

Anais do 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios

CIRS
Búzios

Atena
Editora
Ano 2023

Masterplan
ENGENHARIA CONSULTIVA E AMBIENTAL

Anais do 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios

CIRS
Búzios

Atena
Editora
Ano 2023

Masterplan
ENGENHARIA CONSULTIVA E AMBIENTAL

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Anais do CIRS: 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios

Diagramação: Nataly Evilin Gayde
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
A532	<p>Anais do CIRS: 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios / Organizadoras Alice Hagge, Ana Asti, Ana Paula Ramos, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Outros organizadores Carlos Martins Carlos Silva Filho Fernando Altino Medeiros Rodrigues José Henrique Penido Leandro Frota Luciana Gil Luiz Edmundo Leite Luiz Gonzaga A. Pereira Marcelo Augusto Vieira de Souza Marcelo Marcondes Mariana Maia Paula Bernardes Paulo Protásio Rejane Pieratti Rodrigo Imbelloni Sidnei Aranha</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2137-5 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.375232012</p> <p>1. Resíduos sólidos. 2. Economia. 3. Clima. I. Hagge, Alice (Organizadora). II. Asti, Ana (Organizadora). III. Ramos, Ana Paula (Organizadora). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.44</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O CIRS BÚZIOS - 1. Congresso Internacional de Resíduos reuniu pesquisadores, representantes governamentais, estudantes, empresários, catadores e sociedade civil entre os dias 24 e 27 de outubro de 2023 no Hotel Atlântico Búzios para debater sobre gestão de resíduos sólidos, economia circular, inovação e clima.

Realizado pela Masterplan Engenharia Consultiva e Ambiental, com apoio de diversas instituições como Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade, Prefeitura de Búzios, FAPERJ, UNESCO, ABEMA e FIRJAN, o CIRS Búzios teve como objetivo fomentar ações concretas para os próximos sete anos, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis - ODS da Agenda 2030 da ONU.



**1º CONGRESSO INTERNACIONAL
DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM BÚZIOS
2023**



PROGRAMAÇÃO

1º DIA: 24/10/2023						
Cerimônia de Abertura Aula Magna Aline Sousa						
18:00	Thiago Pampolha - Vice-governador e Secretário do Ambiente e Sustentabilidade		Alexandre Martins - Prefeito de Armação dos Búzios		Miguel Doria - Coordenador Regional do Programa Hidrológico Intergovernamental (PHI) da Unesco	
	Mauren Lazzaretti - Presidente da ABEMA - Ass. Brasileira de Entidades		Marçal Cavalcanti - Presidente da ANAMMA Nacional Ass. Nacional dos Municípios do Meio Ambiente		Carlos Martins - Presidente da EPAL Empresa Portuguesa das Águas Livres	
	Ricardo Guadagnin- Presidente da Firjan Leste Fluminense		Fernando Altino Rodrigues - Diretor do CEMAI / UERJ Centro de Estudos do Meio Ambiente Industrial		Alice Hagge - Gerente de Relações Institucionais da Masterplan Consultoria	
2º DIA: 25/10/2023						
MACROTEMA: GESTÃO DE RESÍDUOS						
9:00 12:30	MESA A: AGENDA 2030					
	MEDIAÇÃO A	PALESTRA A1	PALESTRA A2	PALESTRA A3	PALESTRA A4	
		Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU	O Pacto Português para os Plásticos e a Influência da Agenda 2030 nas Relações Comerciais	RIO 2030	Lixo no Mar como um Elemento Transversal nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	
	Ana Asti - Subsecretária de Recursos Hídricos e Sustentabilidade I Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro	Mariana Maia - Superintendente de Resíduos e Economia Circular I Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro	Luís Realista - Administrador da AVE Gestão Ambiental e Valorização Energética SA (Portugal)	Paulo Protásio - Diretor da Autoridade do Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio de Janeiro	Alexander Turra - Coordenador da Catedra UNESCO para Sustentabilidade do Oceano	
12:30 13:00	Almoço e apresentação de trabalhos científicos					
13:30 16:30	MESA B: SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA					
	MEDIAÇÃO B	PALESTRA B1	PALESTRA B2	PALESTRA B3	PALESTRA B4	PALESTRA B5
		Plano Nacional de Resíduos Sólidos e Novo Marco do Saneamento Básico	Sustentabilidade Econômica do Sistema de Gestão	Case: Cobrança pela Prestação do Serviço Público de Manejo de Resíduos Sólidos	A Importância da Recuperação de Custos nos Municípios	O Papel da Gestão Regionalizada
	Lucas Faveri - CEO da Biosector	Alberto da Rocha - Coordenador-Geral de Resíduos Sólidos Urbanos I Ministério do Meio Ambiente	Christiano Lins Lopes - Consultoria Vital - Projetos RSU (FEP CAIXA e BDMG/BID)	Leonardo Coutinho - Prefeito de Porciúncula/RJ	Priscila Sakalem - Assessora-Chefe no Gabinete do Governador do Estado do Rio de Janeiro	Gustavo Vilela - Superintendente da Superintendência de Água, Esgotos e Meio Ambiente de Votuporanga/SP

16:30 17:00	Coffee Break e apresentação de trabalhos científicos					
17:00 20:00	MESA C: GESTÃO LOCAL					
	MEDIAÇÃO C	PALESTRA C1	PALESTRA C2	PALESTRA C3	PALESTRA C4	PALESTRA C5
		Experiências de Portugal na Gestão Regionalizada de Resíduos	Case: Viabilidade da Implantação de Soluções Consorciadas	Gestão Participativa: Os Desafios das Cooperativas	Case: Coleta Seletiva Municipal e Inclusão Socioeconômica dos Catadores	Elaboração e Implementação dos PGRs - A Experiência do Poder Judiciário do Estado do Rio de Janeiro
	Alice Hagge - Gerente de Relações Institucionais da Masterplan Consultoria	Carlos Martins - Presidente da Empresa Pública das Águas de Lisboa (EPAL) e ex-Secretário de Estado do Ambiente e da Transição Energética de Portugal	Edvaldo Ribeiro - Superintendente Geral do CONSCENSUL (Consórcio Público de Resíduos Sólidos e Saneamento Básico e do Sul e Centro Sul Sergipano)	Aline Sousa - Diretora da CENTCOOP (Central de Cooperativas de Materiais Recicláveis do DF e Entorno)	Márcio Zanetti - Prefeito do Município de São José do Rio Pardo/SP	Fernando Altino - Professor Associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

3º DIA: 26/10/2023						
MACROTEMA: ECONOMIA CIRCULAR						
8:30 9:00	Apresentação de trabalhos científicos					
9:00 12:00	MESA E: AÇÕES DE ENGAJAMENTO					
	MEDIAÇÃO D	PALESTRA D1	PALESTRA D2	PALESTRA D3	PALESTRA D4	PALESTRA D5
		Design de Embalagens e Produtos para a Economia Circular	O Papel da Economia Circular na Cadeia de Valor das Embalagens	Circularidade como Formento para a Economia	Inclusão Socioeconômica dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis a Partir da Lógica da Circularidade	Desafios para a Implementação de Rotas Tecnológicas pelos Municípios
	Mariana Maia - Superintendente de Resíduos e Economia Circular Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro	Carolina Zoccoli - Especialista em Sustentabilidade da FIRJAN	Juliana Campos Amorim - Especialista de Sustentabilidade da Tetra Pak	Ana Cristina Carrola - Vogal do Conselho Diretivo da Agência Portuguesa do Ambiente	Valéria Pereira Bastos - Professora do Departamento de Serviço Social da PUC-Rio	Heliana Katia Tavares Campos - Diretora da ABES - DF (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental)

13:30 16:30	MESA E: AÇÕES DE ENGAJAMENTO					
	MEDIAÇÃO E	PALESTRA E1	PALESTRA E2	PALESTRA E3	PALESTRA E4	PALESTRA E5
		A Economia Circular Inclusiva	Case: Ações em Resíduos Sólidos para Implantação da Estratégia ESG	Case: Programa Recicla Guarujá	Case: A Eco Moeda Humanitária como Potencial de Revolução da Coleta Seletiva	Case: A Rota dos Orgânicos em Búzios
	Bianka Alves - Gerente de Projetos do CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem)	Marcos Cavalcanti de Albuquerque - Co-fundador da Katalisar, da Simbiose Ecosoluções e da Viverde	João Felipe Neves - Coordenador Ambiental da BR Marinas	Ricardo Jamil Hajaj - Rede pela Circularidade do Plástico	Roseli Barbosa - Diretora da ONG Espaço Urbano	Mariana Lacombe - Co-Fundadora da Circulow Coleta e Compostagem de Resíduos Orgânicos

16:30 17:00	Coffee Break e apresentação de trabalhos científicos					
17:00 20:00	MESA F: O NOVO CENÁRIO DA LOGÍSTICA REVERSA					
	MEDIAÇÃO F	PALESTRA F1	PALESTRA F2	PALESTRA F3	PALESTRA F4	PALESTRA F5
		Perspectivas da Regulamentação do Sistema de Logística Reversa	Certificados de Crédito de Reciclagem	Logística Reversa em Cadeias Reguladas	Logística Reversa na Cadeia de Alimentos e Bebidas	Gestão de Dados e Rastreabilidade
	Mariana Maia - Superintendente de Resíduos e Economia Circular Secretária de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro	A. Paula Bernardes - Coodenadora do Curso de Economia Circular e Inovação da FESPSP	Ricardo Lopes Garcia - Presidente do Conselho Gestor do Instituto Giro	Aylla Kipper - Vice-Presidente da Ambioluc	Mateus Mendonça - Diretor da Giral Desenvolvimento de Projetos	Hugo Souza - Diretor de Sustentabilidade e Economia Circular da Central de Custódia de Logística Reversa de Embalagens

4º DIA: 27/10/2023						
MACROTEMA: INOVAÇÃO, CLIMA E AMBIENTE						
8:30 9:00	Apresentação de trabalhos científicos					
9:00 12:00	MESA G: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NA GESTÃO DE RESÍDUOS					
	MEDIAÇÃO G	PALESTRA G1	PALESTRA G2	PALESTRA G3	PALESTRA G4	PALESTRA G5
		Case: PISTA Rocinha - A Inovação na Redução de Resíduos	Tecnologias Aplicadas à Reciclagem	Inovação e Tecnologia no Tratamento de Chorume de Aterros Sanitários	Inovação e Tecnologia no Tratamento de Chorume de Aterros Sanitários	Case: Inovações Tecnológicas na Logística de Coleta e Transporte de RSU
	Rodrigo Imbelloni - Especialista em Resíduos Sólidos da Masterplan Consultoria	José Alberto Aranha - Presidente do Conselho Consultivo da ANPROTEC (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores)	Cyro Calixto - CEO da Haka Bioprocessos	Walter Plácido - CEO da AST Brasil	Vinicius Crespo - Diretor Executivo do IFeS (Instituto Fecomércio de Sustentabilidade)	Luís Almeida Capão - Presidente do Conselho de Administração da Cascais Ambiente (Portugal)
12:00 13:30	Almoço e apresentação de trabalhos científicos					
13:30 16:30	MESA H: APROVEITAMENTO ENERGÉTICO					
	MEDIAÇÃO H	PALESTRA H1	PALESTRA H2	PALESTRA H3	PALESTRA H4	
		Waste to Energy	Case: A Experiência dos Ecoparques em Pernambuco	Gaseificação de Resíduos Sólidos Urbanos	Inovações Ambientais de Impacto	
	José Henrique Penido - Coordenador do Escritório de Sustentabilidade Ambiental na Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB	Milton Pilão - CEO da Orizon Valorização de Resíduos	Antônio Bertotti - ex-Secretário de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco	Evandro José Lopes - Pesquisador na Empresa Energia Limpa do Brasil LTDA	Eduardo Lima - Diretor Executivo do Grupo Urca Energia	
16:30 17:00	Coffee Break e apresentação de trabalhos científicos					
17:00 20:00	MESA I: RESÍDUOS, AMBIENTE E CLIMA					
	MEDIAÇÃO I	PALESTRA I1	PALESTRA I2	PALESTRA I3	PALESTRA I4	
		Estimativas de Emissões de GEE do Setor de Resíduos até 2050	Enfrentamento do Poluição Marinha por Resíduos Sólidos	Case: Projeto Mares Limpos - Plano de Combate ao Lixo no Mar	Lixo Zero: Metodologia de Transformação Social, Econômica e Ambiental	
	Andrea Lopes - Especialista de Meio Ambiente da Firjan	Carolina Burle Schmidt Dubeux - Pesquisadora no Centro Clima COPPE UFRJ	Jemilli Viaggi - Gestora da Rede Oceano Limpo RJ	Keila Ferreira - Subsecretária do Ambiente e Saneamento de Arraial do Cabo	Rodrigo Sabatini - Fundador do Instituto Lixo Zero Brasil	

COMITÊ ORGANIZADOR TÉCNICO GERAL

Alice Hagge

Bióloga, especialista em gestão pública e Gerente de Relações Institucionais da Masterplan.

Ana Asti

Subsecretária de Estado de Meio Ambiente do Rio de Janeiro.

Ana Paula Ramos

Engenheira de Meio Ambiente da Petrobras.

Carlos Martins

Professor especialista em Engenharia Sanitária do Instituto Politécnico de Lisboa e ex-secretário de Estado do Ambiente de Portugal.

Carlos Silva Filho

Presidente da ISWA - International Solid Waste Association.

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Professor e coordenador do Centro de Estudos em Meio Ambiente Industrial - CEMAI/UERJ.

José Henrique Penido

Engenheiro especialista da Coordenador do Escritório de Sustentabilidade Ambiental da COMLURB.

Leandro Frota

Advogado, cientista político e professor do MBA em Saneamento e Novos Negócios do IDP-DF. Diretor de Mudanças Climáticas da OAB RJ.

Luciana Gil

Advogada ambiental - Bichara Advogados.

Luiz Edmundo Leite

Consultor internacional e Ex- Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia.

Luiz Gonzaga A. Pereira

Diretor do Instituto Valoriza Resíduos – ABLP.

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Professor do Instituto de Química da UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Marcelo Marcondes

Reitor Instituto ANAMMA - Associação dos Órgãos Municipais de Meio Ambiente.

Mariana Maia

Superintendente de Resíduos e Economia Circular da SEAS - RJ (Secretaria de Estado de Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro).

Paula Bernardes

Cientista política, professora de logística reversa no MBA da FESP e trabalha com políticas para economia circular.

Paulo Protásio

Diretor Executivo da Autoridade do Desenvolvimento Sustentável do Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Rejane Pieratti

Consultora em Sustentabilidade e Auditora Líder Sistemas de Gestão Ambiental - ISO 14001.

Rodrigo Imbelloni

Arquiteto, Urbanista, Professor e especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental da PUC RJ e Consultor Técnico da Masterplan.

Sidnei Aranha

Superintendente de Meio Ambiente da APS - Autoridade Portuária de Santos.

COMISSÃO ACADÊMICA E DE AVALIAÇÃO

COORDENAÇÃO

Professor

Fernando Altino Medeiros Rodrigues
CEMAI/UERJ

Professor

Marcelo Augusto Vieira de Sousa
CEMAI/UERJ

CORPO TÉCNICO

Andréia Silveira Freire Soares
Químea Inteligência Ambiental

Dilma dos Santos Lacerda
CEMAI/UERJ

Geraldo André Thurler Fontoura
Engenharia Agrícola e Meio Ambiente/UFF

Mônica Regina da Costa Marques Calderari
Departamento de Química Orgânica/UERJ

REALIZAÇÃO



COORDENAÇÃO ACADÊMICA



PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



APOIO



ABES
Rio de Janeiro



doisarcos
gestão de resíduos



PRODUTOS MAGNÉTICOS



SE
DEE
RI



unesco

Programa Hidrológico
Intergubernamental



Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente



Rio de Janeiro

Campus
Arraial do Cabo



SOLUÇÕES E SERVIÇOS DE AMBIENTE



Campus
Arraial do Cabo



SOLUÇÕES AMBIENTAIS



ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS E MEIO AMBIENTE



O 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios se caracterizou por discutir com muita clareza e profundidade os problemas que efetivamente estão sendo enfrentados pelas empresas, instituições e pelo poder público. Dessa forma, a sua contribuição foi real e efetiva.

A qualidade dos trabalhos acadêmicos que compõem esses anais, somada às brilhantes palestras e discussões que ocorreram, nos permitem dizer que o evento foi um verdadeiro sucesso.

Que venham as próximas edições!

Professor

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Professor

Marcelo Augusto Vieira de Sousa



TRABALHO 1 1

TÍTULO: A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CLASSIFICAÇÃO

Autores:

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide Da Silva Barros Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320121>

TRABALHO 2..... 10


TÍTULO: ADEQUAÇÃO DE UMA COOPERATIVA DE ÓLEO COMESTÍVEL USADO EM RELAÇÃO A ASPECTOS NORMATIVOS E LEGAIS

Autores:

Geraldo André Thurler Fontoura

Guilherme Dias Dos Santos

Suzana Hecksher

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320122>

TRABALHO 3..... 15

TÍTULO: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ATERROS SANITÁRIOS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Autores:

André Souza de Melo

Anderson Souza de Melo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320123>

TRABALHO 4.....24

TÍTULO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PEGADA ECOLÓGICA NA ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO

Autores:

Caroline Teixeira Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320124>

TRABALHO 5.....36

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA PIRÓLISE NA GESTÃO DE TECIDOS TÊXTEIS MISTOS

Autores:

Agatha Martins De Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320125>

TRABALHO 6.....49


TÍTULO: AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR

Autores:

Samuel Rodrigues Castro

Thais de Souza Miranda

Vanessa Romário de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320126>

TRABALHO 7.....55

TÍTULO: CHAMADA PÚBLICA COMPARTILHADA - REDE DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS COCRIANDO SOLUÇÕES PARA GESTÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS

Autores:

Amanda Fernandes Xavier Pedrosa

Carolina Bertolossi Lima Cabral

Gabriel Grasso Lima Ribeiro

Maria Carolina Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320127>

TRABALHO 8.....67

TÍTULO: COOPERAÇÃO COM O PODER JUDICIÁRIO PARA TEMAS AMBIENTAIS E DE SEGURANÇA


Autores:

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide da Silva Barros Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320128>

TRABALHO 9.....74

TÍTULO: DESAFIOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Autores:

Matheus Miranda da Silva

Fernanda Rafaela Canuto Silva

Marina de Medeiros Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3752320129>

TRABALHO 10 81


TÍTULO: DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E CIRCULARIDADE POR ESTABELECIMENTOS DE ENTREGA DE COMIDA POR APLICATIVO: UM ESTUDO DE CASO NO RAMAL JAPERI

Autores:

Maria Lorena Teixeira Lacerda da Silva

Pammela Primo de Oliveira Silva

Luiggia Girardi Bastos Reis de Araujo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201210>

TRABALHO 11.....96

TÍTULO: ECONOMIA CIRCULAR APLICADA AOS VEÍCULOS AUTOMOTIVOS EM FINAL DE VIDA ÚTIL

Autores:

Anna Fátima Freitas Valente

Lucia Helena Xavier

Luciana Contador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201211>


TRABALHO 12 104

TÍTULO: ECONOMIA CIRCULAR E BIORREMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS COM HIDROCARBONETOS DE PETRÓLEO UTILIZANDO DEJETOS DE AVES POEDEIRAS

Autores:

Gisele Penido Barbosa

Silvia Cremonez Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201212>

TRABALHO 13 113


TÍTULO: ESCOLAS SUSTENTÁVEIS: UMA ANÁLISE SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS NAS ESCOLAS DO RIO DE JANEIRO

Autores:

Elaine Cristina da Silva Ferreira

Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira

Mônica Regina da Costa Marques

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201213>

TRABALHO 14 125


TÍTULO: ESTUDO DE ENTRAVES DA RECICLAGEM NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO

Autores:

Bettina Susanne Hoffmann

Elisa Maria Mano Esteves

Roberta Santos De Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201214>

TRABALHO 15 136


TÍTULO: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: PANORAMA E PERSPECTIVAS A PARTIR DO SEU PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS

Autores:

Luiggia Girardi Bastos Reis De Araujo

Marco Aurélio Passos Louzada,

Thaís Nogueira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201215>

TRABALHO 16 153

TÍTULO: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: UM GRANDE DESAFIO


Autores:

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide da Silva Barros Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201216>

TRABALHO 17 159


TÍTULO: GESTÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Autores:

Fernanda Rafaela Canuto Silva

Marina de Medeiros Machado

Matheus Miranda da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201217>


TRABALHO 18 167

TÍTULO: GOVERNANÇA PÚBLICA NO FOMENTO A REDES SOCIOTÉCNICAS DE RECICLAGEM DOS ÓLEOS VEGETAIS RESIDUAIS NO RIO DE JANEIRO

Autores:

Denise de Mattos Gaudard

Rafael Ângelo Fortunato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201218>


TRABALHO 19 181

TÍTULO: METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA DETERMINAÇÃO DOS POTENCIAIS IMPACTOS DOS RESÍDUOS DESCARTADOS INADEQUADAMENTE NO LITORAL

Autores:

David Barreto De Aguiar

Rachel de Mello Souza Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201219>

TRABALHO 20 188

TÍTULO: O COPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS EM INDÚSTRIAS DE USO INTENSIVO DE ENERGIA


Autores:

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide da Silva Barros Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201220>

TRABALHO 21 195

TÍTULO: O SISTEMA MTR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: FERRAMENTA DE FISCALIZAÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Autores:

Ingrid Rosa do Espírito Santo

Luiza de Sousa Lomba

Pedro Henrique De Oliveira Silva

Rebekah Bon Oliveira

Ricardo Marcelo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201221>

TRABALHO 22.....203

TÍTULO: PISO GERADOR DE ENERGIA FORMADO POR RESÍDUO DO MÁRMORE BEGE BAHIA E RESINA DE MAMONA

Autores:

Marceli Nascimento da Conceição

Roberto Carlos Da Conceição Ribeiro

Williane Gomes de Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201222>

TRABALHO 23.....209

TÍTULO: POTENCIAL DA MODELAGEM NO ACOMPANHAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR LIXÕES NO PÓS-LICENCIAMENTO

Autores:


Herllaine De Almeida Rangel

Luciana Maria Batista Ventura

Marcio Roberto Schneider

Ricardo Marcelo da Silva

Rosane Cristina De Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201223>

TRABALHO 24.....220

TÍTULO: POTENCIALIDADES DO USO DA SUCATA PROVENIENTE DO DESCOMISSIONAMENTO DE SISTEMAS SUBMARINOS NO BRASIL


Autores:

Ana Carolina Maia Angelo

Isabela Fernandes de Oliveira

Lucas Rosse Caldas

Vitor dos Santos Ortiz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201224>

TRABALHO 25.....228

TÍTULO: PROGRAMA AROMA - UM NOVO MODELO DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DE VAZADOUROS NO ESTADO FULMINENSE

Autores:


Mário Oliveira

Renata Tostes Varol Rodrigues

Mariana Palagano Ramalho Silva

Ricardo Marcelo da Silva

Ingrid Rosa Do Espírito Santo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201225>

TRABALHO 26.....234

TÍTULO: PRÓTESE ORTOPÉDICA FORMADA POR RESÍDUOS do mármore bege bahia E POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Autores:

Manuella de Lima Ribeiro

Roberto Carlos Da Conceição Ribeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201226>

TRABALHO 27240

TÍTULO: RECICLAGEM NA CULTURA POPULAR: POSSIBILIDADES DE CONFEÇÃO DE INSTRUMENTOS DE CAPOEIRA COM RESÍDUOS SÓLIDOS.

