominância de resíduos secos indicam a necessidade de conscientização da população sobre classificação dos resíduos. A prática de queima como forma de descarte final aponta para a carência de infraestrutura pública adequada, resultando em impactos ambientais negativos e riscos à saúde. A relação entre a falta de saneamento básico, disposição inadequada de resíduos e riscos de doenças reforça a necessidade urgente de políticas de gestão de resíduos mais eficazes na vila quilombola.

Há uma disposição positiva dos moradores em relação à ida e participação de pesquisadores no desenvolver de soluções acerca do saneamento básico na vila quilombola. A relação entre educação ambiental e cultura quilombola também é evidente, destacando a preocupação com a conservação do meio ambiente mesmo na ausência de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade. Nesse sentido, o estudo aponta para a necessidade de aprimorar a gestão de resíduos, promover a educação ambiental e implementar medidas efetivas de saneamento básico para garantir o bem-estar, saúde e sustentabilidade das comunidades quilombolas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, I. C. M. de; REZENDE, S. Manejo dos Resíduos Sólidos no Brasil: desafios para a implementação do Programa Nacional de Saneamento Rural. **Perspectivas em Políticas Públicas**, v. 16, n. 31, p. 32-60, 2023
- BARROSO, D. F. R.; SILVA, G. F.; CAVALCANTE-NETO, A. A.; PARENTE, I. P. Reaproveitamento de resíduos sólidos como instrumento de gestão ambiental urbana e de educação comunitária. IN: SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. Recife: EDUFRPE: Gampe, p. 78 – 90, 2020.
- BASTOS, A. L.; GAMA, J. A. S.; SILVA, D. L. N.; SILVA, T. R. Impactos antrópicos e avaliação físico-química de trecho do Rio Estiva, Marechal Deodoro – AL. In: SANTANA, R.F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. Recife: EDUFRPE: Gampe, p. 460-468, 2020.

BORGES, L. S.; SILVA, J. B. C; RODRIGUES, D. S. Educação Ambiental e Cultura Quilombola: entre ausências de políticas públicas e práticas de resistência. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 430-449, 2021.

BRASIL. **Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. **Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007b.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007a.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

CASTRO, C. N. D.; CEREZINI, M. **Texto para Discussão 2875: Saneamento rural no Brasil : a universalização é possível?**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2023.

CASTRO, T. C.S.; PIMENTA, S. S.; PIMENTA, A. C. S.; LEMOS, J. N. A. Caracterização ambiental da área de disposição de resíduos sólidos em Alcântara – MA. In: SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1a ed., p. 425-436, Recife: EDUFRRPE: Gampe, 2020.

CONCEIÇÃO, D.; ALVES, N. L; CAVALCANTE, V. C. Mulheres idosas quilombolas do oiteiro—suas histórias, culturas e resistências. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, 2019.

COSTA, V. R.; SILVA, J.; FERREIRA, G. BEZERRA, D. Estado da arte do gerenciamento de resíduos sólidos de hipermercados em Parauapebas/PA. In: ALMEIDA, I. M. S.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G; MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: Gestão e Tecnologia**. 1 ed. Recife: EDUFRRPE: Gampe, 2021.

COUTO, L. C.; CAMPOS, L. C.; FONSECA-ZANG, W. da; ZANG, J.; BLEISCHWITZ, R. Water, waste, energy and food nexus in Brazil: Identifying a resource interlinkage research agenda through a systematic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 138, p. 1-18, 2021.

FALCON, D. R.; SILVA, R. A. F.; SIEBER, S. S.; SILVA, K. B. Desafios da questão dos rejeitos em um assentamento rural no Semiárido de Pernambuco. In: SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1a ed., p. 18-30, Recife: EDUFRRPE: Gampe, 2020.

FERREIRA, M. R. D. S.; EITERER, C. L.; MIRANDA, S. A. D. Raça e gênero na construção de trajetórias de mulheres quilombolas. **Revista Estudos Feministas**, 28, 2020.

FIDELIS-MEDEIROS, F. H.; LUNARDI, V. de O.; LUNARDI, D. G. Proposta de gestão adequada de resíduos sólidos domiciliares em comunidades rurais utilizando análise espacial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 527-43, 2020.

FILGUEIRAS, L. A.; SILVA, H. P. Socioecologia e Saúde de populações quilombolas do Pará, Amazônia, Brasil. **Tessituras: Revista de Antropologia e Arqueologia**, v. 8, n. 2, p. 351-370, 2020.

FUNDAÇÃO PALMARES. **Informações Quilombolas**. 2023.

FURTADO, L. L.; ANTONOVZ, T.; CORREA, M. D.; SILVA, O. A. P.; PANHOCA, L. Relação entre sustentabilidade e inovação: uma análise da legitimidade organizacional das empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 18, p. 1-16, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022: Primeiros resultados** [base de dados]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

ISWA - International Solid Waste Association. **O Futuro do Setor de Gestão de Resíduos: Tendências**,

Oportunidades e Desafios Para a Década (2021-2030). São Paulo: ABRELPE, 2022.

KAZA, S.; YAO, L.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington, DC: World Bank Publications, 2018.

LEAL, T. L. M. C.; ARAÚJO, L. M.; SILVA, N. L. CERQUEIRA-STREIT, J. A. Impactos do aterro controlado de Guanambi-BA: avaliação através do método matricial RIAM. In: GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: desafios no manejo**. 1 ed. Recife: EDUFRPE: Gampe, p. 269-282, 2023.

LUCENA, L. F.; SILVA, L. C. C.; GOUVEIA, R. L. Boas práticas na gestão de resíduos sólidos em distribuidoras de energia na Região Nordeste do Brasil. In: MENEZES, N. S.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; ALMEIDA, I. M. S. (Org.). **Resíduos Sólidos: Educação e meio ambiente**. 1 ed. Recife: EDUFRPE: Gampe, p. 175-203, 2021.

NEGREIROS, K. V. A.; COSTA, R. C. As doenças de veiculação hídrica relacionadas ao saneamento inadequado na cidade de Manaus-AM (2015-2020). In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: Boas Práticas e Impactos Socioambientais**. 1 ed. Recife: EDUFRPE, p. 156 – 167, 2023.

OEIRAS DO PARÁ. **Projeto de Lei nº 010, de 9 de setembro de 2021**. Prefeitura de Oeiras do Pará, PA, 2021. Disponível em: <<https://cmoeirasdopara.pa.gov.br/projeto-de-lei-no-010-2021-de-09-de-setembro-de-2021/>> . Acesso em: 25 de ago. 2023.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>> . Acesso em 24 ago. 2023.

PATWA, A.; PARDE, D.; DOHARE, D.; VIJAY, R.; KUMAR, R. (2020). Solid waste characterization and treatment technologies in rural areas: An Indian and international review. **Environmental Technology & Innovation**, v. 20, p. 1-15, 2020.

PEREIRA, A. dos S.; MAGALHÃES, L. A vida no quilombo: trabalho, afeto e cuidado nas palavras e imagens de mulheres quilombolas. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 27, 2022.

POAGUE, K. I. H. M.; GOMES, U. A. F. Análise Situacional das Condições Sanitárias de Domicílios de Famílias Quilombolas Cadastradas no CadÚnico, 2016. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica**, v. 13. n. 2, 2020.

RIBEIRO, M. V.; NOVAIS, V. M.; BASTOS, L. R.; ALMEIDA, R. F. R.; OLIVEIRA, W. P. B.; KOPP, K. (2021). O Estado da Arte a Respeito dos Estudos de Educação Ambiental Realizados em Comunidades Quilombolas no Brasil. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 16, n. 2, 2021.

ROLAND, N.; TRIBST, C. D. C. L.; SENNA, D. A.; SANTOS, M. R. R.; REZENDE, S. A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, v. 67, n. 220, 15-35, 2019.

SILVA FILHO, C. P.; NUNES, Z. M. P. Percepção socioambiental de moradores sobre o descarte de resíduos sólidos no entorno do Rio Cereja, em Bragança – PA. In: ALMEIDA, I. M. S.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G.; MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: Gestão e Tecnologia**. 1 ed. Recife: EDUFRPE: Gampe, p. 275-286, 2021.

SILVA, D. D. S.; RODRIGUES, J. B.; ERICEIRA, M. P.; SILVA, A. C. Análise da disposição irregular de resíduos sólidos urbanos; estudos de caso em área de disposição inadequada no Bairro COHAB em São Luís – MA. In: SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1a ed., p. 407-414, Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020.

SILVA, G. K.; COSTA, L. N.; SILVA, W. A.; SILVA, K. A. Resíduos sólidos no processo de desmaterialização em restaurante universitário. In: SILVA, T. S.; MARQUES, M. M. N.; EL-DEIR, S. G.

(Orgs.). **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1. ed. Recife: EDUFRPE: Gampe, p. 88-98, 2020.

SILVA, V. P.; ALMEIDA, L. M. C. A. Resíduos sólidos versus desastres urbanos: alguns aportes teóricos. In: KARDELAN, A. C. A.; SILVA, A.; GIOVANETTI, S.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1. ed. Recife: UFRPE: Gampe, p. 18-30, 2019.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série histórica**: resíduos sólidos 2020 [base de dados]. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 20 de ago. 2023.

VINTI, G.; VACCARI, M. Solid waste management in rural communities of developing countries: An overview of challenges and opportunities. **Clean Technologies**, v. 4, n. 4, p. 1138-1151, 2022.

3.5 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA RUA DO LAZER, RECIFE - PE

Eduardo Antonio Maia Lins
IFPE / UNICAP
eduardomaialins@gmail.com

Fábio José de Araújo Pedrosa
UNICAP
fabio.eco@terra.com.br

Fábio Machado Cavalcanti
UNICAP
fbcaval@hotmail.com

Jéssica Maria da Silva
UNICAP
jessicamaria2708@gmail.com

RESUMO

Dentre as práticas inadequadas de gestão de resíduos em grande parte das cidades mundiais, estão a mistura de resíduos, o descarte de resíduos em aterros e lixões e a incineração a céu aberto. Também são evidenciados problemas vinculados à espaços para armazenar os resíduos, como lixeiras públicas, o que interfere na eficácia geral de todo o sistema, especialmente considerando o processo de reciclagem. s resíduos sólidos gerados em lanchonetes englobam principalmente orgânicos, papéis, papelão, latas de bebidas, copos plásticos, embalagens plásticas, entre outros. A segregação dos resíduos sólidos gerados nestes ambientes tendem a não ocorrer de forma adequada pela ausência de fiscalização e o desconhecimento das leis. Portanto, o objetivo do trabalho foi analisar os aspectos sociais, ambientais e econômicos do comércio na rua do Lazer com o intuito de realizar uma intervenção educativa e sustentável local. Aplicou-se um questionário para cada um dos representantes do Box na Rua do Lazer, Recife, Pernambuco, com escolha do formato das respostas de múltipla escolha onde os respondentes optaram por uma das alternativas. Depois estes dados foram compilados e analisados através de gráficos so microsoft excel. Dentre um dos resultados mais importantes, destaca-se a falta de conhecimento dos funcionários entrevistados quanto a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, bem como das formas de acondicionamento e reaproveitamento dos resíduos. De um modo geral, observou-se que tanto os donos dos boxes quanto seus funcionários, em sua grande maioria, nunca receberam um treinamento acerca da gestão de resíduos, seja pela iniciativa pública quanto privada.

PALAVRAS-CHAVE: Comércio, Educação, Gestão, Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Lins et al. (2016), a questão dos resíduos sólidos no Brasil tem sido amplamente discutida na sociedade, a partir de vários levantamentos da situação atual brasileira e perspectivas para o setor. De uma forma geral este assunto permeou por várias vezes em diversas áreas do conhecimento, desde o saneamento básico, meio ambiente, inserção social e econômica dos processos de triagem e reciclagem dos materiais, e mais recentemente, ainda de forma insipiente, o aproveitamento energético dos gases provenientes dos aterros sanitários. O gerenciamento de resíduos sólidos consiste em uma das questões complexas de sustentabilidade ao estar associado a muitos fatores econômicos, ambientais e sociais (IKHLAUDEL, 2018).

No Brasil, a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022) indica que o Brasil gerou cerca de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2022, ou seja, um aumento de 30,5% nos últimos dez anos. Desse total, 39,5% foram despejados em locais inadequados, por 2826 municípios, em lixões ou aterros controlados. De acordo com Abubakar et al. (2022), dentre as práticas inadequadas de gestão de resíduos em grande parte das cidades mundiais, estão a mistura de resíduos, o descarte de resíduos em aterros e lixões e a incineração a céu aberto. Também são evidenciados problemas vinculados à espaços para armazenar os resíduos, como lixeiras públicas, o que interfere na eficácia geral de todo o sistema, especialmente considerando o processo de reciclagem (ALELUIA; FERRÃO, 2016; ROSSIT; NESMACHNOW, 2022).

Os resíduos sólidos gerados em lanchonetes englobam principalmente orgânicos, papéis, papelão, latas de bebidas, copos plásticos, embalagens plásticas, entre outros. A segregação dos resíduos sólidos gerados nestes ambientes tendem a não ocorrer de forma adequada pela ausência de fiscalização e o desconhecimento das leis. Portanto, o objetivo do trabalho foi analisar os aspectos sociais, ambientais e econômicos do comércio na rua do Lazer com o intuito de realizar uma intervenção educativa e sustentável. Os resíduos gerados na Rua do Lazer não possuem estratégias de gestão condizentes com as legislações vigentes conforme diagnóstico realizado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

O grande crescimento populacional, associado a industrialização e ao poder aquisitivo tem trazido como consequência a geração de um grande volume de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), onde a gestão inadequada pode trazer uma série de impactos negativos para o meio ambiente e a saúde pública (FERRÃO; MOARES, 2021). Desafios da modernidade como mudanças climáticas, escassez de água, dizimação da biodiversidade, desigualdade, insegurança, fome, privação e pobreza, têm colocado a sustentabilidade como um paradigma de desenvolvimento apropriado nesta era (MENSAH; CASADEVALL, 2019). Assim, nota-se um crescente foco na preservação do meio ambiente global que tem trazido mudanças marcantes nas políticas municipais da gestão dos resíduos sólidos (FUNCHT et al., 2021).

No Brasil, a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022) indica que o Brasil gerou cerca de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2022, ou seja, um aumento de 30,5% nos últimos dez anos. Desse total, 39,5% foram despejados em locais inadequados, por 2826 municípios, em lixões ou aterros controlados. De acordo com Abubakar et al. (2022), dentre as práticas inadequadas de gestão de resíduos em grande parte das cidades mundiais, estão a mistura de resíduos, o descarte de resíduos em aterros e lixões e a incineração a céu aberto. Também são evidenciados problemas vinculados à espaços para armazenar os resíduos, como lixeiras públicas, o que interfere na eficácia geral de todo o sistema, especialmente considerando o processo de reciclagem (ALELUIA; FERRÃO, 2016; ROSSIT; NESMACHNOW, 2022).

Frasson et al. (2022) realizaram uma análise da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos em um município localizado numa região da Amazônia Legal e verificaram a falta de planejamento para o tratamento dos RSU, sem coleta seletiva e aterro sanitário. Nesse contexto, entende-se que a gestão de resíduos sólidos é fundamental para os municípios ao passo que apresenta implicações diretas nas três dimensões da sustentabilidade (ROSSIT; NESMACHNOW, 2022).

De acordo com Kaza et al. (2018), os custos com a gestão de RSU, vem comprometendo cada vez mais os orçamentos dos municípios, principalmente os menores. Os autores mencionam que cerca de 20% dos orçamentos municipais são destinados a despesas com a gestão de RSU em países de baixa renda; mais de 10% em países de renda média e 4% em países de alta renda. No Brasil, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indica-se que estas despesas representam cerca de 4,1% da despesa corrente total dos municípios (SNIS, 2022). Deste percentual, entre 60% e 70% são decorrentes do custo de coleta e transporte (COLVERO et al., 2020). Kaza et al. (2018) menciona também que o custo das etapas de coleta e transporte variam entre 20 e 200 US\$ por tonelada, enquanto a disposição final em aterro sanitário varia entre 10 e 100 US\$ por tonelada.

2.1.1 Coleta Seletiva

A reciclagem pode ser considerada como uma alternativa sustentável e econômica quando comparada aos gastos ora apresentados. Através da reciclagem é possível reintroduzir os resíduos no ciclo produtivo e promover a redução da demanda por recursos naturais, conforme observado por Campos (2014).

Apesar da separação e reciclagem de resíduos serem consideradas um método eficaz para a minimização dos resíduos domésticos (IMBRAHIM; MOHAMED, 2016), os índices ainda são baixos em todo o planeta (FAN; YANG; SHEN, 2019). De acordo com o SINIR (2021) o Índice Nacional de Recuperação de Resíduos no Brasil, 1,67% é o percentual de resíduos recuperados ou reutilizados ou reciclados no Brasil.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos Brasileira (PNRS) (BRASIL, 2010) considera a reciclagem como prioritária, sendo a disposição final dos RSU em aterros sanitários uma etapa a ser considerada apenas em último caso. A PNRS também exige aos municípios a necessidade de implementação de programas de coleta seletiva, inserindo as organizações de catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010). Contudo, sua implementação ainda vem sendo realizada lentamente, uma vez que gera um alto custo para os municípios, em comparação a coleta convencional, e, além da ausência de um

mercado consolidado para sua valorização (BRINGHENTI et al., 2019). Para Conke (2018), o desconhecimento do que pode ou não ser reciclado e problemas operacionais no transporte causam erros na separação e contaminação dos resíduos, elevando ainda mais os custos para o sistema.

A adoção de programas eficientes em reciclagem ou reutilização de resíduos dependem de um comportamento familiar que priorize a separação na fonte, assim como na triagem e coleta. Campanhas de conscientização pública também são necessárias para incentivar o descarte correto dos resíduos (ABUBAKAR et al., 2022; AMARE et al., 2022; BUI TSENG; TTSENG; LIM, 2022).

2.1.2. Compostagem

Outro ponto a ser considerado refere-se a compostagem dos resíduos orgânicos. Além de diminuir os materiais encaminhados ao aterro, o composto orgânico resultante da compostagem pode ser aplicado em hortas comunitárias cujos produtos podem beneficiar diversas famílias. Dessa forma, os resíduos podem ser entendidos como recursos valiosos (DAS et al., 2019; SLOMSKI et al., 2020).

De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), os resíduos orgânicos são denominados “resíduos úmidos”, que se trata de uma classificação remetida a forma mais simples de separação dos resíduos sólidos na fonte, ou seja, entre secos e úmidos. Esta política relata em suas estratégias, a obrigatoriedade de observar a ordem de prioridade preconizada pela legislação, ou seja, “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2012).

A PNRS (BRASIL, 2010) também reconhece que apesar da massa de resíduos sólidos urbanos apresentar alto percentual de matéria orgânica, as experiências ligadas a compostagem, no Brasil, são ainda incipientes. O resíduo orgânico, por não ser coletado separadamente, acaba sendo encaminhado para disposição final, juntamente com os resíduos domiciliares. Essa forma de destinação gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para um tratamento específico, por exemplo, via compostagem (BRASIL, 2012).

3. METODOLOGIA

3.1 Localização e História

De acordo com Lins et al. (2016), a rua do Lazer foi construída a partir da reivindicação dos estudantes da Universidade Católica, no período de 1992 a 1995. Está localizada entre os principais prédios da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) (Figura 1).

Figura 1 - Rua do Lazer entre os principais prédios da UNICAP



Fonte: Google Earth (2023)

Existem cerca de 40 boxes, contudo, apenas 30 estavam funcionando, tendo como características comerciais, vendas de produtos alimentares diversos: de simples sanduíches a comida japonesa. Seu funcionamento ocorre de segunda a sábado, da manhã à noite, exceto nos períodos de férias e feriados nacionais.

3.2 Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo quantitativo e descritivo, onde se trabalhará com números obtidos de um questionário aplicado aos comerciantes da Rua do Lazer, tentando se estabelecer relações entre variáveis.

3.3 Materiais e Métodos

3.3.1 Construção e Aplicação do Questionário

A construção de um questionário, segundo Aaker et al., (2001), é considerada uma “arte imperfeita”, pois não existem procedimentos perfeitos que garantam seus objetivos de medição alcançados com boa qualidade. Para elaboração do questionário sócio-ambiental foram realizadas algumas reflexões, como:

- Serão necessárias várias perguntas sobre o assunto ou uma é o suficiente?
- Os aspectos importantes serão obtidos da forma como foi elaborada a pergunta?
- As pessoas terão informação necessária para responder a pergunta? Não bastando abordar a pessoa certa, mas saber se essa pessoa seria capaz de se lembrar da informação.
- Os pesquisados estarão dispostos a dar a informação? Aparentemente dependerá para o funcionário, de uma questão de tempo e trabalho envolvidos na elaboração da resposta.

A escolha do formato das respostas mais adequada foi por um questionário de múltipla escolha onde os respondentes optaram por uma das alternativas. Esta opção foi escolhida por ser de fácil aplicação, processo e análise; facilidade e rapidez no ato de responder e apresentarem pouca possibilidade de erros. Na formulação das perguntas teve-se o cuidado para que as mesmas tivessem o mesmo significado para o pesquisador e

para o entrevistado, evitando-se assim um erro de medição. Usou-se uma comunicação simples e palavras conhecidas, sem ambiguidade.

A ordem na qual as perguntas foram apresentadas basearam-se nas recomendações de Mattar (1994), onde o questionário usou temas e perguntas gerais no início do questionário, deixando as perguntas específicas para depois. Deu-se uma sequência lógica ao questionário. Mudanças de tópicos repentinas e "ir e voltar" ao assunto foram evitados. Outra preocupação com o questionário foi o de explicar as condições adequadas para o seu uso e aplicação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico sócio-econômico-ambiental envolveu um questionário de 15 perguntas com um comerciante de cada box na rua do Lazer, abrangendo assuntos sócio, econômicos e ambientais, como idade, salário, gestão de resíduos e outros. Sob esse contexto foi realizado o levantamento, obtendo-se gráficos que se correlacionam entre si.

Na aplicação do questionário, observou-se que 59,1% dos entrevistados são do gênero feminino e 27% são masculino, indicando uma predominância das mulheres trabalhando na área local. A maior parte dos entrevistados, cerca de 50%, possuem idade superior a 41 anos, logo em seguida 36,4% com idade variando entre 18 e 29 anos. Os adultos variando entre 30 e 40 anos foram 9,1%, e adolescentes, 4,5%. Ressalta-se que os proprietários dos boxes da rua do lazer empregam seus próprios filhos para ajudarem, justificando assim a presença de adolescentes.

Dados sobre pessoas com maior escolaridade e quantidade de pessoas que moram numa mesma casa, respectivamente também foram realizados (Figuras 2 e 3). Notou-se que as pessoas mais instruídas tendem a possuir um núcleo familiar menor, por terem consciência das dificuldades e gastos em criar os filhos. De acordo com Aragão Júnior (2020), os problemas ambientais estão relacionados a situação socioeconômica de um local, uma vez que são as pessoas que regem a dinâmica do meio onde estão inseridas, cujos elementos (grau de escolaridade, faixa de renda, idade, religião, gênero) impactam, ou de forma negativa ou positiva na relação homem-natureza, onde estão inseridos os resíduos sólidos.

Figura 2 - Análise do nível de escolaridade dos funcionários da Rua do Lazer



Figura 3 - Análise quantitativa das pessoas em uma mesma moradia



Com maior escolaridade (Figura 2), tende a vir uma melhor capacitação profissional e consequentemente uma renda maior (Figura 4). Observou-se que 68,2 % dos entrevistados possuem o ensino médio, seguido de 13,6% que possuem apenas o ensino fundamental. Logo esses dados corroboram com o gráfico da renda familiar (Figura 4), em que 18,2% recebem igual ou menos que 1 salário mínimo e 59,1% de 1 a 3 salários, ficando classificados como pertencentes as classes sociais E e D, contra os 18,2% que recebem entre 4 a 6 salários, fazendo parte da classe C, e, 4,5% inseridos na classe B (CARNEIRO, 2015).

Figura 4 - Renda familiar dos funcionários da Rua do Lazer



Dessa maneira, a educação ambiental é de extrema importância para solucionar diversos problemas ambientais e na geração de novas ideias para a comunidade (PALÁCIO; GUIMARÃES, 2020).

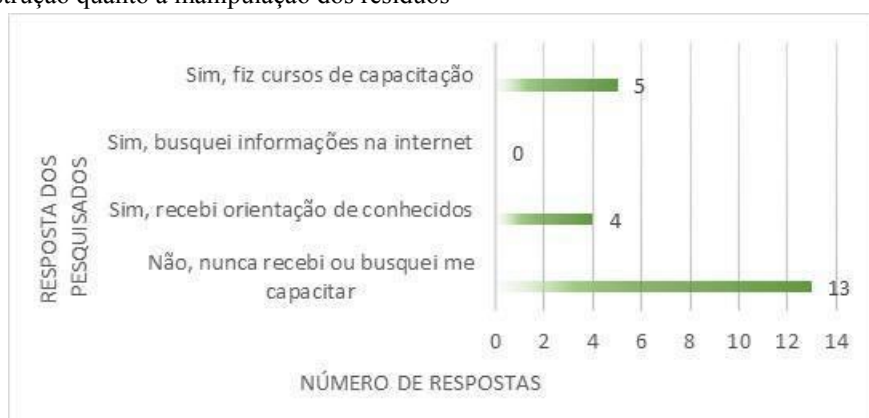
Entre os entrevistados, 52% declarou possuir uma unidade familiar composta por de 3 a 5 integrantes, 31% possuem de 1 a 2 pessoas na residência e 17% declararam ter 6 ou mais moradores (Figura 3). Associado ao gráfico de renda familiar (Figura 4), em que foi substancial os 44% que possuíam uma receita que varia entre 1 a 3 salários, pode-se deduzir que em uma média de 4 integrantes na unidade e 2 salários, cada um possuiria uma renda per capita de meio salário, que, para a vida na cidade, implica em um poder aquisitivo muito baixo.

Há uma interação relevante entre o número de pessoas que moram numa mesma moradia (Figura 3) e a renda familiar (Figura 4) sendo bastante influenciada pela quantidade de trabalhadores ativos no núcleo familiar. Por exemplo, em uma família recém-formada, quando a renda chega através exclusivamente dos pais, o poder aquisitivo é menor, contudo quando os filhos são inseridos no mercado de trabalho esse poder aumenta.

Ao realizar a análise do tempo de trabalho dos funcionários na rua do lazer, notou-se que a maioria dos funcionários (50%) trabalham por mais de 10 anos no local. Notou-se que estes são necessariamente os donos das barracas (50%). Um outro dado importante, é que 36,4% dos funcionários possuem poder de decisão e podem estar associados àqueles que estão trabalhando por mais tempo nas barracas. Quanto aos funcionários terem recebido capacitação (Figura 5), 59,1% dos entrevistados declaram que nunca receberam nenhuma orientação; 22,7% fizeram algum curso de capacitação e 18,2% receberam orientação de conhecidos. É importante salientar que durante a entrevista foi notório que os assuntos ambientais relatados por eles eram, em sua maioria, associados aos problemas que os afetavam diretamente, como a saúde pública, lixo nas ruas e enchentes, entre outros.

Quanto à separação dos resíduos gerados nos boxes da rua do Lazer, 86,4% dos funcionários afirmam que lançam seus resíduos em lixeira comum, sem separação, enquanto que apenas 13,6% fazem algum tipo de separação. Observou-se uma relação da falta de conhecimento e do correto acondicionamento dos resíduos. Silva e Lima (2020), ao realizarem estudos acerca de resíduos passíveis de reciclagem citaram a existência de um déficit significativo na capacitação dos cooperados, dentre outras barreiras, como a falta de estrutura e organização, tornando o trabalho mais complexo e menos rentável. Souza, Mendes e Silva (2022) afirmam que a capacitação das pessoas que lidam diretamente com resíduos é primordial para a sua correta gestão, seja através de treinamentos ou esforços de conscientização a fim de gerar mais segurança e eficiência no processo.