Autores:

Cristóbal Juliá

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201227>

TRABALHO 28247


TÍTULO: RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) COMO FONTE DE MINERAIS ESTRATÉGICOS

Autores:

Emmanuelle Soares de Carvalho Freitas

Kimberly Ribeiro Pazenhagem Lima

Lucia Helena Xavier

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201228>

TRABALHO 29256

TÍTULO: RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS: ATRIBUIÇÕES E DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO

Autores:

Carlos Eduardo Campos Ribeiro

Matheus Miranda da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201229>

TRABALHO 30263


TÍTULO: RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA X RESPONSABILIDADE ESTENDIDA NA LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (REEE)

Autores:

Lúcia Helena Xavier

Luciana Marelli Mofati

Monica Regina da Costa Marques Calderari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201230>

TRABALHO 31273

TÍTULO: RESTAURAÇÃO DO ECOSISTEMA AQUÁTICO DO RIO POMBA APLICANDO OS RESÍDUOS DA PEDRA PADUANA EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Autores:

Cristiane Andrade de Lima

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37523201231>

A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CLASSIFICAÇÃO

Data de aceite: 02/12/2023

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide Da Silva Barros Sousa

RESUMO: A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) trouxe ao país uma série de inovações para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos. Os resíduos sólidos são todos os materiais que não tem mais serventia dentro dos processos de uma empresa ou que chegaram ao fim de sua vida útil. Conforme a lei 12.305/10, esses resíduos devem ter uma destinação ambientalmente correta. Os resíduos sólidos podem ser segregados e direcionados a diversos meios de destinação final, como compostagem, reciclagem, aterros e etc.

O gerenciamento de resíduos sólidos é um conjunto de procedimentos de planejamento, implementação e gestão para reduzir a produção de resíduos e proporcionar coleta, armazenamento,

tratamento transporte e destino final adequado aos resíduos gerados.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) no Brasil. Esse plano trata de um conjunto de diretrizes, metas, estratégias e ações estabelecidas pelo governo para orientar a gestão e o gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos no país.

A classificação dos resíduos no Brasil é normatizada pela NBR 10.004/2004, que caracterizou todos os tipos de resíduos como perigosos ou não perigosos, onde os resíduos perigosos são classificados como resíduos classe I e os resíduos não perigosos são classificados como classe II, esses são subdivididos em classe II A, que são os resíduos não inertes e classe II B, que são os resíduos inertes. Conhecer os critérios de classificação do resíduo é fundamental para sua empresa realizar a gestão adequada de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: POLÍTICA de resíduos sólidos; GERENCIAMENTO de resíduos; CLASSIFICAÇÃO de resíduos.

ABSTRACT: The National Solid Waste Policy – PNRS (Law No. 12,305, of August 2, 2010) brought to the country a series of innovations for the management of solid waste. Solid waste is all materials that are no longer useful within a company's processes or that have reached the end of their useful life. According to law 12.305/10, this waste must be disposed of in an environmentally correct manner. Solid waste can be segregated and sent to various means of final disposal, such as composting, recycling, landfills, etc.

Solid waste management is a set of planning, implementation and management procedures to reduce waste production and provide collection, storage, treatment, transport and adequate final destination for the waste generated.

The National Solid Waste Plan is an instrument of the National Solid Waste Policy (Law N°. 12,305/2010) in Brazil. This plan deals with a set of guidelines, goals, strategies and actions established by the government to guide the management and sustainable management of solid waste in the country.

The classification of waste in Brazil is standardized by NBR 10.004/2004, which characterized all types of waste as dangerous or non-hazardous, where hazardous waste is classified as class I waste and non-hazardous waste is classified as class II, these are subdivided into class II A, which are non-inert waste and class II B, which is inert waste. Knowing the waste classification criteria is essential for your company to carry out adequate waste management.

KEY WORDS: SOLID waste policy; WASTE management; CLASSIFICATION of waste.

1. INTRODUÇÃO

Ao final do mandato do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, após mais de duas décadas de tramitação do projeto no Congresso Nacional, foi assinada a Lei nº. 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) [1].

A Política Nacional de Resíduos Sólidos trata-se de uma normatização jurídica que vem reforçar o entendimento de que a questão dos resíduos é uma responsabilidade de toda a sociedade. Dessa forma, define que estão sujeitos à Lei: “as pessoas físicas ou jurídicas, de direito privado, responsáveis direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento dos resíduos”.

A PNRS também nos brinda com uma nova conceituação, a qual, provavelmente, se consolidará como um dos seus principais itens: rejeitos *versus* resíduos.

Na PNRS, rejeitos são conceituados como resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final adequada do ponto de vista ambiental.

Tratando-se de resíduos, vale a conceituação já consolidada: materiais, substâncias, 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 sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos, em corpos

d'água ou exijam para isto soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Fica claro que, como já dito, mantém-se uma conceituação que extrapola o universo dos resíduos sólidos, incorporando os gases e líquidos que requerem um gerenciamento - em termos de logística e de destinação final - semelhante aos dos resíduos mais usuais.

Dessa forma, para os resíduos deve-se prever a reutilização, a reciclagem, enfim, as alternativas disponíveis. A disposição em aterros sanitários ou industriais será uma opção exclusiva para os rejeitos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece uma conceituação para destinação final e outra para disposição final. A destinação final inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético e é relacionada aos resíduos. Já a disposição final tem o foco centrado nos aterros e se relaciona, exclusivamente, aos rejeitos, sempre observando normas operacionais específicas, de modo tanto a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, quanto a minimizar os impactos ambientais adversos.

A PNRS no art. 54 sinaliza o prazo de quatro anos a partir de 2010 para que os aterros sanitários e industriais recebam exclusivamente rejeitos.

Pode-se dizer que a PNRS considera cinco principais engrenagens ou eixos temáticos: hierarquia na gestão, logística reversa, responsabilidade compartilhada, incentivos econômicos e planos de gerenciamento - Figura 1.

Figura 1 – Engrenagens da PNRS.



Fonte: O autor, 2023.

A hierarquia na gestão passa pela priorização das ações ou opções viáveis ou disponíveis. O principal objetivo - por vezes utópico - é a não geração ou redução da geração dos resíduos. Depois, deve-se buscar alternativas para viabilizar a reutilização, a

reciclagem ou algum tipo de tratamento. Por fim, recorre-se à disposição final dos rejeitos em aterros - Figura 2.

Pode-se visualizar, nesse contexto, quatro dimensões distintivas dessa gestão:

- Não geração de resíduos - um ideal utópico;
- Redução da geração de resíduos – diretamente associada ao gerenciamento dos processos;
- Uso de processos de reutilização, reciclagem e tratamento - foco nos resíduos;
- Disposição em aterros - foco nos rejeitos.

A logística reversa pode ser entendida como um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, seja industrial ou simplesmente de comercialização.

A responsabilidade compartilhada se relaciona diretamente com a questão da logística reversa, pois, no entendimento da PNRS, só se viabilizarão projetos de logística reversa com a real e intensiva participação dos diferentes atores envolvidos.

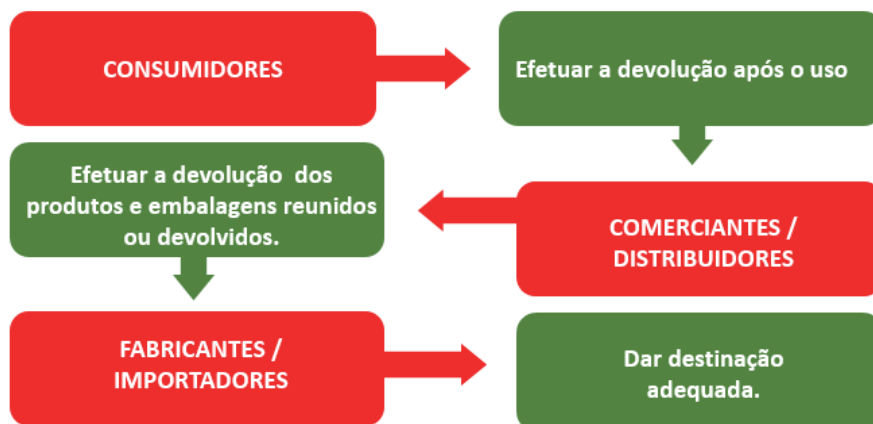
Figura 2 – Hierarquia na Gestão



Fonte: O autor, 2023.

A relação entre logística reversa e responsabilidade compartilhada pode ser bem visualizada na Figura 3.

Figura 3 – Logística Reversa e Responsabilidade Compartilhada.



Fonte: O autor, 2023

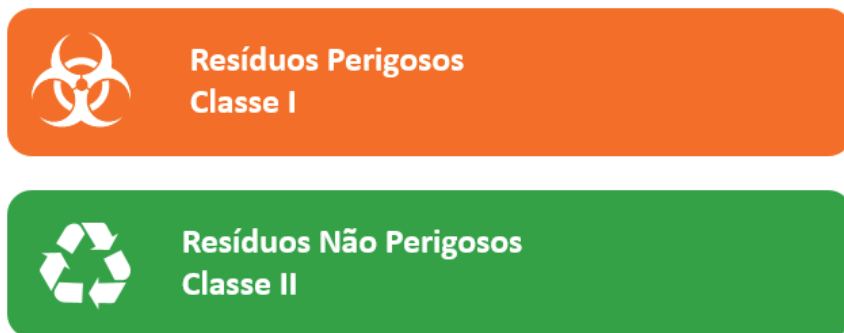
Por fim, têm-se os planos de gerenciamento, os quais estão absolutamente inseridos na ênfase administrativa. Conceitualmente, a PNRS induz os diferentes atores a formalizarem os seus planos de ação para levarem adiante o gerenciamento dos resíduos, seja uma indústria, seja um município, enfim, todas as partes envolvidas.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) no Brasil. Esse plano trata de um conjunto de diretrizes, metas, estratégias e ações estabelecidas pelo governo para orientar a gestão e o gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos no país. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos aborda diversos tipos de resíduos, incluindo resíduos urbanos, industriais, de construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de saúde, entre outros.

A PNRS prevê várias classificações para os resíduos, com base nos seguintes critérios já presentes e consolidados no contexto brasileiro:

- Quanto à origem - pode-se citar os resíduos de serviço de saúde (RSS), resíduos da construção civil (RCC), resíduos industriais (RI), resíduos sólidos urbanos (RSU), entre outros.
- Quanto à destinação - separa os resíduos, basicamente, em recicláveis e não recicláveis.
- Quanto à logística - há os resíduos de fonte de geração fixa (RFGF) e os resíduos de fonte de geração difusa (RFGD).
- Quanto ao grau de periculosidade - de acordo com a ABNT NBR 10004, os resíduos podem ser divididos em perigosos e não perigosos [2] - Figura 4.

Figura 4 – Classificação dos Resíduos Quanto ao Grau de Periculosidade.



Fonte: O autor, 2023

A PNRS destaca que são considerados resíduos perigosos aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica. O Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a PNRS, procura conceituar os geradores e os operadores de resíduos perigosos [3].

Os resíduos perigosos merecem destacada atenção, pois são estes que historicamente, e potencialmente, têm ocasionado os maiores danos ambientais e trazido sérios problemas às populações.

É importante sublinhar que, para os resíduos perigosos, a melhor alternativa é, respeitando-se a legislação aplicável, concentrar os esforços no sentido de viabilizar, no melhor prazo, uma correta destinação.

A legislação ambiental já trata com muita pertinência dos resíduos gerados pelos processos produtivos. O maior desafio, decerto, está na implementação dos processos de logística reversa - no contexto dos resíduos de fonte de geração difusa (RFGD), mas com especial destaque para os resíduos perigosos, como é o caso de lâmpadas fluorescentes, embalagens dos defensivos agrícolas, alguns medicamentos fora do prazo de validade, só para citar alguns exemplos [4].

CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO GRAU PERICULOSIDADE

Os órgãos ambientais brasileiros têm considerado, há muitos anos, os critérios da ABNT NBR 10004: 2004 para classificar os resíduos quanto ao grau de periculosidade. Na última revisão, a referida norma, em uma primeira avaliação, divide os resíduos em dois grupos, designados classes I e II, respectivamente, resíduos perigosos e resíduos não perigosos. Em uma segunda abordagem, os resíduos não perigosos (classe II) são subdivididos em classe II A - não inertes - e classe II B - inertes.

É ímpar destacar que o objetivo da classificação tem que ser identificar os resíduos perigosos, os quais, pelo menos potencialmente, podem trazer danos ao meio ambiente e/ou às populações.

Infelizmente, em alguns casos, os geradores tentam descaracterizar a periculosidade dos resíduos. Em outras palavras, em uma visão míope e distorcida, veem-se alguns geradores que não percebem que a única classificação conclusiva e definitiva é a mais conservativa: classe I-perigosos.

Apresentar aos órgãos ambientais, portanto à sociedade, um resíduo como classe II A ou II B, correndo o risco de em um segundo momento, em uma avaliação mais criteriosa, chegar-se à inequívoca conclusão de que, de fato, trata-se de um resíduo classe I, pode trazer inúmeros transtornos para o gerador, inclusive em abrangência judicial.

A norma estabelece critérios analíticos, mas também considera a origem dos resíduos para o enquadramento em uma das classes.

A experiência acumulada, nos muitos anos de utilização da ABNT NBR 10004:2004 e, como consequência, no gerenciamento dos resíduos perigosos, demonstra que a melhor opção sempre é ser conservativo, ou seja, nos casos de dúvida, deve-se considerar a classificação mais restritiva, pois isso sempre induz ao gerenciamento mais criterioso, em especial no que diz respeito ao acondicionamento, ao transporte e à destinação.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho de revisão é alicerçado em abordar a Política Nacional de Resíduos Sólidos no que tange a sua classificação e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada dos mesmos, mais especificamente dos resíduos sólidos perigosos, devido ao potencial de causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração do trabalho, adotou-se como base a abordagem conceituada na Lei nº. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a PNRS e procura conceituar os geradores e os operadores de resíduos, principalmente os perigosos, e a norma ABNT NBR 10004: 2004 que aborda a classificação dos resíduos sólidos.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Lei que criou a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), após 13 anos de vigência, apresenta bons resultados quanto à reciclagem (97% de latas de alumínio, 68% de papel e 67% de metal), mas permanece emperrada em outros quesitos essenciais, como coleta seletiva, logística reversa, compostagem e fim dos vergonhosos lixões.

A PNRS obrigou as companhias a realizarem o correto gerenciamento dos resíduos, contemplando todas as suas etapas. Alguns resultados e consequências da PNRS que propiciaram o desenvolvimento ambiental, através da classificação e do gerenciamento de resíduos sólidos são:

- **Maior proteção à saúde pública**

O gerenciamento de resíduos também é uma forma de cuidar da saúde pública, afinal, os resíduos podem causar uma série de doenças. Os lixões contaminam o solo e a água, causando problemas de saúde para a população que, eventualmente, tenha contato com algum vírus, bactéria ou substância tóxica. Além disso, também emitem gases do efeito estufa, que provocam as mudanças climáticas.

- **Maior redução, reutilização e reciclagem da quantidade de resíduos sólidos gerados**

Diminuir a quantidade de resíduos gerados é uma meta da PNRS e um objetivo a ser alcançado por cada gerador de resíduos. A reutilização interna de resíduos é uma realidade e já há empresas que estabelecem esta prática como uma das formas de atendimento à política, já que existem as metas quantitativas e obrigatórias a serem estipuladas em seu plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Em caso de materiais que não podem retornar à cadeia produtiva, as empresas devem realizar a destinação ambientalmente correta, sendo possível valorizar este processo, observando as características de valorização de cada tipo de resíduo.

Reduzir a quantidade de materiais em aterros e fomentar condições que possibilitem o retorno às indústrias como matéria prima é uma das premissas da PNRS, reduzindo os impactos ambientais e riscos de poluição e promovendo a economia circular.

- **Maior estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi mais uma fonte de estímulo aos geradores de resíduos para praticarem a sustentabilidade em todos os seus processos. Algumas companhias começaram a olhar o assunto com mais atenção, mensurando a capacidade de destacar a sua marca ao investir em ações que promovam a economia circular.

- **Maior desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas**

Outra consequência da PNRS é o desenvolvimento de tecnologias limpas para minimizar impactos ambientais. Atualmente, existem centros de pesquisas especializados no desenvolvimento e inovação, capazes de estudar os resíduos e suas características, desenvolvendo tecnologias sustentáveis para promoção da economia circular.

Muitas vezes, as companhias não possuem *expertise* e *know-how* para decidir o que fazer com os resíduos gerados. Por isso, os pesquisadores e cientistas especialistas são contratados para desenvolvimento de novos materiais, objetivando reintroduzir, na cadeia produtiva, os resíduos da empresa.

- **Maior incentivo à indústria de reciclagem**

Outro ponto que merece ser mencionado é o incentivo à indústria da reciclagem para fomentar o uso de matérias primas e insumos oriundos de materiais que foram reciclados. Ao fazer isso, a companhia passa a gastar menos com a compra de matéria prima. Além disso, pode criar uma nova linha de produção e fomentar o mercado com um produto sustentável. Assim, a empresa cuida do meio ambiente, atende à Política Nacional de Resíduos Sólidos e constrói a própria imagem perante a sociedade, mostrando ser uma companhia sustentável preocupada com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL, LEI FEDERAL Nº 12.305 de agosto de 2010: cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

[2] ABNT NBR 10004, 2004.

[3] BRASIL, DECRETO FEDERAL Nº 10.936 de janeiro de 2022: regulamenta a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

[4] BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 711-744, out. 2016./mar. 2017.

ADEQUAÇÃO DE UMA COOPERATIVA DE ÓLEO COMESTÍVEL USADO EM RELAÇÃO A ASPECTOS NORMATIVOS E LEGAIS

Data de aceite: 02/12/2023

Geraldo André Thurler Fontoura

Guilherme Dias Dos Santos

Suzana Hecksher

RESUMO: A Cooperativa de Trabalhadores de Niterói e São Gonçalo (CooTraNits), realiza a coleta seletiva de óleos vegetais comestíveis em restaurantes e alguns pontos de coleta de seus parceiros no município de Niterói. Após a coleta, o óleo é filtrado e decantado antes de ser vendido para a UniÓleo, empresa de maior porte que possui recursos e equipamentos necessários para o processamento e destinação correta do óleo coletado. Com o intuito de participar de editais públicos, aumentar o número de clientes e garantir novos parceiros, foi necessário realizar o estudo e a identificação da legislação ambiental aplicável às atividades da cooperativa e este estudo tem como objetivo detalhar todas as etapas desse projeto elaborado pela Equipe do E3D. Com tudo, constatou-se que a legislação ambiental estadual aplicável às cooperativas deste tipo não parece estar claramente definida

e que o cenário de adequação impõe obstáculos relevantes a empresas deste porte.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Reversa; Economia Circular; Resíduos Não Perigosos.

ABSTRACT: The Niterói and São Gonçalo Workers Cooperative (CooTraNits) carries out a selective collection of edible vegetable oils and points of its partners in the municipality of Niterói. After collection, it is filtered and decanted before being sold to a UniÓleo, a large company that has additional resources and equipment for processing and the correct destination of the collection. In order to participate in public notices, increase the number of customers and secure new partners, it was necessary to carry out an identification of the environmental legislation applicable to the cooperative's activities and this study as an objective project detailed all stages of this project by the E3D Team. With all companies recognized and recognized as a state environmental type recognizedly valid and that do not seem relevant to this legislative size.

KEYWORDS: Reverse Logistics; Circular Economy; Non-Hazardous Waste.

1. INTRODUÇÃO

O cuidado com o descarte e a destinação adequada do óleo de cozinha usado é muito importante, pois, segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp, 2022), 1 litro de óleo pode contaminar até 25 mil litros de água. Isso ocorre porque os óleos não se dissolvem na água e, quando despejados nos cursos d'água, causam a redução na concentração do oxigênio dissolvido e a morte de peixes e outras espécies.

A CooTraNits, é uma cooperativa de reciclagem voltada para a coleta seletiva de óleo vegetal comestível e realiza o transporte deste resíduo para empresas maiores, que possuem os recursos e equipamentos necessários para o tratamento e destinação adequada do óleo coletado. Uma dessas parcerias ocorre com a UniÓleo - empresa especializada no armazenamento e processamento de óleo vegetal.

A CooTraNits enfrenta diversos desafios para execução de suas atividades, particularmente em relação ao atendimento da legislação ambiental aplicável às suas atividades, bem como à adequação de suas instalações às normas aplicáveis.