Figura 5 - Instrução quanto a manipulação dos resíduos



Em relação ao acondicionamento dos resíduos nas lixeiras dos boxes, 95,5% é realizado com sacos plásticos (nem sempre apropriados), seguido dos contêineres plásticos 4,5%, não havendo utilização de contêineres metálicos, todavia, as poucas lixeiras existentes na rua do lazer (presa aos postes) não possuem sacolas plásticas. Farias e Lima (2019) afirmam que a ineficiência no acondicionamento e coleta pública dos resíduos pode se dar ao fato de não se encontrar sacos plásticos nas lixeiras.

Quando perguntados por qual motivo fariam a coleta seletiva, houve uma clara divisão no resultado em apenas duas respostas: “ajudar o meio ambiente”, com 63,6% delas, e “lucrar e ajudar o meio ambiente ao mesmo tempo”, com 31,8%. Percebe-se que a remuneração é um incentivo para a realização da coleta. Segundo Sá et al., (2022) que realizou um estudo em três capitais do Nordeste Brasileiro, Natal, Recife e João Pessoa, as duas primeiras apresentaram menores índices de massa coletada pela coleta seletiva, reforçam que, apesar da evolução gradual da coleta seletiva, notou-se a carência de programas que demandam de incentivos financeiros e políticos. Não se deve focar apenas em uma coleta eficiente de resíduos, mas também em políticas públicas que auxiliem na disponibilidade de um aterro sanitário, destinação adequada para os resíduos sólidos, que seja eficiente do ponto de vista de tratamento e confinamento de resíduos para a cidade e que promovam a conscientização da população (SOUSA; LIMA 2022). A preservação do meio ambiente tornou-se essencial de forma que fosse implementada a gestão ambiental nos órgãos públicos e privados, principalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), sendo atentado aos benefícios ambientais e a diminuição dos impactos ambientais (SILVA et al., 2019). As medidas governamentais auxiliaram na circulação da economia e dos recursos naturais do país (MEDEIROS et al., 2020), sendo o Brasil participante ativo em grandes encontros mundiais que debatem sobre o meio ambiente e preocupação ambiental (SILVA et al., 2018)

Em relação a percepção dos funcionários que trabalham nos boxes da rua do Lazer em relação a tipologia dos resíduos, afirmaram que os plásticos (81,8%) seguidos do papel e papelão (40,9%) e matéria orgânica (31,8%) são os predominantes. Quando perguntados sobre o conhecimento da compostagem, 50% nunca ouviram falar, e cerca de 45,5% já ouviram falar sobre o assunto. De acordo com Silva e Pacheco (2023) a importância da compostagem está associada a redução em cerca de 50% da quantidade de lixo processada, gerando um produto orgânico, que não agride o meio ambiente e que pode ser utilizado também na jardinagem. Esta informação é essencial, considerando a quantidade de jardins existentes e a otimização dos resíduos orgânicos que seriam recolhidos também dentro da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Rocha et al., (2020), indicaram que um sistema de compostagem aerado, por exemplo, é adequado para tratar a fração orgânica dos resíduos sólidos do restaurante utilizando-se a varrição do entorno da área do estudo.

Sobre a quantidade de lixeiras locais, perguntou-se aos funcionários se eram suficientes, e, a grande maioria (86,4%) afirmou não ser suficiente, 9,1% afirmou ser suficiente parcialmente. Estudos realizados por Silva, Farias e Lima (2019) acerca da percepção da população quanto a quantidade de lixeiras locais, destacaram, mesmo que superficialmente, a importância de haver lixeiras em áreas públicas, destacando os problemas socioambientais como consequência da ausência de lixeiras e contêineres no bairro.

5. CONCLUSÕES

O gerenciamento dos resíduos sólidos consiste em um controle técnico desde a sua geração até a sua disposição final, contudo, não deve esquecer os aspectos ambientais, sociais e econômicos que influenciam diretamente na eficiência da gestão. Observa-se que o papel do poder público, no que se refere a limpeza e manutenção das áreas analisadas, está falho, já que a ausência de lixeiras e sacolas para acondicionamento dos resíduos impede ou limita o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos municipais. A

implantação de uma política pública eficaz associada a um trabalho de conscientização ambiental são ingredientes essenciais para o bom desempenho de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

AAKER *et al.*, (2001), "**Marketing Research**" (7th Ed.), New York: John Wiley & Sons, Inc.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**.

ABUDAKAR, I. R.; MANIRUZZAMAN, K. M.; DANO, U. L.; ALSHIHRI, F. S.; ALSHAMMARI, M. S.; AHMED, S. M. S.; AL-GEHLANI, W. A. G.; ALRAWAF, T. I. Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 19(19), 2022.

ALELUIA, J.; FERRÃO, P. Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: a new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension. **Waste Management**, 58(1), 415-429, 2016.

AMARE, N.; AL-BHADLY, O.; BIRHAN, M.; HAMID, S. S.; MOHAMAD, A. A. H. The Practices of solid waste utility and thriving conditions of logistics (a case of Tepi Town): a study to treat the healthy environment. **Journal of Environmental and Public Health**, 2022, 1- 5.
<http://dx.doi.org/10.1155/2022/8391616>.

AMIRDADI, M.; DEGHANIAN, F.; KOHNEH, J. N. Design and development of a fuzzy credibility-based reverse logistics network with buyback offers: a case study. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, 40(7), 1069-1084, 2021.

ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; SANTANA, R. F.; EL-DEIR, S. G. Desenvolvimento e sustentabilidade: discussões sobre resíduos sólidos. In. **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFPRPE, 2020, p. 10-16.

BATISTA, M.; CAIADO, R. G. G.; QUELHAS, O. L. G.; LIMA, G. B. A.; LEAL FILHO, W.; YPARRAGUIRRE, I. T. R. A framework for sustainable and integrated municipal solid waste management: Barriers and critical factors to developing countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 312, n. 20, 2021.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei nº12.305**, de 2 de agosto de 2010. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Versão Preliminar. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 9 out. 2022.

CALDAS, A.H.M. **Análise da disposição de resíduos sólidos e da percepção de usuários em áreas costeiras – um potencial de degradação ambiental**. Monografia de conclusão de pós-graduação. Salvador, BA. UFBA, 2007, 60 f.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, 85, 130–138, 2014.

COLVERO, D. A.; RAMALHO, J.; GOMES, A. P. D.; MATIS, M. A. A.; TARELHO, L. A. da C. Economic analysis of a shared municipal solid waste management facility in a metropolitan region. **Waste Management**, 102, 823–837, 2020.

DAS, S.; LEE, S. H.; KUMAR, P.; KIM, K.; LEE, S. S.; BHATTACHARYA, S. S. (2019). Solid waste management: scope and the challenge of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, 228(1), 658-678.

FAN, B.; YANG, W.; SHEN, X. A comparison study of ‘motivation–intention–Behavior’ model on household solid waste sorting in China and Singapore. **Journal of Cleaner Production**, 211, 442-454, 2019.

FERRÃO, C. C.; MORAES, J. A. R.. Análise dos riscos ambientais e de acidentes de trabalho em serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 1, 2021.

FRASSON, A. C.; SILVA, E. L.; FEISTEL, J. S.; DOMINGOS, R. M. A.; SCHNEIDER, K. W. S. Gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do município de Sinop-MT, **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.7, p.50213-50230, 2022.

FUNCHT, O. I.; MARHAUG, R.; KOHTALA, S.; STEINER, M. Detecting glass and metal in consumer trash bags during waste collection using convolutional neural networks, **Waste Management**, p. 30-38, 2021.

GUPTA, P. K. The Use of Modern Technology in Smart Waste Management and Recycling: Artificial Intelligence and Machine Learning. **Recent Advances in Computational Intelligence**, p. 173-188, 2019.

IBRAHIM, M.; MOHAMED, N. A. E. M. Towards sustainable management of solid waste in Egypt. **Procedia Environmental Sciences**, 34(1), 336-347, 2016.

KAZA S.; YAO, L.; BHADA-TATA, P.; WOERDEN, F. V. **What a waste 2.0: A Global snapshot of solid waste Management to 2050**. World Bank, 2018.

LAURIERI, N.; LUCCHESI, A.; DIGIESI, S. A Door-to-Door Waste Collection System Case Study: A Survey on its Sustainability and Effectiveness. **Sustainability**, v. 12, n. 14, p. 1-24, 2020.

LINS, E. A. M. et al. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na Rua do Lazer - estudo de caso na UNICAP. In: Encontro Pernambucano, 5 e Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, 3, 2016, Recife. **O desafio da gestão integrada dos resíduos sólidos face aos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU**. Recife: GAMPE, 2016.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**, 2a. Ed, São Paulo: Atlas, 2v., v.2, 1994.

MATTOS, F. V.; PINHO, G. C. S.; RAMALHO, J. C. M.; CALMON, J. L.; SIMAN, R.R. A gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos com base na ACV, AECV e ACVS: perspectivas e caminhos para o Brasil e países em desenvolvimento, **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, 2022.

MEDEIROS, R. M.; GUEDES, F. L.; SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R. Plano de logística sustentável na gestão de resíduos sólidos aplicados em uma organização militar de Pernambuco. In. **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE: Gampe, EPERSOL [e-book], p. 193-204, 2020.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, p. 1-14, 2015.

NOGUEIRA, M. D.; MINAS, R.S.de; KWIATKOWSKI, A.; SILVA, F. X. da; JARDIM, G. N.; VIERA JUNIOR, L. Desenvolvimento de um tijolo ecológico de encaixe utilizando resíduos de vidro e isopor triturados. **Brazilian Journal of Development**, v.7.August 2021.

OLIVEIRA, W. J. F. “LIXO”, Limpeza Urbana e Educação Ambiental na Implantação da Coleta Seletiva de Lixo em Porto Alegre. **Illuminuras**, p. 181-214, 2020.

PALÁCIO, F. M. L.; GUIMARÃES, R. Q. Educação e responsabilidade ambiental; sensibilização sobre meio ambiente e resíduos sólidos em uma escola no município de Paragominas-PA. In. **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020, p. 44-52.

ROCHA, F. T. B.; OLIVEIRA, V. M.; BRANDÃO-COSTA, R. M. P.; PORTO, A. L. F. Descartes do restaurante universitário da UFRPE para a produção de enzimas por *Aspergillus sydowii* SIS 25 isolado da borra de café. In. **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1. Ed. Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, EPERSOL [e-book]. 2020.

SÁ, A.C.N.de; ALVES, N. B. P.; LACERDA, G. L. B.; SÁ, V. E. N. de. Análise da coleta seletiva de três capitais do nordeste por meio de indicadores. In: ALMEIDA, I. M. S. de; SILVA, K. A. da; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Desafio no Manejo**. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 134-148.

SILVA, R. G.; MELLO, D. P.; ALBUQUERQUE, J.V.; SILVA, R. K. A. Plano de logística sustentável na gestão de resíduos sólidos: medidas e práticas no tribunal regional do trabalho. In. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. - 1. ed. - Recife: EDUFRPE, EPERSOL [e-book]. 2018

SILVA, L. A.; FARIAS, G. B. L.; LIMA, A. S. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Municipais: Uma Análise da Distribuição Espacial de Lixeiras nas Vias Públicas em Bragança/PA**. X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Fortaleza/CE, 2019.

SILVA, J. C.; SILVA, Q. J.; OLIVEIRA, V. M.; PORTO, A.L.F. Uso de resíduos orgânicos de Anchova (*Pomatomus saltatrix*) e Robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) para recuperação e proteases alcalinas. In. **Resíduos Sólidos: Impactos Ambientais e Inovações Tecnológicas**. 1ª ed Recife: EDUFRPE, EPERSOL [e-book]. 2019, p. 117-126.

SILVA, M. P. F.; PACHECO, A. P. L. Proposta de Implantação de um SGQ no LAMTESA – CAA na Universidade Federal de Pernambuco. In: GUEDES, F. L.; SILVA, T. S.; RODRIGUES, B. R. M. EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2022. p. 513-524.

SILVA, A. C. da; SILVA, R. C. P. da; JUCÁ, J. F. T.; VITORINO, K. M. N. Programas municipais de coleta seletiva: contexto nacional. In: ALMEIDA, I.M.S.de; SILVA, K. A. da; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2022. p. 46-55.

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a gestão dos resíduos sólidos,

SLOMSKI, V. G.; LIMA, I. C. S.; SLOMSKI, V.; SLAVOV, T. Pathways to Urban Sustainability: an investigation of the economic potential of untreated household solid waste (HSW) in the city of São Paulo. **Sustainability**, 12(13), 5249-5267, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/su12135249>.

SOUZA, S.G.de; LIMA, I. L. P. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: determinação da frota de veículos coletores do bairro planalto no município de Juazeiro do Norte/CE. In: ALMEIDA, I.M.S.de; SILVA, K. A. da; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2022. p. 32-45.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DA CEASA E DE PODAS URBANAS SUBMETIDOS A CRAQUEAMENTO TÉRMICO-CATALÍTICO PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Ana Regina Da Rocha Araújo

Universidade Federal Rural da Amazônia

ana.araujo@ufra.edu.br

Mario Davi Coutinho Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia

mariodavi21agro@gmail.com

Ellen Thaís Nunes De Sousa

Universidade Federal Rural da Amazônia

ellenthais2001@gmail.com

Claudemir de Jesus Dos Santos Junior

Universidade Federal Rural da Amazônia

claudemirjr1304@gmail.com

RESUMO

É indubitável que diante das grandes questões que assolam o século XXI, entra em voga o debate acerca da geração de elevada quantidade de resíduos sólidos orgânicos, os quais são destinados aos aterros sanitários. Nesse ínterim, a geração e o possível reaproveitamento destes resíduos passam a exigir atenção para mitigar impactos ambientais. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de geração de biocombustível a partir de resíduos da CEASA e de podas urbanas, por meio da reação de pirólise. Foi utilizada a tecnologia de craqueamento térmico-catalítico em escala de bancada para realização da caracterização dos resíduos selecionados. Para isso foi feita composição química dos macro e micronutrientes e posterior pirólise do material. O resíduo da CEASA apresentou melhor rendimento de coque que o da poda, o qual ainda estava em nível satisfatório. Com isso, concluiu-se que esses resíduos possuem diversas possibilidades de reaproveitamento, mas ainda são necessários estudos que busquem aprimorar as técnicas já existentes.

PALAVRAS-CHAVE: Craqueamento Térmico-Catalítico, Pirólise, Resíduo Sólido Orgânico

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a geração de resíduos sólidos orgânicos em larga escala propiciou diversas problemáticas globais. Nesse sentido, atividades agropecuárias, agroindustriais e urbanas são grandes geradoras desse tipo de material. Dessa forma, tornam-se evidentes os grandes impactos ambientais causados pelo sistema alimentar, dentre os quais pode-se citar os resíduos advindos das CEASA, onde há um grande quantitativo de material não aproveitado para venda, o qual é muitas vezes descartado de forma inadequada. Diante disso, as formas de gestão desses resíduos são peças-chave para redução da ação nociva de gases do efeito estufa (GEE) e outros poluentes (INÁCIO; BETTIO; MILLER, 2010).

Dentre as práticas que mais resultam no desperdício, deve-se destacar, a cadeia de abastecimento, principalmente no período de geração, pós-colheita, armazenamento e transporte. O descarte inadequado de resíduos orgânico apresenta um grande potencial de degradação ambiental, podendo atuar na poluição do solo, recursos hídricos, propagação de substâncias tóxicas, além de servir de abrigo e alimentação para a proliferação de diversos tipos de insetos e patógenos nocivos à saúde humana (RODRIGUES et al. 2015).

De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS, 2019), devido ao grande aumento da produção de alimentos em função da amplificação mundial, teve-se como consequência o crescimento da produção agrícola no Brasil. Há uma tendência de crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil e essa tendência deve ser mantida nos próximos anos. Conforme estimativas realizadas com base na série histórica, o Brasil alcançará uma geração anual de 100 milhões de toneladas de resíduos sólidos por volta de 2030. Esses dados são alarmantes e despertam para a necessidade de repensar as políticas públicas vigentes, as práticas de produção sustentáveis e a cultura do consumo, assim como a adoção da gestão de resíduos sólidos por parte de todos os geradores (ABRELPE, 2019).

A produção e o consumo sustentáveis de alimentos são áreas que demandam a aplicação do conhecimento científico para ampliar a oferta de alimentos com menor impacto ambiental possível. Em um mundo que passa por mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, a redução das perdas e dos desperdícios de alimentos deve ser prioridade, a fim de prevenir a insegurança alimentar. Outrossim, os resíduos de poda por sua vez oriundos da arborização são de suma importância nos centros urbanos, o que de certa forma acabam proporcionando diversos benefícios ambientais, dentre eles podemos destacar o conforto térmico e a qualidade do ar (EMBRAPA, 2019).

Além disso, quando se é discutido sobre a gestão de arborização urbano, inúmeras questões são postas em prática, dentre elas a principal é a destinação dos resíduos arbóreos originados da poda (CORREIA et al. 2020). Esses resíduos necessitam de transportes específicos o que acaba demandando altos custos, além de ter como consequência a perda do potencial energético e da matéria orgânica da poda (CARVALHO et al. 2019).

Nesse ínterim, esses resíduos apresentam várias características de acordo com a sua composição, como por exemplo: troncos, galhos, folhas e raízes e espécies vegetal. Seguindo essa linha de pensamento e levando-se como destaque o crescimento de resíduo de poda em áreas urbanas, é de suma importância a avaliação de novas técnicas

de reaproveitamento de resíduos de acordo com a sua composição (SOUZA; GUIMARÃES; VELASCO, 2020).

Diante disso, os resíduos de CEASA e poda, adentram nas inovações tecnológicas através dos processos termoquímicos denominado de pirólise. Esse processo consiste na ausência de oxigênio em uma temperatura relativamente baixa, quando se é comparado a outros processos. Segundo (GALVÃO, 2018) a pirólise se estabelece em um combustível mais denso, apresentando em seu resultado final um composto sólido rico em carbono e uma fração volátil. Com isso, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de geração de biocombustível a partir de resíduos da CEASA e de podas urbanas, por meio da reação de pirólise.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, artigo 3º, parágrafo 16, define resíduos sólidos 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, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010, p. 2).

Além disso, determina instrumentos a serem utilizados com o intuito de contribuir com o desenvolvimento sustentável, dentre estes estão a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o fomento a pesquisas e tecnologias a fim de contribuir para a gestão integrada dos resíduos. Entretanto, apesar de possuir mais de uma década desde a sanção, ainda há um baixo nível de implementação dessa lei, necessitando de maior fomento à gestão dos resíduos (CANDIANI; ATTANASIO JUNIOR, 2023; CERQUEIRA-STREIT; GUARNIERI, 2020;)

Nesse sentido, a problemática do descarte inadequado de resíduos orgânicos ainda é um dos grandes problemas na sociedade atual. Dentre os principais prejuízos advindos da destinação incorreta desses materiais, pode-se citar é a eutrofização dos corpos hídricos, acarretando em contaminação e consequente morte parcial ou total da vida aquática e também na emissão de gases do efeito estufa, altamente prejudiciais à atmosfera e que geram enormes mudanças climáticas capazes de afetar a produção agropecuário (TROMBETTA et al. 2020).

Sendo assim, são necessárias ações que visem o reaproveitamento e destinação correta desses resíduos. Conceição et al. (2021), ao avaliar experiências sobre o reaproveitamento de resíduos orgânicos, relatadas na literatura, no período de 2010 a 2021, concluiu que as ações de reaproveitamento advém de pequenas parcelas da população, salientando a falta de ação do poder público e necessidade de parcerias público-privadas perante tais questões.

Neste sentido, existem diversas rotas de transformação para haver uma efetiva conversão das fontes de biomassa em biocombustíveis, que podem ser utilizadas, como: conversão termoquímica, bioquímica ou processos físico-químicos (BRASIL, 2014).

Segundo a Aneel (2008), essas técnicas podem ser: combustão da matéria-prima: queima direta do material para geração de calor; pirólise ou carbonização: técnica que extrai o material volátil da lenha ou outro combustível sólido transformando-os em carvão vegetal (com até o dobro da densidade energética inicial), alcatrão ou ácido piro-lenhoso, sob altas temperaturas e níveis baixíssimos de ar; gaseificação: utiliza de reações termoquímicas que transformam a biomassa sólida em gás; · digestão anaeróbia: realiza a digestão da matéria orgânica proveniente de dejetos animais, na ausência de oxigênio, gerando biogás; fermentação: converte os açúcares de plantas em etanol pela ação de microorganismos fermentadores; transesterificação: reação que transforma óleos vegetais em biodiesel ou glicerina utilizando para isso um produto obtido através de metanol ou etanol + uma base. Além dessas técnicas citadas pela Aneel (2008), pode-se incluir também a técnica de compactação da biomassa em aglomerados de resíduos lignocelulósicos. Dentre eles, destacam-se os resíduos provenientes da produção agrícola e madeireira que são gerados em grandes quantidades e possuem um potencial energético que pode ser aproveitado.

As centrais estaduais de abastecimento (CEASA) são locais de grande circulação e comercialização de produtos hortifrutigranjeiros e representam uma grande porcentagem de materiais descartados/desperdiçados e muitas vezes com destinação inadequada, o que contribui apenas para a poluição ambiental. Diante disso, Junior, Souza e Barboza (2022) ao analisar diferentes técnicas para produção de adubo orgânico a partir de resíduos obtidos da CEASA, sendo compostagem, biodigestão e incineração, concluem que ambas são alternativas viáveis para o reaproveitamento de resíduos, reutilizando e reinserindo esses materiais na cadeia produtiva.

Além disso, outra potencial fonte de material orgânico são os resíduos de podas, advindos de áreas urbanas, jardins, entre outros, representando um grande quantitativo de fitomassa e que podem ser empregados em benefício da população. Araújo et al. (2019), concluíram que a geração de energia através da utilização de materiais residuais de poda são uma excelente alternativa de aproveitamento e destinação desse material. Além disso, outros autores também destacam possíveis destinações, podendo ser em diferentes setores tais como construção civil, agricultura, energia, indústria química, entre outros (NEVES et al. 2019; SILVA; CRUZ, 2020; SOUZA; GUIMARÃES; VELASCO, 2022).

A compostagem é uma excelente alternativa para destinação e tratamento de resíduos sólidos orgânicos (RSO), tanto domésticos quanto de produção, que consiste na decomposição de restos principalmente vegetais pela ação de microrganismos com intuito de gerar uma substância que melhora os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, entretanto é necessário um planejamento para gerenciamento dos resíduos orgânicos, para que o material seja manejado corretamente e contribua para o aumento da produtividade, uma vez que o produto gerado é um material rico em matéria orgânica e nutrientes para as plantas (LACERDA et al. 2020; MARCHI; GONÇALVES, 2020; ARAÚJO et al. 2020).

Somado a isso, a destinação desses materiais para a utilização de biodigestores é uma outra alternativa que é bastante rentável, uma vez que através da digestão anaeróbica serão gerados dois subprodutos: o biofertilizante líquido e o biogás, ambos com grande potencial de redução de custos de produção e ecologicamente viáveis, em especial para pequenos produtores (NEVES et al. 2021; SOUSA; RIZZATO, 2022; SANTOS et al., 2023).

Diante disso, sabe-se que a boa gestão dos resíduos sólidos é uma importante ferramenta para a difusão da educação ambiental e consequente conscientização sobre a problemática dos resíduos, em especial através de ações em escolas, visando a conscientização sobre a importância do tratamento desses materiais. Sá e Silva (2023) concluem que ainda são necessárias políticas públicas voltadas para educação ambiental nas escolas públicas. Outros autores citam a importância da difusão desses conhecimentos e práticas nas escolas (BARBOSA et al. 2019; PALÁCIO; GUIMARÃES, 2020; SOUZA et al. 2023).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização química

A caracterização química, foi realizada no Laboratório de Análise de Plantas (Figura 1), localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém (CPB/UFRA), com coordenadas geográficas, latitude $-1^{\circ} 27' 31''$ L, longitude $-48^{\circ} 26' 04.5''$ O.

Figura 1 - Mapa de localização do Laboratório de Análise de Plantas



Fonte: JÚNIOR, C. J. S. (2023)

Para a análise de elementos em material vegetal, adotou-se a metodologia descrita por Malavolta (1997). Os materiais vegetais analisados foram resíduos da CEASA e resíduos de poda urbana.

Para extração dos elementos orgânicos foi utilizado o método de digestão nítrico-perclórico. Inicialmente, 500 mg da amostra seca e moída foram pesados e adicionados a um tubo de digestão. Em seguida, foi adicionado uma mistura de HNO_3 e HClO_4 na proporção 2:1 (v/v), com volume de 6ml. As amostras foram submetidas a aquecimento gradual em um bloco digestor modelo, atingindo 60°C para redução do volume até a metade. Posteriormente, a temperatura foi aumentada em 20°C no intervalo de 20min até atingir 220°C para a formação de fumos brancos de HClO_4 . Após a digestão,

o extrator foi transferido para um balão volumétrico de 50 ml, diluído com água deionizada e o volume foi completado até a marca com água deionizada, obtendo-se o extrato B.

Para a determinação analítica dos elementos presentes no extrato B, foram utilizados os seguintes métodos: colorimetria amarelo de vanadato em espectrofotômetro UV visível, para a determinação do fósforo total; MP-AES (Espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas), modelo Agilent 4200, para a determinação dos micronutrientes Mo, Cu, Zn, Mn e dos macronutrientes Ca, K e Mg. Os reagentes, utilizados para o preparo da mistura reativa, foram molibdato de amônio (0,5%) e vanadato de sódio (0,25%). A concentração dos elementos e compostos foi determinada por meio de curvas de calibração previamente preparadas. Todos os procedimentos analíticos foram realizados em triplicata para garantir a precisão do resultado.

3.2 Craqueamento térmico-catalítico

O Craqueamento Térmico-catalítico foi realizado no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) (Figura 2), localizado na Universidade Federal do Pará, campus Belém (CPB/UFPa), com coordenadas geográficas latitude $-1^{\circ} 28' 23''$ L e longitude $-48^{\circ} 27' 13''$ O.

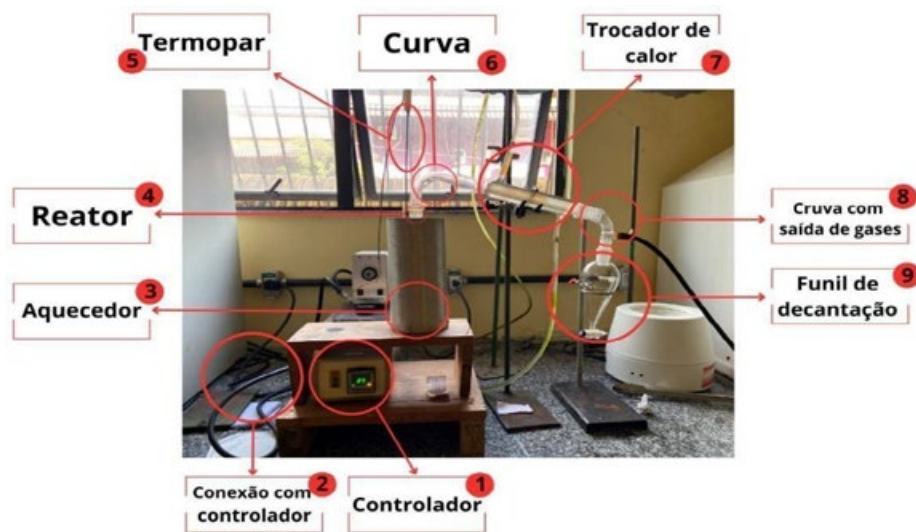
Figura 2 - Mapa de localização do Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA)



Fonte: JÚNIOR, C. J. S. (2023)

Instrumento experimental, em escala de bancada, utilizado para a condução dos experimentos de craqueamento térmico-catalítico é composto pelas seguintes seções: 1) Controlador; 2) Conexão com controlador; 3) Aquecedor; 4) Reator; 5) Termopar; 6) Curva; 7) Trocador de calor; 8) Curva com saída de gases; 9) Funil de decantação (Figura 3).