Este projeto do Escritório Escola de Engenharia e Design (E3D) contribui com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS¹) da cidade de Niterói, em particular, devido à melhoria dos parâmetros de qualidade da água, presentes no ODS 6. O projeto também contribui para ampliação e efetivação da participação da Coleta Seletiva e da Economia Solidária, presentes nos ODSs 8 e 12, respectivamente.

A iniciativa do E3D se embasou no Plano Estratégico, criado pela prefeitura de Niterói e denominado “Niterói Que Queremos” (NQQ), contribuindo com as seguintes diretrizes estratégicas estabelecidas no NQQ: “(i) estimular ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento de pequenos e médios negócios; (ii) fomentar o empreendedorismo com foco em áreas de baixa renda; (iii) aumentar oferta de qualificação profissional e técnica, orientada à necessidade do mercado e às vocações econômicas da cidade” (NQQ, 2013).

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste projeto, é apoiar a Cooperativa de Trabalhadores de Niterói e São Gonçalo (CootraNitS), CNPJ: 10.202.819/0001-95, ligada ao Fórum de Economia Solidária de Niterói, na identificação da legislação ambiental aplicável para viabilizar o estabelecimento de parcerias com grandes empresas e viabilizar o apoio da Prefeitura Municipal de Niterói.

O objetivo específico deste projeto, é identificar as principais dificuldades e eventuais gargalos que dificultam a adequação de empresas deste tipo à legislação ambiental.

¹ Organização das Nações Unidas (ONU), objetivo de desenvolvimento Sustentável (ODS), Brasil, 2022.

3. METODOLOGIA

No desenvolvimento das etapas do projeto, foram realizadas as seguintes atividades:

- I. Pesquisas das legislações e normas aplicáveis, com o objetivo de evidenciar e concretizar a forma e o caminho necessário para regularizar a cooperativa;
- II. Reuniões com membros da CooTraNitS, representante da FIRJAN e responsável pela Cooperativa de Reciclagem de Eletroeletrônico, para levantamento de informações pertinentes ao estudo e *benchmarking* com cooperativa mais bem estruturada;
- III. Estudo de *benchmarking* com a empresa Unitrans Meritiense Comercio de Oleo Vegetal e Transportes Ltda (Unióleo), para análise das práticas adotadas por uma empresa do mesmo setor, com o objetivo de servir de exemplo para a cooperativa estudada, avaliando a implementação dos requisitos das normas brasileiras aplicáveis;
- IV. Acompanhamento da atividade de coleta da CooTraNitS em um estabelecimento parceiro, com o intuito de entender todo o processo de coleta e destinação do óleo vegetal;
- V. Contato com setores do Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), por meio de e-mails, com o objetivo de retirar eventuais dúvidas acerca das legislações aplicáveis e do licenciamento ambiental das atividades da cooperativa.

4. RESULTADOS

Segundo a norma ABNT NBR 10.004/04, o óleo vegetal é considerado resíduo Classe IIB não perigosos - Inertes, sendo seu código nesta norma o A099 (ABNT,2004). Com isso, a partir das informações levantadas, analisando a situação real que a CootraNits se encontrava e o que precisava ser feito para se regularizar completamente, concluiu-se que não existe a necessidade da licença de armazenamento temporário de acordo com a Resolução Conema 56², mas é necessária a obtenção de uma certidão de inexigibilidade e para a realização do transporte, é necessário emitir uma LAC (Licença Ambiental Comunicada) que é uma Licença Ambiental prevista no SELCA que aprova, em uma única fase, a viabilidade ambiental, a localização e autoriza a instalação e a operação de empreendimento ou atividade classificado como de baixo impacto ambiental. A emissão da LAC é realizada diretamente no site do INEA sem inspeção prévia do órgão ambiental, mas estão previstas fiscalizações posteriores para verificações das informações prestadas.

Além disso, é indispensável manter contrato com um profissional responsável técnico (Biólogo, Engenheiro, Químico, técnico em química ou em saneamento, por exemplo) para emissão de ART no Conselho Regional correspondente e para o acompanhamento de todo o processo operacional, manter atualizado as atividades relacionadas ao CNAE, pois a

² Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONEMA), Legislação, Licenciamento, Rio de Janeiro, 2013.

Cooperativa não possui todos os enquadramentos necessários, realizar adequações das instalações para armazenamento do óleo vegetal, segundo a norma ABNT NBR 11.174 e a realização do cadastro no Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), para posteriormente emissão do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), que é um documento obrigatório que registra informações da movimentação de resíduos desde a fonte geradora até a sua destinação final. Por meio desse registro, é possível monitorar a geração, o transporte e a destinação adequada dos resíduos sólidos no Estado do Rio de Janeiro.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho foi realizado com o intuito de apoiar a CootraNitS, ligada ao Fórum de Economia Solidária de Niterói, na identificação dos requisitos legais aplicáveis às suas atividades para o estabelecimento de parcerias com grandes empresas e viabilizar o apoio da Prefeitura de Niterói.

O embasamento teórico estudado e a metodologia desenvolvida no projeto foram fundamentais para a identificação das licenças ambientais necessárias para adequação das atividades desenvolvidas pela cooperativa. Além disso, foi evidenciada a necessidade da adequação das atividades relacionadas ao CNAE e do estabelecimento de um vínculo contratual de um responsável técnico para dar segmento a todo o processo e acompanhamento de obtenção das licenças.

Foram identificadas, portanto, dificuldades e gargalos que dificultam a adequação de cooperativas à legislação ambiental. Tais empecilhos necessitam ser eliminados, pois, a atividade de reciclagem desenvolvida por cooperativas deste tipo é extremamente relevante para toda a sociedade e para o desenvolvimento econômico, visto que, elas se caracterizam como uma sociedade de pessoas cujo objetivo é prestar serviços à comunidade e o faturamento obtido, muitas vezes, não garantem os recursos necessários para o atendimento de todos os requisitos legais aplicáveis.

REFERÊNCIAS

BRASILEIRA, N. **Resíduos sólidos -Classificação**. Disponível em: <<https://analiticaqmcredutos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 29 setembro. 2023.

Norma operacional para o licenciamento das atividades de coleta e transporte rodoviário de resíduos perigosos (classe I) e não perigosos (classes IIA e IIB), INEA, 2019. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/NOP-INEA-26-CORRETA.pdf>>. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 04 de outubro de 2022

Presidência da República Lei 12.305. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 04 de outubro de 2022.

Plano Estratégico Niterói Que Queremos. Disponível em: <<https://www.portalplanejamento.niteroi.rj.gov.br/plano.php>>. Acesso em : 04 de outubro de 2022.

Portal Licenciamento, INEA, 2022. Disponível em: <<http://portallicenciamento.inea.rj.gov.br/requerente/login>>. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

Resolução Conema 56 licença de armazenamento óleo comestível. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/idsplg?IdcService=DOC_INFO_BY_NAME&dDocName=INEA0013900>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

Reciclagem de óleo. Site Sabesp, 2022. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=82>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ATERROS SANITÁRIOS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 02/12/2023

André Souza de Melo

Anderson Souza de Melo

RESUMO: A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma preocupação global, e o estado do Rio de Janeiro apresenta um contexto propício para sua análise. Em 2019, o Rio gerou cerca de 8,2 milhões de toneladas de RSU, destacando o desafio enfrentado na gestão desses resíduos. A gestão adequada de RSU é multidimensional, afetando o meio ambiente, saúde pública e qualidade de vida. A disposição inadequada pode causar contaminação do solo, emissão de gases de efeito estufa e riscos à saúde. No Brasil, apenas 59,5% dos resíduos são destinados de forma adequada, tornando essencial sistemas eficientes de gestão. Nesse cenário, os aterros sanitários se destacam como opção de destinação. Além de viáveis economicamente, seguem rigorosos padrões ambientais e engenharia. No entanto, exigem análise detalhada de aspectos locais, ambientais e tecnológicos. Este artigo propõe uma

análise qualitativa das condições dos RSU e percolado dos aterros no Rio de Janeiro, utilizando dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2021. O objetivo é identificar desafios e oportunidades para aprimorar a eficiência e sustentabilidade dessas instalações. Foi constatado que apenas 17 municípios possuem aterros sanitários em seus territórios e grande parte deles recebem resíduos de outros municípios. Todos os municípios que responderam à pesquisa completa do SNIS afirmaram que há impermeabilização no aterro, seja por meio de manta ou argila, além de confirmarem a presença de drenagem de percolado e sistema de drenagem de águas pluviais na unidade. Porém o estado ainda tem uma jornada longa, porque 25% dos municípios apresentam desafios para a destinação resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro sanitário; Gestão resíduos sólidos urbanos; Rio de Janeiro

ABSTRACT: The management of urban solid waste (USW) is a global concern, and the state of Rio de Janeiro provides a conducive context for its analysis. In 2019, Rio generated approximately 8.2 million

tons of USW, highlighting the challenge faced in managing these waste materials. Proper USW management is multidimensional, impacting the environment, public health, and quality of life. Inadequate disposal can lead to soil contamination, greenhouse gas emissions, and health risks. In Brazil, only 59.5% of waste is adequately disposed of, making efficient waste management systems essential. In this scenario, sanitary landfills stand out as a disposal option. Besides being economically viable, they adhere to strict environmental and engineering standards. However, they require a detailed analysis of locational, environmental, and technological aspects. This article proposes a qualitative analysis of the conditions of USW and leachate from landfills in Rio de Janeiro, using data from the National Sanitation Information System (SNIS) in 2021. The goal is to identify challenges and opportunities to enhance the efficiency and sustainability of these facilities. It was found that only 17 municipalities have sanitary landfills within their territories, and a significant portion of them receives waste from other municipalities. All municipalities that responded to the full SNIS survey confirmed the presence of landfill lining, either through liners or clay, as well as the presence of leachate drainage and a stormwater drainage system on-site. However, the state still has a long journey ahead, as 25% of the municipalities face challenges in waste disposal.

KEYWORDS: Landfill; Management of urban solid waste; Rio de Janeiro

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma necessidade premente em âmbito global, e o estado do Rio de Janeiro, com sua dinâmica demográfica e econômica, apresenta um cenário propício, tanto em termos de sociais, econômicos e ambientais (DOS SANTOS et al., 2021). De acordo com dados recentes da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2020), o Rio de Janeiro gerou aproximadamente 8,2 milhões de toneladas de RSU em 2019. Esse valor ilustra a dimensão do desafio enfrentado pelas autoridades e gestores públicos na gestão adequada desses resíduos do estado.

A importância da gestão de RSU é multidimensional, impactando não apenas o meio ambiente, mas também a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades urbanas (COSTA, 2018; LINO et al., 2023). A disposição inadequada de resíduos sólidos pode resultar na contaminação do solo e das águas subterrâneas, contribuir para a emissão de gases de efeito estufa e representar riscos à saúde humana (DE SOUZA et al., 2023). Cabe ressaltar que o cenário de destinação final de resíduos para o Brasil ainda é mais crítico, uma vez que, de acordo com a ABRELPE (2020), foram gerados mais de 79 milhões de toneladas em 2019 e apenas 59,5% dos resíduos foram destinados de forma adequada. Portanto, a implementação de sistemas de gestão de resíduos eficientes é fundamental para minimizar esses impactos.

Nesse contexto, os aterros sanitários se destacam como uma das principais opções para a destinação final de RSU. Além de serem uma alternativa economicamente viável, para a realidade brasileira, os aterros sanitários são projetados para atender a rigorosos

padrões ambientais e de saúde pública (CEMPRE, 2018). No entanto, a localização, o projeto e a operação dessas instalações demandam uma análise detalhada dos aspectos locacionais, ambientais e tecnológicos (LIMA et al., 2018; REIS et al., 2020).

Este artigo se propõe a realizar uma análise abrangente qualitativa das condições dos RSU e percolado dos aterros sanitários nos municípios do Estado do Rio de Janeiro. Para tanto, será utilizado dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do ano de 2021 para compreender o panorama da gestão de resíduos no Rio de Janeiro. Além disso, buscar identificar os desafios e oportunidades na gestão dos aterros sanitários fluminenses, com o objetivo de contribuir para aprimorar a eficiência e sustentabilidade dessas instalações.

A presente pesquisa é relevante para gestão pública e privada de resíduos, e também para a sociedade como um todo, uma vez que busca promover uma melhor compreensão dos impactos e das melhores práticas relacionadas aos aterros sanitários, com vistas a um futuro mais sustentável para o Estado do Rio de Janeiro.

2. OBJETIVO

O artigo busca identificar os desafios e oportunidades na gestão dos aterros sanitários localizados nos municípios do estado do Rio de Janeiro, com o objetivo de identificar caminhos para aprimorar a eficiência e sustentabilidade dessas instalações.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente artigo consistiu em um levantamento de dados secundários do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, com foco específico em resíduos sólidos. Para isso, dividiu-se o procedimento metodológico em três etapas.

A primeira etapa consistiu no acesso aos dados e coleta de informações. Foi realizada a pesquisa acessando o site do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - Séries Históricas. Neste portal, foi selecionada a opção de resíduos sólidos e escolhida a unidade de processamento “aterro sanitário” para análise. A referência escolhida para a pesquisa foi o ano de 2021, para o estado do Rio de Janeiro, localizado na região sudeste do país. A partir das configurações selecionadas, o sistema gerou uma planilha contendo informações cruciais sobre os aterros sanitários na região em questão. As informações contidas na planilha incluem o município onde o aterro sanitário está localizado, se recebe resíduos de outros municípios, a existência de monitoramento ambiental, a utilização dos gases drenados, a presença de sistemas de água pluvial na unidade e se a operação é pública ou privada.

A segunda etapa consistiu na análise dos dados coletados por meio da planilha gerada na etapa 1. Procedeu-se à análise das informações reunidas, com foco em

compreender as características e particularidades de cada aterro sanitário, identificando padrões e diferenças nas práticas de manejo, tratamento e reuso de resíduos sólidos e seus derivados.

A terceira e última etapa consistiu na sistematização das informações analisadas para auxiliar os autores a propor sugestões e identificar os desafios para aprimoramento. A partir da análise dos dados, formulou-se sugestões e foi identificado desafios relevantes para o aprimoramento das práticas de manejo, tratamento e reuso de resíduos sólidos e seus derivados em aterros sanitários no estado do Rio de Janeiro. Essas recomendações são baseadas nas melhores práticas identificadas durante a pesquisa e têm o objetivo de contribuir para a gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos.

A partir da metodologia proposta, será viável analisar de forma abrangente as práticas de gestão de resíduos sólidos em aterros sanitários na região de estudo, bem como a identificação de oportunidades de melhoria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados levantados no procedimento metodológico, foi possível realizar uma análise detalhada das informações relativos aos aterros sanitários localizados nos municípios do estado do Rio de Janeiro, com base na série histórica do SNIS 2021, e proporcionar uma visão abrangente da situação dessas instalações. Inicialmente, é importante ressaltar que apenas 17 dos municípios do estado, o que corresponde a aproximadamente 18,5% do total, possuem aterros sanitários. Essa relativa escassez de aterros sanitários deve-se à prática predominante de consórcios entre municípios para a destinação de resíduos, permitindo que alguns recebam resíduos de outras localidades próximas.

Ao examinar a Tabela 1, constata-se que cerca de 82% dos municípios com aterros sanitários têm a operação dessas unidades realizada por empresas privadas, enquanto apenas três municípios (Rio de Janeiro, Sapucaia e Macuco) gerenciam seus aterros por meio da prefeitura ou do sistema de Limpeza Urbana municipal.

Um dado importante é que embora o município do Rio de Janeiro seja o responsável pelo gerenciamento da unidade de processamento, o aterro sanitário para onde os resíduos do Rio é direcionado fica localizado no município de Seropédica, na baixada fluminense do estado.

A análise adicional da Tabela 1 revela informações valiosas sobre a cronologia de operação dos aterros sanitários no estado do Rio de Janeiro. O aterro de Rio Bonito se destaca como o mais antigo, iniciando suas operações em 1996, enquanto o aterro da Tecnosol Comércio e Serviços LTDA, em Quissamã, e o aterro da União Norte-particular, no Paraíba do Sul, são os mais recentes, começando a funcionar regularmente em 2021. Importante destacar que esses dois municípios, Rio Bonito e Quissamã, não forneceram

informações para o SNIS 2021 sobre aspectos críticos, como a impermeabilização do aterro, a existência de sistemas de drenagem, tratamento interno e externo do percolato, a presença de drenagem de águas pluviais e se existe recirculação do líquido percolato (chorume).

Adicionalmente, Vassouras e Macuco, embora tenham mencionado o tratamento interno do percolato do aterro sanitário, não forneceram informações sobre a existência de sistema de recirculação de chorume e tratamento externo de lixiviado complementar.

No que diz respeito a práticas fundamentais de gestão, todos os municípios que responderam à pesquisa completa do SNIS afirmaram que há impermeabilização no aterro, seja por meio de manta ou argila, além de confirmarem a presença de drenagem de percolato e sistema de drenagem de águas pluviais na unidade. A existência de um sistema de drenagem do líquido lixiviado é uma prática que traz benefícios para a melhoria da gestão de efluentes, reduzindo o risco de poluição ambiental no solo e águas superficiais e subterrâneas (DE SOUZA et al., 2023; REIS et al. 2015). A maioria mencionou a existência de unidades de tratamento do líquido percolato na área interna da unidade, e alguns relataram a prática de recirculação do líquido percolato. Além disso, seis municípios informaram que possuem unidades de tratamento do chorume localizadas fora da área da unidade.

Como aponta Lima et al. (2018), é importante monitorar os sistemas de drenagem de águas pluviais, tratamento de lixiviado e impermeabilização de aterros sanitários como forma orientar estratégias de gestão de resíduos sólidos com foco na eficiência e sustentabilidade.

Tabela 1: Unidade de processamento de resíduos sólidos aterro sanitário, análise de efluentes e impermeabilização do solo

Município responsável pelo gerenciamento da unidade de processamento	Nome da Unidade e Proprietário	Operador	Ano de início da operação	Recebe resíduos de outros municípios?	Existe impermeabilização no aterro?	Existe drenagem de percolado?	Existe tratamento de percolado interno?	Existe recirculação de percolado?	Existe tratamento percolado externo?	Existe drenagem de águas pluviais?
Barra Mansa	Aterro Sanitário de Barra Mansa - Orizon	Empresa privada	2012	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Itaboraí	Centro de Gerenciamento de Resíduos-ESTRE	Empresa privada	2007	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Macaé	Aterro Sanitário - Construtora Zadar Ltda	Empresa privada	2011	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Macuco	Aterro Sanitário - Prefeitura Municipal De Macuco	Prefeitura ou SLU	2009	Não	Sim	Sim	Sim	-	-	Sim
Niterói	CTR Niterói - Prefeitura Municipal de Niterói	Empresa privada	2019	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Nova Friburgo	Aterro Sanitário-Empresa Brasileira de Meio Ambiente S/A	Empresa privada	1998	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Nova Iguaçu	CTR - Nova Iguaçu-CTR Nova Iguaçu	Empresa privada	2015	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Paraíba do Sul	Aterro Sanitário União Norte-particular	Empresa privada	2021	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Quissamã	Tecnosol Comércio e Serviços LTDA	Empresa privada	2021	Sim	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito	Aterro Sanitário Municipal-Prefeitura Municipal de Rio Bonito	Empresa privada	1996	Não	-	-	-	-	-	-
Santa Maria Madalena	MTR - Madalena Tratamento de Resíduos Urbanos LTDA-Orion Quintino de Melo	Empresa privada	2005	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
São Gonçalo	CTR Alcântara - Concessão	Empresa privada	2012	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
São Pedro da Aldeia	Dois Arcos Construções e Gestão de Resíduos Ltda	Empresa privada	2007	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Sapucaia	Aterro Sanitário - Prefeitura	Prefeitura ou SLU	2020	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Rio de Janeiro	CTR Rio - Ciclus Ambiental do Brasil S.A.	Prefeitura ou SLU	2011	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Três Rios	CDTR - Três Rios-União Norte Fluminense Engenharia e Com Ltda	Empresa privada	2018	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Vassouras	Aterro Consorciado Vale do Café – CONVALE -Prefeitura Municipal de Vassouras	Empresa privada	2012	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-	Sim

A Tabela 2 revela informações importantes sobre o recebimento de resíduos sólidos urbanos (RSU) pelos municípios do estado do Rio de Janeiro. Notavelmente, seis municípios (Macuco, Niterói, Nova Friburgo, Paraíba do Sul, Rio Bonito e Sapucaia) não recebem resíduos sólidos de outros municípios, o que indica uma gestão localizada e independente dessas áreas em relação à destinação de RSU.

Por outro lado, Barra Mansa emerge como um polo importante na gestão de RSU na região, uma vez que congrega um consórcio com 13 municípios para a destinação de resíduos no aterro sanitário de Barra Mansa, operado pela empresa privada Orizon. Um fato notável sobre esse aterro é que ele recebe resíduos não apenas de municípios vizinhos, mas também de estados vizinhos, como São Paulo (Bananal e Arapeí) e Minas Gerais (Passa Vinte, Bocaina de Minas, Santa Rita de Jacutinga). No entanto, a maior quantidade total de resíduos recebida na unidade de processamento provém dos próprios municípios do estado do Rio de Janeiro, com destaque para Volta Redonda, Barra Mansa e Resende, que contribuem com 67 mil toneladas, 51 mil toneladas e 30 mil toneladas por ano, respectivamente.

Adicionalmente, com base na Tabela 2, verifica-se que o aterro sanitário localizado no município de Seropédica é o principal receptor de resíduos de outros municípios, com um impressionante volume total de mais de 3,1 milhões de toneladas anuais, provenientes de sete municípios (Miguel Pereira, Piraí, São João de Meriti, Mangaratiba, Seropédica, Itaguaí e Rio de Janeiro). Vale ressaltar que o Rio de Janeiro representa a grande maioria, com mais de 95,6% de todo o quantitativo recebido. Nova Iguaçu, por sua vez, surge como o segundo município que mais recebe resíduos de outros municípios, com cerca de 1,4 milhões de toneladas anuais, envolvendo cinco municípios em seu consórcio.