Figura 3 - Ilustração do craqueamento térmico-catalítico em escala de bancada



Fonte: Os autores (2023)

Foram realizadas utilizando como matéria-prima Resíduos da Central de Abastecimento (CEASA), Resíduo da poda urbana de Belém-PA. Para a reação foi utilizado o Carbonato de sódio (Na_2CO_3) como catalisador, correspondendo sempre a 10% da massa do resíduo. Primeiramente, a matéria-prima e o catalisador utilizados para cada experimento em escala de bancada foram inicialmente pesados em uma balança (QUIMIS, Q – 500L210C), em seguida, foram depositados no reator de vidro borossilicatado 250 ml.

As pesagens ocorreram na seguinte ordem: Reator de vidro vazio, reator vazio + 25g de cada biomassa, reator + biomassa + catalisador, em seguida o reator contendo a biomassa e o catalisador, foram homogeneizados e colocados em um forno cilíndrico onde o controle da temperatura foi realizado com o termopar, preso na parede externa do reator; na parte superior foi acoplado um condensador ligado a um funil de separação, para a obtenção dos produtos finais.

Para se iniciar o processo, é necessário configurar o craqueamento térmico-catalítico de bancada, ajustando a temperatura (440°C), e o tempo de processamento (41 min) para atingir a temperatura máxima, e o tempo de manutenção da temperatura máxima (31 min), com isso, o craqueamento é iniciado. Durante o processo, é gerado o Produto Líquido (PL), e o Produto Líquido Oleoso (PLO), além da carbonização da biomassa, identificado de (COQUE). Na finalização do processamento de cada biomassa, foi realizada a pesagem final, para saber quanto foi gerado de cada resíduos.

3.3 Determinação de macronutrientes e micronutrientes

Seguindo as recomendações Malavolta (1997) para determinação dos macronutrientes e micronutrientes. Primeiramente, foi realizada a digestão dos resíduos no bloco digestor, com a adição do ácido perclórico (HClO_4) e ácido nítrico (HNO_3 (1/2)), em uma determinada temperatura na câmara. A digestão Nitroperclórica, iniciou com a temperatura em 110°C , e a cada 10 minutos, era feita a observação, para ver o aumento da temperatura, e a dissolução dos resíduos. Cada biomassa obteve um determinado resultado, em relação à câmara de digestão Nitroperclórica. A temperatura máxima atingida foi de 220°C .

A segunda etapa, foi determinar Mo, Cu, Zn, e Mn, na Espectrofotometria Emissão Atômica de Plasmopar Microondas (MP-EAS). A primeira calibração foi necessária para cada elemento, uma curva padrão, para obter o sinal analítico e transformar para elétrons. Já a segunda calibração, para determinação dos macronutrientes, foram realizadas as análises dos elementos Ca, K e Mg. Dessa forma, podemos analisar, que após a realização da Espectrofotometria, foram obtidos os resultados dos macro e micronutrientes. Essa determinação, é necessária para que os resíduos analisados possam seguir recomendações potenciais de uso, por exemplo, como corretivo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Pérez (2010), os critérios de avaliação do potencial energético da biomassa são: propriedades físico-químicas; energia útil disponível; custo da tonelada de matéria orgânica seca; os tipos e quantidades de resíduos sólidos e efluentes gasosos produzidos após o uso da biomassa e principalmente teor de umidade.

4.1 Caracterização das propriedades químicas

Os resultados analíticos da caracterização química de macronutrientes e micronutrientes das biomassas residuais da CEASA e da Poda Urbana constam nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Média dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em g/Kg, presentes nas biomassa residuais da CEASA e de Poda urbana

	P	K	Ca	Mg
CEASA	1,0	8,1	4,8	1,7
PODA	-	1,4	4,9	1,1

Fonte: Autores (2023)

Tabela 2 - Média dos teores de zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo), manganês (Mn) e ferro (Fe), em mg/Kg presentes nas biomassa residuais da CEASA e de Poda urbana

	Zn	Cu	Mo	Mn	Fe
CEASA	27,3	9,2	6,3	279,7	2443,1
PODA	25,9	9,0	5,8	316,8	3337,7

Fonte: Autores (2023)

4.2 Características dos resíduos (pirólise de bancada)

O resíduo no reator foi pesado para obter o rendimento de coque, o teor do catalisador favorece na formação dos compostos. De acordo com os dados obtidos, pode-se observar que o resíduo da CEASA gerou rendimento de aproximadamente 43,5%, 27,1%, 1,1% e 28,3% de coque (biocarvão), produto líquido, produto líquido orgânico (bio-óleo) e fração gasosa, respectivamente, enquanto que o resíduo de poda gerou aproximadamente 42,5% de coque, 21,4% de produto líquido, 36,1% de fração gasosa e não houve geração de bio-óleo.

Dessa forma, o resíduo da CEASA apresentou valores superiores ao resíduo de poda urbana na geração dos dois produtos. Bernardino et al. (2018), ao avaliar o potencial da geração de subprodutos através da pirólise da torta de filtro, resíduo da indústria sucroalcooleira, mostrou resultados promissores, com rendimentos de 68% de biocarvão, e concluiu que as frações aquosa, gasosa e bio-óleo (11, 17 e 4% respectivamente) podem ser reaproveitadas no processo de pirólise, sendo o primeiro como fertilizante na cultura da cana-de-açúcar e os dois últimos como combustíveis no processo de pirólise. Nesse sentido, outros autores também concordam com a viabilidade do aproveitamento desses resíduos no processo de pirólise visando a produção de biocombustíveis (ALVES; SILVA; PEDROZA, 2018; LEITE; SANTOS, 2022).

A seguir estão os resultados das massas dos produtos obtidos após a reação (Tabela 3). Os resíduos provenientes da poda urbana, apesar de terem apresentado rendimento menor do que os resíduos provenientes da CEASA, também são excelentes fontes para a produção de biocombustíveis. Fernandes, 2020, em estudo de caso no município de Uberlândia - MG, concluiu que esse resíduo apresentou potencial satisfatório para geração de energia. Desse modo, outros autores também afirmam que o quantitativo de biomassa lignocelulósica dos materiais de poda tem grande potencial de geração de energia limpa, em especial os submetidos ao pré-tratamento de torrefação, na temperatura de 275°C. (BASTOS, 2021; SANTANNA, 2022).

Tabela 3 - Massas, em gramas, dos produtos obtidos: coque (biocarvão), produto líquido (PL) e produto líquido orgânico (bio-óleo) (PLO)

Resíduo	Coque (biocarvão)	PL	PLO
CEASA	11,97	7,47	0,31
PODA URBANA	9,35	4,71	-

PL = produto líquido, PLO = Produto líquido orgânico.

Fonte: Fonte: Autores (2023)

Outrossim, além do resíduo de poda apresentar uma elevada qualidade para a geração de biocombustíveis, pode-se destacar a produção de biochar que por sua vez possui diversas finalidades, dentre elas a de adsorvente de nutrientes. O biochar, além de ser um material de baixo custo, a sua utilização como adsorvente é beneficiado pelo fato de compor em suas propriedades físicas uma alta porosidade, além de ser um recurso altamente renovável (FERNANDES, 2019).

Ademais, alguns autores discutem o importante uso da biomassa e o seu papel com a valoração energética relacionada ao resíduo de poda, a fim de mitigar a destinação final desses produtos (MACCARINI; BESSA; ERRERA, 2020). Pode-se destacar a compostagem, abordada por Vázquez et.al. (2020), que refere-se a amplificação de tecnologias aos destinos de resíduos alimentares nas universidades, tendo-se como resíduo principal no processo de compostagem a poda urbana. Seguindo essa linha de pensamento, Taskin et al. (2019), utiliza o biochar como forma de teste para o desenvolvimento de fungos patogênicos. Somado a isso, Smith et al. (2019), apresentam a produção de bioenergia, a partir de avaliações químicas provenientes tanto da poda urbana quanto o bagaço de cana-de-açúcar. Portanto, os resíduos de poda se configuram como um material de ampla utilização, mesmo tendo resultados inferiores ao da CEASA.

5. CONCLUSÕES

Diante disso, concluiu-se que os resíduos provenientes dos centros de abastecimento estaduais (CEASA) e de podas urbanas possuem grande potencial de reaproveitamento em diversos setores, porém em especial para a geração de adubos orgânicos e energia. Ainda assim, mais estudos são necessários visando a determinação de outras formas ou maneiras mais eficientes de reutilização desses resíduos.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. V. T. D. A.; SILVA, F. V. M.; PEDROZA, M. M. Pirólise de resíduos sólidos visando produção de biocombustíveis. In: JICE-JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 9., 2018, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: IFTO, 2018.

ARAUJO, Y. R. V.; SOARES, H. C. C.; COELHO JUNIOR, L. M.; CARVALHO, M. Geração de energia dos resíduos da arborização urbana de João Pessoa: uma estratégia de mdl, In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 524-537.

ARAUJO, S. L. F.; CORDEIRO, D. R.; CALDAS, A. M. J.; LIMA, F. C. Compostagem aplicada ao tratamento de resíduos orgânicos em uma empresa de pesquisa agropecuária de BELÉM/PA. In: ALMEIDA, I. M. S.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2022.

ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados – **Cenário Hortifruti Brasil**. 2019 Disponível em: [https:// abrafrutas. org/ wpcontent/uploads/2019/09/Relatorio-Hortifruti.pdf](https://abrafrutas.org/wpcontent/uploads/2019/09/Relatorio-Hortifruti.pdf). Acesso em: 08 ago.2023.

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019. **São Paulo: Abrelpe**, 2019.

BASTOS, R. S. **Avaliação energética de resíduos lignocelulósicos provenientes de poda para geração de energia no DF**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

BARBOSA, A. P. F.; SOUZA, R. C. ; DIAS, J. F. M.; ALMEIDA, J. F. T.; BORGES, F. J.; FREITAS, I. C. de. Reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos oriundo da merenda escolar por meio da compostagem. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 1161–1168, 2019. DOI: 10.34115/basr.v3i2.1163..

BERNARDINO, C. A.; MAHLER, C. F.; VELOSO, M. C. C.; ROMEIRO, G. A.; SCHROEDER, P. Torta de filtro, resíduo da indústria sucroalcooleira - uma avaliação por pirólise lenta. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 3, 551-573. 2018. doi: 10.21577/1984-68 35.20180042

BRASIL. Lei nº 12.305. **Diário Oficial da União**, 02 ago. 2010.

CANDIANI, G.; ATTANASIO JUNIOR, M. R. O cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no brasil: barreiras para efetivação da política nacional. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023.

CARVALHO, M., ARAÚJO, Y.R.V., GÓIS, M.L., COELHO JUNIOR, L.M. Urban pruning waste: carbon footprint associated with energy generation and prospects for clean development mechanisms. **Revista Árvore**, v. 43, 2019.

CERQUEIRA-STREIT, J. A.; GUARNIERI, P. S. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos; Considerações a partir de Estudos Aplicados. In: SILVA, T. S.; MARQUES, M. M. N.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). **Desmaterialização dos Resíduos: Estratégias para a Sustentabilidade**. 1ª edição. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 122-134.

CONCEIÇÃO, J. T. P.; CONCEIÇÃO, M. M.; COSTA, R.; DALMAS, F. B.; FERREIRA, M. L. Desafios da gestão de resíduos sólidos orgânicos urbanos e a sua contribuição para arborização urbana. **Revista Geociências-UNG-Ser**, v. 20, n. 2, p. 67-81, 2021. DOI: 10.33947/1981-741X-v20n2-4877.6

CORREIA, G. R.; MACHADO, J. C.; ALMEIDA, S. S.; SANTOS, L. A. C.; COSTA, R. L.; CALIL, F. N.; SILVA NETO, C. M. Produção científica sobre resíduos de poda urbana: uma análise cienciométrica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 4, p. 1701-1714, 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boas Práticas de Combate ao Desperdício de Alimentos. **Portal Embrapa**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3921709/tecnologias-da-embrapa-eparceiros-sao-reconhecidas-como-boas-praticas-de-combateao-desperdicio-de-alimentos>. Acesso em: 08 agos.2023.

FERNANDES, Tiago Ribeiro. **Produção de biochars a partir de resíduos agrícolas para a remoção de poluentes**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia química) – Faculdade de Engenharia química, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2019,

FERNANDES, J. C. B. Caracterização e potencial energético da poda do município de uberlândia-mg. **Ciência & Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 36-41, 2020.

GALVÃO, Luiz Gustavo Oliveira. **Efeitos da acústica e da temperatura no processo de torrefação e nas propriedades energéticas da madeira de Eucalyptus grandis**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) — Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018

INÁCIO, C.T.; BETTIO, D. B.; MILLER, P.R.M. O papel da compostagem de resíduos orgânicos urbanos na mitigação de emissões de metano. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro, 2010

LACERDA, K. A. P.; MORAES, J. V. Q.; SILVA, Y. G.; DE OLIVEIRA, S. L. Compostagem: alternativa de aproveitamento dos resíduos sólidos utilizando diferentes modelos de composteiras. **Revista Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 40753 – 40763, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-567

LEITE, L. E.; SANTOS, R. G. Obtenção de gasolina sintética a partir do bio-óleo da pirólise. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, DIDÁTICA E DE AÇÕES SOCIAIS DA FEI, 12., 2022, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: FEI, 2002.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, 2020.

MACCARINI, A. C.; BESSA, M. R.; ERRERA, M. R. Energy valuation of urban pruning residues feasibility assessment. **Biomass and Bioenergy**, v. 142, 2020.

NEVES, R. A.; MARTINS FILHO, J. B.; PIRES, I. C. G.; FERRÃO, G. E. Eficiência energética de resíduos de fitomassa em biodigestor anaeróbico. In: ALMEIDA, I. M. S.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos Sólidos: Gestão e tecnologia**. Recife: EDUFRPE, 2021.

NEVES, R. A.; MARTINS FILHO, J. B.; FERRÃO, G. E.; PIRES, I. C. G. Diagnóstico do resíduo de poda: estudo de caso do campus de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DIER, S.G. **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 516-523.

SILVA JUNIOR, A. J. S.; SOUZA, L. G. O. R.; BARBOZA, D. V. Cenários para o aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos da ceasa do rio de janeiro. **South American Development Society Journal**, v. 8, n. 23, p. 167, 2022.

PALÁCIO, F. M. L.; GUIMARÃES, R. Q. Educação e responsabilidade ambiental: sensibilização sobre o meio ambiente e resíduos sólidos em uma escola no município de Paragominas- PA. In: SANTANA, R. F.; JUNIOR, W. R. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1ª ed.

Recife: EDUFRPE, 2020.

RODRIGUES, A.; FRANÇA, J.; SILVEIRA, R.; SILVA, R.; ROS, C.; KEMERICH, P. D. compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e qualidade do composto. **Enciclopedia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015

SÁ, C. L. S.; SILVA, T. S. Percepção do aproveitamento dos resíduos orgânicos como insumos para uma composteira em escolas públicas municipais. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023.

SANTANNA, Maurício Simões. **Uso de resíduos lignocelulósicos provenientes da poda de árvores do Distrito Federal para produção de biocombustíveis**. Dissertação (mestrado em Ciências Mecânicas) — Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

SANTOS, H. S.; MIRANDA, S. B. A.; DIAS, G. F. M.; ROCHA, T. A. L. C. G.; OST, A. Biodigestor de baixo custo na produção de biofertilizantes e de biogás. **Peer Review**, v. 5, n. 13, p. 179-191, 2023.

SILVA, J. B. S.; CRUZ, G. Potencial Energético dos Resíduos de Podas Urbanas e aproveitamento por meio da Produção de Biocombustíveis. In: SANTANA, R. F.; JÚNIOR, W. R. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: tecnologia e boas práticas de economia circular**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 393 - 405.

SMITH, A.K.G.; ALESI, L.S.; VARANDA, L. D.; SILVA, D.A.; SANTOS, L.R.O. Production and evaluation of briquettes from urban pruning residue and sugarcane bagasse. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 23, p. 138-143, 2019.

SOUSA, A. L.; RIZZATTO, M. L. Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 2, 2022.

SOUZA, C. A.; GUIMARÃES, C. C.; VELASCO, G. D. N. Reaproveitamento de resíduos de poda e sua colaboração para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **13º Seminário Internacional NUTAU**, p. 83–88, 2020.

SOUZA, P. R. L.; PEREIRA, M. A.; SILVA, J. S.; LIMA, N. B. Compostagem nas escolas de referência de arcoverde-pe: formação de estudantes em tratamento de resíduos orgânicos. In: RODRIGUES, B. R. M.; EL-DEIR, S. G.; GUEDES, F. L.; SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2023.

TASKIN, E.; BRANÀ, M. T.; ALTOMARE, C.; LOFFREDO, E. Biochar and hydrochar from waste biomass promote the growth and enzyme activity of soil-resident ligninolytic fungi. **Heliyon**, v. 5, n. 7, 2019.

TROMBETTA, L. J.; TURCHETTO, R.; ROSA, G. M.; VOLPI, G. B.; BARROS, S.; SILVA, V. R. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43996–44005, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-134.

VÁZQUEZ, M. A.; PLANA, R.; PÉREZ, C.; SOTO, M. Development of technologies for local composting of food waste from universities. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 9, p. 3153, 2020.

3.7 IMPACTO DA OBSOLESCÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS E NA INFLUÊNCIA NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Evantuy de Oliveira

IFRN

evantuy.olivaira@escolarr.ifrn.edu.br

Leandro Silva Costa

IFRN

leandro.costa@escolar.ifrn.edu.br

Régia Lúcia Lopes

IFRN

regia.lucia@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO

A evolução tecnológica nos trouxe diversos benefícios, entre os quais os equipamentos eletroeletrônicos que nos auxiliam em diversas atividades diárias. Entretanto, a produção, o consumo e o descarte cada vez mais acelerado desses equipamentos, agravados pela obsolescência, vem trazendo consequências ambientais cada vez mais graves. O presente estudo tem como objetivo analisar os impactos da obsolescência no aumento da produção de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, bem como suas consequências nas mudanças climáticas. Foi realizado um estudo de caráter bibliográfico e uma análise qualitativa subjetiva a partir de dados bibliográficos relacionados ao tema, resultando em uma conexão entre a obsolescência, o agravamento das mudanças climáticas, o aumento da exploração de recursos naturais e da produção de resíduos. Ações são sugeridas com o propósito de reduzir os impactos ambientais da obsolescência, como políticas públicas e sensibilização das indústrias e dos consumidores em prol de uma produção e um consumo mais responsável e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Design Ecoeficiente, Direito ao Reparo, Gases de Efeito Estufa.

1. INTRODUÇÃO

Os equipamentos eletroeletrônicos trazem conforto e conveniência para a vida moderna, nos auxiliando desde as atividades mais laboriosas, como a lavagem de roupas, até as mais simples, como fatiar pão. No entanto, esses equipamentos possuem em sua composição diversos recursos naturais, sendo que muitos desses recursos não são renováveis, além de serem recursos estratégicos difíceis de serem encontrados na natureza (XAVIER et al., 2021). Além disso, a grande diversidade desses equipamentos disponíveis no mercado e sua produção em larga escala causam impactos ambientais que já se iniciam na extração dos insumos necessários à produção (GIESE, 2022 p. 562). Tomando como exemplo a produção de um computador pessoal do tipo *desktop*, são necessários aproximadamente 240 quilos de combustíveis fósseis, 22 quilos de produtos químicos e 1.500 litros de água (AQUINO et al., 2017 p. 177).

Nesse contexto, a sociedade contemporânea vem consumindo e descartando cada vez mais rápido seus equipamentos eletroeletrônicos (EEE), impulsionados pela constante inovações tecnológicas e evolução de *design*, associados a uma pressão consumista cultuada pela mídia. Como resultado desses fatores, a obsolescência nos EEE tem sido cada vez mais evidente, levando à substituição prematura de dispositivos ainda funcionais por modelos mais modernos, compactos e delicados. Essa atitude contribui com o aumento da necessidade de extração de matéria prima, além da produção de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) (ABREU; SILVA; RIBEIRO, 2021), que é um resíduo composto por elementos tóxicos e de longo tempo de decomposição, um outro problema em potencial para o meio ambiente (TORRES; EL-DEIR, 2022a, p. 426; BEZERRA et al., 2017 p. 104; MATARAZZO et al., 2019).

Além disso, têm-se a obsolescência planejada, que é aquela propositadamente implementada pelos fabricantes de EEE, que envolve de estratégias como tornar a manutenção complexa e dispendiosa, dificultando a substituição de componentes ou impedindo a abertura das carcaças que, apesar dos impactos ambientais amplamente descritos, os fabricantes de EEE estão tornando mais interessante para os consumidores adquirir novos produtos, e em consequência aumentando consideravelmente a quantidade de REEE descartados, contribuindo para um ciclo de consumo insustentável com uma maior emissão de gases de efeito estufa e poluição atmosférica (CABRAL et al., 2017, p. 128; MASCARENHAS; PÚBLIO, 2020).

Diante desse contexto exposto, o presente trabalho tem como objetivo abordar a obsolescência implantada nos equipamentos eletroeletrônicos e seu impacto no aumento da produção de resíduos sólidos. Além disso, busca-se compreender como a obsolescência interfere nas mudanças climáticas. Nesse sentido, esta pesquisa também visa apresentar sugestões que favoreçam o consumo e a produção responsável, contribuindo para a redução dos impactos da obsolescência nas mudanças climáticas e suas consequências, além de contribuir com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) 12 e 13 da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todos os dispositivos que necessitam de corrente elétrica ou campo magnético para o seu funcionamento, assim como aqueles que geram, armazenam, transferem ou medem essas grandezas elétricas são classificados como EEE. Esses equipamentos, no final de sua

vida útil, dão origem a um resíduo sólido específico, o Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), que também pode ser denominado por lixo eletrônico, e-lixo ou sucata eletrônica, e faz referência ao equipamento eletrônico completo ou partes, componentes e acessórios desses equipamento em sua fase de pós-consumo (LORDELO; SANTOS, 2020, p. 365). Alguns exemplos de REEE são os computadores, *mouses*, teclados, geladeiras, celulares, carregadores, fones de ouvido, placas de circuito impresso, pilhas, baterias, dentre outros.

Uma das grandes problemáticas associadas aos EEE diz respeito ao descarte inadequado desses resíduos. Ao serem descartados no lixo comum, os assim denominados REEE podem trazer prejuízos ao meio ambiente contaminando os ecossistemas devido a presença de substâncias tóxicas em sua composição, principalmente os metais pesados, como chumbo, mercúrio, cobalto, bário e manganês (AQUINO et al., 2017; HOUSSIONON et al., 2021). Soma-se a isso o fato de que para a produção dos EEE a indústria necessita de fontes de energia e de matéria-prima que são extraídas da natureza através da extração mineral (GIESE, 2022 p. 562). No processamento e no transporte dos minerais são necessários combustível e eletricidade, que, além de outros impactos ambientais, produzem gases de efeito estufa (GARCIA; SOUZA; NEVES, 2020 p.30). Como agravante, o desgaste das minas vem resultando em um teor de minério cada vez menor, aumentando a necessidade de mais energia para produzir a mesma quantidade de matéria prima, potencializando a contribuição da mineração para as mudanças climáticas (AZADI et al., 2020).

Todos esses fatores contribuem com a potencialização do efeito estufa, que é um fenômeno natural que faz uso dos gases presentes na atmosfera, entre os quais o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e o gás carbônico (CO₂), para reter o calor na terra e manter a temperatura média da superfície terrestre adequada à vida. Apesar de um processo natural, a intensificação da emissão desses gases, especialmente devido a queima de combustíveis fósseis para produção de energia, tem aumentado rapidamente a temperatura global e refletindo diretamente nas mudanças climáticas, como o regime escasso ou excessivo de chuvas, redução da umidade do solo ou inundações (LOUREIRO, 2019).

Além disso, cada vez mais produtos eletrônicos são colocados no mercado para incentivar uma constante compra e venda. Equipamentos cada vez mais modernos, porém, estão ficando ultrapassados cada vez mais rápido, antes do tempo de vida real do aparelho, o que é conhecido como obsolescência. Esse efeito tem o objetivo de aumentar o lucro dos fabricantes, implantado artificialmente uma necessidade de aquisição de novos equipamentos eletroeletrônicos (JESUS; SILVA NETO; ALVES, 2022), aumentando desnecessariamente a geração de resíduos eletroeletrônicos, a necessidade de extração de matéria prima, a geração de gases de efeito estufa e seus efeitos nas mudanças climáticas.

Como consequência dessa necessidade implantada em estar sempre consumindo, temos a extração de recursos naturais e emissão de poluentes, além do que o planeta consegue suportar, provocando danos ambientais alarmantes e em nível mundial. Nesse sentido, fatores como o tamanho do equipamento, a quantidade e a complexidade de componentes, dentre outros, demanda mais matéria prima e energia nas etapas de manufatura de descarte, agravando significativamente o consumo de matérias-primas, emissão de CO₂, risco de contaminação aos trabalhadores, gerados pelos equipamentos eletroeletrônicos durante o ciclo de vida (SANTOS; GUARNIERI; CERQUEIRA STREIT, 2021 p.74)

Diante dessa problemática, várias conferências e acordos importantes surgiram como resultado do crescente despertar para os perigos e consequências da degradação ambiental para a humanidade, desde a década de 1960. Em 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu 17 metas globais, denominadas Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que evidenciam a insustentabilidade dos modos de produção atuais e têm como objetivo conter os efeitos da exploração desenfreada de recursos naturais, responsável pela geração de gases de efeito estufa, mudanças climáticas, acúmulo de resíduos pós-consumo, superlotação de lixões e aterros sanitários, bem como outros problemas socioeconômicos. No entanto, é importante ressaltar que a obsolescência programada ainda não é amplamente reconhecida como um dos fatores que contribuem para a degradação ambiental (GRUBBA; LOCATELLI, 2023).

3. METODOLOGIA

O presente artigo almeja sintetizar os resultados de estudos presentes na literatura recente sobre os diversos aspectos relacionados aos resíduos eletroeletrônicos e seus efeitos ambientais. Tem como modelo teórico de investigação o estado de conhecimento, metodologia que busca responder a uma pergunta de pesquisa claramente formulada a partir de um levantamento de conhecimentos vigentes numa determinada área temática da produção acadêmica em um determinado espaço de tempo (MOROSINI, 2015).

A metodologia adotada é qualitativa, permitindo a análise subjetiva e aprofundada dessas fontes já existentes, buscando compreender e interpretar as informações disponíveis sobre o tema. Por meio da abordagem qualitativa, são examinados e sintetizados dados qualitativos encontrados nessas fontes, permitindo identificar padrões, tendências e informações relevantes que abordam a obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos, sua relação com a produção de resíduos sólidos e as consequências para as mudanças climáticas. Essa abordagem também oferece espaço para a exploração de diferentes perspectivas e enfoques presentes na literatura, contribuindo para uma visão abrangente do assunto em questão.