Esses dados são fundamentais para compreender a dinâmica regional da destinação de resíduos sólidos urbanos no estado do Rio de Janeiro, destacando os municípios-chave e as parcerias intermunicipais na gestão desses resíduos. Essa compreensão é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão e planejamento futuro.

Tabela 2: Fluxo e quantidade de resíduos sólidos nos aterros sanitários do estado do Rio de Janeiro

Municípios com Aterro Sanitário	Quantidade de municípios que o aterro sanitário recebe resíduos sólidos	Quantidade (tonelada/ano)
Barra Mansa	13	173.785,00
Santa Maria Madalena	12	38.205,00
São Pedro da Aldeia	8	250.130,00
Seropédica	7	3.121.782,00
Nova Iguaçu	5	1.410.066,00
Três Rios	5	125.333,70
Vassouras	5	47.895,70
Itaboraí	4	89.725,40

Municípios com Aterro Sanitário	Quantidade de municípios que o aterro sanitário recebe resíduos sólidos	Quantidade (tonelada/ano)
São Gonçalo	4	987.121,40
Macaé	3	329.295,30
Quissamã	2	6.212,90
Macuco	1	2.921,30
Niterói	1	70.805,30
Nova Friburgo	1	75.957,00
Paraíba do Sul	1	24.763,20
Rio Bonito	1	11.508,10
Sapucaia	1	5.044,00

5. CONCLUSÕES

A análise abrangente dos dados referentes aos aterros sanitários nos municípios do estado do Rio de Janeiro permitiu tirar importantes conclusões sobre a gestão de resíduos sólidos na região e identificar desafios e oportunidades cruciais para o desenvolvimento sustentável.

Fica evidente que o estado ainda enfrenta uma longa jornada para integrar efetivamente a gestão de resíduos sólidos na pauta governamental e no contexto do desenvolvimento sustentável dos municípios. Mesmo com alguns municípios atuando de forma consorciada para a destinação de resíduos sólidos, ainda há 25% do estado sem qualquer aterro sanitário para a disposição adequada de seus resíduos. Isso levanta sérias preocupações sobre a destinação inadequada desses resíduos, com potenciais impactos negativos no meio ambiente e na saúde pública.

A maioria dos aterros recebe resíduos de mais de um município aponta para a necessidade de coordenação intermunicipal na gestão de resíduos, como amplamente discutido na literatura. Além disso, a presença de empresas privadas como operadoras de aterros levanta questões conhecidas sobre regulamentação, fiscalização e controle ambiental para garantir práticas adequadas de gestão de resíduos.

Para enfrentar esse desafio, é imperativo que haja uma cooperação sólida e eficaz entre o poder público e a iniciativa privada. A espacialização dos aterros sanitários deve ser melhor distribuída, evitando que caminhões de coleta de resíduos percorram longas distâncias para a disposição final. Além disso, é fundamental que os municípios invistam em infraestruturas adequadas de aterros sanitários, incorporando melhores práticas de engenharia ao longo de todo o ciclo de vida dessas instalações. Isso inclui a impermeabilização de aterros com mantas e/ou argilas, sistemas eficientes de drenagem de águas pluviais, coleta e tratamento adequado do lixiviado e captura e venda dos gases de efeito estufa gerados no aterro.

Por outro lado, há também diversas oportunidades a serem exploradas. O envolvimento da sociedade civil, especialmente os catadores e recicladores, desempenha um papel fundamental na promoção de empregos verdes e na economia circular. Além disso, a integração do setor de resíduos com as estratégias de combate às mudanças climáticas é uma oportunidade valiosa. A mitigação e a compensação das emissões de gases de efeito estufa podem ser alcançadas por meio de práticas sustentáveis na gestão de resíduos, contribuindo para a redução do impacto ambiental e para o fomento do mercado de carbono.

Em resumo, o estado do Rio de Janeiro enfrenta desafios significativos, mas também possui oportunidades valiosas na gestão de resíduos sólidos. O caminho a seguir envolve cooperação, investimentos em infraestrutura adequada e o envolvimento ativo da sociedade civil setor público e privado, alinhando-se com os princípios da sustentabilidade. Essas conclusões destacam a complexidade da gestão de resíduos sólidos e a importância de considerar múltiplos fatores para garantir uma gestão eficaz e sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2021.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE. 316 p.: il. 2018.

COSTA, F. S. (2018). Urban solid waste management in Latin America and the Caribbean: Trends in public-private partnerships. *Public Administration and Development*, v. 38, n. 5, p. 319-330.

DE SOUZA, V. B., HOLLAS, C. E., BORTOLI, M., MANOSSO, F. C., & DE SOUZA, D. Z. Heavy metal contamination in soils of a decommissioned landfill southern Brazil: Ecological and health risk assessment. *Chemosphere*, 339, 139689. 2023.

DOS SANTOS, J. E. S.; VAN ELK, A. G. H. P.; FERREIRA, J. A. . Gestão de resíduos sólidos dos maiores geradores da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 31760-31446, 2021.

LIMA, P. D. M., COLVERO, D. A., GOMES, A. P., WENZEL, H., SCHALCH, V., & CIMPAN, C. Environmental assessment of existing and alternative options for management of municipal solid waste in Brazil. *Waste management*, 78, 857-870. 2018.

LINO, FÁTIMAAM; ISMAIL, KAMALAR; CASTAÑEDA-AYARZA, JUANA. Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review. **Energy Nexus**, p. 100232, 2023.

REIS, M. F.; CONTI, D.; CORRÊA, R. M. Gestão de Resíduos Sólidos: Desafios e Oportunidades para a Cidade de São Paulo. *RISUS – Journal on Innovation and Sustainability*, São Paulo, v. 6, n.3, p. 77-96, dez. 2015 - ISSN 2179-3565.

SILVA, G. B. et al. Evaluation of the environmental impact of municipal solid waste landfill in Southern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 192, n. 4, 232. 2020.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PEGADA ECOLÓGICA NA ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO

Data de aceite: 02/12/2023

Caroline Teixeira Lopes

RESUMO: Indicadores ecológicos e/ou de sustentabilidade são formas de se avaliar o estado de conservação e degradação de um ambiente, levando em conta diversos fatores como alterações na estrutura de um ecossistema, surgimento ou extinção de espécies, mudança de temperatura e outros aspectos importantes. Pegada ecológica é uma forma de contabilizar e gerenciar o impacto causado ao meio ambiente pelo modo de vida da população mundial, seu consumo de recursos exagerado, sua produção de resíduos exagerada e seu modo de vida inconsequente. As marcas geradas são impactantes, e se não for dada a ela sua devida importância, talvez irreversível. (WWF – Brasil, 2012). Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível perceber que este indicador pode ser um instrumento que auxilia a consciência ecológica e a tomada de decisões de todos dentro da instituição, pois mostra de forma mensurável como o modo de vida do ser humano impacta o locais por onde vive e passa. Sua aplicação pode servir como

uma forma de controle de ações, incentivo à sustentabilidade e uma forma de mostrar o desenvolvimento sustentável da instituição.

PALAVRAS CHAVE: SUSTENTABILIDADE; INDICADORES ecológicos; PEGADA ecológica

ABSTRACT: Ecological and/or sustainability indicators are ways of evaluating the state of conservation and manipulation of an environment, taking into account various factors such as changes in the structure of an ecosystem, emergence or extinction of species, temperature change and other important aspects. Ecological footprint is a way of accounting and managing the impact caused to the environment by the way of life of the world's population, their exaggerated consumption of resources, their exaggerated waste production and their inconsequential way of life. The brands generated are impactful, and they are not given their due, perhaps irreversible, importance. (WWF – Brazil, 2012). With the development of this work, it was possible to realize that this indicator can be an instrument that helps the ecological awareness and decision-making of everyone within the institution, as it shows in a measurable way how the way of life of human beings impacts the places where

they live. and passes. Its application can serve as a way of controlling actions, encouraging sustainability and a way of showing the sustainable development of the institution.

KEYWORDS: SUSTAINABILITY; ECOLOGICAL indicators; ECOLOGICAL footprint

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e populacional, houve consequentemente um aumento no consumo de energia, água, papel, e na geração de resíduos, carbono, poluição e desmatamento. Podendo levar futuramente o planeta a uma escassez de recursos. Isso se deve ao fato do ser humano realizar suas tarefas com irresponsabilidade e sem pensar nas suas consequências.

Com base nessa probabilidade e com os problemas já enfrentados devido ao modo de vida mundial, indicadores de sustentabilidade vêm sendo elaborados e estudados a fim de alertar sobre os rastros gerados pelo homem, e modos de sanar ou pelo menos diminuir esse ritmo ao qual se vem destruindo o local onde se vive.

A Agenda 21, em seu capítulo 40, chama a atenção para o fato dos indicadores de desenvolvimento utilizados pelos países não realizarem menção alguma a números relacionados à sustentabilidade. E apresenta informações sobre o trajeto que deverá ser traçado pelo ser humano tentar reverter ou ao menos amenizar os impactos causados. Salientando assim a necessidade de se conhecer meios para calcular o consumo humano e seu impacto na degradação ambiental.

Pensando nessa necessidade de conhecimento sobre o nível de degradação ambiental, indicadores foram criados para expressar em números a influência humana no planeta. Neste trabalho em questão será dada ênfase a Pegada Ecológica, uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia o consumo humano de recursos naturais e avalia se este vem sendo acima do que seria permitido.

2. OBJETIVOS

Compreender o indicador Pegada Ecológica;

Aplicar a metodologia de cálculo da Pegada Ecológica nos dados obtidos da área de estudo.

3. CONCEITOS

3.1. Pegada Ecológica

A cada ano a Pegada faz uma avaliação histórica dos recursos utilizados e dos que foram produzidos no último ano, a partir disso avalia a atual situação do planeta ou determinada região. A Global Footprint Network (2013) define pegada ecológica como sendo a medida da quantidade de área de terra e de água biologicamente produtiva que um indivíduo, população ou atividade requer para produzir todos os recursos que consome e para absorver os resíduos que gera, usando a tecnologia vigente e práticas de gestão de

recursos. Geralmente é medida em hectares globais, considerando que o comércio é global e a pegada de um indivíduo ou país inclui terra ou água de todo o mundo.

Gaodi et al. (2012) destacam que a pegada ecológica é uma medida criada para responder ao questionamento: Quanto da capacidade regenerativa de nosso planeta estamos usando? Através do cálculo da demanda que o consumo humano e a produção de lixo exercem sobre a Biosfera.

O principal objetivo é quantificar os recursos que utilizamos da natureza para sustentar nosso modo de vida, baseia-se nos bens materiais, forma de se alimentar, produção de resíduos e poluição enfim, hábitos de consumo da população. E a partir de então, pode-se estimar o quão forte cada ser humano impacta sobre a natureza, a força e a devastação que seu caminho deixa para trás. (Borba e Costa, 2007). A pegada ecológica permite uma leitura e interpretação da realidade, as diferentes culturas presentes nos países e no mundo, e seus modos de vida. Relata problemas como injustiça e desigualdade, através dos diferentes níveis de consumo de recursos. E mostra que a igualdade, a conscientização e a preocupação de cada um com o planeta possa ser a chave para uma pegada melhor.

Segundo Dias (2002), a Pegada Ecológica é um indicador que permite estabelecer de forma clara e simples, as relações de dependência entre as atividades humanas e os recursos naturais necessários para a realização das mesmas e para a absorção dos resíduos gerados. O grau de dependência é estimado em áreas de terras ou de mar produtivas, necessárias para sustentar a manutenção dessa relação. Cada ser vivo necessita de uma quantidade mínima de espaço natural produtivo para sobreviver. Os humanos, neste e noutros aspectos, são semelhantes às outras espécies. Na verdade, a nossa sobrevivência depende da existência de alimentos, de uma fonte constante de energia, da capacidade de os vários resíduos que produzimos serem absorvidos e, assim, deixarem de constituir uma ameaça, bem como da disponibilidade de matérias-primas para os processos produtivos.

Segundo William Rees e Mathis Wackernagel, criadores da Pegada existem cinco fatores importantes para seu cálculo:

- Terra Bioprodutiva;
- Mar Bioprodutivo;
- Terra de Energia;
- Terra Construída;
- Terra de Biodiversidade.

Com base nesses fatores foram definidos os componentes da Pegada Ecológica: (Becker, Martins, F. Campos, et al., 2012)

- Carbono: Representa a extensão de áreas florestais capaz de sequestrar emissões de CO₂ derivadas da queima de combustíveis fósseis, excluindo-se a parcela absorvida pelos oceanos que provoca a acidificação.
- Áreas de cultivo: Representa a extensão de áreas de cultivo usadas para a produção de alimentos e fibras para consumo humano, bem como para a produção de ração para o gado, oleaginosas e borracha.

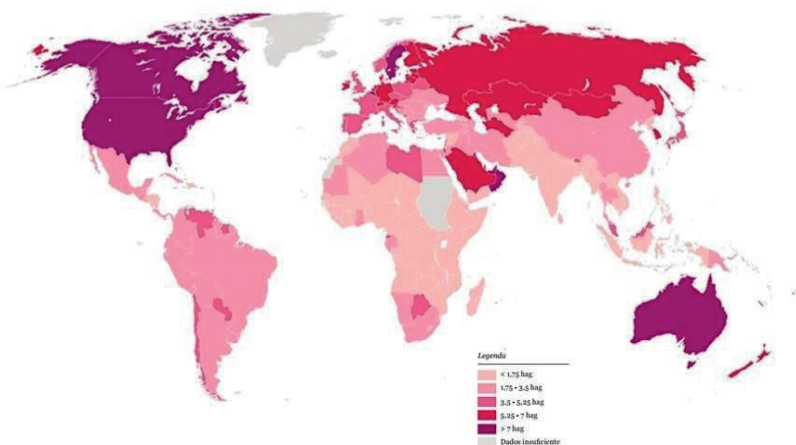
- Pastagens: Representa a extensão de áreas de pastagem utilizadas para a criação de gado de corte e leiteiro e para a produção de couro e produtos de lã.
- Florestas: Representa a extensão de áreas florestais necessárias para o fornecimento de produtos madeireiros, celulose e lenha.
- Áreas construídas: Representa a extensão de áreas cobertas por infraestrutura humana, inclusive transportes, habitação, estruturas industriais e reservatórios para a geração de energia hidrelétrica.
- Estoques pesqueiros: Calculada a partir da estimativa de produção primária necessária para sustentar os peixes e mariscos capturados, com base em dados de captura relativos a espécies marinhas e de água doce.

Os especialistas William Rees e Mathis Wackernagel procuravam por formas para medir as marcas geradas pelo ser humano no planeta, na década de 90.

Em 1996, estes cientistas publicaram o livro *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* (traduzido para o português *Pegada Ecológica – reduzindo o impacto do ser humano na Terra*), apontando uma nova concepção no universo da sustentabilidade ao mundo. (WWF - Brasil, 2012)

Fazendo uma análise histórica sobre a Pegada Ecológica, até a década de 1970, a terra conseguia suprir as necessidades humanas, o que não vem ocorrendo atualmente. No ano de 2010, a média da Pegada Ecológica mundial per capita é em torno de 2,6 hectares globais, enquanto a biocapacidade per capita é de 1,7 hectare global. O que deixa um déficit ecológico de 0,9 gha/cap, ou seja, a população mundial consome um planeta e meio, ultrapassando assim a capacidade do planeta em 50%. Com o aumento rápido do valor da Pegada, em pouco tempo é provável que o planeta não suporte mais suprir as necessidades básicas da sua população.

Figura 1: Mapa global da pegada ecológica nacional por pessoa em 2012



Fonte: WWF, 2012.

3.2. Biocapacidade

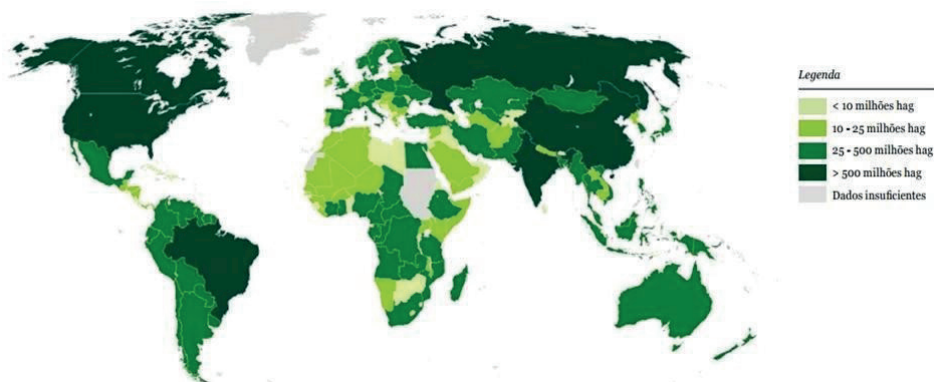
Capacidade biológica ou biocapacidade é o montante de recursos úteis produzidos pelos ecossistemas e a aptidão destes de absorver os resíduos gerados pelo ser humano, ou seja, pode-se dizer que é a capacidade regenerativa da terra. É a medida usada de comparação com a Pegada Ecológica. (WWF - Brasil, 2012).

O cálculo da biocapacidade considera a área de terra livre e sua capacidade de produção, esse valor é obtido em hectare levando em conta as culturas ou árvores inseridas em uma área.

Os fatores abrangidos são para a realização do cálculo da biocapacidade são:

- Terras cultiváveis para a produção de alimentos, fibras, biocombustíveis;
- Pastagens para produtos de origem animal, como carne, leite, couro e lã;
- Áreas de pesca costeiras e continentais;
- Florestas, que tanto fornecem madeira como podem absorver CO₂ ;
- Áreas urbanizadas, que ocupam solos agrícolas;
- Hidroeletricidade, que ocupam área com seus reservatórios. Abaixo será apresentado um mapa com a biocapacidade mundial.

Figura 2: Biocapacidade total por país em 2012, em hectares globais (gha).



Fonte: WWF, 2012.

4. CONSEQUÊNCIAS

O relatório do WWF de 2010 mostrou essencialmente que a perda da biodiversidade global foi de 30%: “A humanidade não está mais vivendo dos juros da natureza, mas esgotando seu capital” e, “a esse nível de déficit ecológico, a exaustão dos ativos ecológicos eo colapso em grande escala dos ecossistemas parecem cada vez mais prováveis”, afirma o relatório.

A figura a seguir apresenta a tendência global da pegada ecológica e sua projeção, a linha vermelha representa a pegada ecológica da humanidade, enquanto a linha verde representa a biocapacidade da Terra.

O cálculo feito pela Global Footprint Network (GFN), organização internacional pela sustentabilidade, parceira global da Rede WWF, que monitora a Pegada Ecológica das cidades do mundo inteiro, mostra que desde 2000, a data em que o mundo esgota sua capacidade tem surgido cada vez mais cedo: de 1º de outubro em 2000 a 02 de agosto em 2023. A tendência é essa data passar cada vez mais para o início do ano.

A tabela abaixo mostra as datas do déficit mundial entre 2000 e 2023.

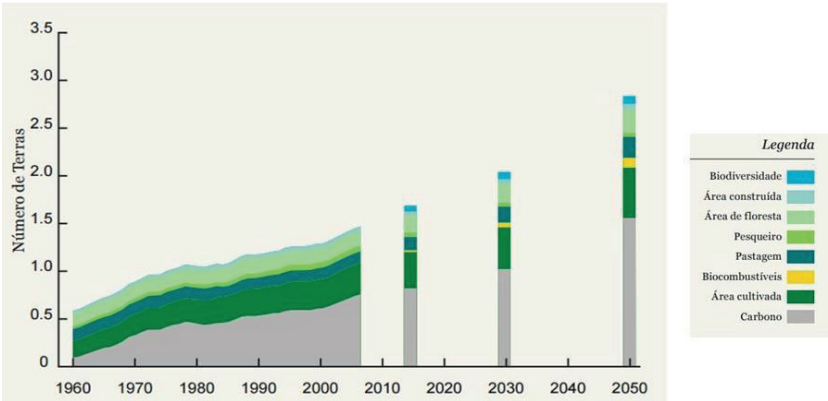
Tabela 1: Data do déficit mundial.

Sobrecarga da Terra por ano	
2000	05 de outubro
2005	06 de setembro
2010	31 de agosto
2015	13 de agosto
2020	22 de julho
2021	29 de julho
2022	22 de julho
2023	02 de agosto

Fonte: WWF Brasil, 2023.

O futuro não é animador. Pelo atual ritmo, em 2050 serão necessários dois planetas Terra para suportar as necessidades humanas de solo arável, água, florestas e espaço para ocupação urbana, segundo a Global Footprint Network.

Figura 3: Projeções tendenciais.



Fonte: Global Footprint Network, 2010

5. METODOLOGIA DE CÁLCULO

Ecologicamente ligada com o desenvolvimento sustentável de uma população, a Pegada baseia-se em dados históricos para estabelecer sua base de cálculo, estabelecendo o que foi utilizado, mas sem poder afirmar o que deveria cada membro da população utilizar. Isto porque, a divisão de recursos e condições para adquirir estes não faz parte dos valores utilizados.

área de estudo será a Associação Educacional Dom Bosco, para a base de cálculos, foram utilizadas as equações aplicadas no cálculo da Pegada Ecológica na Universidade de Santiago de Compostela e USP São Carlos, elas levam em conta os fatores presentes na área de estudo e os fatores de conversão de dados da literatura adotada.

5.1. Base de Cálculo

O cálculo da Pegada Ecológica pode não representar fielmente a realidade vivida, pois os dados coletados podem apresentar alguma defasagem. A PE se trata de uma forma simplificada de abordar alguns parâmetros que influenciam no nível de degradação ambiental.

Na base de cálculo foram levados em conta os seguintes critérios:

- Consumo de água;
- Consumo de energia elétrica;
- Consumo de papel;
- Área total e área construída;
- Transportes e média de quilometragem;
- Número de funcionários e alunos;
- Quantidade de resíduos gerados.