Além disso, a pesquisa traz um enfoque exploratório, que é realizado com o intuito familiarizar-se com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito e constituir hipóteses acerca de uma situação, explorar as alternativas e descobrir novas ideias (GIL, 2019). Dentro dessa linha de investigação, buscou-se responder sobre os impactos ambientais causados pelos equipamentos eletroeletrônicos em todo seu ciclo de vida, abordando desde a fase de produção até o descarte, com ênfase na potencialização dos impactos resultantes da obsolescência destes dispositivos, bem como suas influências nas mudanças climáticas.

Logo, para responder a essa pergunta de pesquisa foram considerados artigos científicos relacionados às temáticas de interesse coletadas da base de dados SCIELO, além de capítulos de livros e textos acadêmicos da base de dados de livros digitais da EPERSOL (Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos). A consulta a base de dados foi feita em julho de 2023 e o levantamento das informações, após testes e metodização no sistema de busca, baseou-se nos termos “(obsolescência AND resíduos AND (eletrônicos OR eletroeletrônicos) AND (efeito estufa OR temperatura do planeta OR catástrofes ambientais OR mudanças climáticas))”. A partir destas buscas foram considerados os artigos publicados nos últimos cinco anos que abordavam questões importantes acerca dos objetivos desta revisão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Jesus, Silva Neto e Alves (2022) definiram obsolescência como sendo uma redução do tempo de vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos e subdividiram em 3 subgrupos (Quadro 1):

Quadro 1 - Tipos de obsolescência

Obsolescência	Situação	Foco
Funcional	O lançamento de um produto com novas funcionalidades torna o antigo equipamento obsoleto;	Inovação tecnológica
Perceptiva	O status de acompanhar a moda faz com que o antigo produto seja trocado por um recém lançado;	Consumismo
Programada	O uso de componentes de baixa durabilidade reduz a vida útil do produto.	Exploração Industrial

A obsolescência funcional e a perceptiva dependem das necessidades e comportamento do consumidor, e poderiam ser minimizadas através da conscientização ambiental da população sobre os seus impactos. Porém a obsolescência programada, também conhecida como obsolescência planejada, é uma decisão do fabricante em desenvolver e fabricar um produto com o tempo de vida útil pré-programado, refletindo na durabilidade dos materiais empregados e criando antecipadamente um sucateamento e a necessidade de comprar um novo aparelho, sem avaliar as consequências e impactos ambientais dessa atitude (GRUBBA; LOCATELLI, 2023; ROSSINI; NASPOLINI, 2017).

Historicamente a obsolescência programada é datada de 1924, a partir de um pacto arquitetado por um cartel de fabricantes de lâmpadas conhecido como *Phoebus* na cidade de Genebra, Suíça. Com o argumento de combater a estagnação econômica do mercado, os fabricantes de lâmpadas compactuaram em reduzir intencionalmente o tempo de vida de seus produtos de 2.500 horas para 1.000 horas, sob pena de multas para quem descumpria o acordo e, como consequência, forçando os consumidores a gastar e descartar três vezes mais para uma mesma necessidade (MASCARENHAS; PÚBLIO, 2020).

Uma proposição de obsolescência programada compulsória foi feita em 1929 por Bernard London em Nova York, Estados Unidos, alegando que uma obsolescência programada compulsória ajudaria na renovação da economia para enfrentar a crise. Nessa proposta uma agência governamental pré-determinaria o tempo de vida dos produtos e ao final desse tempo os consumidores entregariam para serem destruídos. Essa ideia, da forma que foi colocada, a princípio foi ignorada. Porém, a partir de mecanismos criados para induzir nos consumidores a ideia de que deveriam possuir algo um pouco mais novo e um pouco melhor, deram origem à obsolescência funcional e perceptiva (GRUBBA; LOCATELLI, 2023 p. 9).

No processo de implantação da obsolescência, adotadas pelas indústrias no lançamento de novos modelos tecnológicos de produtos, as peças de reposição são incompatíveis com os modelos antigos, ou até mesmo é praticado a cobrança de um valor absurdo para as peças de reposição e custo de reparo, desproporcional ao valor do equipamento, forçando o consumidor a desistir da intenção de reparar o seu equipamento

e, conseqüentemente a adquirir um novo produto, além de gerar prematuramente mais REEE (GRUBBA; LOCATELLI, 2023 p.15). A implantação da obsolescência não ocorre apenas nos componentes dos equipamentos eletroeletrônicos, ocorre também na parte lógica (*software*) (MASCARENHAS; PÚBLIO, 2020). Por exemplo, quando atualizamos o sistema operacional de um computador ou smartphone e notadamente o funcionamento do aparelho fica mais lento, ou, pior ainda, quando o fabricante deixa de fornecer atualizações que impedem ou limitam o funcionamento do aparelho.

Nos equipamentos modernos podemos notar a obsolescência implantada em detalhes técnicos como, por exemplo, quando comparamos a qualidade dos materiais utilizados em equipamentos eletroeletrônicos mais antigos temos o uso de componentes mais robustos, e nos equipamentos mais atuais os materiais são frágeis e de baixa qualidade.

Em alguns dispositivos eletrônicos a obsolescência é pré-programada com a omissão de circuitos ou componentes. Um exemplo, que passa despercebido pelos consumidores de computadores do tipo *desktop*, mas perceptível para quem faz manutenção nas fontes desses equipamentos, acontece em um setor do circuito conhecido como filtro de linha (Figura 1b) e, teoricamente, a sua ausência não interfere no funcionamento do equipamento, porém, a subtração desse componente (Figura 1a) reflete na qualidade e segurança dos equipamentos eletroeletrônicos, provocando defeitos de funcionamento prematuramente e até impossibilitando a manutenção, já que a falta de um circuito de proteção propaga a falha para o circuito seguinte. Um consumidor comum, sem o conhecimento técnico, pode tentar reconhecer as fontes de baixa qualidade (figura 1a) pelo peso e pelo preço, quando comparadas as de melhor qualidade (Figura 1b).

Figura 1 - Trecho do circuito de uma fonte chaveada responsável pelo filtro de ruídos elétricos



Fonte: Autoria própria

O ciclo de vida de um produto acompanha fases que representam desafio para a indústria se manter competitiva. São fases que vão desde o investimentos na criação, protótipo, produção e propaganda; seguida da venda, que é onde ocorre os lucros, e encerra no declínio (JESUS; SILVA NETO; ALVES, 2022). Com o desenvolvimento tecnológico essas fases vem se passando cada vez mais rápido e para reiniciar esse ciclo, antes do declínio, a indústria adotou os diversos tipos de obsolescência, exaurindo os recursos naturais e gerando cada vez mais resíduos, como apresentado por Jesus, Silva e Alves (2022, p. 249). Esses autores propuseram que as empresas se preocupassem com os cuidados ambientais, aumentando o controle do ciclo de vida de seus produtos, aplicando a logística reversa como uma possibilidade de minimizar os impactos ambientais e que, focando na preservação ambiental e no desenvolvimento sustentável, resultaria em um planejamento eficiente tanto para as empresas quanto para a sociedade. Lima e Maciel Filho (2019) mostraram que a parceria entre as empresas pode viabilizar a aplicação da logística reversa dos REEE, compartilhando as obrigações e multiplicando os pontos de coleta.

Lopes et al. (2017, p.153) apontaram a reciclagem dos componentes dos equipamentos eletrônicos como alternativa viável para minimizar os impactos provocados pelos REEE, reaproveitando os detritos e reutilizando no ciclo de produção do qual saíram. Outra técnica de reaproveitamento apresentada por Lopes et al. (2017, p.153) foi o uso dos componentes de REEE nos laboratórios didáticos de Eletrotécnica, Eletroeletrônica, Eletrônica, Física, Química e Informática, com o cuidado de desmontar ou dessoldar, testar e classificar previamente. Nesse processo, os materiais que não são reutilizados são enviados para empresas especializadas na reciclagem de rejeito eletrônico. Algumas atitudes adotadas pelas empresas, como a cobrança de um valor absurdo para as peças de reposição e no custo de reparo em suas assistências técnicas, a incompatibilidade de componentes entre modelos diferentes do mesmo equipamento, parafusos específicos ou até mesmo a carcaça colada que impossibilitam uma desmontagem não destrutiva, são detalhes mencionadas por Grubba e Locatelli (2023, p. 15), que motivam o consumidor a adquirir novos eletroeletrônicos, antes de tentar a manutenção.

Em contrapartida com a práticas da obsolescência programada, Mascarenhas e Públio (2020, p.188) apontam o surgimento do movimento Direito ao Reparo (*Right to Repair*), iniciado em 2013 pela *Repair Association*, nos Estados Unidos da América, apresentando essa luta como uma alternativa para garantir aos consumidores seu direito ao reparo. Através da criação e aprovação de leis, o movimento procura exigir que os fabricantes forneçam informações técnicas pertinentes ao funcionamento e manutenção de seus produtos, além da disponibilização e acesso das mesmas peças de reposição utilizadas pelas autorizadas e com um preço justo. O projeto de lei visa defender o direito do consumidor de consertar seus eletroeletrônicos, por um preço justo, sem anular a garantia legal e, como consequência, reduzir o ritmo de produção de resíduo eletrônico.

Mascarenhas e Públio (2020, p. 191) também destacaram a relevância da luta pelo direito ao reparo ainda no período da garantia legal do equipamento, baseado no fato de que muitos consumidores têm em seus produtos o uso como ferramenta de trabalho, sendo que o longo tempo para efetuar o reparo, permitido legalmente pela legislação atual, pode resultar em prejuízos na produtividade, e geralmente leva a aquisição de equipamentos sobressalente. Esse consumo e produção excessivo tem como consequência a geração de indiscriminada de REEE, como destacado por Mascarenhas e Públio (2020, p. 189), acrescentando que a produção dos EEE e dos REEE tem relação direta com o aumento da emissão de gases de efeito estufa. Essa emissão e seus efeitos climáticos podem ser ainda mais potencializados se os REEE tiverem uma destinação e descarte inadequado, pois liberam gases tóxicos e metano, caso sejam descartados em aterros ou incinerados (BRAINER et al., 2017, p. 141).

No contexto dos impactos ambientais causados pelos equipamentos eletroeletrônicos, existe a emissão de gases de efeito estufa em todas as etapas do seu ciclo de vida, principalmente devido ao consumo de energia na mineração, industrialização, transporte, assim como no próprio consumo do equipamento (BRAINER et al., 2017, p. 141; GIESE, 2022, p.562). Essa energia, na maioria das vezes, é proveniente de fontes de combustíveis fósseis, um dos principais responsáveis pelo aumento das emissões de CO₂, e que tem consequências diretas no aumento da temperatura do planeta e na ocorrência de catástrofes ambientais globais (ALENCAR; SILVA; CRUZ, 2021, p. 378; LOUREIRO, 2019).

Diante disso, Torres e El-Deir (2022b, p. 84) afirmaram que Acordos Internacionais são propulsores de políticas nacionais, que podem se apresentar como estratégias eficazes na adoção de técnicas de produção e transporte mais eficientes, aliadas a tecnologias para desenvolver equipamentos com menor consumo de energia, bem como o aumento do uso de energias renováveis em todo processo se apresentam como medidas fundamentais para amenizar os impactos climáticos causados pelos equipamentos eletroeletrônicos. Porém, fica claro que a obsolescência programada, apesar de se destacar como um dos principais fatores responsáveis pelo aumento na geração de REEE, sua abordagem ainda é muito limitada nos debates sobre o tema, como apontado por Grubba e Locatelli (2023, p.14).

Como agravante, mesmo o ODS 12 (que tem como objetivo garantir padrões de consumo e de produção responsável e sustentáveis) e o ODS 13 (que apresenta ações contra a mudança global do clima com a adoção de medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos) não fazem menção ao combate à obsolescência programada. O que nos leva a discutir propostas viáveis que venham a contribuir com o aumento de vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos e torna essencial um incentivo global para a disseminação do movimento de direito ao reparo, apresentado por Mascarenhas e Públio (2020, p. 188), garantindo aos consumidores seu direito ao reparo com reflexo direto na diminuição da geração de lixo eletrônico e dos gases de efeito estufa. Para enfrentar essa problemática, algumas ações são prioritárias, como o debate e a definição de normas, regulamentações e incentivos fiscais e econômicos que promovam a adoção de práticas mais sustentáveis pela indústria e empresas (TORRES; EL-DEIR, 2022a, p. 433), o que inclui o estabelecimento de padrões de *design* ecoeficientes para os equipamentos eletroeletrônicos que contemplem critérios de durabilidade, reparabilidade, eficiência energética e utilização de materiais recicláveis, visando a redução do impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida dos dispositivos.

Nesse sentido, é de suma relevância o investimento em pesquisas e tecnologias mais eficientes e sustentáveis, em termos de produção e consumo de recursos naturais, assim como em tecnologias para uma gestão adequada dos resíduos eletrônicos, visando uma recuperação de matérias-primas críticas, através da restauração, reciclagem e regeneração dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (DA SILVA et al., 2018; MEDEIROS et al., 2019; LOPES et al., 2017). A educação é apresentada por Guedes e Guarnieri (2021, p. 704) como fator preponderante para minimizar os impactos diretos e indiretos que o consumismo acarreta no meio ambiente. Ações socioeducativas e informativas atuam como instrumento de sensibilização da população, despertando o uso racional e sustentável dos recursos naturais através de conceitos como, repensar da verdadeira necessidade do consumo, a necessidade de reduzir o consumo e geração de resíduos, o interesse em lutar pelo direito ao reparo, além de formas criativas de reutilizar, reciclar e reintegrar seus equipamentos eletroeletrônicos, combatendo assim a obsolescência (VIEIRA; DE OLIVEIRA; DE AZEVEDO, 2019).

Por fim, vale destacar, que nenhuma destas ações será efetiva sem a devida colaboração entre todos os atores envolvidos nesse processo, governos, indústria, organizações e consumidores finais. Somente com uma abordagem integrada e global poderemos alcançar resultados significativos na mitigação dos impactos negativos dos equipamentos eletroeletrônicos e avançar em direção a uma sociedade mais sustentável e consciente de suas ações em relação ao meio ambiente.

5. CONCLUSÕES

A crescente produção e descarte de equipamentos eletroeletrônicos têm gerado impactos significativos no meio ambiente, desde a extração de recursos naturais até a geração de resíduos eletrônicos. Esses impactos são potencializados pela rápida obsolescência programada, que induz os consumidores a substituírem dispositivos ainda funcionais por modelos mais recentes. Neste trabalho, foi evidenciado como a obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos está intimamente ligada à produção de resíduos sólidos e tem influências diretas nas mudanças climáticas, resultando em consequências ambientais adversas.

A revisão da literatura mostrou que os dispositivos eletroeletrônicos têm um impacto significativo no meio ambiente em todas as fases de seu ciclo de vida, desde a etapa de produção, com a extração de matérias-primas e a fabricação dos dispositivos, até a fase de uso e o posterior descarte. A produção desses dispositivos requer uma quantidade significativa de energia e a extração desses recursos resulta em degradação ambiental e emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a obsolescência programada acelera o consumo e descarte de eletrônicos, gerando uma quantidade cada vez maior de resíduos eletrônicos com impactos negativos para o meio ambiente e a saúde humana.

Os impactos dos equipamentos eletroeletrônicos nas mudanças climáticas são evidentes, pois contribuem para o aumento das emissões de gases de efeito estufa. A rápida obsolescência, o consumo excessivo e o descarte inadequado dos dispositivos são fatores que intensificam os efeitos das mudanças climáticas, como o aumento das temperaturas globais, o derretimento de geleiras, o aumento do nível do mar e a ocorrência de eventos climáticos extremos.

Para reduzir os impactos ambientais dos equipamentos eletroeletrônicos e suas influências nas mudanças climáticas, é fundamental adotar estratégias sustentáveis e conscientes. A promoção de padrões de *design* que favoreçam a durabilidade e reparabilidade dos dispositivos, a economia circular e a conscientização da sociedade são ações essenciais para promover um consumo mais responsável e sustentável.

Além disso, a implementação de políticas públicas e a cooperação entre os atores envolvidos na cadeia produtiva são fundamentais para estimular a indústria a adotar práticas mais sustentáveis e garantir a destinação adequada dos resíduos eletrônicos. Somente com esforços conjuntos e compromisso com a sustentabilidade poderemos construir uma sociedade mais responsável e alinhada com os objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. C.; SILVA, A. M. B.; RIBEIRO, A. R. B. Hábitos relacionados ao descarte de celulares e sua aplicabilidade à Política Nacional de Resíduos Sólidos: um estudo em uma Unidade Acadêmica de Pernambuco. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 139-161, 2021.

ALENCAR, M.S.; SILVA, J.B.S.; CRUZ, G.; Utilização de tecnologias limpas para segurança energética em momentos de crise sanitária. In SILVA, K.A.; ALMEIDA, I.M.S.; EL-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos sólidos e Covid-19: desafios e impactos na gestão**. 1a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2021. p. 376-391

AQUINO, G.A.; MOURA, G.J.B.; EL-DEIR, S.G.; MELLO, D.P.; Perigos relativos ao descarte inadequado de resíduos eletroeletrônicos domésticos. In BEZERRA, P.L.B.; AGUIAR, W.J.; L-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias**. 2a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2017. p. 174-187.

AZADI, M., Northey, S. A., Ali, S. H., & Edraki, M. Transparency on greenhouse gas emissions from mining to enable climate change mitigation. **Nature Geoscience**, v. 13, n. 2, p. 100-104. 2020.

BEZERRA, A.P.X.G.; ZAPONI, J.R.C.; MOTA, A.M.V.; HOLANDA, R.M.; Gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos do centro administrativo do complexo industrial portuário governador Eraldo Gueiros – Suape. In BEZERRA, P.L.B.; AGUIAR, W.J.; EL-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias**. 2a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2017. p. 103-116.

BRAINER, S.A.B.; DUQUE, A.E.S.; SOUZA, G.L.A.; LIMA, J.E.S.; Implantação do projeto papa-pilhas: recolhimento de pilhas e baterias esgotadas no município de Caruaru/PE. In BEZERRA, P.L.B.; AGUIAR, W.J.; L-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias**. 2a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2017. p. 140-139.

CABRAL, R.F.D.; MEDEIROS, L.M.S.PAS, D.H.F.; FREIRE, J.M.L.; Implementação de um ponto de coleta de recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município do Cabo de Santo Agostinho/PE. In BEZERRA, P.L.B.; AGUIAR, W.J.; L-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias**. 2a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2017. p. 127-139.

DA SILVA, G.R.; CAVALCANTE, M.B. Lixo eletrônico: uma análise da produção e descarte nas escolas públicas urbanas de Guarabira – PB. In: AGUIAR, W.J.; EL-DEIR, S.G.; BEZERRA, R.P.L. (Orgs.). **Resíduos sólidos: abordagens práticas em educação ambiental**. 2a ed. Recife: Gampe/UFRPE, 2017. p. 123-126.

GARCIA, Luiz Carlos; SOUZA, Antônio Augusto Máximo Vaz; NEVES, Priscilla Celly. A prática da obsolescência programada como violação ao meio ambiente-algumas perspectivas. **Diké: Revista Eletrônica de Direito, Filosofia e Política do Curso de Direito da UNIPAC Itabirito**. 1ª edição Unipac/Itabirito, p. 29-46. 2020.

GIESE, E.C.; Biomineração urbana no pós-covid-19: uma “disputa verde” por metais críticos. In ALMEIDA, I.M.S.; SILVA, K.A.; EL-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos Sólidos: Gestão e gerenciamento**. 1a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2022 p. 561-569

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar projeto de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2019.

GRUBBA, Leilane Serratine; LOCATELLI, Huryel. Obsolescência programada: impactos no desenvolvimento sustentável e sustentado na sociedade contemporânea. **Revista de Direito**, v. 15, n. 1, p. 1-25. 2023.

GUEDES, F.; GUARNIERI, P.; COUTINHO, C.N.; LEITE, T.R.N. Percepções, ações e práticas em logística reversa de consumidores brasileiros em relação ao descarte de eletroeletrônicos da linha branca. In: MENEZES, N.S. et al. (Orgs.). **Resíduos sólidos: educação e meio ambiente**. 1a ed. Recife: EDUFRPE, 2021. p. 694-708.

HOUSSIONON, M. G. Karel; OUENDO, Edgard-Marius D.; BOULAND, Catherine; TAKYI, Sylvia A.; KEDOTE, Nonvignon Marius; FAYOMI, Benjamin; FOBIL, Julius N.; BASU, Niladri . Environmental heavy metal contamination from Electronic Waste (e-waste) recycling activities worldwide: A systematic review from 2005 to 2017. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 7, p. 3517. 2021.

JESUS, J.E.G.; SILVA NETO, M.A.; ALVES, N.B.P.; Gestão de resíduos eletroeletrônicos; obsolescência programada de celulares como limitante da sustentabilidade. In ALMEIDA, I.M.S.; SILVA, K.A.; EL-DEIR, S. G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento**. 1a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2022. p. 247-259

LIMA, José; MACIEL FILHO, José. Logística reversa e sustentabilidade: um estudo do setor de eletroeletrônicos. **Revista Razão Contábil & Finanças**, v. 9, n. 1, 2019.

LOPES, L.M.M.; CABRAL, C.A.; OLIVEIRA, B.G.M.; RODRIGUES, A.L.; Lixo eletrônico nos anos 2014 e 2015 em municípios do agreste e do sertão de Pernambuco. In: BEZERRA, P.L.B.; AGUIAR, W.J.; EL-DEIR, S.G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias**. 2a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2017. p. 150-162.

LORDELO, Carolina Leticia; SANTOS, Iara T. Q. P. Desafios do programa de gestão integrada de resíduos eletroeletrônicos em instituição de ensino. In: SILVA, Thamirys Suelle da; MARQUES, Mirella Maria Nóbrega; EL-DEIR, Soraya Giovanetti (Orgs.). **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. 1a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2020. p. 364-376.

LOUREIRO, S.M. **Mitigação das emissões dos gases de efeito estufa pela implementação de políticas públicas de resíduos sólidos e mudanças climáticas no Brasil e no Estado e na cidade do Rio de Janeiro**. 2019. 259 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) -Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019

MASCARENHAS, Ícaro Valverde; PÚBLIO, Carlos Alberto Maciel. O Direito ao reparo como garantia fundamental do consumidor em face à Obsolescência Programada dos produtos eletrônicos/The right to repair as a fundamental consumer guarantee in the face of the Programmed Obsolescence of electronic products. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 14, n. 50, p. 178-194. 2020.

MATARAZZO, Agata; TUCCIO, Giovanna; TEODORO, Giuseppe; FAILLA, Francesco; GIUFFRIDA, Vincenzo Antonio. Mass Balance as Green Economic and Sustainable Management in WEEE Sector. **Energy Procedia**, v. 157, p. 1377-1384. 2019.

MEDEIROS, A.M.A.; MARINHO, J.I.M.; COUTINHO, C.N.; LEITE, T.R.N. Logística reversa e economia circular dos resíduos eletroeletrônicos. In: NUNES, I.L.S.; PESSOA, L.A.; EL-DEIR, S.G. (Orgs.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1a ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 287-296.

MOROSINI, M. C. Estado de conhecimento e questões do campo científico. **Educação**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 101–116, 2014. DOI: 10.5902/1984644415822. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/15822>. Acesso em: 19 jul. 2023.

ONU. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Nações Unidas Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 21 de junho de 2023.

ROSSINI, Valéria; NASPOLINI, Samyra Haydêe Dal Farra. Obsolescência Programada e Meio Ambiente: A Geração de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. In: **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 3, Brasília, p. 51-71, jan./jun. 2017.

SANTOS, Ricardo Henrique Moraes; GUARNIERI, Patrícia; CERQUEIRA STREIT, Jorge Alfredo. Obsolescência programada e percebida: Um levantamento sobre a percepção do ciclo de vida com usuários de aparelhos celulares. **Gestão & Planejamento-G&P**, v. 22, n. 1, p. 69-86. 2021.

TORRES, B.M.; EL-DEIR, S.G.; Revolução industrial e a problemática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: um aporte teórico. In: ALMEIDA, I.M.S.; SILVA, K.A.; EL-DEIR, S. G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento**. 1a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2022a. p. 425-442

TORRES, B.M.; EL-DEIR, S.G.; Acordos internacionais e políticas públicas relativas ao gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In: ALMEIDA, I.M.S.; SILVA, K.A.; EL-DEIR, S. G.; (Orgs) **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento**. 1a. edição Gampe/UFRPE Recife, 2022b. p. 73-88

VIEIRA, Lício Valério Lima; DE OLIVEIRA, Tiago Guimarães; DE AZEVEDO, Acácia Oliveira. OS 7 “RS” DENTRO DO IFS. **Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)**, v. 1, n. 1, p. 317-321. 2019.

XAVIER, L. H.; GIESE, E. C.; RIBEIRO-DUTHIE, 9A. C.; LINS, F. A. F. Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. **Resources Polity**, v. 74, p. 11467, 2021.

3.8 REMOÇÃO DOS MICROPLÁSTICOS PRESENTES NOS EFLUENTES DOMÉSTICOS ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DE ASSOCIAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO

Maria Clara Quaresma Freire

Universidade de Pernambuco

maria.clara.quaresmafreire@gmail.com

Mayra Angelina Quaresma Freire

Universidade Federal de Pernambuco

mayrangelinaqfreire@gmail.com

Romero Correia Freire

Instituição Federal de Pernambuco

romerofreire@outlook.com

Luiza Cintra Campos

University College London

l.campos@ucl.ac.uk

RESUMO

Os microplásticos presentes nos recursos hídricos, que abastecem as populações, podem ter vários impactos que podem indiretamente afetar as mudanças climáticas e a qualidade dos serviços ecossistêmicos fornecidos por essas fontes de água, a presença de microplásticos afeta a qualidade, tornando-a menos adequada para o consumo humano e para a vida aquática. Isso impacta na biodiversidade dos ecossistemas aquáticos, prejudicando a capacidade de fornecer serviços como a purificação natural da água e a regulação dos ciclos de nutrientes, que têm efeitos indiretos sobre as mudanças climáticas. O objetivo do estudo foi de realizar ensaios com o efluente clarificado, após sair da etapa de decantação de uma ETE (Estação de Tratamento de Efluentes), em uma unidade piloto de flotação com ar dissolvido com a aplicação de um polímero catiônico modificador de superfície, o Polydadmac. O sistema proposto teve eficiência de 95% na remoção dos microplásticos (MPs), que não foram removidos no sistema de decantação da ETE, por ter densidade muito baixa (muito leves e de difícil sedimentação), o tratamento também conseguiu remover lodo remanescente, que não foi removido no decantador da ETE, deixando o clarificado com dentro dos padrões recomendados pelas legislações pertinentes.

PALAVRAS-CHAVE: Flotação por ar dissolvido, Modificador de superfície, Polydadmac

1. INTRODUÇÃO

O termo “microplástico” foi usado pela primeira vez (no campo de poluição ambiental) no ano de 2004 no artigo “Lost at sea: where is all the plastic?” para descrever minúsculos fragmentos de plásticos de mais ou menos 50 µm, encontrados na coluna de água e em sedimentos nos oceanos. Os contaminantes emergentes (CE) são compostos que vêm sendo objeto de estudo em diversas esferas, em decorrência do potencial risco que podem promover ao meio ambiente e à saúde dos seres humanos. Dentre os tipos de CE, destacam-se os microplásticos (MP) (YAMIN et al., 2020). Os microplásticos são classificados como contaminantes emergentes, ou seja, materiais que ainda não possuem padrões legais. Um outro fator que também carece de maior atenção é a influência que o MP tem no sequestro de carbono realizado pelo oceano. Esse ambiente é o maior sumidouro natural de CO₂ e tem um papel essencial na mitigação do aumento do nível de dióxido de carbono atmosférico e do aquecimento global. A presença dessas partículas na superfície da água pode afetar a incidência de luz e atrapalhar a fotossíntese e o crescimento do fitoplâncton, que utiliza o CO₂ presente na água, para realizar seus processos fisiológicos e sendo responsável pela produção de 80% de todo o oxigênio da Terra (SHEN et al., 2020), e o transporte dos microplásticos para os oceanos ocorre através dos rios.