Nesse caso, foram desconsiderados alguns parâmetros como vestuário e outros produtos consumidos, fontes de energia, alimentação. Por se tratar de uma universidade, os parâmetros utilizados são os mais significativos, de acordo com (PAULO ET AL., 2010).

Os dados utilizados para o cálculo da Pegada Ecológica foram fornecidos pela controladoria da faculdade, são referentes ao período de junho/2016 a maio/2017.

5.2. Fatores de Emissão

Cada recurso utilizado possui um fator de emissão de CO₂ associado que compreende a quantidade de carbono emitida. Nas tabelas 2 a 5 serão apresentados fatores de emissão utilizados, e fatores que influenciam no cálculo dos parâmetros utilizados no cálculo da PE.

Tabela 2: Fatores de emissão utilizados no cálculo de cada parâmetro e respectivas fontes de consulta

		Fator de emissão	Unidades	Fonte			
Água		0,50	kgCO ₂ /m³	Governo Municipal de Santiago de Compostela, Espanha <i>apud</i> Projeto Cálculo Pegada Ecológica Universidade de Santiago de Compostela (USC)			
Construção de edifícios		520	kgCO ₂ /m³	Informe MIES, 1999 <i>apud</i> Projeto Cálculo Pegada Ecológica (USC)			
Energia elétrica		0,57	kgCO ₂ /kWh	Instituto Energético de Galicia, 2007 <i>apud</i> Projeto Cálculo Pegada Ecológica (USC)			
Papel	Reciclado	0,61	kgCO ₂ /kg	Projeto (USC)	Cálculo	Pegada	Ecológica
	Virgem	1,84	papel	Projeto (USC)	Cálculo	Pegada	Ecológica

Fonte: USP, 2010.

Tabela 3: Fatores de emissão para meios de transporte

Meio de Transporte	Fator de Conversão
Moto	0,07 kgCO ₂ /km
Ônibus	0,04 kgCO ₂ /km
Avião	0,11 kgCO ₂ /km

Fonte: USP, 2010.

Tabela 4: Fator de emissão associado ao transporte de automóvel por passageiro

Automóvel	Nível de ocupação (%)			
	25	50	75	100
	0,20	0,10	0,07	0,05

Fonte: USP, 2010.

Neste trabalho será feito o cálculo de emissão dos automóveis desconsiderando seu nível de ocupação, pois se trata de um veículo da faculdade, utilizado por funcionários, em média com ocupação de 1 a 2 funcionários. Sendo assim para todos será utilizado fator de conversão de 0,20 kgCO₂/km.

A taxa de absorção média do carbono por florestas temperadas varia de 1,6 a 6,5 T de carbono por hectare por ano, dependendo das características locais. Segundo Wackernagel e Rees (1996), criadores da PE, florestas tropicais e boreais absorvem em média 1,8 T de CO₂ por hectare por ano. Já florestas que serão implantadas que absorvem mais carbono, esse valor médio durante o seu crescimento é de 6,27 T de CO₂ por hectare por ano, valor considerado por Rodrigues, Iglesias e Álvares, 2008. Será feito o cálculo

para as duas possibilidades, para que seja possível analisar quanto o tipo de floresta pode influenciar no resultado.

5.3. Consumo Geral de CO₂

Uma visão geral dos resultados obtidos está presente na tabela a seguir.

Tabela 5: Resultados gerais de CO₂ liberado e área necessária para absorção

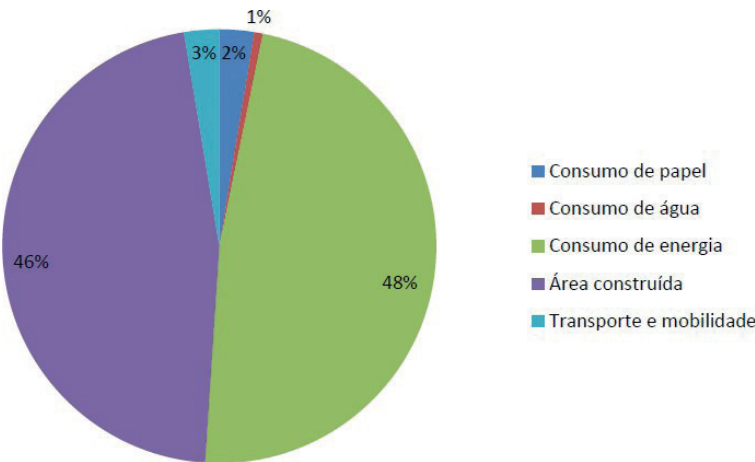
Fatores de emissão	CO ₂ liberado (T)	Hectares necessários (ha/ano)	
		Florestas em crescimento	Florestas tropicais
Consumo de papel	10,76	1,72	5,98
Consumo de água	2,68	0,43	1,49
Consumo de energia	199,27	31,78	110,70
Área construída	193,09	30,80	107,27
Mobilidade e Transporte	10,88	1,74	6,04
Total	416,68	66,47	231,48

Fonte: Própria autora, 2017.

Se for levado em conta que a instituição possui aproximadamente 3000 pessoas frequentando suas instalações - número este que engloba funcionários e alunos - , temos que o valor da pegada individual é de 0,022 hag/ano.

Através da figura 5, pode-se saber quais fatores mais influenciam o valor de pegada ecológica da instituição.

Figura 4: CO₂ liberado por cada fator de conversão



Fonte: Própria autora, 2017.

A figura revela que os consumos que causam maior impacto à instituição são consumo de energia e área construída, estes juntos representam 94% de todo CO₂ liberado pela instituição.

Apesar dos dois aspectos influenciarem quase que da mesma forma, o consumo de energia é o único que pode ser revisto e diminuído pela instituição, pois o forte impacto da área construída se deve ao fato da área total da instituição ser pouco maior do que a construída.

Com os resultados obtidos na AEDB e com o resultado da USP (AMARAL, 2010), outra instituição que já fez a aplicação da PE em suas instituição podemos comparar o quantitativo entre as faculdades.

Os dados da área de hectares necessários para suprir a emissão de CO₂ por ano da USP São Carlos levou em conta nos seus cálculos florestas em crescimento, que consomem 6,27 T de CO₂ por hectare por ano, sendo assim, este será o parâmetro para comparação. Vale lembrar que ambas utilizaram parâmetros utilizados e aplicados nos cálculos da USC. Os dados para comparação estão na tabela 6.

Tabela 6: Comparação entre AEDB e USP São Carlos

Fatores de emissão	Hectares necessários (ha/ano)	
	AEDB	USP
Consumo de papel	1,72	18,35
Consumo de água	0,43	12,88
Consumo de energia	31,78	1.027,49
Área construída	30,80	288,17
Mobilidade e Transporte	1,74	197,34
Total	66,47	1.544,23

Fonte: Própria autora, 2017.

Com relação aos resultados das duas instituições, temos que a AEDB possui valores muito inferiores à USP, mas deve-se levar em conta que o número de aluno nelas é bem diferente, a AEDB possui aproximadamente 3.000 pessoas circulando em seu interior diariamente, enquanto a instituição paulista aproximadamente 8.000.

Os percentuais que mais influenciam no resultado final também não são os mesmos, devido ao fato de na USP o quesito mobilidade ter sido calculado com base no modo como os alunos vão e voltam da instituição, e na AEDB foram considerados apenas os carros que pertencem à instituição.

6. CONCLUSÃO

Com a compreensão sobre o tema indicadores de sustentabilidade, como funcionam e qual a importância de se mensurar esses dados no nosso cotidiano, fica mais claro e tangível a necessidade de se trabalhar levando em conta métodos de avaliação da sustentabilidade entrelaçados com o modo de vida da sociedade. Deve-se levar em conta as limitações do método, mas vale ressaltar que este é um passo inicial, de fácil compreensão e que pode ser monitorado ao longo dos anos, permitindo à instituição se reavaliar e se policiar, incentivando assim seus alunos a se inserir no cenário sustentável, e criar uma consciência ambiental.

O levantamento de dados para cálculo da Pegada Ecológica mostram a relevância desses pontos no dia-a-dia, e como essa ferramenta, que necessita de dados simples para seu cálculo pode incentivar o interesse por pesquisas de cunho ambiental e por questionar o fato de se não relacionar desenvolvimento com sustentabilidade.

Através dos dados obtidos pelo cálculo da PE na instituição sabe-se que esta possui parâmetros que permitem uma PE baixa para as pessoas que fazem parte do seu corpo de funcionários e alunos, temos que a pega individual é de 0,022 hag/ano, um valor aceitável para uma instituição quando comparado com a USP de São Carlos que é de 0,19 hag/ano.

Deve-se ter consciência que esse valor pode ser melhorado com mudanças simples de hábitos da instituição, a instalação de placas para captação de energia solar é uma boa saída para se reduzir a PE, uma vez que o consumo de energia possui grande influência nos valores obtidos pela instituição.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21, capítulo 40; Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/720>>. Acesso em 27 de abril de 2017.

AMARAL, RENATA CASTIGLIONI. Análise da aplicabilidade da pegada ecológica em contextos universitários: estudo de caso no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

BECKER, M., MARTINS, T. DA S., CAMPOS, F. DE E MITCHELL, J. (2012) A Pegada Ecológica de Campo Grande e a família de pegadas. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/pegada_ecologica_campo_grande_2012.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2017.

BECKER, M., MARTINS, T. DA S., CAMPOS, F. E MORALES, J. C. (2012) A Pegada Ecológica de São Paulo - Estado e Capital e a família de pegadas.

BORBA, M. P. E COSTA, L. (2007) Pegada ecológica: que marcas queremos deixar no planeta?

DIAS, G. F. Pegada ecológica e sustentabilidade humana. São Paulo: Gaia, 2002

GAODI, X. ET AL. China Ecological Footprint Report 2012: Consumption, Production and Sustainable Development. p.64. 2012. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/China_Ecological_Footprint_2012.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2017.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK; Disponível em : <<https://www.footprintnetwork.org/>> Acesso em 27 de Julho de 2017.

PAULO, U. D. E. S. Ã. O., Engenharia, E. D. E., Carlos, D. E. S. Ã. O., Prof, O., Fabrício, T. e Carlos (2010) “Análise da aplicabilidade da Pegada Ecológica em contextos universitários: Estudo de caso no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo Aluna: Renata Castiglioni Amaral”.

REES, WILLIAM E WACKERNAGEL, MATHIS; Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, 1996.

WWF BRASIL; Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/relatorioanual/>> Acesso em 24 de Abril de 2017

AVALIAÇÃO DA PIRÓLISE NA GESTÃO DE TECIDOS TÊXTEIS MISTOS

Data de aceite: 02/12/2023

Agatha Martins De Carvalho

RESUMO: Este estudo aborda a avaliação da pirólise como uma ferramenta eficaz para a gestão de resíduos têxteis mistos, com foco na redução de massa. A indústria têxtil, sendo uma das maiores empregadoras do setor industrial, enfrenta desafios significativos em relação à gestão de seus resíduos, bem como ao descarte correto dos mesmos. O artigo destaca a relevância da pirólise como uma solução promissora para esta problemática. Foram realizados testes de Análise Termogravimétrica (TGA) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) nos tecidos em estudo, sendo a pirólise realizada no forno de TGA. Os resultados indicaram que a pirólise reduziu de 84% a 86% da massa dos tecidos mistos de algodão e poliéster. Adicionalmente, foi observado que o tecido com maior teor de algodão gerou uma quantidade relativamente maior de resíduos após a pirólise. Além disso, houve análise dos resíduos gerados em microscópio, observando-se a presença de fibras de tecido intactas que, por conta da sua composição e tamanho,

são consideradas microplásticos. Em projeções realizadas para 1kg dos resíduos gerados, seriam encontrados entre 11,89 milhões e 25,77 milhões de microplásticos, destacando a necessidade crítica de um descarte apropriado desses materiais. Em suma, este estudo evidencia a pirólise como uma abordagem valiosa para a gestão responsável dos resíduos têxteis, contribuindo para a sustentabilidade do setor e a preservação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: pirólise; tecidos têxteis mistos; microplásticos.

ABSTRACT: This study addresses the evaluation of pyrolysis as an effective tool for managing mixed textile waste, with a focus on mass reduction. The textile industry, one of the largest employers in the industrial sector, faces significant challenges in waste management and proper disposal. The article emphasizes the relevance of pyrolysis as a promising solution to this issue. Thermogravimetric Analysis (TGA) and Scanning Electron Microscopy (SEM) tests were conducted on the fabrics under study, with pyrolysis carried out in the TGA furnace. The results indicated that pyrolysis reduced the mass of mixed cotton and polyester fabrics by

84% to 86%. Additionally, it was observed that fabrics with higher cotton content generated a relatively larger amount of residue after pyrolysis. Furthermore, residue analysis under the microscope revealed the presence of intact fabric fibers, which, due to their composition and size, are considered microplastics. Projections for 1kg of generated waste estimated between 11.89 million and 25.77 million microplastics, underscoring the critical need for proper disposal of these materials. In summary, this study highlights pyrolysis as a valuable approach for the responsible management of textile waste, contributing to sectoral sustainability and environmental preservation.

KEYWORDS: pyrolysis; mixed textile fabrics; microplastics.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil tem considerável relevância a nível nacional quanto à geração de empregos, produção, importação, exportação e investimentos sendo o 2º maior empregador da indústria de transformação com produção média de 8,1 bilhões de peças em 2021. Além disso, o Brasil está entre os quatro maiores produtores de malhas do mundo, sendo referência mundial em design de diversos segmentos de vestuário, o que posiciona o Brasil como a maior cadeia têxtil completa do Ocidente (ABIT, 2023).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2023), em 2022, foram geradas 81.811.506 toneladas de resíduos sólidos no país, desses, 93,04% foram coletados. Dos coletados, apenas 60,5% vão para aterros sanitários, e o restante vai para lixões e aterros controlados. Entretanto, não há dados oficiais, nessa publicação, sobre o atual cenário do descarte de resíduos têxteis no Brasil, o que pode ser nocivo, visto que metais pesados são utilizados como componentes no tingimento de diversas peças de vestuário, e estas, ao entrarem em contato direto com o solo ou corpos hídricos, podem causar contaminação (YOUSEF *et al.*, 2019) que acaba por impactar diretamente a saúde de milhões de brasileiros, além de gerar custos ambientais e de saúde pública para o país (ABRELPE, 2023).

Além disso, estima-se que a indústria têxtil, em todos os setores, desde a produção, uso e descarte, é responsável pela disseminação de microplásticos no ambiente, derivados das fibras de seus tecidos. A área que mais causa poluição por microplásticos nos oceanos é a da lavagem de tecidos, sendo responsável por 35% dos microplásticos encontrados. Já a secagem de roupas em máquinas gera de 400.000 a 500.000 dessas partículas a cada 15min de uso da máquina (YADAV *et al.*, 2023).

Dentre as formas de tratamento térmico de resíduos, a pirólise se torna uma possível solução para a problemática ambiental por possuir vantagens significativas sobre outros métodos de reciclagem de resíduo. Ao reduzir o volume do resíduo de forma considerável, expondo-o a altas temperaturas que variam entre 250-800°C, ocorre a decomposição em três diferentes substâncias com propriedades combustíveis: óleo pirolítico, carvão e gás, este último composto majoritariamente por H₂, CO₂, CH₄ e CO (SILVEIRA, 2015, VIANA,

2013) a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos. O país aterra de maneira regular aproximadamente 60% do total do resíduo que é coletado nas residências, deixando o restante depositado de forma irregular, o que contribui para a deterioração do meio ambiente. Assim, torna-se desafiador a busca por soluções que minimizem a disposição destes resíduos. Uma das alternativas para a disposição dos RSU são os processos termoquímicos, que diminuem o volume de resíduo gerado, bem como a demanda por áreas para aterros, aproveitam o potencial energético dos resíduos e recuperam alguns compostos químicos e minerais. Um processo que tem ganhado destaque atualmente devido ao grande potencial de transformação dos resíduos em combustíveis ou mesmo em matéria-prima é a pirólise. Este processo consiste no aquecimento dos resíduos em temperaturas que variam comumente até 700°C (dependendo de seu objetivo).

Com isso, a pirólise vem sendo utilizada pelos governos de diversos países como uma alternativa de destinação final de seus resíduos, diminuindo o descarte em aterros sanitários e o uso de incineradores. Seu uso estende-se para tratamento de resíduos sólidos urbanos, resíduos de serviço de saúde, resíduos industriais, biomassa, pneus, dentre outros (REZAIYAN; CHEREMISINOFF, 2005), fazendo com que o uso desse sistema siga com os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, ao promover a redução, tratamento e reciclagem dos resíduos têxteis.

Visto isso, este artigo avalia a pirólise de dois tipos de tecidos têxteis mistos com diferentes porcentagens de algodão com poliéster, a fim de se avaliar a eficiência da pirólise na redução da massa, para uma efetiva gestão dos mesmos.

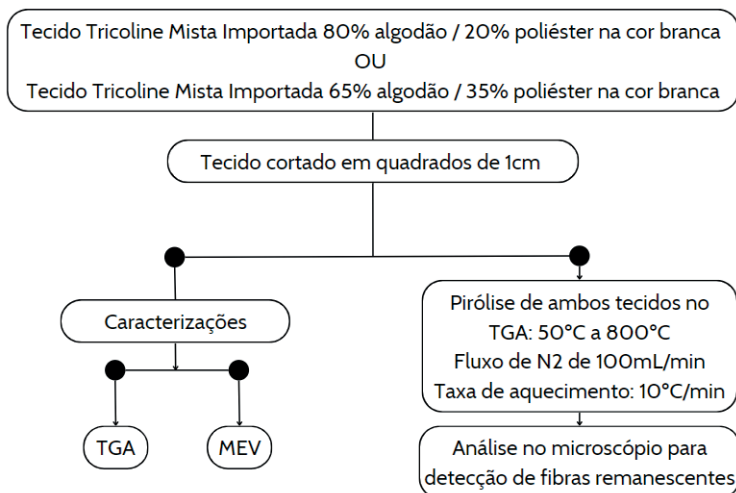
2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo averiguar a eficiência da pirólise para redução de massa de tecidos têxteis mistos Tricoline Mista Importada, com porcentagens 80% algodão / 20% poliéster e 65% algodão / 35% poliéster, de cor branca, bem como analisar os resíduos finais gerados para averiguar a existência de microplásticos.

3. METODOLOGIA

A Figura 1 apresenta todas as rotas metodológicas utilizadas neste artigo, de forma clara e objetiva, dividindo-as entre as duas abordagens utilizadas: as caracterizações dos tecidos e a pirólise dos mesmos em forno de TGA.

Figura 1 - Rotas metodológicas



Fonte: A autora, 2023.

3.1 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para se avaliar os aspectos e morfologia dos tecidos, foi utilizada a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Cada tecido foi cortado em quadrados de 1cm separado em frações de 5g, transferido para um frasco e encaminhado para o laboratório. O material foi separado e analisado pelo equipamento nas voltagens de aceleração de 5kV e 20kV.

3.2 Análise Termogravimétrica (TGA)

Para avaliar a temperatura ideal para a pirólise, através da perda de massa dos tecidos, os mesmos foram submetidos à Análise Termogravimétrica (TGA). Cada tecido foi cortado em quadrados de 1cm, separado em frações de 5g, transferido para um frasco e encaminhado para o laboratório.

Cada amostra foi pesada no laboratório, contendo no mínimo 20mg cada. Após isso, cada amostra foi posta na panela de platina do equipamento e submetida ao aquecimento de 50°C a 800°C, em atmosfera de nitrogênio com fluxo de 100mL/min, com taxas de aquecimento de 10°C/min ou 20°C/min (de acordo com a finalidade da análise proposta) e padrões de calibração Alumel (154,2°C) e Níquel (354,4°C). A massa remanescente na panela é constantemente medida pela balança do equipamento ao longo do ensaio, que está em atmosfera de nitrogênio com fluxo de 40mL/min, obtendo-se, assim, os registros de percentual de perda de massa *versus* temperatura.

3.3 Pirólise

Visando a análise do comportamento do tecido em temperaturas maiores que as onde ocorre a degradação total em ambiente controlado, foram avaliados os resíduos gerados no forno TA Instruments, modelo Q50, utilizado na Análise Termogravimétrica (TGA). Visto que este apresenta condições semelhantes à pirólise de leito fixo, o mesmo pôde ser utilizado para análise da redução de massa dos tecidos em estudo. A massa utilizada nessas análises, focadas apenas em analisar o resíduo final, foi de 20mg de tecido em cada procedimento.

Após serem realizados os procedimentos, retirava-se a panela de platina do equipamento com auxílio de uma pinça, apoiando-a sobre uma superfície plana. Utilizava-se uma espátula pequena para transferir o resíduo para uma lâmina de vidro, inserida em uma placa de petri, para posterior análise no microscópio. O forno, ao final da análise, providencia as massas inicial e final da amostra em estudo, não havendo necessidade de pesagem em balança analítica.

3.4 Análises no microscópio

Para avaliação dos resíduos gerados pela pirólise realizada no TGA, foi realizada identificação visual, por meio do uso do Microscópio Olympus BX60, a fim de se detectar possíveis fragmentos de fibras de tecido que possam vir a continuar intactas após serem submetidas a altas temperaturas. As imagens foram capturadas pelo celular modelo Samsung Galaxy S20 FE através da saída para câmera existente no microscópio. As fibras encontradas foram contadas manualmente e, para haver padronização, foi feita a estatística para a quantidade de fibras encontradas em 1kg de carvão. Essa metodologia foi baseada na utilizada por Flores-Ocampo e Armstrong-Altrin (2023).

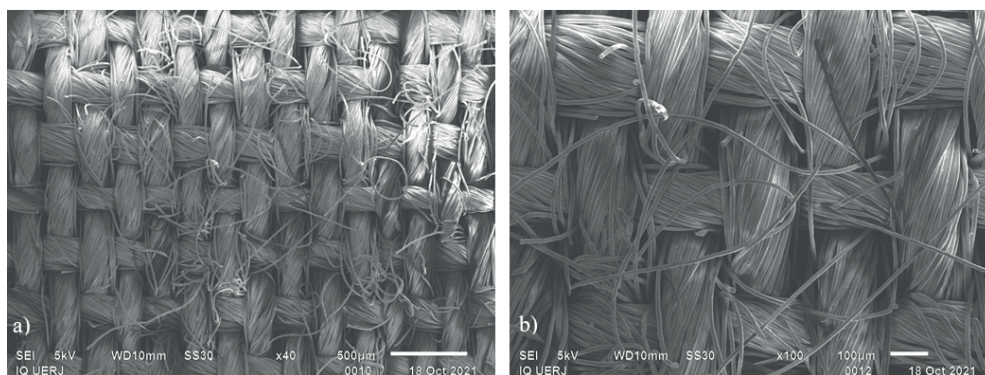
Após essa contagem, foi feita a medição dos tamanhos de alguns fragmentos de fibra encontrados nos resíduos, utilizando o Microscópio Olympus SZ61, acoplado a um notebook.

4. RESULTADOS

4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

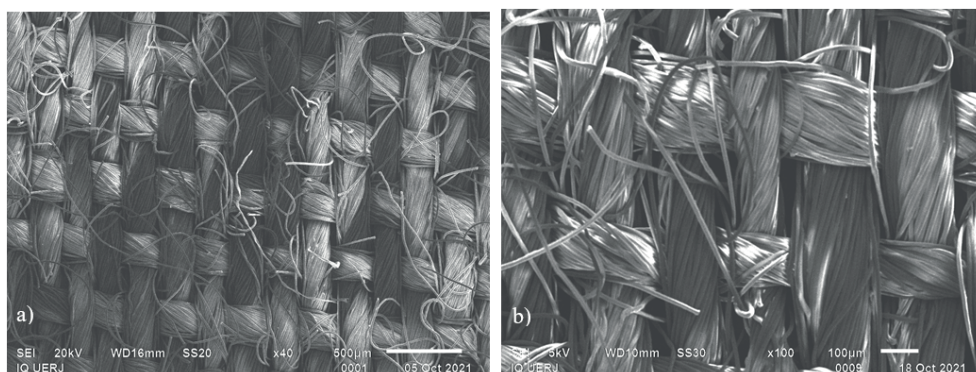
A Figura 2 apresenta as imagens retiradas do tecido tricoline mista importada de cor branca 80% algodão / 20% poliéster, e a Figura 3, as imagens do tecido tricoline mista importada de cor branca 65% algodão / 35% poliéster.

Figura 2 - MEV do tecido tricoline mista importada 80% algodão / 20% poliéster em diferentes escalas



Fonte: Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura, 2022.

Figura 3 - MEV do tecido tricoline mista importada 65% algodão / 35% poliéster em diferentes escalas



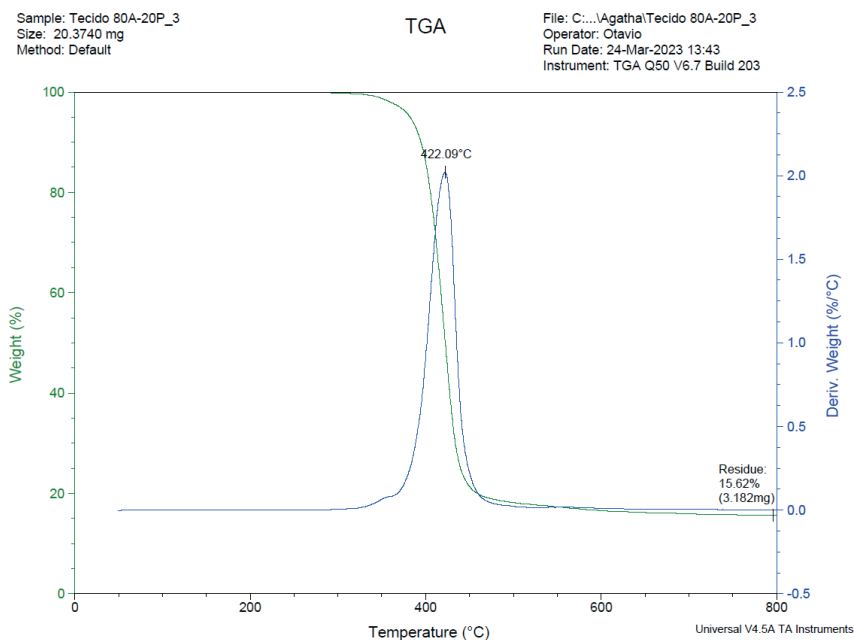
Fonte: Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura, 2022.

Nota-se que a trama dos dois tecidos é similar, porém percebe-se que a trama do tecido 80% algodão / 20% poliéster é mais organizada e arrumada, enquanto a do tecido 65% algodão / 35% poliéster mostra-se mais desalinhada e desorganizada.

4.2 Análise Termogravimétrica (TGA)

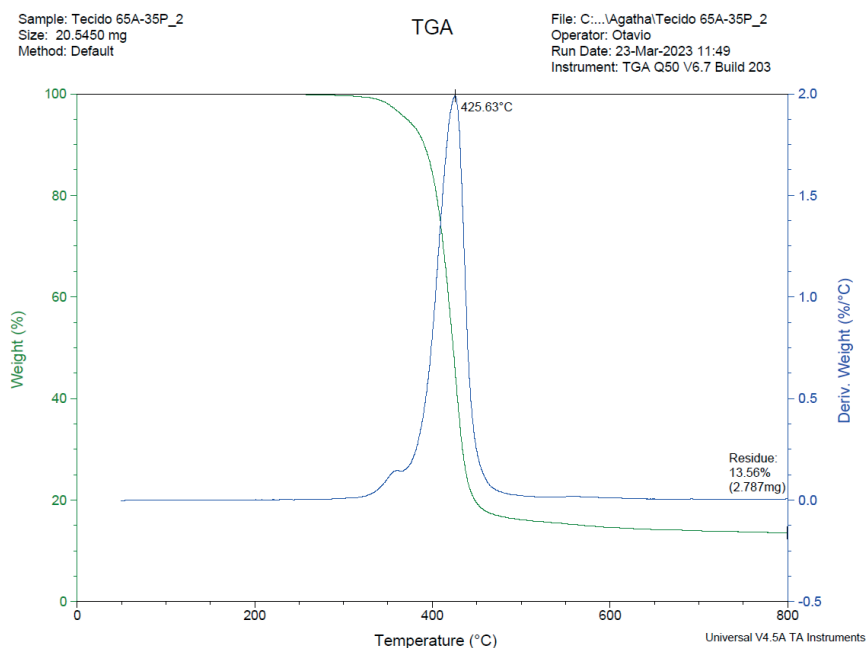
A análise termogravimétrica (TGA) do tecido 80% algodão / 20% poliéster encontra-se na Figura 4 e o do tecido 65% algodão / 35% poliéster encontra-se na Figura 5.

Figura 4 - TGA do tecido 80% algodão / 20% poliéster



Fonte: Laboratório de Caracterização Instrumental I, 2023.

Figura 5 - TGA do tecido 65% algodão / 35% poliéster



Fonte: Laboratório de Caracterização Instrumental I, 2023.

Em ambos os tecidos se nota que a temperatura de degradação é similar, sendo de 422,09°C para o tecido 80% algodão / 20% poliéster e de 425,63°C para o tecido 65% algodão / 35% poliéster. O primeiro tecido apresenta maior taxa de resíduo gerado, com 15,62%, em comparação aos 13,56% do segundo tecido. Isso mostra que a variação de composição das fibras, em ambos os tecidos, não altera significativamente a temperatura de degradação, nem a porcentagem final de resíduos pirolisados, em ambiente controlado.

4.3 Pirólise

Visando avaliação da pirólise na redução de massa de resíduos têxteis para melhor gestão dos mesmos, foram realizadas pirólises no TGA, pois o equipamento utilizado oferece um ambiente controlado para uma melhor avaliação do comportamento do resíduo têxtil estudado.

Primeiro foi realizada a pirólise em forno de TGA (Tabela 1), seguindo a metodologia descrita no item 2.3. Pela temperatura de degradação ser menor que 800°C em ambos os tecidos, realizar a pirólise nesta temperatura não interfere nos produtos gerados.

Tabela 1 - Dados da pirólise em TGA

Nº	Tecido	Massa inicial de tecido (mg)	Massa final de resíduo (mg)	% de líquido + gás	% de resíduo
1	80%algodão / 20%poliéster	20,29	3,039	85,03	14,97
2	80%algodão / 20%poliéster	20,09	2,945	85,34	14,66
3	80%algodão / 20%poliéster	20,37	3,182	84,38	15,62
4	65%algodão / 35%poliéster	20,54	2,787	86,43	13,57
5	65%algodão / 35%poliéster	20,24	2,766	86,34	13,66
6	65%algodão / 35%poliéster	20,64	2,944	85,74	14,26

Fonte: A autora, 2023.

Percebe-se que as porcentagens de resíduos coincidem com as projetadas pelos gráficos da análise termogravimétrica realizada em ambos os tecidos (Figuras 4 e 5), tendo o tecido 80% algodão/20% poliéster apresentado maior taxa de resíduos gerados, ao ser comparado com o outro tecido.

Ao se analisar essas porcentagens, nota-se que a pirólise é uma grande aliada na gestão e manejo de resíduos têxteis mistos de algodão com poliéster, visto há redução de mais de 84% de sua massa em todas as pirólises realizadas.

Na Tabela 2 estão apresentados diferentes tipos de tecidos que passaram pelo processo da pirólise de forma semelhante ao realizado neste trabalho, utilizando o nitrogênio como gás de arraste, em um processo de fluxo contínuo em temperaturas elevadas, em forno de leito fixo.

Tabela 2 - Comparação de geração dos produtos da pirólise entre tecidos têxteis

Nº	Tecido têxtil	Condições da pirólise		Rendimento		Fonte
		Temperatura final (°C)	Taxa de aquecimento (°C/min)	% líquido + gás	% resíduo	
1	Resíduos de fibras naturais	350-900	2	67,5 - 80	20 - 32,5	(Williams and Reed, 2003)
2	Resíduos de tecido acrílico	500-900	5	42 - 51	49 - 57	(Nahil and Williams, 2010)
3	Resíduos de jeans preto	800	20	81,6	18,4	(Yousef et al., 2019)
4	Resíduos de jeans azul	800	20	82,8	17,2	(Yousef et al., 2019)
5	Pano à base de algodão	300-900	10	25-83	17-75	Chowdhury and Sarkar, 2012)
6	Tecido misto de algodão com poliéster (80% algodão / 20% poliéster)	800	10	84,9	15,1	Este trabalho
7	Tecido misto de algodão com poliéster (65% algodão / 35% poliéster)	800	10	86,2	13,8	Este trabalho

Fonte: Adaptada de Lee et al. (2023).

Percebe-se que os tecidos em estudo apresentam as maiores reduções de massa quando comparados a tecidos com outras composições, sejam eles sintéticos ou naturais. Vale ressaltar que os tecidos 3 e 4 também apresentam tramas com tecidos mistos, mostrando uma redução semelhante à dos tecidos em estudo. Nota-se que o tecido que apresenta melhor redução de massa é o tecido em estudo que contém maior porcentagem de poliéster (35% poliéster), mostrando que uma maior porcentagem de tecido sintético em tramas mistas apresenta melhor performance na pirólise, quando comparado a tecidos puros, quando o foco é a redução de massa da matéria prima em estudo.

4.4 Análises no microscópio

Ao serem analisados em microscópio, os resíduos da pirólise dos tecidos em estudo apresentaram fragmentos de fibras junto com as partes carbonizadas e estes foram contabilizados de forma manual através do microscópio, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade de fibras de tecido encontradas nas pirólises feitas em TGA

Nº	Tecido	% de resíduo	Quantidade de fibras encontradas (unidade)	Quantidade de fibras por 1kg de carvão (106)
1	80%algodão / 20%poliéster	14,97	48	15,79
2	80%algodão / 20%poliéster	14,66	66	22,41
3	80%algodão / 20%poliéster	15,62	82	25,77
4	65%algodão / 35%poliéster	13,57	39	13,99
5	65%algodão / 35%poliéster	13,66	46	16,63
6	65%algodão / 35%poliéster	14,26	35	11,89

Fonte: A autora, 2023.

Nota-se que, de modo geral, no tecido 80% algodão/20% poliéster ocorre menor redução de massa do tecido carbonizado, o que impactou diretamente no aumento de aparição de fibras intactas no resíduo gerado. Nesta mesma tabela foi feita uma comparação da possível quantidade de fibras que poderiam ser encontradas em 1kg de resíduo gerado pela pirólise dos tecidos, baseando-se na quantidade já observada. Observa-se que as quantidades variam desde 11,89 milhões chegando até a 25,77 milhões.

Esses dados reforçam a necessidade de se haver um descarte correto, seja dos tecidos puros ou dos resíduos gerados pela pirólise destes, para reduzir os riscos de contaminação do ar, solo e água por esses microplásticos.

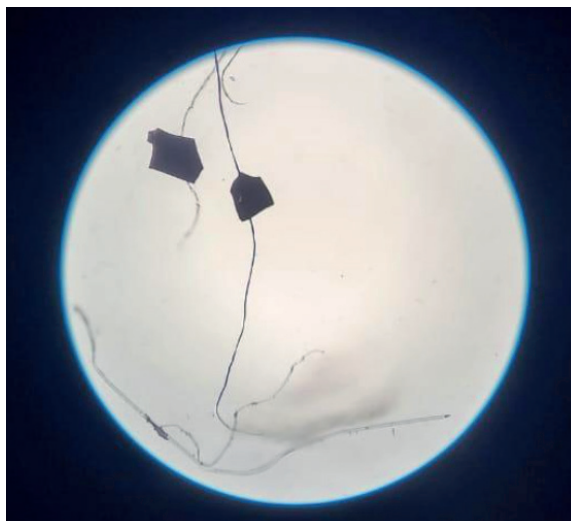
As Figuras 6 e 7 mostram algumas fibras encontradas em resíduos de pirólise apresentados na Tabela 3, através do uso do Microscópio Olympus BX60.

Figura 6 - Fibras de tecido encontradas no resíduo pirolisado do tecido 80% algodão/20% poliéster



Fonte: A autora, 2023.

Figura 7 - Fibras de tecido encontradas no resíduo pirolisado do tecido 65% algodão/35% poliéster

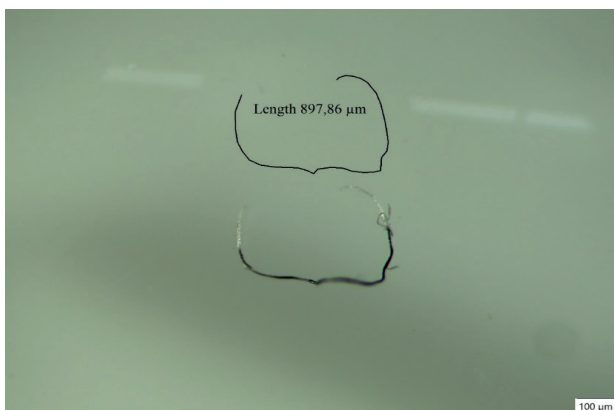


Fonte: A autora, 2023.

Nota-se que as fibras encontradas possuem características distintas. Na Figura 6 se apresentam próximas e em grande quantidade, mantendo a cor original da fibra do tecido, que é branca, mostrando que não houve queima desse tecido. Já na Figura 7, as fibras mostram-se inseridas em pedaços carbonizados, apresentando coloração escura, indicando que apenas iniciaram o processo de carbonização, não chegando a completá-lo. Ambas situações foram identificadas em todos os resíduos avaliados no microscópio.

Visando avaliar o comprimento das fibras encontradas, foi utilizado o Microscópio Olympus SZ61. As Figuras 8 e 9 mostram imagens de fibras encontradas em amostras de resíduos de pirólise da Tabela 3, analisadas de forma aleatória, com intuito de se medir o tamanho das fibras de modo geral.

Figura 8 – Resíduo pirolisado de tecido 65% algodão/35% poliéster - Zoom 40x



Fonte: A autora, 2023.

Figura 9 - Resíduo pirolisado de tecido 80% algodão/20% poliéster - Zoom 180x



Fonte: A autora, 2023.

Na Figura 8 nota-se que a queima não é homogênea em todo o tecido, o que se deve ao fato do tecido ser misto entre uma fibra natural e uma sintética. Já na Figura 9, sugere-se que o tecido sintético enrugou e se fixou ao redor do algodão (ROCHA, 2014), visto que a imagem mostra uma fibra intacta com pontos carbonizados ao seu redor.

Percebe-se que as fibras encontradas apresentam tamanhos na escala do micrômetro (μm), que equivale a um milionésimo de metro ($1 \times 10^{-6}\text{m}$). Essas fibras, por serem derivadas de material parcialmente sintético, podem ser consideradas microplásticos, tanto pela sua composição, quanto pelo comprimento, visto que microplásticos são polímeros que apresentam comprimento total entre $1 \mu\text{m}$ e 5mm (CAIXETA et al., 2022).

5. CONCLUSÕES

A pirólise de resíduos têxteis se mostra eficaz para o seu manejo e gestão, visto que reduz mais de 84% a massa dos tecidos mistos de algodão e poliéster.

Na pirólise, o tecido 80% algodão / 20% poliéster (15,62%), gera maiores quantidades de resíduos quando comparado ao 65% algodão / 35% poliéster (13,56%), tornando-o um melhor material para que análises possam ser realizadas futuramente em seus resíduos. Percebe-se que, quanto maior a quantidade de resíduos gerados pela pirólise, maior a quantidade de fibras encontradas nesses resíduos. Essas fibras, pela composição e tamanho, são classificadas como microplásticos.

Ao ser realizada uma projeção para 1kg de resíduos gerados, chegou-se ao valor de até 25,77 milhões de microplásticos encontrados nos resíduos do tecido 80% algodão / 20% poliéster e até 16,63 milhões, no tecido 65% algodão / 35% poliéster, enfatizando a importância do descarte correto dos resíduos têxteis para não haver contaminação do solo, ar e água.

Desse modo, conclui-se que a pirólise de tecidos têxteis mistos de algodão com poliéster é eficaz na redução de massa, auxiliando em uma melhor gestão desses resíduos, enfatizando a necessidade de descarte correto dos mesmos, visto que são considerados as matérias-primas que mais disseminam microplásticos no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT. **Perfil do setor**. 2023. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 22 abr. 2023.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos 2022**. 2023. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 22 abr. 2023.

CAIXETA, D. S. et al. MICROPLÁSTICOS COMO INDICADORES DE POLUIÇÃO AMBIENTAL E SEUS EFEITOS SOBRE OS ORGANISMOS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Jandaia-GO, v. 19, n. 40, 2022. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2022b/microplasticos.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2023.

FLORES-OCAMPO, I. Z.; ARMSTRONG-ALTRIN, J. S. Abundance and composition of microplastics in Tampico beach sediments, Tamaulipas State, southern Gulf of Mexico. **Marine Pollution Bulletin**, v. 191, Junho 2023. ISSN 18793363. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X23003223?via%3Dihub>. Acesso em: 16 abr. 2023.

LEE, H. S. et al. Upcycling textile waste using pyrolysis process. **Science of The Total Environment**, Elsevier, v. 859, Fev. 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722074952?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8069ce5a297a1f7d. Acesso em: 14 set. 2023.

REZAIYAN, J., CHEREMISINOFF, N. P. **Gasification technologies: A primer for engineers and scientists**. [S.l: s.n.], 2005.

ROCHA, V. R. da. **A Física por trás dos tecidos**. 2014. Disponível em: <https://www.monolitonimbus.com.br/a-fisica-por-tras-dos-tecidos/>. Acesso em: 15 set. 2023.

SILVEIRA, P. D. **Avaliação do potencial da pirólise de resíduos sólidos urbanos como processamento termoquímico para recuperação de matéria e energia**. 2015. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/11998>. Acesso em: 7 fev. 2022.

VIANA, M. M. **OBTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS DE PIRÓLISE DO LODO DE ESGOTO PARA ADSORÇÃO DE POLUENTES EM MEIO AQUOSO**. 2013. Universidade de São Paulo, 2013.

YADAV, S. et al. Recent analytical techniques, and potential eco-toxicological impacts of textile fibrous microplastics (FMPs) and associated contaminants: A review. **Chemosphere**, Elsevier, v. 326, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653523007622?ref=cra_js_challenge&fr=RR-1. Acesso em: 15 set. 2023.

YOUSEF, S., EIMONTAS, J., STRIŪGAS, N., et al. "A sustainable bioenergy conversion strategy for textile waste with self-catalysts using mini-pyrolysis plant", **Energy Conversion and Management**, v. 196, p. 688–704, 15 set. 2019. DOI: 10.1016/J.ENCONMAN.2019.06.050.

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR

Data de aceite: 02/12/2023

Samuel Rodrigues Castro

Thais de Souza Miranda

Vanessa Romário de Paula

RESUMO: A crescente produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) devido ao crescimento populacional demanda uma gestão consciente para evitar impactos ambientais e na saúde pública. O modelo linear de produção, presente desde a industrialização, contribui para a geração excessiva de resíduos e dissipação de energia. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil estabelece prioridades, visando a redução de impactos e promoção de uma economia mais sustentável. Contudo, a maioria dos resíduos ainda é destinada a aterros sanitários, gerando poluição e limitando o espaço disponível. A economia circular surge como solução, reestruturando o modelo produtivo para reintegrar materiais, minimizando a deposição no ambiente. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta crucial para avaliar os impactos ambientais e contribuir para uma gestão

mais sustentável dos RSU. A integração da ACV na economia circular promove a eficiência no uso de recursos e a redução de impactos ambientais. No entanto, o engajamento ativo da comunidade, empresas e governos é essencial para o sucesso dessa transição.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; reciclagem; indicadores ambientais.