Por isso, as estações de tratamento de esgoto e de água não tem em sua rotina o monitoramento desses microplásticos. Ainda não há uma legislação para nos dizer o quanto podemos ingerir deles, o quanto é possível ter na água potável que chega em nossa casa ou quanto dele é lançado num curso d’água depois do tratamento de esgoto. De pneus a roupas e cosméticos, o microplástico se encontra praticamente em todos os objetos do dia a dia. E seu impacto sobre as águas do planeta é catastrófico: calcula-se que, dos 9,5 milhões de toneladas de matéria plástica que flutuam nos mares, até 30% sejam compostos por partículas minúsculas. Invisíveis a olho nu, elas constituem uma fonte de poluição mais grave do que se pensava, como mostra o mais recente relatório da International Union for Conservation of Nature (IUCN). Pesquisas sobre ocorrência e remoção de microplásticos no tratamento de efluentes são incipientes, com poucos trabalhos realizados em escala real (PIVOKONSKY et al., 2018; MINTENIG et al., 2019; WANG et al., 2020) e escala de bancada (MA; XUE; DING; HU et al., 2019), cujos resultados indicam que as técnicas convencionais de tratamento não removem os microplásticos em sua totalidade. Os estudos de tratabilidade em bancada utilizam condições experimentais sintetizadas em laboratório, o que pode não ser representativo quando replicado em escala real. Sendo assim necessário ensaios pilotos para avaliação do melhor tratamento a ser aplicado.

A presença de microplásticos e também nanoplásticos na água potável está diretamente relacionada com a eficiência de remoção das estações de tratamento de água. Na literatura, são reportados diferentes valores de eficiência de remoção, posto que essa eficiência está relacionada com o tipo e a qualidade dos processos empregados nas estações de tratamento de água. Por exemplo, a eficiência de remoção entre 54 e 76% em estação de tratamento de água de abastecimento na Indonésia, onde foram empregados tratamentos com unidades convencionais, outro estudo realizado na República Tcheca por Pivokonsky et al. (2018), demonstrou que as estações de tratamento de água da região possuem eficiência de remoção de microplásticos entre 66% a 86% com a utilização dos processos de coagulação/floculação, sedimentação e filtração com areia e carvão ativado. Wang et al.(2020), estudaram a eficiência de estações de tratamento de água com associação de tecnologias, com emprego de ozônio combinado com filtração com carvão

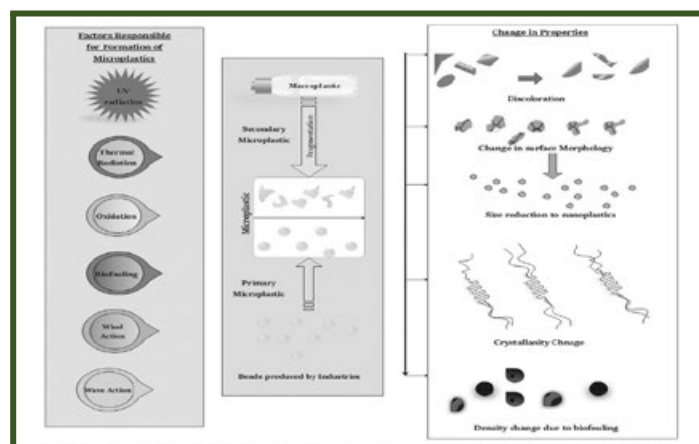
ativado e mostrando que essas estações obtiveram de 82 a 88% de eficiência para a remoção de microplásticos. Desta forma, mesmo com elevado índice de remoção de microplásticos nestas estações, uma fração não é retida pelos processos utilizados, por serem compostos com baixa densidade, e, portanto, estes microplásticos podem chegar à população por meio do abastecimento de água.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas últimas décadas, os microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NP) emergiram como um desafio global devido ao aumento da taxa mundial de poluição plástica com aproximadamente 51 trilhões de partículas microplásticas, supostamente presente no oceano, o que está afetando negativamente o meio ambiente e a biota (NGUYEN et al., 2019). Microplásticos são partículas sólidas de plástico de tamanho ≤ 5 mm que são insolúveis (PAULO et al., 2019) no ambiente aquoso. Existe uma ampla classificação desses resíduos plásticos de pequeno tamanho com base no seu tamanho como; (I) microplásticos grandes com tamanhos variando entre 5 mm e 1 mm, (II) microplásticos pequenos com tamanhos entre 1 mm e 1 μ m e (III) nanoplásticos de tamanho inferior a 1 μ m. Apesar de ser um problema relacionado aos plásticos, a literatura de pesquisa sobre MPs é tipicamente escassa sobre as características dos polímeros que constituem os MPs. Claramente, a natureza do polímero que constitui os MPs (juntamente com quaisquer aditivos) desempenha um papel fundamental não apenas na determinação da facilidade da sua geração, mas também do seu destino ambiental e dos potenciais impactos no ecossistema.

Com base na sua origem, os microplásticos são divididos em microplásticos primários e secundários (FU et al., 2020). Os microplásticos primários são fabricados intencionalmente pelas indústrias para fins cosméticos, enquanto os microplásticos secundários ocorrem devido ao intemperismo/degradação de resíduos plásticos no ambiente pela ação das ondas, conforme apresentado na figura 1, crescimento de biofilme, exposição solar, cisalhamento mecânico e oxidação térmica (PAKHOMOVA et al., 2020). A degradação contínua de microplásticos primários e secundários traz mudanças em suas propriedades como cor, morfologia da superfície, tamanho, cristalinidade e densidade (TIWARI et al., 2019). Esses microplásticos usados em domicílio, chamados de primários, são transportados para rios e mares através da rede de esgoto urbano (SCOPETANI et al., 2020).

Figura 1 - A degradação de microplásticos tende a alterar suas propriedades químicas e físicas



Essas mudanças podem impactar suas atividades químicas e físicas e impactar os ambientes e as formas de vida (STOCK et al., 2019). A presença de microplásticos não foi encontrada apenas no solo, na água e no ar, mas também em organismos marinhos, no sal, na cerveja e, muito recentemente, na água potável engarrafada em todo o mundo (STOCK et al., 2019).

As pesquisas dos microplásticos se tornaram crescentes, surgindo também o interesse de se estudar o tratamento do efluente que chega até as Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), figura 2, e se esses resíduos plásticos de dimensões microscópicas são realmente removidos durante o tratamento. A presença dos microplásticos no esgoto doméstico está associada ao uso destes nas residências na forma de cosméticos e produtos de cuidado pessoal, que são transportados até as ETE através das redes de esgoto, e mesmo passando pelo sistema de tratamento convencional (em nível secundário), essas partículas não são retidas nas etapas de tratamento (DUIS et al., 2016). Isso ocorre por conta do tamanho reduzido dos microplásticos ($< 5 \text{ mm}$), o que faz com que esses resíduos sejam descartados no ambiente no efluente final (CARR et al., 2016).

Figura 2 - Efluente bruto chegando na ETE



Fonte: O autor (2023)

Os Microplásticos na água dos rios têm o potencial de influenciar as mudanças climáticas, embora seu impacto direto seja mais limitado em comparação com outras fontes significativas de emissões de gases de efeito estufa e fatores climáticos (JULIENNE et al., 2019). Os principais efeitos dos microplásticos na água dos rios que podem ter impactos nas mudanças climáticas incluem:

- Alterações na absorção de luz solar: Microplásticos na superfície da água podem aumentar a absorção de luz solar, resultando em um aumento da temperatura da água. Isso pode levar a mudanças nas características físicas e químicas dos ecossistemas aquáticos.
- Transporte de poluentes: Os microplásticos têm a capacidade de absorver poluentes orgânicos persistentes (POP) da água. Isso pode incluir compostos que afetam a qualidade do ar e do solo, como pesticidas e produtos químicos industriais. Quando esses microplásticos carregados de poluentes são transportados pelos rios até os

oceanos, eles podem liberar esses poluentes, potencialmente afetando a qualidade do ar e contribuindo indiretamente para os problemas climáticos.

- Impacto nos ecossistemas aquáticos: A presença de microplásticos nos rios pode afetar a vida aquática e os ecossistemas em geral (SILVANO et al., 2023). Danos aos ecossistemas podem ter efeitos em cascata, influenciando a capacidade desses ecossistemas de sequestrar carbono e regular processos climáticos.

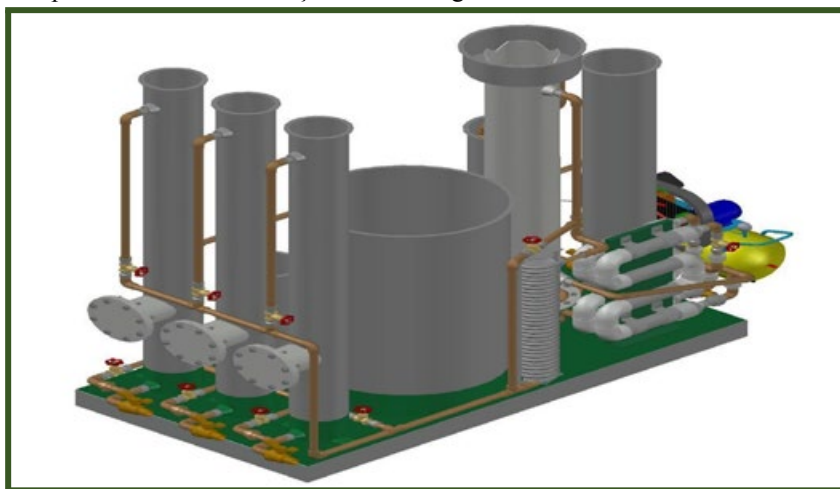
Pesquisadores estão utilizando no tratamento para remoção de microplásticos a combinação de tecnologias como a flotação por dissolvido e floculadores em bandejas sendo uma abordagem interessante para a remoção de microplásticos da água, mas é importante considerar vários fatores antes de determinar sua eficácia:

- Natureza dos microplásticos: A eficácia dessa combinação dependerá do tamanho, densidade e composição dos microplásticos presentes na água. Alguns microplásticos podem ser mais difíceis de remover do que outros devido a essas características.
- Eficiência da flotação por dissolvido: A flotação por dissolvido envolve a introdução de microbolhas de ar na água para que os microplásticos se liguem a essas bolhas e flutuem até a superfície. A eficiência dessa etapa é fundamental para a remoção bem-sucedida dos microplásticos.
- Papel dos floculadores em bandejas: Os floculadores em bandejas são projetados para facilitar a agregação de partículas pequenas em flocos maiores, tornando-as mais fáceis de remover. Eles podem ser eficazes na aglutinação dos microplásticos que foram separados durante a flotação por dissolvido.
- Polímeros: A escolha dos polímeros adequados é crucial para garantir a formação eficiente de flocos grandes e a remoção eficaz dos microplásticos. A seleção desses produtos químicos deve levar em consideração a natureza dos microplásticos e as características da água. A aplicação de um modificador de superfície de bolhas (RITA; SIMON; BRUCE, 2010), geralmente um polímero catiônico de alta carga e baixo peso molecular, é adicionado ao saturador, o que torna a superfície da MBs (microbolhas) carregada positivamente, essa adição enfraquece a repulsão eletrostática entre MBs e os microplásticos, promovendo melhor adesão entre os dois e formando flocos que flutuam com mais facilidade (HENDERSON; SIMON; BRUCE, 2009). Pelos motivos elencados foi realizado os testes nessa unidade que tem a associação das tecnologias de flotação por ar dissolvido e floculadores em bandejas perfuradas. É de suma importância o desenvolvimento de mais pesquisas com a flotação por ar dissolvido (FAD), temos observado resultados que mostram uma alta eficiência e uma grande procura por essa tecnologia, nos ensaios temos que levar em consideração as variáveis hidráulicas e a qualidade de água a ser tratada, a FAD é muito promissora no tratamento de águas eutrofizadas e também na remoção dos microplásticos, gerado na poluição por resíduos plásticos (MAYRA et al., 2023).

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida, em escala piloto, figura 3, através da aplicação de um polímero modificador de superfície, o Polydamac, e a associação de tecnologias de floculador em bandeja e da flotação por ar dissolvido (FAD). Para isso foi retirada uma vazão de 0,53 l/s da linha de água decantada da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE, para alimentar a unidade piloto, o efluente passava por três floculadores em bandejas com vazão de 0,18 l/s por unidade de floculação, em entrava no flotador onde tinha sido aplicado a solução de Polydamac. A implantação da unidade Piloto Floco Flotador Por Ar Dissolvido foi na ETE Jussara, localizada na Região Agreste sententrional do Ceará, ficando instalada na área externa do hall de entrada para visitantes, e próxima do tanque de equalização da água da descarga dos decantadores.

Figura 3 - Unidade piloto em 3D / Associação de tecnologias



Fonte: O Autor (2023)

Na primeira etapa foram determinadas as variáveis em ensaio de tratabilidade a serem aplicadas na unidade piloto, o equipamento aplicado foi o flotatest, figura 4. Foram coletadas amostras compostas na saída do decantador e testadas no laboratório.

Figura 4 - Flotatest equipamento de bancada



Fonte: O Autor (2023)

A solução utilizada nos testes foi uma solução a 1%, preparada com rotação de 100 rpm, estabelecida para evitar a quebra da cadeia formada. As dosagens foram utilizadas entre 0,5 a 3,0 mg/l (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0). A aplicação e mistura do polímero nos ensaios de adensamento foram realizados em Flotatest, com mistura rápida igual para todos os testes, com 5 segundos a 450 RPM (posterior a adição do polímero), mais agitação lenta.

Para a eficiência significativa de um sistema de FAD, o tempo recomendado na etapa de aplicação do polímero é de 5 a 20 min (sendo mais aplicado para os MPs o tempo de 15 min, tempo suficiente para aglutinação e formação de flocos resistentes as tensões de cisalhamento), dependendo do tipo de MPs. A qualidade do floco tais como resistência a tensão de cisalhamento, tamanho do floco, é fundamental para performance na flotação; o gradiente de floculação entre 30 e 120 s⁻¹, dependendo do tipo de floculante/polímero a ser aplicado, polímeros catiônicos o gradiente mais usual é de 100 s⁻¹ (SOHN et al., 2009). O melhor resultado no Flotatest foi aquele cuja velocidades ascensional foi de 19 cm/min que corresponde a taxa de aplicação superficial de 273,6 m³/m².dia.

Um modo efetivo de melhorar a flotação das partículas é reduzir o tamanho das bolhas, o que corresponde a um aumento na área superficial de bolhas e, portanto, em um aumento na probabilidade de colisão entre as partículas, para uma determinada vazão de gás (PEASE; CURRY; YOUNG, 2006). Nos ensaios de bancada foram estudada os seguintes parâmetros, para avaliação dos melhores e aplicar na unidade piloto:

- Pressão: 5 - 5,5 - 6,0 atm
- Gradiente de floculação: 50 -100 s⁻¹
- Taxa de recirculação: 8-12 %

Foram realizados análises das características do efluente do decantador da ETE, e do afluente clarificado da unidade piloto. Após os testes realizados na unidade piloto, foram coletados os resíduos gerados na flotação para análise e posterior peneiramento dos plásticos amostrados em equipamento vibratório com peneiras para ensaio de granulometria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes realizados em bancada os melhores resultados foram com a pressão de 5,5 atm, taxa de recirculação de 8%, dosagem de 2 mg/l, taxa de aplicação superficial de 273,6 m³/m².dia. No teste na unidade piloto utilizamos todas as dosagens que foram realizadas nos ensaios de bancada conforme apresentado na tabela 1 , tendo o melhor resultado com a dosagem de 2,0 ppm de polímero. O resultado das análises da água decantada antes do tratamento na unidade piloto foram:

- Cor aparente: 60 Uc
- Turbidez: 19 unT
- SST: 175 mg/l
- Fe: 1,2 ppm
- Mn: 0,6 ppm

Nos resultados podemos verificar a taxa de recirculação para o tratamento é muito baixa, sendo aplicado 8%, não exigindo muitos gastos com energia. A pressão utilizada de 5,5 atm foi a ideal, pressões superiores causam coalescência com ruptura das microbolhas (SCOPETANI et al., 2020). Nas dosagens de 0,5 a 1,5 não houve uma aglutinação boa dos flocos formados, nas dosagens de 2,5 a 3,0 ocorreu o fenômeno inverso da flotação, alguns flocos sedimentaram, apenas na dosagem de 2,0 ppm a remoção alcançou percentuais de remoção muito bons tanto para as variáveis analisadas como para os microplásticos.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios em unidade piloto

DOSAGEM DE POLÍMERO (mg pol/g SST)	PRESSÃO (ATM)	% RECIRCULAÇÃO	TURBIDez (uT)			COR (g/l)			SST (mg/l)			FERRO (mg/l)			MANGANÊS (mg/l)		
			Afluente	Efluente	% de remoção	Afluente	Efluente	% de remoção	Afluente	Efluente	% de remoção	Afluente	Efluente	% de remoção	Afluente	Efluente	% de remoção
0,5	5,5	8	19	4	68,42105263	40	45	25	175	30	82,85714286	1,2	0,5	58,33333333	0,6	0,25	58,33333333
1,0	5,5	8	19	4,5	76,31578947	40	32	46,66666667	175	25	85,71428571	1,2	0,35	70,83333333	0,6	0,19	68,33333333
1,5	5,5	8	19	4,1	78,42105263	40	28	93,33333333	175	21	88	1,2	0,3	75	0,6	0,15	75
2,0	5,5	8	19	1,8	96,52631579	40	9	85	175	12	93,14285714	1,2	0,1	91,66666667	0,6	0,09	85
2,5	5,5	8	19	2,8	85,26315789	40	10	83,33333333	175	16	90,85714286	1,2	0,19	84,16666667	0,6	0,11	81,66666667
3,0	5,5	8	19	3	84,21052632	40	12	80	175	18	89,71428571	1,2	0,21	82,5	0,6	0,12	80

Fonte: O Autor (2023)

Os polieletrólitos catiônicos, como o Polydamac, aumentam a eficácia da flotação por ar dissolvido, facilitando a remoção de microplásticos e outras partículas suspensas da água (FU et al., 2020). No entanto, é importante considerar a seleção adequada do tipo e concentração do polímero, bem como as condições específicas do processo de tratamento, para otimizar os resultados, como foi o caso do estudo em tela. Além de promover a aglomeração de partículas, os polímeros catiônicos podem adsorver-se diretamente aos microplásticos devido à sua carga elétrica, criando partículas compostas que têm mais facilidade de se fixar nas bolhas de ar durante o processo de flotação (MA et al., 2019).

No material removido por flotação havia lodo que foi removido pela eficiência da flotação, que de certa forma ajudou na remoção dos microplásticos, foram removidos 95% dos microplásticos presentes no efluente dos decantadores. Nas análises com peneiras que permitiu sua classificação como microplásticos, visto que houve uma amostragem representativa que passou por cada uma das malhas das peneiras, com as seguintes granulometrias: 5,81 mm, 2,00 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, e menores que 0,30 mm, sendo enquadrada na classe de microplásticos (tamanhos de 5 mm e 0,3 mm).

A associação de tecnologias que contemplam as bandejas perfuradas, seguida da FAD é uma técnica amplamente utilizada em tratamento de água e águas residuais para remover sólidos suspensos, óleos, graxas e outros contaminantes. Sua aplicação na remoção de microplásticos é uma extensão natural dessa tecnologia, visto que microplásticos frequentemente flutuam na água devido à sua baixa densidade (MINTENIG et al., 2019). Concluídas as análises, detectamos, principalmente, a presença de polietileno, material muito utilizado na fabricação de sacos e filmes plásticos, embalagens, garrafas de plástico, recipientes para produtos de limpeza, utensílios domésticos, entre outros. O plástico poliestireno, utilizado na fabricação de copos descartáveis, no material flotado pela unidade piloto. A ausência desse material pode ter relação com a política de

diversas empresas de substituição de copos descartáveis por materiais não descartáveis como copos em porcelana.

5. CONCLUSÕES

Precisamos de legislação efetiva para a gestão dos microplásticos para além do controle de micropartículas nos cosméticos. Até agora, microfibras estão fora do radar das políticas públicas. Precisamos explorar a taxação para produtos e tecidos que geram microfibras para ajudar no financiamento dos custos crescentes do tratamento dos efluentes.

O tratamento de efluentes e a gestão segura do lodo proveniente do esgoto são marcos chave no caminho para atingir esses objetivos. A adoção e implantação dessas soluções devem ser suportadas por legislação adequada, tecnologias comprovadas, instrumentos econômicos, educação e conscientização para gerar mudanças reais no mundo. No entanto, é importante lembrar que nenhuma tecnologia é uma solução única e definitiva para a remoção de microplásticos. A combinação de diferentes tecnologias e abordagens como exposto nesse trabalho, juntamente com a conscientização sobre a redução do uso de plásticos e a melhoria da gestão de resíduos, é crucial para enfrentar eficazmente o problema dos microplásticos nos ecossistemas aquáticos.

Além disso, as condições específicas do local, as características dos microplásticos presentes e as demandas de tratamento devem ser consideradas ao escolher e otimizar qualquer técnica de remoção. Portanto, a pesquisa e o desenvolvimento contínuos nesse campo são fundamentais para aprimorar a eficácia das tecnologias de remoção de microplásticos.

REFERÊNCIAS

CARR, STEVE A.; LIU, JIN; TESORO, ARNOLD G. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water research*, v. 91, p. 174-182, 2016.

DUIS, KAREN; COORS, ANJA. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. **Environmental Sciences Europe**, v. 28, n. 1, p. 1, 2016.

FU, W., MIN, J., JIANG, W., LI, Y., ZHANG, W. Separação, caracterização e identificação de microplásticos e nanoplasticos no meio ambiente. **Ciência. Ambiente Total**. 2020.

HENDERSON R. K.; SIMON, A. Parsons; BRUCE, Jefferson. Surfactantes como modificadores de superfície de bolha na flotação de algas: flotação de ar dissolvido que utiliza uma superfície de bolha quimicamente modificada, **Ambiente. Sci. Tecnol**, 2008.

JORNAL DA USP. Microplásticos da poluição podem contaminar o sangue por meio da alimentação e respiração. **Jornal da USP**, 2023.

JULIENNE, F., DELORME, N., LAGARDE, F. FROM macroplastics to microplastics: role of water in the fragmentation of polyethylene. **Chemosphere** 2019.

MAYRA, A.Q.F. et al., Influência do descarte de resíduos e esgoto na qualidade da água do rio Maceio QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MACEIÓ (PITIMBU-PB): UMA ANÁLISE PRELIMINAR. In: Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos; IV Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – EPERSOL. 2018, Recife. Resíduos Sólidos: gestão pública e privada. 2023, Recife: EUFRPE, 2023. Disponível em:

<<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 03 set. 2023.

MA, B.; XUE, W.; DING, Y.; HU, C. et al. Removal characteristics of microplastics by Febased coagulants during drinking water treatment. **Journal of Environmental Sciences-China**, 78, p. 267-275, 2019.

MINTENIG, S.; LODER, M.; PRIMPKE, S.; GERDTS, G. Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. **Science of the Total Environment**, 648, p. 631-635, 2019.

NGUYEN, B., CLAVEAU-MALLET, D., HERNANDEZ, LM, XU, EG, FARNER, JM, TUFENKJI, N. Separação e análise de microplásticos e nanoplásticos em amostras ambientais complexas. **Ac.Química**. Res. p 858–866. 2019.

PAKHOMOVA, S., ZHDANOV, I., VAN BAVEL, B. Identificação do tipo de polímero marinho lixo plástico usando um espectrômetro infravermelho próximo em miniatura (MicroNIR). **Appl. Ciência**. 10, 2020.

PAUL, A., WANDER, L., BECKER, R., GOEDECKE, C., BRAUN, UNIR. de alto rendimento detecção espectroscópica (NIRS) de microplásticos no solo. **Ambiente. Ciência. Poluição**, 2019.

PEASE, J.D.; CURRY, D.C.; YOUNG, M.F. Designing flotation circuits for high fines recovery, **Minerals Engineering**, v.19, 2006.

PIVOKONSKY, M. et al. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 1644-1651, 2018.

PIVOKONSKY, M.; CERMAKOVA, L.; NOVOTNA, K.; PEER, P. et al. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. **Science of the Total Environment**, 643, p. 1644- 1651, 2018.

RITA, K. HENDERSON; SIMON, A. PARSONS; BRUCE, JEFFERSON. Polymers as bubble surface modifiers in the flotation of algae, **Environmental Technology**, 2010.

SCOPETANI, C., ESTERHUIZEN-LONDT, M., CHELAZZI, D., CINCINELLI, A., SETÄLÄ, H., PFLUGMACHER, S., 2020b. Autocontaminação de roupas na pesquisa de microplásticos. **Ecotoxicol. Ambiente**. Seguro. 189,2020.

SILVANO, S. S. S. et al., Influência do descarte de resíduos e esgoto na qualidade da água do rio Maceio QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MACEIÓ (PITIMBU-PB): UMA ANÁLISE PRELIMINAR. In: Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos; IV Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – EPERSOL. 2018, Recife. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. 2023, Recife: EUFRPE, 2023. Dispõe em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 03 set. 2023.

STOCK, F., KOCHLEUS, C., BÄNSCH-BALTRUSCHAT, B., BRENNHOLT, N., REIFFERSCHIED, G. Técnicas de amostragem e métodos de preparação para análises de microplásticos no ambiente aquático – uma revisão. **TrAC - Tendências Anal. Química**, 2019.

TIWARI, M., RATHOD, TD, AJMAL, PY, BHANGARE, RC, SAHU, SK. Distribuição e caracterização de microplásticos em areia de praia de três ambientes costeiros indianos diferentes. Março. **Poluição**. Touro. 140, 2019.

WANG, T. LIN, W. CHEN, Occurrence and Removal of Microplastics in an Advanced Drinking Water Treatment Plant (Adwtp), **Sci. Total Environ**. 700 (2020).

WANG, Z.; LIN, T.; CHEN, W. Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). **Science of The Total Environment**, v. 700, p. 134520, 2020.

3.9 ATERROS SANITÁRIOS E AS METAS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO DE CASO DA GESTÃO EM MARECHAL DEODORO – AL

Jorge Ferreira da Silva Filho

Instituto Federal de Alagoas

jorge.ferreira@ifal.edu.br

Lavínia Ferreira Andrade

Instituto Federal de Alagoas

laviniaandrade0111@gmail.com

Eduardo Henrique Alves Celestino

Instituto Federal de Alagoas

ehac1@aluno.ifal.edu.br

RESUMO

Com a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil e a consequente exigência do fim dos lixões, os aterros sanitários são vistos, ainda, como a solução mais adequada para a disposição final de resíduos sólidos. Entretanto, os aterros sanitários já não são aceitos como a melhor solução por vários países nos quais estes esgotaram as áreas disponíveis para esse tipo de instalação. Essa é uma das razões pelas quais tem se pensado na redução drástica do envio de materiais aos aterros. Outra razão, além dos impactos ambientais, diz respeito ao desperdício de materiais que poderiam ser aproveitados por ferramentas como a reciclagem, a compostagem etc. Nesse sentido, esse projeto se propôs analisar o cenário atual da gestão de resíduos sólidos no município de Marechal Deodoro - AL, tendo como objetivo principal verificar o quanto a gestão atual dos resíduos está adequada para que se alcance as metas estabelecidas pela PNRS. Apesar de iniciativas pontuais, como a atuação de cooperativas, foi visto que muito ainda precisa ser feito para que os materiais possam ser aproveitados e haja diminuição efetiva do desperdício de materiais que são dispostos no aterro sem qualquer triagem.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de materiais; Lixo zero; Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada em 2010 sob a Lei n.º 12.305 (BRASIL, 2010), foi um marco para a gestão de resíduos sólidos no Brasil sob vários aspectos. Historicamente, os resíduos sólidos urbanos descartados de forma inapropriada foi criando uma série de problemas que levam a doenças associadas à falta de saneamento básico. No Brasil, esse retrospecto não foi diferente - em centenas de anos os resíduos urbanos e industriais foram seguidamente descartados em lixões, causando problemas ambientais e trazendo doenças à população. Com a aprovação da PNRS várias metas foram estabelecidas, entre elas, o fim dos lixões e o emprego de práticas mais responsáveis na destinação correta de resíduos (BRASIL, 2010).