ABSTRACT: The increasing production of Municipal Solid Waste (MSW) due to population growth demands conscious management to avoid environmental and public health impacts. The linear production model, present since industrialization, contributes to excessive waste generation and energy dissipation. The National Solid Waste Policy (PNRS) in Brazil establishes priorities aimed at reducing impacts and promoting a more sustainable economy. However, the majority of waste is still directed to landfills, generating pollution and limiting available space. Circular economy emerges as a solution, restructuring the production model to reintegrate materials, minimizing deposition in the environment. Life Cycle Assessment (LCA) is a crucial tool to assess environmental impacts and contribute to more sustainable MSW

management. The integration of LCA into the circular economy promotes resource efficiency and reduces environmental impacts. However, active engagement from the community, businesses, and governments is essential for the success of this transition.

KEYWORDS: Sustainability; recycling; environmental indicators.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem como uma de suas consequências o aumento na produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), o que requer atenção devido aos possíveis impactos ambientais e na saúde humana, causados, principalmente, pela má gestão e gerenciamento dos resíduos.

O modelo de produção linear, presente desde a industrialização, envolve a extração de matéria-prima, produção de bens, consumo e descarte, resultando na geração de resíduos e na dissipação de energia. Este modelo pressupõe a contínua diminuição dos recursos naturais e se caracteriza pelo descarte rápido dos bens, contribuindo para o aumento da geração de resíduos (FOSTER; ROBERTO; IGARI, 2016).

No Brasil, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, estabeleceu um marco regulatório para a gestão dos resíduos sólidos. Na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, deve seguir a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010), isto significa minimizar o desperdício e maximizar a eficiência dos recursos, promovendo uma economia mais sustentável e consciente.

No entanto, a maioria dos resíduos produzidos diariamente é encaminhada para aterros sanitários, seguida por reciclagem, incineração, despejo em lixões e compostagem. Essas opções de destinação têm impactos ambientais significativos. O aterramento, método mais antigo, está se tornando mais limitado devido à falta de espaço, especialmente perto de áreas urbanas densamente povoadas. Além disso, gera poluição significativa do solo e da água devido à produção de chorume e à falta de tratamento adequado.

Dado que as opções de destinação atuais não conseguem resolver de maneira satisfatória os problemas ambientais associados aos resíduos sólidos, é crucial encontrar alternativas que considerem o problema de forma sistêmica e abranjam o modelo produtivo como um todo. A Economia Circular é uma solução que busca reestruturar o modelo produtivo, promovendo a reintegração dos materiais no ciclo produtivo para minimizar a deposição no ambiente e, conseqüentemente, prevenir a ocorrência de impactos ambientais adversos. Dessa forma, a economia circular, centrada na minimização de desperdícios e na maximização da reciclagem, emerge como um paradigma essencial para lidar com esse problema.

Para operacionalizar a sustentabilidade e auxiliar os gestores públicos em suas tomadas de decisão, uma abordagem eficaz é a utilização de indicadores. A Avaliação do

Ciclo de Vida (ACV) representa uma ferramenta que possibilita a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a um produto ou atividade ao longo de todo o seu ciclo de vida (ABNT, 2014). Dessa forma, a ACV tem o potencial de oferecer resultados embasados cientificamente para uma gestão mais sustentável dos RSU.

Portanto, a integração da avaliação do ciclo de vida dos RSU na Economia Circular oferece uma abordagem sistêmica para otimizar a gestão dos resíduos, promovendo a eficiência no uso de recursos e a redução de impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é demonstrar como a ACV dos RSU pode identificar oportunidades de otimização na gestão de resíduos, promovendo a eficiência na utilização de recursos e a redução de impactos ambientais. Essa análise visa embasar estratégias que fortaleçam a transição para uma economia circular, maximizando a reutilização, reciclagem e minimizando o descarte inadequado de resíduos.

2. METODOLOGIA

A metodologia compreende uma abordagem sistêmica para investigar a aplicação da ACV nos RSU em contexto de economia circular. Realizou-se um levantamento bibliográfico de três estudos brasileiros, com foco em estudos na análise de ACV aplicados à gestão de RSU. A integração dos princípios da economia circular é avaliada em detalhes, envolvendo estratégias como redução, reutilização, reciclagem e outras práticas que promovem a circularidade dos materiais.

3. RESULTADOS

A PNRS impulsiona a transição de uma economia linear para uma circular, onde os resíduos são vistos como recursos a serem reintegrados no ciclo produtivo. Nesse contexto, a ACV desempenha um papel crucial ao destacar oportunidades de aprimoramento em termos de reutilização, reciclagem e valorização de resíduos ao analisar a trajetória completa de um produto. Essa abordagem contribui significativamente para sugerir alternativas que reduzam a extração de recursos naturais, minimizem a geração de resíduos e fomentem a utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.

O emprego da ACV em sistemas de tratamento e destinação de RSU teve seus primeiros registros na década de 1990. Desde então, esta ferramenta tem sido amplamente adotada por diversos pesquisadores para analisar e contrastar tecnologias e cenários diversos dentro desses sistemas. Essa prática tem se revelado fundamental na identificação das áreas primordiais que demandam aprimoramentos (HENRIQUEZ, 2016).

Em pesquisa realizada por Laurent *et al.* (2014) destacou que a aplicação da ACV tem sido predominantemente focada em países desenvolvidos, apontando para uma lacuna significativa na compreensão de questões ambientais específicas relacionadas à gestão

de resíduos em nações em desenvolvimento. Esta constatação ressalta a importância crucial de estudos que abordem a ACV dos RSU em países em desenvolvimento, visando a promoção de práticas mais sustentáveis e adaptadas a essas realidades.

No estudo de Henriquez (2016) foi analisada a geração de RSU do Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí (CIMASAS), que contempla 11 municípios brasileiros, comparando seis cenários diferentes. Os resultados destacam que o cenário que representa o sistema integrado de tratamento dos RSU, demonstrou os impactos ambientais mais reduzidos, obtendo os melhores desempenhos em todas as categorias de impacto avaliadas. Neste cenário, além da geração de energia, foram registrados impactos ambientais minimizados, juntamente com a produção de produtos adicionais como o biofertilizante e materiais recicláveis, os quais podem ser comercializados como matérias-primas, demonstrando um alinhamento notável com os princípios da economia circular.

Mersoni (2016) realizou uma ACV para o manejo de resíduos no município de Garibaldi (RS), analisando seis cenários distintos. Os resultados evidenciaram que os cenários que incorporaram tecnologias associadas demonstraram o mais eficaz desempenho ambiental. A prática de reciclagem emergiu como o principal recurso para mitigar os impactos ambientais, enquanto as fases de separação e coleta seletiva se mostraram cruciais para otimizar os processos.

A aplicação destas prioridades para a economia circular é fundamental. A economia circular busca minimizar o desperdício e maximizar a eficiência dos recursos, alinhando-se diretamente com os princípios da PNRS. Ao priorizar a não geração de resíduos e promover a reutilização e reciclagem de materiais, a economia circular contribui para a redução da demanda por novos recursos naturais, além de reduzir os impactos ambientais associados à produção e disposição de resíduos.

A transição para uma economia circular também implica em repensar os modelos de negócio, incentivando práticas de produção mais sustentáveis, como a concepção de produtos de maior durabilidade e a implementação de sistemas de logística reversa. Isso promove a eficiência na utilização dos recursos e a minimização dos resíduos gerados ao longo do ciclo de vida dos produtos.

O estudo conduzido por Oliveira (2019) examinou seis diferentes cenários para o gerenciamento de RSU no Distrito Federal. Estes cenários abordaram variações na coleta (convencional e seletiva), na recuperação de materiais (compostagem e reciclagem), e na utilização do biogás do aterro sanitário para geração de energia. Em todos os cenários, identificou-se o aterro sanitário como a fase de maior contribuição para o potencial de aquecimento global, principalmente devido às emissões de biogás não capturado. Nos cenários que incorporaram alternativas de destinação de resíduos, observou-se uma redução nas emissões associadas a esse impacto. Adicionalmente, a prática de reciclagem demonstrou ser o método de tratamento com o maior benefício ambiental.

Dessa forma, os resultados da ACV revelaram que a implementação de práticas da economia circular na gestão de resíduos sólidos urbanos pode resultar em significativas reduções de impacto ambiental. A coleta seletiva e a reciclagem demonstraram ser as estratégias mais eficazes na redução da pegada de carbono e na conservação de recursos naturais.

Além disso, a longo prazo a adoção de práticas de economia circular na gestão de resíduos pode gerar benefícios econômicos substanciais, especialmente através da criação de empregos na indústria de reciclagem e da redução dos custos associados à disposição final em aterros sanitários.

A análise comparativa dos resultados obtidos em cada estudo permite identificar tendências e padrões quanto aos benefícios da aplicação da ACV na promoção da economia circular na gestão de RSU, englobando aspectos ambientais e econômicos.

4. CONCLUSÃO

Os estudos abordados sobre a ACV dos RSU oferecem uma perspectiva valiosa sobre a gestão sustentável de resíduos. Ao analisar diferentes cenários e tecnologias, foi possível identificar práticas que minimizam os impactos ambientais, destacando a reciclagem como uma estratégia crucial. Além disso, a investigação evidenciou a relevância do aproveitamento energético e da redução das emissões de gases poluentes no contexto dos aterros sanitários. Esses estudos não apenas fornecem orientações práticas para a gestão de resíduos, mas também enfatizam a importância da transição para uma economia circular, na qual os resíduos são considerados recursos valiosos. A integração da ACV na economia circular promove não apenas a eficiência no uso de recursos, mas também impulsiona a inovação e a criação de oportunidades econômicas sustentáveis. Portanto, esses estudos desempenham um papel fundamental ao fornecer um embasamento científico sólido para a tomada de decisões e a implementação de práticas mais sustentáveis na gestão de resíduos, contribuindo significativamente para a construção de um futuro mais resiliente e equitativo.

No entanto, é fundamental ressaltar que o sucesso dessa transição para práticas mais sustentáveis depende do envolvimento ativo da comunidade, das empresas e dos órgãos governamentais. A colaboração e a participação de todos esses atores são essenciais para efetivar as mudanças necessárias e promover um sistema de gestão de resíduos mais eficiente e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR ISO 14.040: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2014.

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. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

FOSTER, A.; ROBERTO, S. S.; IGARI, A. T. Economia circula e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. In: XVIII ENGEMA, 2016, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo, 2016.

HENRIQUEZ, A. I. M. **Análise de ciclo de vida (ACV) de sistemas integrados de tratamento de resíduos sólidos urbanos para cidades de médio porte.** Orientador: Prof. Dr. Jose Carlos Escobar Palacio. 2016. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

LAURENT, A. et al. Review of LCA studies of solid waste management systems—Part I: Lessons learned and perspectives. **Waste management**, v. 34, n. 3, p. 573-588, 2014.

MERSONI, C. **Avaliação do ciclo de vida como técnica de apoio à decisão no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Garibaldi/RS.** Orientador: Prof. Dr. Geraldo Antônio Reichert. 2015. 152 p. Dissertação (Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais) - Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, Universidade de Caixias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

OLIVEIRA, A. L. A. R. **Avaliação do ciclo de vida aplicada na gestão dos resíduos sólidos urbanos: estudo de caso do Distrito Federal.** Orientador: Prof. Dr. Armando de Azevedo Caldeira Pires. 2019. 96 p. Dissertação (Mestre em Ciências Mecânicas) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019.

CHAMADA PÚBLICA COMPARTILHADA - REDE DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS COCRIANDO SOLUÇÕES PARA GESTÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS

Data de aceite: 02/12/2023

Amanda Fernandes Xavier Pedrosa

Carolina Bertolossi Lima Cabral

Gabriel Grasso Lima Ribeiro

Maria Carolina Santos

RESUMO: Este artigo científico apresenta o impacto da implementação da Chamada Pública Compartilhada, iniciativa estabelecida pela Rede de Sustentabilidade ReciclaPorto Rio, uma parceria entre instituições públicas federais localizadas na região portuária da cidade do Rio de Janeiro, em busca de soluções para a gestão de resíduos recicláveis. O objetivo principal desta pesquisa é analisar como essas instituições enfrentaram os desafios relacionados à destinação de seus resíduos recicláveis, considerando o número limitado de cooperativas de catadores regulamentadas e a falta de atratividade econômica dos seus resíduos para tais cooperativas. A pesquisa visa abordar questões relacionadas à disponibilidade limitada de recursos humanos e financeiros nas instituições e à necessidade

de fortalecer a integração interna e interinstitucional e a atuação destas em sustentabilidade individual e conjuntamente. Pode-se constatar através da pesquisa-ação, metodologia utilizada, que a iniciativa compartilhada apresentou resultados positivos para além da gestão de resíduos recicláveis. Assim, pode-se concluir com os resultados obtidos que, apesar dos desafios, a gestão em rede contribuiu efetivamente e suscita diversos benefícios, tais como convergência de ações, aproveitamento dos recursos e dos instrumentos disponíveis de cada instituição, que potencializam as iniciativas implementadas, viabilizaram ações que não poderiam ser feitas por cada instituição. Além disso, o estudo aponta para perspectivas de futuras ações e sugestões para a continuidade do trabalho conjunto da Rede ReciclaPorto.

PALAVRAS-CHAVES: GESTÃO de Resíduos Recicláveis; REDE Interinstitucional; CHAMADA Pública Compartilhada; COOPERATIVA de Catadores; ADMINISTRAÇÃO Pública.

ABSTRACT: This scientific article presents the impact of implementing the Shared Public Call, an initiative of the ReciclaPorto Rio Sustainability Network, a partnership of

federal public institutions located in the Port region of the city of Rio de Janeiro, in search of solutions for the management of recyclable waste. The main objective of this research is to analyze how these institutions faced the challenges related to the disposal of their recyclable waste, considering the limited number of regulated collector cooperatives and the lack of economic attractiveness of their waste for such cooperatives. The research aims to address issues related to the limited availability of human and financial resources in institutions and the need to strengthen internal and interinstitutional integration and their performance in sustainability individually and jointly. It can be seen through the action research, methodology used, that the shared initiative presented positive results beyond the management of recyclable waste. Thus, it can be concluded that the results obtained reveal that, despite the challenges, network management contributed effectively and provides several benefits, such as convergence of actions, use of resources and instruments available at each institution, which enhance the initiatives implemented, enabled actions that could not be carried out by each institution. Furthermore, the study points to perspectives for future actions and suggestions for continuing the joint work of the ReciclaPorto Network.

KEYWORDS: Recyclable waste management; Interinstitutional network; Shared Public CALL; Cooperative of Collectors; Public administration

1. INTRODUÇÃO:

Os Resíduos Sólidos Urbanos, atualmente, ainda são comumente descartados sem os devidos critérios, seja pelos domicílios, órgãos públicos, empresas, estabelecimentos industriais, ou em ambientes públicos levando a disposição final em aterros, apesar de, em sua composição, predominarem materiais tecnicamente recicláveis.

Devido a importante relevância das consequências dessa gestão inadequada enfrentada em todo o mundo, em 2015, a Organização das Nações Unidas inseriu na Agenda 2030 metas específicas em um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 12, Metas 12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da Economia Circular e suas ações de prevenção, redução, reciclagem e reuso de resíduos; e Meta 12.6 - Incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar parâmetros e práticas de responsabilidade socioambiental e a integrar informações acerca dessas práticas em seus sistemas, de banco de dados e ciclo de relatórios).

Em setembro de 2021, foi publicado o “Mapeamento dos Fluxos de Recicláveis Pós Consumo do Estado do Rio de Janeiro”, elaborado pela Firjan. O estudo aponta que no Rio de Janeiro apenas 39,9 mil toneladas vão para a reciclagem, o equivalente a 0,5% do total de resíduos descartados, deixando de reciclar cerca de R\$ 1 bilhão, por ano, em materiais recicláveis, que poderiam ser reaproveitados e são despejados em 20 aterros sanitários licenciados e nos cinco lixões a céu aberto espalhados pelo estado.

O protagonismo neste estudo é direcionado à administração pública brasileira e como se dá o gerenciamento de resíduos recicláveis. Desta forma, um importante marco

temporal no Brasil, nesta temática, é a publicação do Decreto nº 5.940 de 25 de outubro de 2006, que instituiu a separação de resíduos recicláveis descartados pelos órgãos da administração pública federal e a sua destinação às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Para tal, as instituições públicas federais têm a responsabilidade de constituir a Coleta Seletiva Solidária e realizar chamamento público para habilitar as cooperativas de catadores e estas devem estar devidamente regulamentadas para atender as diretrizes estabelecidas na referida legislação.

Contudo, esse imperativo legal se depara com alguns obstáculos que dificultam sua efetiva implementação. Um dos principais desafios é o número reduzido de cooperativas de catadores regularmente constituídas nas regiões circunvizinhas da capital dos estados, tornando a destinação dos resíduos recicláveis uma tarefa complexa, uma vez que boa parte das instituições públicas federais se encontram nos grandes centros urbanos. Outro problema a ser enfrentado é que grande parte das instituições públicas não possuem espaço para armazenar uma grande quantidade de resíduos, levando a necessidade de realizar a coleta periodicamente, em curto espaço de tempo. Desta forma, foi verificado que em alguns casos as cooperativas não consideravam a coleta atrativa economicamente, tanto pela quantidade quanto pela característica dos resíduos, por tornar a logística desta coleta pouco rentável frente aos custos envolvidos.

Outro aspecto a salientar é a disponibilidade limitada de recursos humanos e financeiros, junto com a fragmentação e desarticulação entre as instituições públicas que impacta diretamente na aplicação de soluções efetivas na gestão de resíduos recicláveis. Conforme enfatiza Franzese (2021) sobre desafios da administração pública, “engajar parceiros e promover uma gestão com relações menos hierarquizadas e com compartilhamento de responsabilidades”. E, complementa “essa capacidade de engajar parceiros com perspectivas diferentes e lidar com outros setores de políticas públicas é típica do modelo de gestão em rede”.

Neste contexto, cabe destacar também as considerações de Fleury (2008) em que as redes têm sido vistas como a solução indicada para administrar políticas e projetos principalmente quando os recursos são escassos, os problemas são complexos, existem múltiplos atores envolvidos, com a interação de agentes públicos e privados, de abrangência global e local, demonstrando uma crescente demanda pela participação cidadã.

Diante de um cenário desafiador, devido às características da gestão pública e do gerenciamento de resíduos, a Rede de Sustentabilidade ReciclaPorto Rio, uma parceria inovadora entre seis instituições públicas federais, localizadas na região portuária do Rio de Janeiro foi criada, em abril de 2019, através de um Convênio de Cooperação Técnica, tendo como uma das propostas, presentes em seu Plano de Trabalho, a realização da Chamada Pública Compartilhada para destinação adequada dos resíduos recicláveis oriundos da Coleta Seletiva das instituições partícipes, com o objetivo de desenvolver iniciativas e soluções de forma conjunta e cooperativa.

A formação inicial da Rede ReciclaPorto é marcada por uma grande diversidade, pois se constitui de seis instituições federais, uma do Poder Judiciário e cinco do Poder Executivo. Destes cinco, dois órgãos são vinculados ao Ministério da Saúde, um ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, um ao Ministério da Agricultura e uma empresa pública ao Ministério de Infraestrutura.

O conceito de rede utilizado nesta pesquisa se respalda na descrição de Olivieri (2003, p.1) “redes são sistemas organizacionais capazes de reunir indivíduos e instituições, de forma democrática e participativa, em torno de causas afins”. Olivieri (2003) complementa descrevendo algumas características das redes, tais como, a presença de estruturas flexíveis e horizontais, com atuações colaborativas nas dinâmicas de trabalho. Acrescenta também que um dos fatores primordiais para sua sustentação é a vontade e a afinidade de seus integrantes como um significativo recurso para a estruturação social. Segundo Goldsmith & Eggers (2006), as redes promovem o aprendizado pois viabilizam o acesso a uma base de conhecimento mais ampla do que é possível em uma única instituição, e, com isso, permitem a promoção e disseminação de boas práticas.

A Chamada Pública Compartilhada da Rede ReciclaPorto foi realizada no 2º semestre de 2019, com a participação de seis instituições públicas federais. Esta iniciativa conjunta, implementada visando a solução de uma problemática comum, tem seus resultados e impactos analisados neste estudo. Para tal, são perpassadas as etapas que constituem as espirais cíclicas da pesquisa-ação, segundo Elliot (1998) e Thiollent (2011), metodologia utilizada no estudo, que são movimentos essenciais para a co-construção coletiva do conhecimento. Como representantes da Rede ReciclaPorto participaram da estruturação do estudo, esta metodologia atendeu a esta peculiaridade, conforme aponta Tripp (2005), a pesquisa-ação se aplica a projetos em que os pesquisadores buscam efetuar transformações em suas próprias práticas.

Esta pesquisa busca também identificar soluções que estão sendo cocriadas pela Rede ReciclaPorto, com o objetivo de melhorar a eficiência e a eficácia na gestão pública sustentável, além de possibilitar a replicação das práticas.

2. OBJETIVO:

Este estudo tem como objetivo principal, analisar as ações implementadas pelas instituições públicas da região Portuária do Rio de Janeiro, integrantes da Rede de Sustentabilidade ReciclaPorto Rio, para solucionar os desafios relacionados à gestão de resíduos recicláveis, conforme estabelecido pelo Decreto Nº 5.940/2006, e assim, propor ações mais eficientes, fornecer subsídios para a tomada de decisão dos gestores, contribuindo para a gestão adequada e eficiente de resíduos recicláveis em órgãos públicos, e para possível replicação do modelo instituído.

Os objetivos específicos incluem:

- Investigar as estratégias adotadas na Rede de Sustentabilidade ReciclaPorto Rio para resolver a dificuldade na destinação de resíduos recicláveis às cooperativas de catadores;
- Analisar como o estabelecimento da parceria e a atuação conjunta das instituições partícipes da ReciclaPorto contribuiu para tornar sustentável a destinação dos resíduos recicláveis às Cooperativas de catadores; e,
- Apontar possíveis resultados positivos das iniciativas, em gestão de resíduos recicláveis, implementadas pela Rede ReciclaPorto.