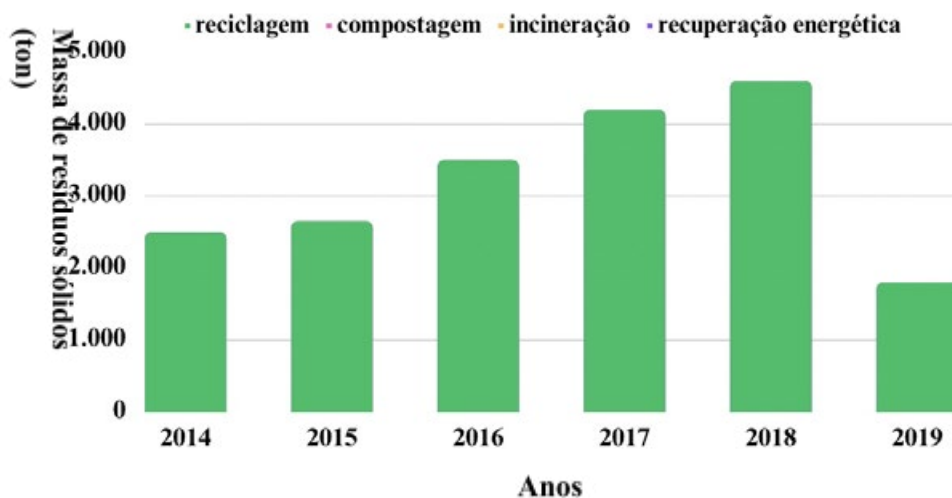
Todavia, desde a sua criação, a PNRS vem enfrentando dificuldades para que sejam cumpridas as ações previstas na própria lei e no Plano Nacional de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (BRASIL, 2010). A começar pela publicação desta lei no Diário Oficial da União, que só ocorreu no ano de 2022. Metas importantes como o fechamento de todos os lixões, inicialmente estabelecida para ocorrer em agosto de 2014, não foram cumpridas, sendo essa meta alterada com o Novo Marco Regulatório do saneamento básico, aprovado no ano de 2020, com novos limites de datas para o fechamento dos lixões, de acordo com o tamanho da população dos municípios (BRASIL, 2020).

O fato é que, enquanto o Brasil caminhou a passos lentos e ainda trata como uma novidade os aterros sanitários, vistos como uma solução adequada para a destinação final de resíduos sólidos, em países desenvolvidos como, por exemplo, os da União Europeia, ganha-se cada vez mais força a ideia de que os aterros sanitários devem ser drasticamente reduzidos, em detrimento da implantação de práticas de gestão voltadas ao aproveitamento de resíduos sólidos. Alguns desses países adotam a incineração controlada como forma de reduzir o volume de resíduos enviados a um aterro. Muitos estudos têm se voltado para analisar os impactos dos aterros, seja pela ocupação de áreas e impactos ambientais, seja pelo desperdício de materiais quando se dispõem em aterros (LEMOS et al., 2021). Muitos desses resíduos poderiam ser aproveitados em ferramentas como reciclagem, reaproveitamento, compostagem etc. (OLIVEIRA et al., 2021).

A própria PNRS estabelece que até 2040, metade de todos os resíduos produzidos deverão ser aproveitado de alguma forma. O Brasil soma mais de 214 milhões de habitantes, sendo que, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o consumo nacional gera, por ano, cerca de 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos e muito pouco ainda é reciclado ou recuperado de alguma forma (ABRELPE, 2021). Em relação à reciclagem, a meta global para o país é que, em 2040, 48% de todos os resíduos sejam reciclados ou passem por tratamentos que sejam usados até como recursos energéticos, gerando energia térmica ou gás (G1, 2022).

Os dados do Estado de Alagoas, fornecidos no último Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos, dentro do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), mostram o quão urgente deve-se agir para que as metas relacionadas ao aproveitamento de materiais sejam alcançadas (BRASIL, 2012). Analisando parte dos dados fornecidos pelo SINIR, sobre as formas de tratamento ou destinação (Figura 1), verifica-se que as práticas de aproveitamento têm se reduzido apenas à reciclagem e, o mais preocupante, o quantitativo de resíduos destinados à essa ferramenta caiu consideravelmente em 2019.

Figura 1 – Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano



Fonte: SINIR, 2019

Dados como esse, mostram a necessidade de projetos que avaliem gestões municipais e indiquem intervenções imediatas para que se atinjam as metas da PNRS. Consequentemente, é esperado que se reduza, o quanto antes, os custos de operação do aterro sanitário e o constante desperdício de materiais aproveitáveis.

Nesse contexto, essa pesquisa se propôs analisar o cenário atual de gestão de resíduos sólidos em Marechal Deodoro-AL. Continuando uma linha de projeto que tratou especificamente de estudar como acontecia a aplicação das ferramentas de aproveitamento e as chamadas práticas “Lixo Zero”, nesta fase, foram investigados os impactos da existência de um aterro sanitário para destinação dos resíduos desse município, especificamente, avaliando o quanto a gestão do município está alinhada com as metas estabelecidas pela PNRS. Ou seja, o quanto o município tem avançado, ou não, na aplicação de ferramentas que diminuam a disposição final de resíduos sólidos aproveitáveis em aterros sanitários.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os resíduos sólidos se tornaram uma preocupação ambiental a medida em que se teve uma grande crescimento da população mundial e, aliado às mudanças no padrão de consumo, com o conseqüente aumento da quantidade de resíduos sólidos no mundo e o descarte inadequado deste, que prejudica o meio ambiente, acarretando diversos problemas ao meio biótico e à saúde dos seres vivos (ANJOS et al., 2020; PINTO et al., 2020; ARAGÃO et al., 2021; CANDIANI; ATTANASIO, 2023; NEGREIROS; COSTA, 2023; SEGUNDO et al., 2023). Diante disso, fez-se necessário a realização de pesquisas e avanços relacionados aos resíduos sólidos, assim como no saneamento de forma geral, a fim de encontrar soluções para esse problema (SANTOS; LIMA; BORGES, 2021).

Nesse sentido, ferramentas de aproveitamento de materiais como a reciclagem e a valorização dos resíduos têm desempenhado um papel importante na redução da quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários ou que são incinerados (LUSTOSA et al., 2021). Entretanto, em diversos países, principalmente subdesenvolvidos, esses esforços não têm sido o suficiente, marcados por pequenos avanços significativos alcançados no desenvolvimento de tecnologias de reciclagem mais eficientes e na

implementação de sistemas de coleta seletiva (BARBOSA; MALUF, 2022). Além disso, a valorização energética tem sido explorada como uma forma de aproveitar os resíduos e gerar energia renovável, a exemplo da produção de biogás a partir de resíduos orgânicos (VEIGA; MARTINS, 2023).

No que diz respeito ao tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, várias abordagens têm sido adotadas. A compostagem tem sido amplamente utilizada para tratar resíduos orgânicos, resultando em composto que pode ser utilizado na agricultura (SILVA et al., 2023). Já a incineração, é uma forma de reduzir o volume de resíduos e gerar energia, inclusive sendo recomendada, por exemplo, para resíduos perigosos como os da saúde. Entretanto, esse método é criticado quando é aplicado para materiais que podem ser aproveitados (NETO; SILVA, 2023). A disposição final em aterros sanitários ainda é uma prática comum e ainda requer infraestrutura adequada e monitoramento rigoroso para diminuir os impactos ambientais (SILVA et al., 2022).

Em termos de abordagens legislativas e políticas, muitos municípios têm implementado leis e regulamentações para promover o gerenciamento adequado de resíduos sólidos (CANDIANI; ATTANASIO, 2023). Essas medidas incluem estabelecer metas de redução de resíduos, incentivos para a reciclagem, proibições de certos materiais e responsabilização dos produtores pela gestão dos resíduos gerados pelos produtos que colocam no mercado (SILVESTRIM et al., 2020; NAVEGA et al., 2020; BRUM, 2020).

Além das abordagens tradicionais, diversas inovações tecnológicas têm sido aplicadas ao gerenciamento de resíduos sólidos (ALMEIDA et al., 2021). O uso de sensores e sistemas de coleta inteligente permite otimizar a coleta de resíduos, reduzindo custos e melhorando a eficiência (ALMEIDA; BORIN, 2021). Além disso, pesquisas estão sendo realizadas para desenvolver novos materiais biodegradáveis que possam substituir os plásticos convencionais e reduzir a dependência de recursos não renováveis (FRIEDRICHSES et al., 2022).

Apesar dos avanços alcançados, ainda há desafios significativos a serem enfrentados no gerenciamento de resíduos sólidos (ARRUDA; TREVIZAN, 2023). Entre eles, merece destaque a necessidade urgente da conscientização pública e a mudança de comportamento, passos fundamentais para a redução da geração de resíduos e promoção da reciclagem (LAYRARGUES; TORRES, 2022). A educação ambiental certamente ainda é a ferramenta mais acessível e necessária, não só para o problema dos resíduos sólidos, como também para as questões do saneamento básico de uma forma geral.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto, a primeira etapa da metodologia se baseou no levantamento bibliográfico, com o objetivo de fundamentar o estudo, buscando-se bases dos conceitos relacionados ao aproveitamento de materiais e das ações e metas previstas na PNRS. Em seguida, o trabalho usou fontes de dados para retratar o cenário atual de Marechal Deodoro-AL na gestão de resíduos sólidos, especialmente em relação aos custos financeiros de disposição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no aterro sanitário (centro de tratamento de resíduos sólidos – CTR) e dos repasses desses custos para a população. Os dados levantados foram usados na comparação de cenários, utilizando elementos gráficos visuais (gráficos, tabelas etc.), para conduzir a discussão aqui desenvolvida e, por fim, apresentar propostas de mudanças na forma de gestão atual, o que incluiu formas de

ampliar a presença de ações que promovam a reciclagem e o cumprimento de metas urgentes como a logística reversa, por exemplo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) de Marechal Deodoro foram depositados, durante muitos anos, em um lixão localizado às margens da rodovia AL-215, a aproximadamente 4 km do centro histórico. O Ministério do Meio Ambiente, Saneamento, Agricultura, Pesca e Aquicultura (SEMMA), em 2014, determinou o fechamento desse lixão, pois foi constatado que a prática gerava impactos ao meio ambiente (ALAGOAS, 2023). Concomitantemente, em 2014, foi criado um aterro controlado para desativar o antigo lixão do município. Porém, com mau funcionamento, monitoramento descontínuo e alto índice de geração de resíduos sólidos, o aterro controlado atingiu seu limite operacional e passou a ter as mesmas características de um lixão (ARAÚJO e RIBEIRO, 2018).

Em 13 de janeiro de 2017, foi encerrado o aterro controlado e os RSU passaram a ser encaminhados para o aterro sanitário consorciado do município de Pilar - AL, localizado a aproximadamente 15 km de Marechal Deodoro (ARAÚJO; RIBEIRO, 2018). Em 2015, foram desmatados 101,50 hectares de Mata Atlântica para a construção do aterro sanitário no município de Pilar – AL, hoje operando como centro de tratamento de resíduos sólidos (CTR). Durante uma visita técnica ao local, constatou-se que essa instalação causa impactos ambientais no meio físico e biótico, resultando na destruição de habitats naturais e na perda da diversidade do ecossistema.

4.2 Caracterização Gravimétrica e Despesas

De acordo com um estudo realizado por Carvalho (2016), os resíduos provenientes das residências no município de Marechal Deodoro são compostos, em média, por 49,8% de resíduos orgânicos, 29,6% de resíduos recicláveis (papel, papelão, vidro, plástico rígido e plástico flexível), enquanto o restante consiste em resíduos que não podem ser reutilizados ou reciclados. Os rejeitos, a matéria orgânica e os resíduos que possuem potencial para reutilização ou reciclagem, mas que foram negligenciados, são recolhidos pela empresa Ciano Soluções Ambientais por meio de caminhões, que seguem rotas diurnas e noturnas. Esses materiais são destinados ao CTR localizado no município de Pilar, em Alagoas, o qual é de propriedade privada da empresa Alagoas Ambiental.

Para isso, o município de Marechal Deodoro destina mensalmente os valores dos custos para a coleta e tratamento dos resíduos sólidos. De acordo com o contrato de prestação de serviços entre a empresa Ciano Soluções Ambientais LTDA e o município de Marechal Deodoro, em 2015, consta que são destinados R\$ 498.125,30 mensais para a empresa contratada (MARECHAL DEODORO-AL, 2018). Além disso, esse valor sofre reajuste anualmente e mensalmente, pois o preço é calculado em função de quantas toneladas a Ciano Soluções Ambientais recolhe do município.

Em relação ao tratamento dos resíduos, realizado pela empresa Alagoas Ambiental, o município de Marechal Deodoro firmou contrato em 2017 e foi definido que pagará R\$ 60,00 por toneladas de resíduos tratados, sendo para isto considerada uma média mensal de 1080 toneladas enviadas ao aterro sanitário de Pilar - AL. Portanto, o valor estimado que o

município destina a empresa contratada custa, em média, R\$ 64.800,00 por mês (MARECHAL DEODORO-AL, 2017).

4.3 Reciclagem

No fim de 2017, a prefeitura iniciou um projeto para a criação de uma cooperativa de materiais recicláveis e realizou o cadastro de 20 famílias que residiam ao lado do aterro controlado para o fornecimento de subsídios (ARAÚJO; RIBEIRO, 2018). Após várias reuniões com os catadores, representantes das secretarias municipais de Meio Ambiente, Saúde, Educação e Assistência Social, elaboraram o Estatuto para a criação da Cooperativa dos Catadores de Recicláveis de Marechal Deodoro, denominada COOPMAR.

Em 2019, a prefeitura contratou a COOPMAR para realizar o serviço de coleta, beneficiamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reaproveitáveis, além de trabalhos de educação ambiental em todo o município de Marechal Deodoro. Diante disso, foram estabelecidas metas: nos primeiros seis meses, a instituição receberá o valor de quase 46 mil reais pela arrecadação de pelo menos cinco toneladas no primeiro mês; 10 toneladas no segundo mês; 15 toneladas no terceiro mês; e 20 toneladas em cada os últimos três meses (SOUTO, 2019a).

Segundo o Instituto Água e Saneamento (2021), Marechal Deodoro coleta, por dia, 1,09 kg de resíduos sólidos por habitantes e avalia o potencial de reaproveitamento e reciclagem em 30% a 40% do volume total de RSU detectados no município. Entretanto, a COOPMAR só recupera 1,28% do total de resíduos sólidos produzidos em Marechal Deodoro. Parte desses números indicam a quantidade de materiais recuperados pela cooperativa entre os anos de 2018 e 2022 (Tabela 1) e o preço dos principais resíduos sólidos comercializados (Tabela 2).

Ano	Toneladas de resíduos sólidos
2018	180.000
2019	283.000
2020	218.000
2021	221.000
2022	238.000

Tabela 1 - Quantidade de materiais recuperados pela COOPMAR

Fonte: COOPMAR (2019 – 2022)

Tabela 2 - Preços dos principais resíduos comercializados na COOPMAR

Resíduo	Preço/Kg
Papelão	R\$0,40
PET	R\$2,80
Plástico	R\$2,00
PVC	R\$1,20
Vidro	R\$0,10
Latinha	R\$7,00
Aço inox	R\$4,00
Cobre	R\$36,00
Metal	R\$21,00

Fonte: COOPMAR (2022)

O retrato desses dados indica uma há uma tendência crescente no recolhimento de materiais feito pela COOPMAR entre os anos de 2018 e 2022 (Tabela 1), exceto no ano de 2020, quando se teve uma leve redução, tendo sido associada ao período da Pandemia de COVID-19, que afetou as atividades presenciais e, por consequência, a atuação dessa cooperativa no recolhimento de materiais recicláveis. Em relação aos valores dos materiais (Tabela 2), observa-se que os metais como cobre e as latinhas de alumínio, estão entre os produtos com maior valor agregado. No caso das latinhas de alumínio, historicamente,

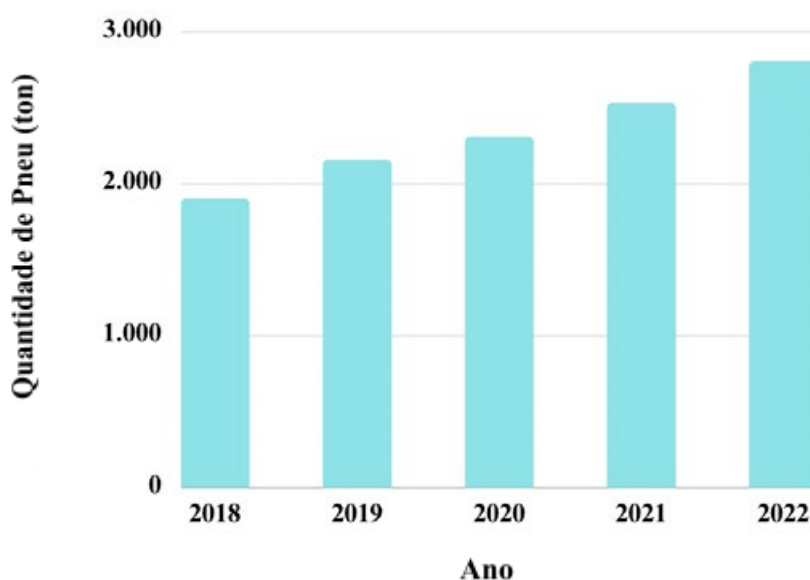
sabe-se que no Brasil é um dos resíduos sólidos mais recuperados. Por outro lado, materiais como vidro e papelão possui valor baixo de mercado. Entretanto, esses materiais são altamente recicláveis, devendo haver investimento em tecnologias que possam dinamizar o mercado de recicláveis, tornando o processo para esses materiais mais atrativos.

Para impulsionar mais avanços com as ferramentas, como triagem e reciclagem, foram instalados Pontos de Entrega Voluntária (PEV) em algumas localidades do município de Marechal Deodoro, através de parcerias com os restaurantes, pousadas, hotéis e supermercados para a entrega voluntária ou recolhimento através dos caminhões. Também, usando-se o serviço de bicicletas da COOPMAR, realizaram-se parcerias com as escolas do município, cerca de oito mil casas são atendidas quinzenalmente com coleta seletiva, ficando a prefeitura comprometida com a destinação anual de R\$ 131.000,00 para a manutenção da cooperativa (COOPMAR, 2023).

4.4 Resíduos Sujeitos a Logística Reversa (RSLV)

A SEMMA, em março de 2017, iniciou uma campanha de cadastros de borracharias, com objetivo de recolher os pneus inservíveis para destinação adequada. Os pneus coletados foram encaminhados para a RECICLANIP, empresa localizada em São Paulo, responsável pela reciclagem dos pneus como combustível alternativo para as indústrias de cimento (FERREIRA, 2018B). Dados sobre a quantidade de pneus destinados ao RECICLANIP no município (Figura 2) mostram valores crescentes ao longo desses 4 anos em que essa destinação está sendo aplicada, indicando que mesmo sendo uma iniciativa ainda bastante limitada, mas que pode avançar ainda mais com a continuidade do programa.

Figura 2 - quantidade de pneu coletado pelo município de Marechal Deodoro e destinado ao RECICLANIP



Fonte: SEMMA

Em 2018, a Prefeitura de Marechal Deodoro, disponibilizou dois pontos para descarte de pilhas, baterias e celulares como forma de minimizar os problemas ambientais. As pilhas são encaminhadas para uma empresa de reciclagem e as baterias e celulares são destinadas a cooperativa COOPMAR, para que os cooperados possam desmontar e recolher o material que será utilizado para a reciclagem de ouro, cobre e metal (FERREIRA, 2018d). A SEMMA em parceria com as empresas Reciclus e Qualitec, em 2019, iniciou a implantação da arrecadação de lâmpadas. A partir da coleta, as empresas parceiras são responsáveis por encaminhar cada um dos elementos das lâmpadas fluorescentes para o correto armazenamento dos componentes nocivos e a reciclagem das demais peças, como o vidro (SOUTO, 2019b).

O óleo lubrificante é um material reciclável, mas é considerado, segundo a PNRS, resíduo perigoso e deve ser encaminhado a um local autorizado para realizar os procedimentos necessários. Diante disso, uma das soluções para a coleta e destinação final de embalagens de óleos lubrificantes no município de Marechal Deodoro tem sido o Programa Jogue Limpo. O programa prevê que os proprietários de postos de combustíveis após adesão voluntária, disponibilizem as embalagens de óleos lubrificantes para serem coletadas pelo Programa Jogue Limpo. Após a coleta, as embalagens são encaminhadas para tratamento e reciclagem em Salvador.

4.5 Geração de Resíduos da Construção Civil (RCC)

Segundo o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS) a geração do RCC varia em função da população e do grau de desenvolvimento econômico do município. Normalmente a produção do RCC varia de 41% a 70% da geração dos resíduos sólidos urbanos e seu aumento é gradativamente relacionado ao tamanho da população (ALAGOAS, 2016).

Ainda de acordo com o PIGIRS, o município de Marechal Deodoro, em 2016, gerava 19,90 toneladas de RCC por dia e que em 2035, com o aumento da população, a geração é estimada em 24,30 toneladas por dia. Infelizmente, o município de Marechal Deodoro não informa a quantidade de RCC coletado e gerado no município e, também, não realiza nenhum tipo de reciclagem ou reaproveitamento dos resíduos da construção civil (ALAGOAS, 2016).

4.6 Resíduos de Serviços da Saúde (RSS)

No município de Marechal Deodoro, de acordo com dados do PIGIRS, em 2015, a estimativa de geração de RSS era de 249,26 kg por dia. No município, foi identificado que ocorre a contratação da empresa SERQUIP para fazer a destinação final do RSS através da incineração. Entretanto, não há informações sobre a quantidade exata destinada a SERQUIP e nem os repasses financeiros.

4.7 Resíduos Sujeitos a Compostagem

Em 2018, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Saneamento, Agricultura, Pesca e Aquicultura (SEMMA) do município de Marechal Deodoro, deu início ao projeto de reaproveitamento dos resíduos sólidos oriundos das podas de árvores do município. O material recolhido após as podas é triturado e passa pela compostagem, um processo que dura aproximadamente três meses, e o resíduo voltará para o meio ambiente em forma de

adubo, aplicado no plantio de árvores do município. Assim, o município evita despesas com a compra de adubos (SOUTO, 2018). Atualmente, o município de Marechal Deodoro - AL não tem informações sobre a quantidade de compostagem já realizada desde 2018 e, também, não dispõe os dados sobre a quantidade de dinheiro economizado em relação a compra de adubos para o município.

4.8 Outros Rejeitos

Em 2017, foi inaugurado em Marechal Deodoro a Cooperativa de Reciclagem de Óleo de Cozinha (COOPERÓLEO). A cada quinze dias a cooperativa vai até os bares e restaurantes do município recolher, em média, 300 litros de óleo comestível e depois o transforma em sabão líquido e em barra, dando a destinação correta dos resíduos e gerando renda (FERREIRA, 2018c). Todo material produzido é vendido e os preços variam de acordo com a quantidade. Uma barra custa R\$1, já o sabão líquido, o preço do litro é de R\$2. Todos os estabelecimentos cadastrados para a doação do resíduo compram os sabões produzidos pela COOPERÓLEO e o restante fica exposto na sede da cooperativa para a venda no varejo e atacado (FERREIRA, 2018c).

5. CONCLUSÕES

O município, apesar de ter feito alguns avanços recentes na gestão, ainda não possui um modelo de administração dos resíduos sólidos que esteja de acordo com as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). É necessário elaborar o Plano Municipal de Resíduos Sólidos, reformular suas leis para abranger todos os resíduos mencionados no Art. 13 da PNRS e adotar destinações finais adequadas para cada tipo de resíduo, dando prioridade ao reaproveitamento energético e à geração de energia.

O modelo de gestão atual é baseado, principalmente, na prestação de serviços de reciclagem pela cooperativa COOPMAR, no manejo de resíduos sólidos de serviços de saúde e de construção civil, que são executados por empresas terceirizadas, e na disposição final realizada no aterro sanitário consorciado no município de Pilar - AL. No entanto, o município não atualiza as informações sobre a quantidade de resíduos enviados ao aterro sanitário e não possui dados sobre os resíduos de construção civil e saúde. Dessa forma, as atividades de planejamento, regulação, fiscalização e controle social estão sendo realizadas de forma insatisfatória, necessitando de melhor direcionamento para que programas e projetos para os demais resíduos, conforme definidos no Art. 13 da PNRS, possam ser implantados e ampliados. Esses resíduos são de responsabilidade compartilhada com os geradores e fabricantes, mas devem ser regulados e fiscalizados pelo município.

Quanto à logística reversa, o município já possui um programa em desenvolvimento, mas é necessário ampliá-lo para abranger todo o município. Além disso, é importante articular acordos com fabricantes, comerciantes e distribuidores, visando a implementação da logística reversa em âmbito municipal, e incentivar a participação da população por meio de campanhas educativas.

No que se refere aos resíduos da construção civil, sugere-se que a prefeitura instale uma área de recebimento desses resíduos para facilitar a remoção e o reaproveitamento. Além disso, deve-se considerar a possibilidade de beneficiar esses resíduos, de modo que possam ser utilizados nas atividades de construção realizadas pela prefeitura. No que diz respeito à coleta seletiva, é importante buscar a ampliação do número de residências com

coleta porta a porta, aumentar a quantidade de locais de entrega voluntária e promover o aproveitamento dos resíduos orgânicos por meio da compostagem. Nesse sentido, é necessário buscar incentivos por parte do governo federal e sensibilizar a população para a separação correta de seus resíduos, por meio de um programa de educação ambiental.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Governo do Estado de Alagoas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH-AL.

ALMEIDA, I. M. S.; GUEDES, F. L.; EL-DER, S. G.; ARTEIRO, K. A. Resíduos sólidos: gestão e tecnologia. In: ALMEIDA, I. M. S., GUEDES, F. L., EL-DEIR, S. G., MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 11 – 29.

ALMEIDA, L. G.; BORIN, J. F. Plataforma inteligente e sustentável para coleta de resíduos baseada em IoT e LPWAN. In: **Workshop de computação urbana (COURB)**, 5., 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 154-167. DOI: <https://doi.org/10.5753/courb.2021.17111>.

ANJOS, E. O.; BUENO, D.; ANJOS, A. C. P.; PINHEIRO, J. K.; JARDIM, G. N. Estudo de caso dos resíduos sólidos e a percepção dos habitantes urbanos e catadores na cidade de Mundo Novo - Mato Grosso do Sul. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 9(1), p. 1-19, e16218. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16218>

ARAGÃO, W. R.; OLIVEIRA, A. I.; GUEDES, F. L.; SANTOS, J. I. Pilares da indústria 4.0 na gestão de resíduos sólidos: análise por meio de estudo bibliométrico. In: ALMEIDA, I. M. S., GUEDES, F. L., EL-DEIR, S. G., MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 31 – 50.

ARAÚJO, K. K. S.; RIBEIRO, A. K. S. P. **Perspectivas e desafios pra a gestão integrada dos resíduos sólidos do município de Marechal Deodoro – AL**. Revista gestão e sustentabilidade ambiental, 2018. Disponível em <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7300>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

ARRUDA, M. F. A.; TREVIZAN, A. F. C. Governança na gestão de resíduos sólidos no Brasil. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 37 - 54.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020. São Paulo: ABRELPE, 2020.

BARBOSA, E. F. L.; MALUF, C. S. Cidades inteligentes: tecnologia aplicada à coleta seletiva. **Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS / Faculdade de tecnologia de São Carlos**. 2022. Disponível em: < <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/9682> >. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

BRASIL. Lei Federal n. 12.305. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2 ago. 2010.

BRASIL. Lei Federal n. 14.026. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 jul. 2020.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. 2012. Brasília. SINIR - Sistema nacional de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos. **Relatório estadual de gestão de resíduos sólidos em Alagoas**. Disponível em: <http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/316_ext_arquivo.pdf/>. Acesso em: 12 de jan. 2023.

BRUM, L. S. **Resíduos eletroeletrônicos: contributo para uma aplicação no Brasil do princípio da responsabilidade alargada do produto**. 2020. Dissertação de Mestrado (Direto) - Universidade de Lisboa, Lisboa. 2020.

CANDIANI, G; ATTANASIO, M. R. O cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: barreiras para efetivação da política nacional. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 26 - 36.

CARVALHO, E. C. **Levantamento e sistematização de dados para elaboração de um plano de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Marechal Deodoro – AL**. 2016. Dissertação de Mestrado (Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas. 2016.

COOPERATIVA DE RECICLAGEM DE ÓLEO DE COZINHA (COOPERÓLEO). **@cooperoleo**. Disponível em: <<https://instagram.com/cooperoleo?igshid=YmMyMTA2M2Y=>>. Acesso em: 08 jan. 2023.

COOPERATIVA DOS CATADORES DE RECICLÁVEIS DE MARECHAL DEODORO (**COOPMAR**). **@coopmar**. Disponível em: <<https://instagram.com/coopmarmd?igshid=YmMyMTA2M2Y=>>. Acesso em: 08 jan. 2023.

FERREIRA, S. **Com o apoio da Prefeitura, Catadores de Marechal Deodoro recebem mais uma “bicicleta coletora”**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2018A. Disponível em <<https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2019/02/cooperativa-dos-catadores-de-marechal-deodoro-recebe-mais-uma-bicicleta-coletora/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

FERREIRA, S. **Destinação correta: secretaria de meio ambiente já recolheu mais de 3 mil pneus em desuso das borracharias do município**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2018B. Disponível em: <https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2018/07/destinacao-correta-secretaria-de-meio-ambiente-ja-recolheu-mais-de-3-mil-pneus-em-desuso-das-borracharias-do-municipio/>. acesso em: 12 de jan. de 2023.

FERREIRA, S. **Mais sustentabilidade: óleo de cozinha de bares e restaurantes de Marechal Deodoro é utilizado na produção de sabão**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2018C. Disponível em: <<https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2018/08/mais-sustentabilidade-oleo-de-cozinha-de-bares-e-restaurantes-de-marechal-deodoro-e-utilizado-na-producao-de-sabao/>>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

FERREIRA, S. **Prefeitura disponibiliza pontos de descarte de lixo eletrônico em Marechal Deodoro**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2018D. Disponível em: <https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2018/09/prefeitura-disponibiliza-pontos-de-descarte-de-lixo-eletronico-em-marechal-deodoro/>. Acesso em: 14 de jan. de 2023.

FRIEDRICHSEN, J. S. A; FERREIRA, C. S. R; FRIGO, G; GOMES, E. S; SILVA, P. G; PIACQUADIO, N. M; ARAÚJO, E. S; SANTOS, O. O. O uso de amido de milho como proposta para embalagens biodegradáveis. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e282111436449, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36449>

GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. (2016) Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana Alagoana. Maceió: Governo do Estado de Alagoas. 59p. Disponível em: em<<http://www.residuossolidos.al.gov.br/>>. Acesso em 7 jun. de 2023.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **O saneamento em Marechal Deodoro**. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/al/marechal-deodoro>>. Acesso em: 10 de jul. de 2023.

LAYRARGUES, P. P; TORRES, A. B. F. Por uma educação menos seletiva: reciclando conceitos em educação ambiental e resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 1, nº 5, p. 33 - 53, 2022.

LEMONS, T. J; PAULO, L. O; LIMA, D. S; FERREIRA, D. C. Aterro de rejeitos: vantagens da implementação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 246-261. 2021. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v10e12021246-261>

LUSTOSA, E; CAVALCANTE, A. F. B. A; OLIVEIRA, H. M; SILVA, E. Inteligência artificial na educação: aplicações atuais e prospecção do uso no ensino sobre resíduos sólidos. In: ALMEIDA, I. M. S., GUEDES,

F. L., EL-DEIR, S. G., MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 127 – 140.

MARCUCCI, J. C; BORGES, A. C. G. Plásticos: um desafio para a reciclagem. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 322 - 336.

MARCUCCI, J. C; BORGES, A. C. G.. Gestão de resíduos sólidos urbanos: BNDES viabilizador das tecnologias da indústria 4.0. In: ALMEIDA, I. M. S., GUEDES, F. L., EL-DEIR, S. G., MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 68 – 83.

NASCIMENTO, M. C. B; FREIRE, E. P; DANTAS, F. A. S; GIANSAnte, M. B. Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil. **Engenharia Sanitária e ambiental**, 24(1), p. 143–155, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019171125>

NAVEGA, F. A; FERREIRA, L. B; DELATORRE, A. B; AGUIAR, C. J; ALMEIDA, T. F; CAMPOS, M. C. B. P. Gerenciamento de resíduos sólidos: Estudo sobre a proibição do uso de canudos descartáveis. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.7, p. 44092-44108, jul. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n7-143

NEGREIROS, K. V. A; COSTA, R. C. As doenças de veiculação hídrica relacionadas ao saneamento inadequado na cidade de Manaus-AM (2015-2020). In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 156 – 167.

NETO, J. F. O; SILVA, T. T. S. Rotas tecnológicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos; uma revisão pós política nacional de resíduos sólidos. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 55 – 70.

OLIVEIRA, J. L. S; MEDEIROS, T. K. F; LUSTOSA, E. A; SILVA. Aplicação da inteligência artificial na remoção de metais pesados de efluentes. In: ALMEIDA, I. M. S., GUEDES, F. L., EL-DEIR, S. G., MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 155 – 178.

PGRS - Plano Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/316_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 11 de jan. 2023.

PIGIRS - Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/283_ext_arquivo.pdf. Acesso em 15 de jan. de 2023.

PINTO, W. L. H; MORAES, C. S. B; CAPPAROL, D. C. A; OLIVEIRA, J. C; ANSANELLI, S. L. M; DOLPHINE, L. M. Gestão municipal de resíduos sólidos e proposta de indicadores de sustentabilidade. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 70-111 jan./fev.2020. DOI:10.34115/basrv4n1-006

PORTAL G1. **Brasil terá estratégia para tratamento de lixo após 12 anos de espera**. Disponível em <<https://g1.globo.com/politica/noticia/2022/04/14/brasil-tera-estrategia-para-tratamento-de-lixo-apos-12-anos-de-espera.ghml>>. Acesso em 15 de junho de 2022.

PREFEITURA DE MARECHAL DEODORO - AL. **Contrato de Prestação de serviços: Serviços de recebimento e tratamento de resíduos sólidos urbanos**. 2017. Disponível em <https://arq.jpccms.com.br/lai_contratos/df2b51909eb8d8627726ec3784dbe872.pdf>. Acesso em: 15 agosto de 2023.

PREFEITURA DE MARECHAL DEODORO - AL. **Serviços de coleta e destinação final de resíduos**. 2018. Disponível em <https://arq.jpccms.com.br/lai_contratos/73a872c36ca8e804c7bc2fb9e440537b.pdf>. Acesso em: 15 agosto de 2023.

SANTOS, M. C; LIMA, T. P; BORGES, A. C. G. Indústria 4.0 na gestão integrada e gerenciamento de

resíduos sólidos no município de são carlos/SP. In: ALMEIDA, I. M. S., GUEDES, F. L., EL-DEIR, S. G., MENEZES, N. S. (Org.). **Resíduos sólidos: gestão e tecnologia**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 51 – 67.

SEGUNDO, S. S. S; MEDEIROS, M. T. S; CUNHA, C. O; SOBRINHO, M. A. M. Influência do descarte de resíduos e esgoto na qualidade da água do rio maceió (Pitimbu-PB): uma análise preliminar. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 196 - 208.

SILVA, A. C. G; FUDABA, B. T. E; LIMA, B. S; SILVA, E. B; CRUZ, P. O. Importância do monitoramento geotécnico em aterros sanitários. Comparativo entre modelos de piezômetros (Elétrico, Vector e Standpipe). **Repositório Universitário da Ânima - São Judas**. p. 1-30, 2022. Disponível em: < <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/30400> >. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

SILVA, R. S. O; GUEDES, F. L; SILVA, R. C. S; GUSMÃO, A. C. S. Evolução da legislação ambiental brasileira a respeito da compostagem. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: boas práticas e impactos socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 13 - 24.

SILVESTREIM, E. G; RIVAS, A. A. F; VIEIRA, M. R. S; SANTANA, G. P. A reciclagem dos resíduos plásticos de Manaus (AM): o caso das entidades dos catadores. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e45111225902, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25902>

SOUTO, A. C. **Dia do meio ambiente: Prefeito Cacao lança campanha de coleta seletiva**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2019A. Disponível em: <https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2019/06/dia-do-meio-ambiente-prefeito-cacao-lanca-campanha-de-coleta-seletiva/>. Acesso em: 14 de jan. de 2023.

SOUTO, A. C. **Marechal Deodoro se torna a segunda cidade alagoana a aderir coleta de lâmpadas para descarte correto**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2019B. Disponível em: <https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2019/08/marechal-deodoro-se-torna-segunda-cidade-alagoana-aderir-coleta-de-lampadas-para-descarte-correto/>. Acesso em: 15 de jan. de 2023.

SOUTO, A. C. **Prefeitura inicia trabalho de reaproveitamento de materiais de poda de árvore para adubação**. Prefeitura de Marechal Deodoro, 2018. Disponível em: <https://www.marechaldeodoro.al.gov.br/2018/05/prefeitura-inicia-trabalho-de-reaproveitamento-de-materiais-de-poda-de-arvore-para-adubacao/>. Acesso em: 12 de jan. de 2023.

VEIGA, A. P. B; MARTINS, G. Avaliação e participação dos usuários da coleta 36 seletiva de materiais recicláveis. In: RODRIGUES, B. R. M., EL-DEIR, S. G., GUEDES, F. L., SILVA, T. S. (Org.). **Resíduos sólidos: Boas práticas e impactos Socioambientais**. 1ed. Recife, EDUFRPE e Gampe/UFRPE Recife, 2023, v. 1, p. 85 - 99.

3.10 VERIFICAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO PELO DESCARTE INADEQUADO DAS EMBALAGENS AGROTÓXICO PELA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Suely Torquato Ribeiro

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

ribeiro.suely43@aluno.ifce.edu.br

Adeildo Cabral da Silva

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

cabral@ifce.edu.br

Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

najila@ifce.edu.br

RESUMO

O uso de agrotóxicos vem se tornando cada vez mais frequente inclusive na agricultura familiar, o que faz crescer a necessidade de pesquisas e levantamento de dados para tomada de decisão, refletindo na geração de resíduos, embalagens de agrotóxico. A impraticabilidade do descarte adequado promove riscos associados à contaminação ambiental e de saúde das pessoas direta ou indiretamente. O estudo teve por finalidade identificar o uso e o descarte das embalagens de agrotóxico, no entorno do Perímetro Irrigado Ayres de Souza no município de Sobral – Ceará, bem como sua exposição ocasionada, conforme fundamentos legais do Brasil. As informações foram coletadas através de um questionário aplicado aos agricultores da agricultura familiar. Trata-se de uma pesquisa exploratória, abordagem quantitativa e qualitativa. Apesar da consciência da obrigatoriedade em efetuar a devolução das embalagens de agrotóxicos, identificou-se que 65% dos agricultores destinam suas embalagens de agrotóxico inadequadamente. A utilização de agrotóxico na agricultura familiar é uma realidade, necessita de um acompanhamento. Conclui-se que para minimizar os problemas causados pelo uso constante de agrotóxicos, são necessários treinamentos e sensibilização dos produtores, uma vez que este recurso é o principal meio adotado para evitar problemas toxicológicos tanto para o homem quanto para o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura Familiar, Embalagens Agrotóxicos, Resíduos Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

Faz algumas décadas que a problemática ambiental deixou de ser discutida no âmbito acadêmico e passou a ser considerada um problema socioambiental, devido à constatação de que parte dos problemas ambientais enfrentados hoje são provenientes da produção de bens que antes desconsiderava estas questões, na sociedade. Se nas cidades grandes parte da poluição/degradação ocorre devido aos processos industriais, no campo parte se dá pela utilização de agrotóxicos.

Os produtores rurais buscam através das tecnologias existentes, melhorar a produtividade e uma das formas utilizadas para este aumento na produção se dá através do uso dos agrotóxicos. Este alto consumo de agrotóxicos para o aumento da produção agrícola, faz com que sejam geradas significativas quantidades de embalagens vazias de agrotóxicos. Estas embalagens são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde do homem, e podem afetar a qualidade de vida de uma população (DA FONSECA; ALCÂNTARA; BARBOSA; DE CAMPOS, 2019).

O ambiente rural é caracterizado principalmente pela atividade agropecuária, o que diferencia os resíduos gerados no meio urbano e rural. Além do resíduo gerado dentro das casas, a produção agrícola gera recicláveis, orgânicos e resíduos perigosos como as embalagens de agrotóxicos e fertilizantes, esterco de animais, insumos veterinários, entre outros, dependendo das atividades realizadas (CHAGAS; PEREIRA; NÓBREGA 2022)

Busato (2019) relata que, o uso de agrotóxico na agricultura familiar começou a se difundir principalmente nos últimos trinta anos. O Brasil, está entre os maiores consumidores de agrotóxicos no mundo ultrapassando, a partir de 2008, os Estados Unidos, assumindo o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos. Os impactos do uso extensivo e indiscriminado de produtos químicos para as atuais e futuras gerações são incalculáveis, assim como é difícil dimensionar os danos ambientais e sociais associados. O modelo de cultivo que faz uso intensivo de agrotóxicos gera malefícios, como poluição ambiental e intoxicação de trabalhadores rurais e da população em geral (CORCINO et al., 2019; GARCIA; DE LARA, 2020).

O uso de agrotóxicos envolve riscos para saúde humana e meio ambiente com implicação para as populações de trabalhadores rurais devido ao contato direto e tempo de exposição desses trabalhadores em empresas do agronegócio, na agricultura familiar e camponesa, inclusive com potencial contaminante de alcance no entorno dos empreendimentos agrícolas ou industriais, onde comumente vivem familiares de trabalhadores (SOUZA; LIMA, 2022).

Devido ao impacto que os agrotóxicos geram ao meio ambiente e o risco para a saúde humana, todas as etapas de produção, liberação de registro, fabricação, transporte, armazenamento, comercialização e sua utilização, bem como a devolução e disposição final das embalagens, são processos que obrigatoriamente são regulamentados por lei (GARCIA; DE LAURA, 2020). Essa regulamentação é normatizada pela Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989, que auxilia na tomada de decisão desde a pesquisa até a disposição final de embalagens de agrotóxicos, destacando a importância da elaboração principalmente dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos, seguindo as diretrizes do Plano Nacional (BRASIL, 1989).

Muitos destes compostos são considerados cancerígenos e, ao longo dos anos, podem causar danos à saúde da população e a contaminação do ambiente, uma vez que parte destas substâncias são consideradas persistentes, permanecendo ativas por muito tempo no local e sendo levadas pelo vento e pela água, contaminando outras regiões (SISINNO; OLIVEIRA, 2021). Surge então outro problema de cunho ambiental, a gestão dos resíduos gerados pelo uso dessas substâncias, o descarte das embalagens, que se não levadas à correta disposição final causam danos ao ambiente e a saúde humana através da contaminação do solo, água, alimentos, entre outros.

As obrigações municipais na gestão de resíduos sólidos, além da elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, precisam unir esforços para o encerramento e remediação de lixões e aterros controlados, implantar coleta seletiva com inclusão social, fazer compostagem, dispor apenas os rejeitos em aterros sanitários e articular a logística reversa por meio de acordos setoriais. Importante salientar que já existem diversos desses acordos principalmente em relação a logística reversa de embalagens de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, produtos eletroeletrônicos, produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro (ARRUDA; TREVISAN, 2023).

Souza, Menezes e Silva (2022) afirmam que a existência de capacitação para as pessoas que lidam diretamente com esses resíduos é primordial para a sua correta gestão. Para eles, treinamentos e esforços de conscientização geram mais segurança e eficiência no processo, assim como pesquisas têm um papel importante para a criação de protocolos e recomendações. Apesar de diferenças em relação ao nível de contaminação dos recipientes, essa mesma metodologia pode ser replicada para as embalagens em geral.

O uso de agrotóxicos tem se tornado cada vez mais frequente entre agricultores familiares, o que faz crescer a necessidade de pesquisas para levantamento de informações para tomada de decisão. O presente estudo tem por finalidade identificar o uso de agrotóxico e o descarte de embalagens vazias de agrotóxicos, no entorno do Perímetro Irrigado Ayres de Souza no município de Sobral – Ceará, bem como a exposição ao uso e descarte das embalagens de agrotóxico, de acordo com os fundamentos legais vigentes no país.

2. METODOLOGIA

A área em estudo tem uma economia voltada para a agricultura familiar, com suas produções agrícolas em torno do principal manancial hídrico da localidade de captação de água para abastecimento humano para todo o Município de Sobral – Ceará, o Açude Ayres de Sousa. O estudo foi voltado para as culturas exclusivamente ligadas à agricultura familiar. Através de levantamento bibliográfico realizado, não se constatou a existência de estudos direcionada a temática proposta, na referida área em estudo. Neste sentido considerou-se a importância de buscar informações referentes ao processo do uso e descarte das embalagens de agrotóxico nessas plantações e para compreender de que forma ocorre a destinação final dessas embalagens de agrotóxicos no Perímetro Irrigado Ayres de Sousa.

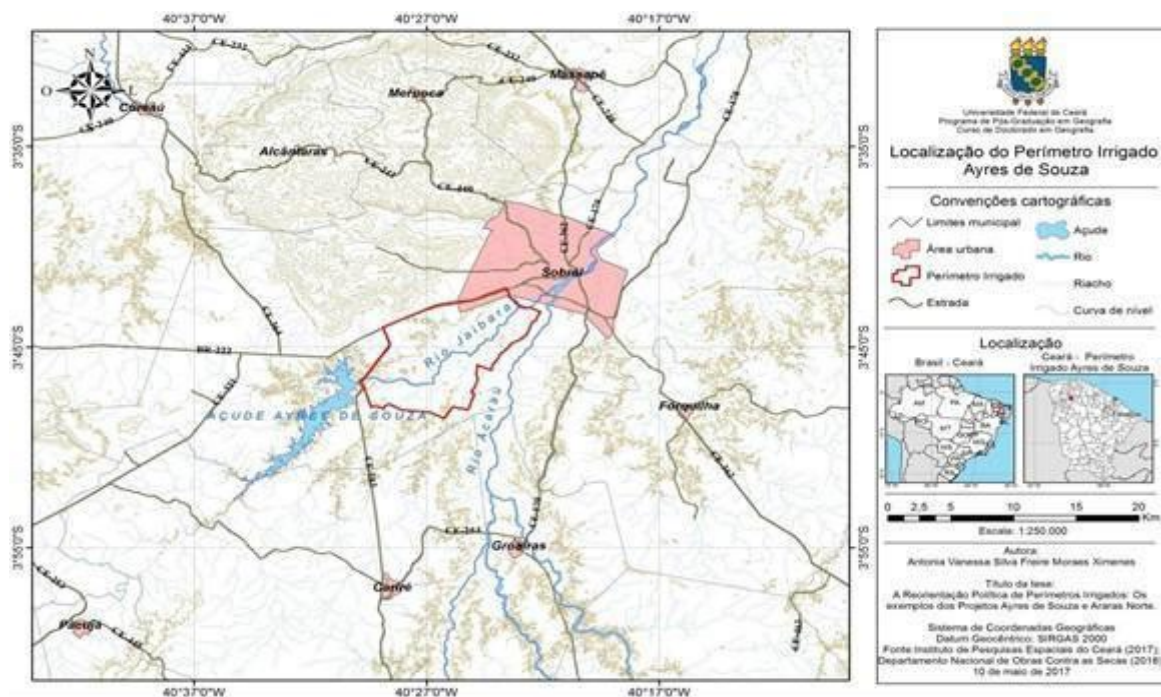
O Perímetro Irrigado Ayres de Souza (PIAS) está localizado em Jaibaras, um distrito do município de Sobral, Ceará, Brasil (Figura 1). Sobral tem população estimada de 212.437 habitantes (IBGE, 2021). Jaibaras, com 6.258 habitantes, está situado na margem

esquerda do Rio Jaibaras, que é um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Acaraú. Apesar de seu nome oficial, o reservatório é popularmente conhecido como Açude Jaibaras, foi construído no período correspondente aos anos de 1930 a 1933, suas coordenadas geográficas são: 3°45 S e 40°27 W. A implantação do perímetro irrigado foi iniciada no ano de 1974 e a sua conclusão ocorreu em 1978. Possui uma área de 615 ha irrigada por superfície, associada a 7.980 ha de áreas de sequeiro (CARNEIRO NETO et al., 2008).

Atualmente, a demanda do reservatório é estratégica para o município de Sobral, Aprazível e distrito de Jaibaras. Sendo o seu atendimento via montante para o abastecimento humano do distrito de Jaibaras, Aprazível e localidades de Sobral. Enquanto, que a jusante o açude pereniza um trecho de 20 Km até a chegada da barragem de acúmulo do Sumaré, onde a água bruta é captada pela concessionária de água municipal, tratada e distribuída para a cidade de Sobral. Deste, o rio Jaibaras segue mais um trecho médio de 2 Km até a chegada na confluência do rio Acaraú (TAVARES, 2011).

Trata-se de uma pesquisa exploratória de campo, com abordagem quantitativa e qualitativa, tendo como base o delineamento das questões e problemas específicos pela aplicação e destino inadequado das embalagens de agrotóxico. Para a realização deste estudo foram realizadas visitas às propriedades distribuídas em torno do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa no distrito de Jaibaras, na zona rural do Município de Sobral – CE.

Figura 1 - Mapa de localização do Perímetro Irrigado Ayres de Souza



Fonte: Ximenes (2017)

A coleta das informações ocorreu no período entre junho e julho de 2022. Foram entrevistadas 19 (dezenove) agricultores da agricultura familiar local, cujo questionário, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federla do Ceará (IFCE) (processo 5.445.011/2021), abordava questões como: identificação do agricultor, quais culturas cultivadas, quais agrotóxicos utilizados no controle de pragas e doenças, forma de

descarte das embalagens e a prática de uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

No momento da aplicação da entrevista, os agricultores receberam orientações sobre o questionário a ser respondido e sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, instrumentos que deveriam ser preenchidos e devolvidos pelos que concordassem em participar do estudo. Os dados oriundos do instrumento de pesquisa foram apresentados de forma descritiva e agrupados pela frequência e percentual. Após o preenchimento dos questionários, os dados foram tabulados e classificados de acordo com a classe toxicológica e o potencial de periculosidade ao meio ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os entrevistados são associados da Associação dos Usuários do Distrito do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa – AUDIPAS, considerados produtores da agricultura familiar e responsáveis pela produção de diferentes gêneros alimentícios, que atendem às necessidades dos consumidores e da própria família. Dezenove (19) agricultores fizeram parte deste estudo, todos são agricultores de subsistência, com baixa produção e proprietários dos estabelecimentos rurais, cujas áreas de terra variam entre 1 e 5 hectares, com produção de alimentos para o autoconsumo e comercialização através de programas federais, tais como o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA.

Marino, Franzoni e Gomes (2022) fala que, a agricultura familiar tem um papel muito importante no desenvolvimento socioeconômico do meio rural, como importância traz o desenvolvimento econômico, a manutenção da população entre o espaço no campo, a diversificação da economia local, a preservação do patrimônio sociocultural, a promoção da segurança alimentar, a contribuição para a melhoria de vida e redução da pobreza das famílias produtoras e também contribuição para criar estratégias de produção sustentáveis.

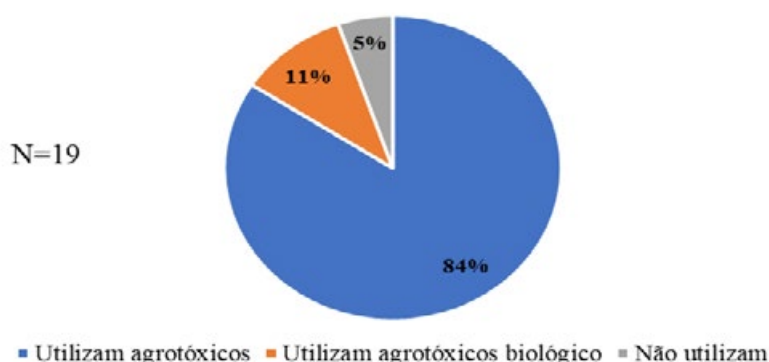
Os alimentos produzidos nas culturas da agricultura familiar participantes deste estudo são culturas de lavoura temporária, com predominância de milho (78,9%), feijão (73,6%), frutas, verduras e legumes. As culturas do PIAS estão de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) que, afirma que a agricultura no estado do Ceará é predominantemente de lavoura temporária, aquela de cultura de curta duração que precisa de replantio após a colheita, ressalta ainda que as principais culturas de lavouras temporárias no Ceará são de feijão, milho, mandioca e algodão herbáceo em caroço (IBGE, 2015).

Essas culturas de curta duração são cultivadas, na sua maioria, na quadra invernos, visto que, relatam que não possuem acesso a água durante todo o ano, necessitando portanto, do período chuvoso para suas produções. Em entrevista aplicada, constatou-se que mais de 80% dos agricultores ressaltam que realizam seu plantio na quadra invernos, necessitando de toda uma preparação de suas terras anualmente para uma nova safra.

Os agricultores entrevistados relatam prejuízo em seus cultivos pelo surgimento de pragas agrícolas, causadores de danos às plantações. As mais citadas pelos entrevistados foram o pulgão, a lagarta, a mosca branca e a larva, ressaltando assim a necessidade de adoção de métodos de controle. O método adotado pela maioria dos agricultores é o uso de defensivos agrícolas (agrotóxicos).

Com relação ao uso de defensivos agrícolas em suas culturas, todos os produtores rurais participantes da entrevista relataram ter a consciência que trabalhar com agrotóxicos é perigoso e que pode causar malefício para a saúde, porém, apesar dessa consciência, esta prática é adotada, onde 84,21% (16) dos agricultores relatam fazer uso de fertilizantes agrícolas, 10,53% (02) fazem uso de defensivos biológicos e 5,26% (01) não utiliza defensivo (Figura 2).

Figura 2 - Percentual de agricultores do Perímetro Irrigado Ayres de Souza que faz uso de agrotóxico, 2022



Fonte: Autores (2022)

Os agricultores realizam a prática da agricultura por mais de 20 anos e que é passada de pai para filho perdurando de geração em geração. Identificou-se que, na sua maioria, os agricultores apresentam baixo grau de escolaridade, sendo portanto considerado um dos indicadores relacionados à falta de compreensão da gravidade que a exposição ao agrotóxico poderá causar à saúde e ao meio ambiente.

Estudo realizado por Craveiro (2019) que, abordou sobre o uso de agrotóxicos por agricultores familiares do campo agrícola, na localidade de fomento em Codó, Maranhão, apontou que, todos os sócios entrevistados, aplicam agrotóxicos na lavoura, e conhecem os riscos de contaminação e, em algum momento se intoxicaram com o uso dos agrotóxicos.

Em Altaneira - CE, Araújo, Almeida e Arraes (2017), apresenta resultados semelhante a realidade encontrada com a dos agricultores do PIAS, detectaram que 90% dos agricultores entrevistados fazem uso de agrotóxicos e que o tipo de agrotóxicos mais utilizados são os inseticidas (Glifosato, Torden e Sanson).

Quando abordado sobre a segurança dos agricultores relacionados ao uso de EPI, constatou-se que os agricultores se consideram protegidos por usarem peças de uso comum em suas rotinas de trabalho (bonés, blusas de manga, sapato fechado e panos amarrados no nariz e boca) e não equipamentos adequados para sua proteção, eles tentam se proteger com o que tem disponível. A prática do uso de EPI é seguida “parcialmente” pelos trabalhadores, onde os mesmos relatam que a indevida utilização dos equipamentos de proteção individual ocorre pelo fato dos mesmos não terem recursos suficientes para investir nos equipamentos apropriados.

Estudos realizado por Franke e De Bona Libardoni (2022) e Andrade et al. (2020) apresentam dados bem semelhantes. No primeiro estudo realizado no município de São Pedro do Butiá, com 55 trabalhadores, foi observado que 27,3% (n = 15) dos participantes não utilizam nenhum EPI para o manuseio de agrotóxicos e, o percentual total de pessoas que utilizavam ao menos um tipo de EPI foi de 72,7% (n = 40). No

segundo estudo realizado na região de Itaguaru (GO), através de questionários relacionado ao conhecimento deles acerca da utilização dos agrotóxicos e uso de EPI, constatou-se que 62% dos entrevistados garantem o uso de EPI, aos entrevistados que afirmaram não usar nenhum EPI, afirmam que não faziam uso de tais equipamentos devido ao desconforto que causam e pelo cansaço do dia a dia no trabalho rural.

A exposição aos riscos envolvidos com a manipulação dos resíduos ocorre, na maioria das vezes, em virtude da desinformação, uso incorreto EPI e o não uso também (BEZERRA, 2023). A técnica de aplicação dos defensivos agrícolas requer uma atenção e cuidado especial, necessitando de equipamentos que propiciem a segurança do trabalhador, no entanto, embora identificada a ausência do uso de EPI o equipamento de utilizado, para aplicação dos defensivos, em 100% dos agricultores entrevistados é a bomba costal. Essa técnica expõe de forma direta o agricultor pelo contato do equipamento com o corpo e pelo tempo durante o qual o produtor fica exposto ao agrotóxico, especialmente considerando a frequência de aplicação, que é relatada pelos entrevistados que não existe um controle de frequência, os defensivos são aplicados conforme a necessidade e surgimento de pragas nas plantações.

Estudo realizado por Viana (2022) nas cidades de Arari e Vitória do Mearim - MA, os pequenos produtores aplicam os defensivos por meio de bombas manuais costais, geralmente, sem utilização de EPI. Compram o popular “mata-tudo” (Roundup + outros) nas agropecuárias locais e, sem receituário agrônomo ou acompanhamento, aplicam quantidades muito maiores do que o aceitável. No tocante à minimização dos efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde e a perspectiva da segurança alimentar, os agricultores deveriam respeitar o período de carência referente à aplicação de agrotóxicos, compreendido como o número de dias entre a última aplicação e a colheita, porém 100% dos agricultores entrevistados não realizam esse controle. A falta de assistência técnica aliada ao baixo grau de instrução dificulta o acesso dos produtores aos princípios e tecnologias inerentes ao Manejo Integrado de Pragas.

O monitoramento de pragas não faz parte da estratégia de manejo fitossanitário dos agricultores, os quais desconhecem ferramentas que auxiliam no acompanhamento do avanço do tamanho das populações de praga nas lavouras. Busato (2019) diz que este período é estabelecido de acordo com as informações do fabricante disponíveis nos rótulos das embalagens de cada produto, recomendado e certificado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. A falta de controle e o uso indiscriminado de produtos agrotóxicos usados nas lavouras, tanto os inseticidas quanto os herbicidas têm sido responsáveis por fortes degradações ambientais e motivos de preocupação na agricultura, de modo geral, devido aos altos risco que os mesmos podem causar para o meio ambiente e para a saúde dos envolvidos em sua aplicação.

No Brasil a classificação toxicológica dos agrotóxicos é realizada pelo Ministério da saúde, sendo essa classificação baseada na dose letal 50 (DL-50). A DL 50 se trata de um indicador de efeito a morte e não de saúde e mede a toxicidade aguda, tendo sua interpretação como: quanto maior for a dose letal, menor será a toxicidade, o que não exclui o risco de efeitos agudos e crônicos à saúde (DO NASCIMENTO, 2021). Segundo os agricultores entrevistados, são vários os tipos de agrotóxicos que são aplicados nas suas culturas, como inseticidas para o combate de pragas e herbicidas no combate de plantas que prejudicam as culturas. Conforme resultados desta pesquisa de campo, os principais agrotóxicos utilizados pela agricultura familiar na zona rural do município de Sobral-Ce

para os cultivos são: malathion, monocrotofós, glifosato, 2,4-D, Alfacipermetrina, metomil7 e barrage, (Quadro 1).

Quadro 1 - Agrotóxicos usados no Perímetro Irrigado Ayres de Souza, Sobral/Ceará/Brasil, em 2022, e suas características

Agroquímico	Tipo	Nível Toxicidade	Relação Com Câncer
Malathion	Inseticida	III- Medianament tóxico	Grupo 2A - Provavelmente cancerígeno para humanos
Monocrotofós	Inseticida	I- Extremamente tóxico	Pode provocar danos irreversível como paralisia e câncer
Glifosato	Herbicida	IV- Pouco tóxico	Grupo 2A - Provavelmente cancerígeno para humanos
2,4-D	Herbicida	I- Altamente perigoso	Grupo 2B- Possivelmente cancerígeno para humanos
Alfacipermetrina	Inseticida	IV- Pouco tóxico	-
Metomil	Inseticida	III – Medianamente tóxico	Ausência de carcinogenicidade para humanos
Barrage	Inseticida	Baixa	-

Fonte: Autores (2022)

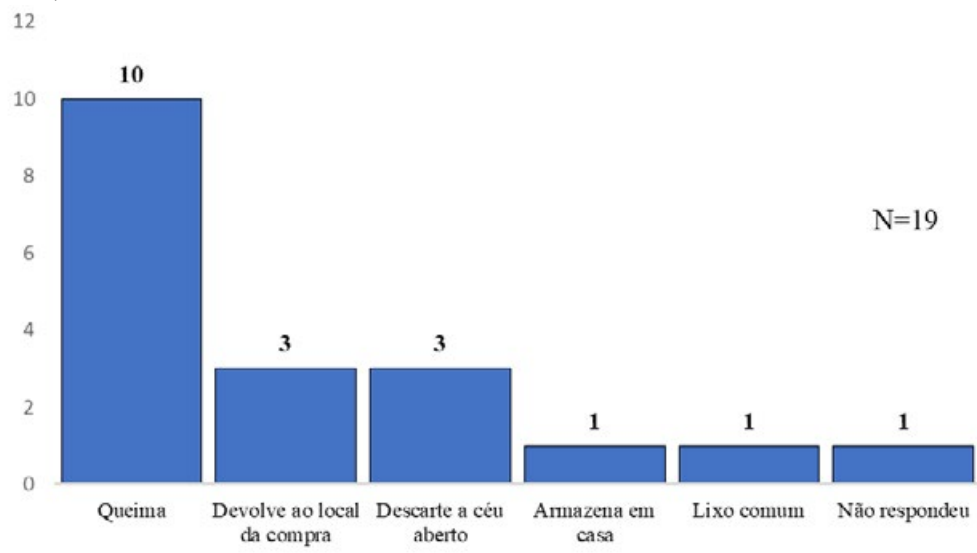
Os resultados apontam que os agricultores do PIAS fazem uso de agroquímicos que apresentam níveis de toxicidade elevados e com direta relação com possíveis danos à saúde humana, podendo provocar danos irreversíveis. Van Bruggen (2018) relata que o glifosato é um herbicida bastante utilizado na eliminação de ervas daninhas, causando problemas com o uso do mesmo, fazendo que surjam ervas resistentes relacionado aos efeitos herbicidas desse composto, levando os agricultores a usarem doses mais elevadas e com mais frequência, causando efeitos colaterais.

No Ceará um estudo realizado por De Sousa et al. (2019), na região do Baixo Jaguaribe, avalia o nível de contaminação do glifosato na atmosfera e associa ao total de particulados em suspensão nas zonas urbana e rural do município de Limoeiro do Norte, o referido estudo evidencia a contaminação do ar, tanto em zonas rurais quanto urbanas, por um herbicida provavelmente cancerígeno para o homem, entre outros efeitos crônicos graves, ressalta ainda que embora os impactos atmosféricos dos pesticidas sejam mais prováveis de estar próximos às áreas de aplicação, os níveis de herbicidas encontrados nas zonas urbanas e rurais foram dezenas de milhares de vezes maiores do que os relatados na literatura em outros países, o que certamente pode ser considerado ponto de vista da saúde ambiental. Silva, Cabral e Cabral (2019) relatam que os resultados do monitoramento realizado pela Superintendência do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE), desde 1995, mostraram que o estado do Ceará consome grande quantidade de agrotóxicos. Entre os agrotóxicos utilizados estão Abamex, Agritoate, Azodrim, Barrage, Cerconil PM, Fastac, Folisuper 600 BR, Gramoxone 200, Glyphosate, Lannate BR, Marshal 200 e outros.

O uso de agrotóxicos nas culturas reflete a problemática da destinação das embalagens vazias. A logística reversa de embalagens de agrotóxicos já está contemplada na Lei Federal n.º 9.974/2000, regulamentada pelo Decreto nº 4.074/2002, que atribui ao fabricante a responsabilidade pela destinação final da embalagem do produto pós-consumo e o compartilhamento de responsabilidades desse processo entre revendedores e usuários. (BRASIL, 2000). Foi realizado questionamento a respeito do destino dado às embalagens dos produtos de agrotóxicos após seu uso, somente 15% (3) dos entrevistados do PIAS realizam a devolução das embalagens vazias de agrotóxico para os estabelecimentos comerciais onde foram adquiridas, os outros 84% (16) realizam a destinação final através

da queima, do descarte a céu aberto, armazenam em casa e descartam no lixo comum (Figura 3).

Figura 3 - Destinação das embalagens vazias de agrotóxicos no Perímetro Irrigado Ayres de Souza, Sobral, Ceará, Brasil, em 2022



Fonte: Autores (2022)

Os mesmos sinalizam que não conhecem a existência de um centro de recolhimento nas proximidades e que a ausência de um ponto de recolhimento dificulta essa logística reversa, tornando o procedimento para aplicação da lei inviável pela dificuldade do envio das mesmas, constatando que, na sua grande maioria, são destinadas de forma inadequada.

A legislação federal brasileira obriga os agricultores a lavarem três vezes cada embalagem vazia para depois encaminhar para um local de coleta apropriado. Outro fator negativo relacionado ao descarte das embalagens foi a baixa frequência de realização do procedimento de tríplice lavagem, onde nenhum dos agricultores entrevistados não procedem corretamente e de maneira constante essa prática, os mesmos relatam que fazem uma lavagem com o objetivo de não deixar residual do produto na embalagem e conseguirem utilizar todo o produto.

No Estado do Ceará, existem três locais apropriados de coleta, nos municípios de Quixeré, Ubajara e Abaiara. Para o território de estudo o ponto de coleta mais próximo para destinação das embalagens vazias de agrotóxico é o ponto de coleta de Ubajara, fica a aproximadamente 81 km de distância. Segundo os agricultores entrevistados, é muito comum encontrar embalagens de produtos agrotóxicos nos locais de plantações. Isso se configura como um problema de graves consequências, pois as embalagens e os resíduos nela contidos ficam anos nessa condição, contaminando os solos, o ar e a água.

Sobre o descarte das embalagens de agrotóxicos, os resultados desta investigação indicam que ocorre armazenamento temporário nas residências, onde 60% dos entrevistados relatam essa prática. O armazenamento nas residências é temporário, indicando que a qualquer momento será realizada uma destinação final, na sua maioria destinada de alguma forma ao meio ambiente, e descartadas aleatoriamente (enterram, queimam e jogam), ocasionarem os mesmos problemas de contaminação ambiental e riscos à saúde humana.

Com relação ainda ao armazenamento das embalagens nas residências, constatou-se uma prática rotineira, onde os agricultores relatam ser seguro, pois os mesmos colocam em sacos plásticos para maior proteção, ressaltando ter menor risco por estarem isoladas do meio ambiente em que vivem. Entretanto não existe uma compreensão, por parte dos agricultores, que esse procedimento é tão arriscado quanto os demais. O fato dessas embalagens estarem guardadas em sacos plásticos não garante segurança, pois ficam expostas aos seus familiares, com o mesmo grau de risco propício pelas características do composto. Um dos procedimentos sinalizados, pelos agricultores, relacionado à destinação final das embalagens de agrotóxico foi a queima, os mesmos não consideram um procedimento inadequado, onde relatam que realizam para não deixar as mesmas dispostas ao meio ambiente para decomposição, os mesmos não compreendem que a queima não resolve o problema, representando um fator demasiadamente perigoso, tanto ao meio ambiente (solo, ar e água) quanto à saúde humana através da inalação da fumaça oriunda da combustão das embalagens, tornando um outro fator agravante para surgimentos de problemas de saúde. Logo, a deposição e a queima dessas embalagens são crimes que favorecem graves riscos de doenças e de contaminação do solo e de rios.

Um estudo realizado na Região do Cariri para analisar a destinação dada às embalagens descartáveis de agrotóxicos pelos trabalhadores agrícolas da Região, Quental, De Figueiredo Belém e De Oliveira (2020) relatam que os agricultores estudados descumprem a legislação sobre o descarte correto de embalagens e desconhecem os pontos de coleta. Albuquerque, Batista, Arruda e Santos (2022), traz um levantamento bibliográfico realizado de forma análoga, onde relata que, a educação ambiental é uma ferramenta que interfere diretamente na quebra de paradigmas e na conscientização ambiental aos gestores da produção que nem sempre detêm alguns desses conhecimentos, saberes e alternativas técnicas. A educação ambiental agrega melhorias em termos de sustentabilidade e auxiliam na formação de pessoas com visão mais aberta para mudanças e inovação, favorecendo a incorporação de mudanças. Nesse contexto, a Educação Ambiental vem como um dos pilares principais dessa entidade, reconhecendo a importância da sensibilização e conscientização dos atores sociais envolvidos no processo para que mudem de atitude em prol de um meio ambiente equilibrado (MARQUES; EL-DEIR, 2020).

Em consonância com pesquisas que afirmam haver inconsistência no gerenciamento das embalagens de agrotóxicos, Duarte (2022) realizou uma pesquisa de investigação para avaliar a aplicação das técnicas da logística reversa, no Distrito de Itapuca, município de Anta Gorda, RS, foi realizado uma estimativa do trajeto das embalagens de agrotóxicos, o planejamento e controle do fluxo da logística reversa desse tipo de produto, haja vista que, na mencionada localidade ocorrem o cultivo de diferentes plantações onde é comum o uso de defensivos agrícolas. Constatou-se que, nenhum proprietário local declarou que descartam as embalagens diretamente no meio ambiente, porém segundo declaração dos próprios agricultores, é muito comum enxergar embalagens dos agroquímicos nos locais de cultivos e até em córregos e rios. Esse contexto se configura como uma situação de atenção e de graves consequências, pois essas embalagens e os resíduos contidos ficam um longo tempo contaminando os solos, o ar e a água.

Estudo realizado por Santiago, Lima, Secundino e Silva (2020) em uma usina em Sirinhaém-PE, fala do grande avanço para a gestão de resíduos das embalagens de agrotóxicos trazido por um sistema chamado Campo Limpo, apesar do avanço o mesmo

ressalta que se faz necessário criar um sistema padronizado para a confecção de embalagens visando a universalização das mesmas. Ressalta ainda que é necessário maior rigor na fiscalização e na produção dos agrotóxicos, para o desenvolvimento de programas de conscientização, de incentivo do manejo correto das embalagens e da importância de se utilizar os produtos vinculados a programas de logística reversa.

Marques, Pereira e Guimarães (2021) apresnetam como resultados de seu estudo sobre sustentabilidade e logística reversa que, a logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos apresenta conformidade com os parâmetros do tripé da sustentabilidade analisados, a saber: legalidade, economia e meio ambiente. Observa-se que há, por essa cadeia, um esforço integrado (esforço esse também visto nos dados de retorno que se consegue), não somente do viés legal da norma, mas também ambiental e econômico, tendo em vista uma melhor imagem por parte da sociedade e ganho de custos logísticos e operacionais.

4. CONCLUSÕES

Com o presente estudo, é possível inferir a importância do tema debatido para a região em estudo, Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, uma vez que a utilização de agrotóxicos ocorre na produção da agricultura familiar da localidade inexistindo, conforme relato dos agricultores, acompanhamento e controle dos resíduos gerados por esse uso, as embalagens.

A realidade do PIAS não está diferente de outras localidades no Brasil, considerando o cenário de uso intensivo de agrotóxicos nas lavouras, desconhecimento de procedimentos corretos de descarte de embalagens, dentre outros. Para minimizar os problemas causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, são necessários treinamentos e sensibilização dos produtores, com intuito de aumentar a adesão ao uso dos equipamentos de proteção individual, uma vez que este recurso é o principal meio adotado para evitar problemas toxicológicos.

Os agrotóxicos identificados nesta investigação são potencialmente causadores de mutação e câncer, o que compromete possivelmente a salubridade da região estudada. Apesar de não se poder afirmar sobre a efetiva contaminação de água, solo e ar, uma vez que não foi este objeto desta investigação, pode-se inferir que há significativa probabilidade de sua ocorrência. A legislação nacional possui dispositivos explícitos que possibilitam a conservação e a preservação da saúde e do meio ambiente, mas os agricultores do PIAS ignoram tais dispositivos por não colocarem em prática o que nela está previsto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. G.; BATISTA, F. F.; ARRUDA, V. C. M.; SANTOS, A. F. M. S. (ed.). Resíduos Sólidos: Gestão e Gerenciamento. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2022. E-Book. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023

ANDRADE, A. P. R.; FERREIRA, R. B.; DA SILVA CIRINO, K. F.; DOS SANTOS, W. S. **Percepção dos produtores rurais sobre o uso de agrotóxicos na cultura de banana-maçã de Itaguaru (GO) e região.** Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 15, n. 3, p. 258-273, 2020.

ARAÚJO, C. R. S.; ALMEIDA, J. G.; ARRAES, A. C. T. A utilização de agrotóxicos na agricultura familiar da comunidade do Tabuleiro do Baé em Altaneira-CE. SINGAS - VIII Simpósio Internacional de

Geografia Agrária e IX Simpósio Nacional de Geografia Agrária GT 13 – Agrotóxicos, transgênicos e outras tecnologias no campo: usos e abusos ISSN: 1980-4555, 2017. Disponível em: https://singa2017.files.wordpress.com/2017/12/gt13_1506884153_arquivo_trabalhocompletoparaosinga.pdf. Acesso em: 07 mai. 2022.

ARRUDA, M. F. A.; TREVIZAN, A. F. C. (ed). **Resíduos Sólidos: boas práticas e impacto socioambientais**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2023. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

BEZERRA, A. M. S. (ed). **Resíduos Sólidos: Desafios do manejo**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2023. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

BORGES, A. C. G.; MARCUCCI, J. C. (ed.). **Resíduos Sólidos: Gestão e Gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2022. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. **Lei 7.802/89, de 11 de julho de 1989**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 11 jul. 1989. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm. Acesso em: 02 març. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000**. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm. Acesso em: 03 març. 2022.

BUSATO, M. A.; AREZI, B. A.; SOUZA, M. A.; TEO, C.R. P. A.; LUTINSKI, J. A.; FERRAZ, L. Assunta et al. **Uso e manuseio de agrotóxicos na produção de alimentos da agricultura familiar e sua relação com a saúde e o meio ambiente**. HOLOS, v. 1, p. 1-9, 2019.

CARNEIRO NETO, J. A.; ANDRADE, E. M. D.; ROSA, M. D. F.; MOTA, F. S. B.; LOPES, J. F. B. Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1272-1279, 2008.

CHAGAS, A. M. S.; PEREIRA, L. B. C.; NÓBREGA, M. M. (ed.). **Resíduos Sólidos: Gestão e Gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2022. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

CORCINO, C. O.; TELES, R. B. D. A.; ALMEIDA, J. R. G. D. S.; LIRANI, L. D. S.; ARAÚJO, C. R. M.; GONSALVES, A. D. A.; MAIA, G. L. D. A. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 3117-3128, 2019.

CRAVEIRO, S. A.; SOBRINHO, O. P. L.; SANTOS, F. I. O.; DOS SANTOS OLIVEIRA, L.; PEREIRA, Á. I. S. **Diagnóstico situacional sobre o uso de agrotóxicos por agricultores familiares do campo agrícola Fomento em Codó, Maranhão**, Brasil. Revista Saúde e Meio Ambiente, v. 9, n. 3, p. 1-14, 2019.

DA FONSECA, J. E.; ALCÂNTARA, R.; BARBOSA, J. E. D. C.; DE CAMPOS, P. K. Poluição da água e solo por agrotóxicos. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 15, p. 25-25, 2019. Disponível em: <https://periodicos.fae.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/183>. Acesso em: 23 abr. 2022.

DE F SOUSA, M. G.; DA SILVA, A. C.; DOS SANTOS ARAÚJO, R.; RIGOTTO, R. M. Evaluation of the atmospheric contamination level for the use of herbicide glyphosate in the northeast region of Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, n. 10, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-019-7764-x>. Acesso em: 02 mar. 2022.

DUARTE, F. N. **Logística reversa: um estudo de caso sobre o destino das embalagens de agrotóxicos no município de Anta Gorda/RS**. 2022.

FRANKE, J. R.; DE BONA LIBARDONI, K. **Análise dos efeitos causados pelo uso de agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais de São Pedro do Butiá, RS**. Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde

e Biológicas, v. 6, n. 1, p. 17-33, 2022.

GARCIA, S. D.; DE LARA, T. I. da C.. O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, n. 1, p. 85-96, 2020. Disponível em: https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude_desenvolvimento/article/view/6087. Acesso em: 10 abr. 2022.

GOMES, C. F. (ed). **Resíduos Sólidos: Desafios do manejo**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2023. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Atlas do espaço rural brasileiro. 2. ed. 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/atlasrural/pdfs/11_00_Texto.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

MARINO, F.; FRANZONI, M. R.; GOMES, M. L. M. Contribuições para o desenvolvimento da agricultura familiar em Mococa-SP. In: **Congresso de Tecnologia-Fatec Mococa**. 2022.

MARQUES, J. G. C.; PEREIRA, M. J. C.; GUIMARÃES, P. V. P. G. (ed.). **Resíduos Sólidos: Educação e Meio Ambiente**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2021. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

MARQUES, J. G. C.; EL-DEIR, S. G. (ed.). **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2020. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

QUENTAL, R. L.; DE FIGUEIREDO BELÉM, J.; DE OLIVEIRA, A. L. O uso de produtos agrotóxicos: destinação das embalagens. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37292-37308, 2020.

SANTIAGO, M. T. B.; LIMA, M. H. G.; SECUNDINO, J. M. G.; SILVA, T. S. (ed.). **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2020. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

SILVA, A. C.; CABRAL, N. R. A. J.; CABRAL, G. A. J. Environmental Effects in Areas with Intensive Pesticide Application: Risk for Exposure at State of Ceará, Northeast of Brasil. **J Environ Sci Curr Res**, v. 2, p. 015, 2019.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA FILHO, E. C. **Princípios de toxicologia ambiental**. Digitaliza Conteudo, 2021.

SOUZA, I. V.; MENEZES, R. A. M.; SILVA, T. A. (ed.). **Resíduos Sólidos: Gestão e Gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2022. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023

SOUZA, I. V.; LIMA, A. F. (ed.). **Resíduos Sólidos: Gestão e Gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2022. *E-Book*. Disponível em: <https://www.epersol.com.br/e-books.html> Acesso em: 12 jun. 2023.

TAVARES, J. L.; MATOS, M. V. B. D.; BARRETO, F. M. D. S.; SOUSA, K. R. D. O.; TAVARES, F. C. D. S. **Aplicação de modelagem qualitativa como ferramenta de gerenciamento do Açude Ayres de Souza-Sobral-Ceará-Brasil**. 2011.

VAN BRUGGEN, A. H.; HE, M. M.; SHIN, K.; MAI, V.; JEONG, K. C.; FINCKH, M. R.; MORRIS JR, J. G. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. **Science of the total environment**, v. 616, p. 255-268, 2018.

VIANA, W. C. Modernização do campo e uso de agrotóxicos nos municípios de Arari e Vitória do Mearim-Maranhão. **Rev. Bras. Saúde Ocupac**, 2022, V. 37, pp. 17-50. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220508997.pdf> Acesso em: 10 out. 2022.

DOS ORGANIZADORES

Carla Lorena Sandim da Rosa

Mestre em Ecologia Aplicada (Esalq/USP). Especialista em Extensão, Inovação Socioambiental e Desenvolvimento de Sistemas Agroalimentares (UFPA). Agrônoma (UFRA). Analista Social em Projetos REDD+ (Carbonext). Pesquisadora do grupo de pesquisa Gestão e Inovação Ambiental na Amazônia (GIAMA/UFPA). Atua na área de Gestão de resíduos sólidos, Educação para a sustentabilidade, Agroecologia e Intervenção social. E-mail: lorenarosa@usp.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5550-9571>

Márcia Barros Carvalho Melo

Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Pernambuco (UPE), Mestranda bolsista da Capes/CNPq em Engenharia Ambiental pela UFRPE. Já atuou nas áreas de Logística Reversa, Responsabilidade Social, Planejamento Estratégico, Tecnologias Sociais e Ecologia do Solo. Participou em 2014 do programa TOP China (Santander Universities) na Shanghai Jiao Tong University e concluiu a Graduação Sanduíche na Szent István University (Hungria - Ciência sem Fronteiras/Capes) em 2016. Email: marcia.bcmelo@gmail.com

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Doutor em Engenharia Civil (UFPE). Professor da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí. Coordenador do grupo de pesquisa em Gestão e Inovação Ambiental na Amazônia (GIAMA/UFPA). Atua na área Engenharia e Meio Ambiente, com foco em Gestão socioambiental, Gestão de resíduos sólidos, Tecnologias sociais e inovadoras em comunidades tradicionais, Educação para a sustentabilidade e Estudos socioambientais. E-mail: rodrigo.passos@ufpa.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9376-0647>

Soraya Giovanetti El-Deir

Doutora em Oceanografia (UFPE). Professora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (UFRPE). Pesquisadora líder do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental em Pernambuco (GAMPE). Atua na área de Gestão e Planejamento Ambientais, Educação para a sustentabilidade e Gerenciamento de resíduos sólidos. Idealizadora do Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos (EPERSOL). Participa do SCORAI - *Sustainable Consumption Research and Action Initiative*. Signatária do ODS/ONU - *Development Sustainable Goals* da Organização das Nações Unidas. E-mail: soraya.el-deir@ufrpe.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-71877438>