3. METODOLOGIA:

A metodologia adotada é a pesquisa-ação, uma abordagem que combina pesquisa e ação prática para abordar problemas complexos e desenvolver soluções colaborativas. A pesquisa-ação é particularmente adequada para investigar iniciativas de cocriação como as desenvolvidas pela Rede ReciclaPorto, pois permite a participação ativa dos pesquisadores e dos participantes no processo de pesquisa.

Baseado nos estudos de Kurt Lewin, a pesquisa se organiza em três espirais cíclicas propostas por Elliot (1998), que preconizam reflexão e ação. São elas:

- a. Planejamento, diagnóstico ou fase exploratória,
- b. Tomada de decisão ou o desenvolvimento da ação; e,
- c. Encontro dos resultados da ação e a divulgação das conclusões da pesquisa.

Em conjunto, se faz também a conexão com Thiollent (2011) entre as cinco etapas para formulação de projetos na metodologia pesquisa-ação. São elas:

1. Análise de delimitação da situação inicial
2. Delineamento da situação final em função dos critérios de desejabilidade e factibilidade
3. Identificação dos problemas a serem resolvidos para permitir a passagem de 1 para 2
4. Planejamento das ações correspondentes
5. Execução e avaliação contínuas das ações

O estudo perpassou as fases da Pesquisa-Ação segundo as espirais cíclicas de Elliot (1998) em conexão com Thiollent (2011) para a formulação de projetos, conforme tópicos relacionados a seguir:

- I. **Diagnóstico e análise de delimitação da situação inicial:** Esta etapa envolveu a identificação das dificuldades iniciais enfrentadas pelas instituições públicas federais na gestão de resíduos recicláveis, incluindo a limitação de cooperativas regulamentadas e a falta de atratividade econômica dos resíduos recicláveis gerados devido à logística necessária para realização da coleta.

- II. **Fase exploratória e delineamento da situação final em função dos critérios de desejabilidade e factibilidade:** Nesta etapa, as instituições definiram a situação desejada, incluindo metas e critérios de sucesso para o projeto. Isso incluiu o objetivo de tornar a coleta seletiva logisticamente viável.
- III. **Tomada de decisão a partir da identificação dos problemas a serem resolvidos:** Foram identificados problemas específicos que precisavam ser resolvidos para passar da situação inicial para a situação desejada.
- IV. **Planejamento e desenvolvimento das ações correspondentes:** Estratégias de ação foram formuladas para abordar os problemas identificados e alcançar os objetivos estabelecidos.
- V. **Execução, resultados, divulgação das conclusões e avaliação contínua das ações:** As ações planejadas foram implementadas, e a avaliação contínua foi realizada para acompanhar o progresso e fazer ajustes conforme necessário, resultando na estruturação do aprimoramento do processo conjunto de gerenciamento de resíduos recicláveis da rede.

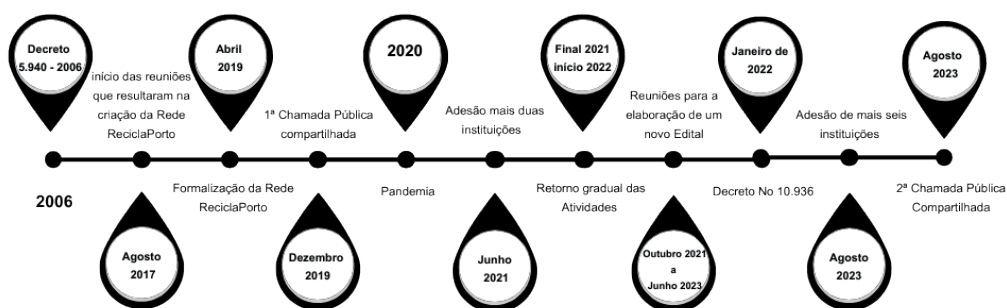
4. RESULTADOS:

Os resultados serão apresentados em dois tópicos com a descrição do desenvolvimento das ações e os resultados obtidos.

4.1 Desenvolvimento das ações

A exposição de informações através da linha do tempo, exposta na figura 1, visa elucidar o desencadeamento dos fatos e trazer elementos que venham a contribuir para a análise, no transcorrer das etapas da pesquisa.

Figura 1: Linha do tempo



Fonte: Elaboração própria. Dados da Organização

Em 2017, na busca de uma solução para o cumprimento do Decreto N° 5.940/2006, foram realizadas reuniões com servidores de três instituições públicas localizadas na região portuária do Rio de Janeiro. Esta prática se conecta com a fase inicial de diagnóstico definida pela teoria da pesquisa-ação.

Neste processo de construção coletiva, foi detectada a necessidade de engajar outros órgãos federais da mesma localidade para que pudessem ampliar o volume total de resíduos descartados e desta forma assegurar a sustentabilidade econômico-financeira do processo de coleta para as cooperativas. Assim, mais três instituições federais da região foram contatadas e em poucos meses, passaram a integrar o grupo.

No período de construção do Termo de Convênio de Cooperação Técnica, que durou cerca de um ano, foram formuladas estratégias de ação com o objetivo de buscar soluções para as outras problemáticas também detectadas, tais como a desmotivação dos servidores, enfraquecimento da atuação e desarticulação interna.

Com base nas estratégias de ação, os representantes das instituições integrantes definiram, para os primeiros cinco anos de atuação da ReciclaPorto, um plano de trabalho com metas pré-definidas. Enquanto para regularizar o funcionamento da atuação, foi construído o Regimento Interno, que rege as ações de gerenciamento e monitoramento das práticas implementadas e de avaliação dos resultados obtidos.

Sua abrangência de atuação deu-se por meio do intercâmbio de um plano de ação comum, realizando ações conjuntas e de apoio mútuo, visando à implementação de programas, projetos e ações interinstitucionais de sustentabilidade e de responsabilidade socioambiental, com apresentação de relatórios anuais, avaliações periódicas, realização de possíveis ajustes no encaminhamento das ações, e se definem as novas iniciativas.

No início de 2019 ocorreu a formalização da Rede ReciclaPorto e ao final do mesmo ano foi publicada a Chamada Pública Compartilhada, resultando na habilitação de duas cooperativas de catadores de recicláveis, com o Termo de Compromisso assinado entre as partes. O início das atividades da Coleta Seletiva Solidária Compartilhada, se deu em janeiro de 2020, resultando na volta da destinação de resíduos recicláveis de seis instituições à cooperativa de catadores.

A situação final desejada era que as instituições tivessem o corpo funcional sensibilizado e colaborativo quanto à coleta seletiva solidária e que esta estivesse plenamente estruturada e implementada, resultando em um armazenamento institucional bem selecionado e organizado dos resíduos recicláveis. Além disso, que os resíduos destinados à cooperativa de catadores atingissem um quantitativo e uma frequência que tornasse a coleta economicamente viável.

Contudo, é importante salientar que alguns problemas foram detectados no encaminhamento das ações resultantes da Chamada Pública Compartilhada. O mais relevante foi que em decorrência da pandemia de COVID-19, em março de 2020, foi adotado o trabalho remoto na maioria das instituições da Rede. Consequentemente, neste período, a geração de resíduos recicláveis foi fortemente impactada, prejudicando muito as cooperativas, aspecto que foi agravado devido ao tempo de duração da pandemia.

Apesar do impacto negativo da pandemia no quantitativo destinado às cooperativas, a estruturação de uma Chamada Pública Compartilhada tornou-se um atrativo para outras

instituições públicas, federais e estaduais que manifestaram interesse em aderir à Rede, propiciando uma expansão de seis instituições partícipes em 2019, para oito em 2021, e 14 em 2023, como demonstrado na figura 1.

Com a retomada do trabalho presencial, observou-se o aumento gradativo na geração dos resíduos oriundos das diversas atividades dos órgãos, assim, se fez necessário rever os procedimentos da coleta seletiva e a organização de campanhas de conscientização. Para colaborar com estas ações, foram disponibilizados materiais de campanha e sensibilização por uma das instituições partícipes. Com isso, a Rede ReciclaPorto estruturou um treinamento conjunto realizando iniciativas compartilhadas, tais como palestras, visita às cooperativas de catadores, visita técnica em outras instituições com a participação de servidores lotados nas áreas de manutenção predial, gestão de resíduos e de integrantes das equipes de limpeza.

No decorrer da elaboração do Edital da 2ª Chamada Pública Compartilhada foi publicado o Decreto Nº 10.936/2022, que delimita novas diretrizes a serem cumpridas na gestão de resíduos pelos Órgãos. Desta forma, foi necessário fazer uma revisão no Edital, e que as áreas jurídicas tivessem total conhecimento da nova legislação para sua aprovação e publicação.

4.2 Resultados obtidos

A 1ª Chamada Pública Compartilhada da Rede ReciclaPorto apresentou alguns resultados bastante expressivos que impulsionaram a decisão de dar sequência nesta iniciativa, levando à estruturação do 2º Chamamento Compartilhado. Neste novo Edital, realizado em julho de 2023, foram agregadas mais duas instituições, totalizando oito Órgãos, o que gerou um aumento, conseqüentemente, na quantidade de resíduos recicláveis a serem destinados às cooperativas de catadores, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2: Comparação entre a 1ª e 2ª Chamada Pública Compartilhada

	Número de Instituições participantes	Número de Cooperativas participantes	Número de Cooperativas habilitadas	Legislação vigente no Edital	Tipos de resíduos destinados	Previsão da quantidade de resíduos destinados (Ton/ano)
1ª Chamada Pública Compartilhada Dezembro de 2019	6	4	2	Decreto nº 5.940 de 25 de outubro de 2006	Papel / Papelão Sucatas metálicas Plástico Vidro	5
2ª Chamada Pública Compartilhada Agosto de 2023	8	11	9	Decreto nº 10.936 de 10 de janeiro de 2022	Papel / Papelão Sucatas metálicas Plástico Vidro Eletroeletrônicos	119,168

Fonte: Elaboração própria, adaptado dos editais da Chamada Pública

A partir da estruturação da Chamada Pública Compartilhada que propiciou a destinação conjunta dos resíduos recicláveis dos órgãos públicos da Rede para as Cooperativas de Catadores, pode-se constatar a geração de impactos socioambientais positivos. E estes não se restringem apenas ao atendimento da legislação. É possível relacionar outros impactos positivos desta iniciativa, potencializados por ter sido uma solução gerada a partir de uma cocriação.

Cabe salientar alguns pontos que destacam os impactos resultantes, direta ou indiretamente, do Chamamento Compartilhado e que estão alinhados aos ODS, conforme tópicos descritos abaixo.

- Propiciou a destinação correta dos resíduos recicláveis de seis instituições públicas, com a possibilidade de rastreamento destes, dando credibilidade em relação ao destino final (ODS 12);
- Contribuiu para a cadeia da reciclagem do estado do Rio de Janeiro, possibilitando que os resíduos retornem para a cadeia produtiva (ODS 12);
- Com a destinação adequada dos resíduos, foram evitados riscos de contaminação do solo e das águas (ODS 14 e ODS 15);
- A iniciativa compartilhada aumentou a atratividade da Chamada, resultando na ampliação do número de Cooperativas de Catadores participantes no 2º Chamamento, passando de quatro para onze e quanto às habilitadas, de duas para nove (ODS 12);
- Possibilitou o fortalecimento da atuação das Cooperativas de Catadores, principalmente devido à opção de escolha pela partilha dos resíduos, contribuindo não apenas para o aumento da renda dos cooperativados, mas também para todos os beneficiados indiretos, além da redução de desigualdades, na perspectiva do empoderamento e da inclusão social, através do incentivo ao trabalho digno (ODS 1, ODS 8 e ODS 10).

Foi possível constatar o aumento da cooperação entre os pares resultando no fortalecimento da Rede ReciclaPorto. Como aponta Rindfleisch (2000), a cooperação interinstitucional acontece através de ações coordenadas, encaminhadas por parceiros de aliança para alcançar resultados mútuos ou singulares desejáveis. Em 2023, com o objetivo de aprimorar a Coleta Seletiva das instituições partícipes, foi implementado um treinamento conjunto com a participação de integrantes de equipes de limpeza, fiscais de contratos, encarregados e de Comitê de Coleta Seletiva. Foram realizadas palestras, visita técnica em cooperativa de catadores e em um órgão público. Para a realização das campanhas de conscientização, uma das instituições compartilhou o material desenvolvido para que fosse utilizado pelos demais órgãos integrantes da Rede, tendo acrescentado a logomarca da Rede ReciclaPorto e, com espaço predefinido, para que cada instituição pudesse acrescentar a sua logomarca.

Outro resultado a ser explicitado, se conecta com aspectos como os expostos por Bessa & Doetzer (2020) quanto à visualização dos resultados práticos do trabalho coletivo, o diálogo, a espontaneidade, a oportunidade de inovar e de compartilhar aumentam a autoestima, colaboram para que estes espaços se caracterizem pelo agir e pela promoção do diálogo e a melhor articulação entre as instituições com a valorização da complementaridade.

5. CONCLUSÃO:

A pesquisa-ação sobre a Rede ReciclaPorto representa uma oportunidade de compreender como instituições públicas podem enfrentar desafios complexos de gestão de resíduos recicláveis por meio da colaboração e da cocriação de soluções inovadoras desenvolvidas conjuntamente por órgãos circunvizinhos. Ao superar obstáculos como a falta de logística e atratividade econômica, a escassez de cooperativas de catadores e a disponibilidade limitada de recursos, a Rede ReciclaPorto demonstra o potencial da parceria entre instituições públicas na promoção de uma gestão mais eficaz e sustentável de resíduos sólidos.

Assim, através dos resultados obtidos, apesar dos desafios, foi constatado que a gestão em rede contribuiu efetivamente e suscita benefícios, tais como, convergência de ações, aproveitamento dos recursos e dos instrumentos disponíveis de cada instituição, que potencializaram as iniciativas implementadas, viabilizaram ações que feitas por cada instituição, isoladamente, não atenderia aos princípios de eficiência, eficácia e economicidade.

Além disso, em consonância com o Decreto No 11.414, de 2023, que tem por finalidade integrar e articular ações, projetos e programas da administração pública voltados à promoção e à defesa dos direitos humanos das catadoras e dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, cabe destacar algumas possibilidades que demonstram perspectivas para futuras ações e sugestões de continuidade para trabalho da Rede ReciclaPorto, uma delas é a contratação de cooperativas de catadores para realizar consultoria voltadas à gestão de resíduos recicláveis e à Coleta seletiva nas instituições partícipes; outra possibilidade que está em análise é a regionalização da atuação, estruturando a gestão em rede, com a participação das instituições partícipes, presentes em regiões do interior do estado do Rio de Janeiro. Tendo em vista que é possível verificar através do sítio da Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro, que tem regiões do estado que possuem apenas uma cooperativa de catadores cadastrada, Assim, essa iniciativa tem como objetivo contribuir para a formação das cooperativas de catadores em cada território, seja colaborando para que os catadores obtenham documentos, o coletivo na regularização da cooperativa e com a capacitação dos cooperados, ou seja estruturando a Chamada Pública Compartilhada Regional, a partir da ampliação da gestão em rede

da atuação da ReciclaPorto. Além disso, está em andamento a formalização de parceria com uma Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares de uma universidade visando trazer relevantes contribuições nas atividades de capacitação e para o empoderamento das Cooperativas de Catadores, fortalecendo a cultura e a economia local dos territórios, principalmente do interior do estado.

Esta pesquisa ensejou fornecer subsídios para aprimorar e fortalecer políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos, principalmente no que tange às responsabilidades socioambientais dos órgãos públicos e, assim, contribuir para o fortalecimento da colaboração entre instituições públicas e em prol de uma atuação mais sustentável voltado ao protagonismo das cooperativas de catadores nas ações pós consumo dos resíduos recicláveis.

Indubitavelmente, a pesquisa buscou também trazer contribuições para o desenvolvimento de abordagens mais eficazes e sustentáveis para a gestão de resíduos recicláveis, não apenas na região portuária do Rio de Janeiro, mas também como um exemplo inspirador e replicável para outras iniciativas similares em todo o Brasil. A formação de redes de sustentabilidade entre instituições públicas apresenta-se como uma estratégia fundamental para a implementação de iniciativas sustentáveis, em busca de cumprir metas para uma perspectiva ambientalmente responsável e socialmente justa, alinhadas às premissas da Agenda 2030 e de metas dos ODS.

Para finalizar, destaca-se que a partir do processo dialógico de conhecimento e da confiança mútua, materializou-se uma Chamada Pública Compartilhada, que bem mais que uma solução para o descarte adequado de resíduos, constituiu-se como verdadeiro laboratório compartilhado de inovação em gestão pública, para a implementação conjunta de boas práticas em sustentabilidade. O resultado obtido neste estudo, não se esgota em si mesmo, mas, demonstra como a cocriação da Chamada Pública Compartilhada de forma sinérgica, fruto de um processo de cooperação entre seis instituições públicas federais, unidas através da constituição da Rede de Sustentabilidade ReciclaPorto Rio, pode produzir resultados mais expressivos e mais abrangentes que os pretendidos e definidos em sua formulação inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BESSA, F. L. B. N.; DOETZER, G. D. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 16 e 17 – a criação da rede Sustenta Paraná e os desafios do trabalho em rede. In: VILLAC, T.; BESSA, F. L. B. N.; DOETZER, G. D. (coord): Gestão Pública Brasileira: inovação sustentável em rede. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2020.

ELLIOT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). Cartografias do trabalho docente. Campinas: Mercado da Letras, 1998, p. 137-152.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Mapeamento dos fluxos de recicláveis pós-consumo no Estado do Rio de Janeiro. / Firjan. – Rio de Janeiro: [s.n.], 2021. 28 p. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes/manuais-e-cartilhas/mapeamento-dos-fluxos-de-reciclaveis-pos-consumo-no-estado-do-rio-de-janeiro.htm>>. Acesso em 18 set. 2023.

FLEURY, S. Redes de políticas: novos desafios para a gestão pública. Revista Administração em Diálogo - RAD, [S.l.], v. 7, n. 1, maio 2008. ISSN 2178-0080. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/view/671/468>> Acesso em: 20 set. 2023

FRANZESE, C. O potencial da gestão em rede na administração pública. GV Executivo, v. 20, n. 2, abr./jun. 2021, p. 49. Disponível em: <<https://periodicos.fgv.br/gvexecutivo/article/view/83960/79537>>. Acesso em 17 set. 2023.

GOLDSMITH, S.; EGGERS, W. D. Governar em Rede – O novo formato do setor público. Brasília: ENAP, 2006.

OLIVIERI, L. A importância histórico-social das Redes. Rede de informações para o terceiro setor, 2003.

RINDFLEISCH, A. Organizational trust and interfirm cooperation: An examination of horizontal versus vertical alliances. Marketing Letters, 11(1), 81–95. 2000.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, set./dez. 2005, p. 443-466.

COOPERAÇÃO COM O PODER JUDICIÁRIO PARA TEMAS AMBIENTAIS E DE SEGURANÇA

Data de aceite: 02/12/2023

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide da Silva Barros Sousa

RESUMO: O texto aborda a parceria entre o CEMAI/UERJ (Centro de Estudos em Meio Ambiente Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro) e o Poder Judiciário do Estado do Rio de Janeiro, por meio do Projeto de Extensão 6280 – Cooperação com o Poder Judiciário para temas Ambientais e de Segurança cadastrado na Pró-Reitoria de extensão da UERJ.

Os trabalhos desenvolvidos nas instituições do Poder Judiciário contaram com a participação de docentes e bolsistas da universidade que, por sua vez, tiveram uma interação com os servidores.

O presente artigo aborda, em especial, a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010.

PALAVRAS-CHAVE: PROJETO de Extensão; PLANO de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; PODER Judiciário; MEIO Ambiente e Segurança.

ABSTRACT: The text addresses the partnership between CEMAI/UERJ (Center for Studies in Industrial Environment of the State University of Rio de Janeiro) and the Judiciary of the State of Rio de Janeiro, through the Extension Project 6280 - Cooperation with the Judiciary for Environmental and Safety issues registered with the UERJ Extension Pro-Rector.

The work carried out in the institutions of the Judiciary had the participation of teachers and fellows of the university who, in turn, had an interaction with the civil servants.

This article addresses, in particular, the preparation of Solid Waste Management Plans, as provided for in the National Solid Waste Policy, Law 12.305/2010.

KEYWORDS: EXTENSION project; SOLID Waste Management Plan; JUDICIAL power; ENVIRONMENT and Safety.

1. INTRODUÇÃO

Há uma grande oportunidade no estreitamento de laços entre a academia – no caso em tela o CEMAI/UERJ (Centro de Estudos em Meio Ambiente Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro) e o Poder Judiciário.

Este artigo tem como principal objetivo registrar os resultados positivos que foram alcançados em trabalhos conjuntos do CEMAI/UERJ com as entidades do Poder Judiciário do Estado do Rio de Janeiro no contexto de um projeto de extensão universitária cadastrado na Pró-Reitoria de extensão da UERJ com o código 6280 – Cooperação com o Poder Judiciário para temas Ambientais e de Segurança.

Destaca-se que serão apresentados trabalhos realizados inicialmente com o TJRJ – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro. Depois abordaremos trabalhos realizados com o MPRJ – Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro – e com a DPRJ – Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro e com o TRE/RJ – Tribunal Regional Eleitoral do Estado do Rio de Janeiro.

1.1 Parceria com o Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro – TJRJ

A parceria com o TJRJ envolveu dois principais produtos e demandou a participação de docentes e bolsistas, que tiveram uma intensiva interação com o quadro técnico do TJRJ: elaboração e posterior revisão do PGRS – edifício sede –, e o curso Práticas Ambientais, Sociais e de Governança (ESG) junto à EMERJ – Escola de Magistratura do Estado do Rio de Janeiro.

1.2 Parceria com o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro – MPRJ

Ato contínuo a elaboração do PGRS do TJRJ, iniciou-se a elaboração do PGRS do MPRJ, seguindo, basicamente, a mesma metodologia.

1.3 Parceria com a Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro – DPRJ

O principal trabalho desenvolvido com a Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro também foi a elaboração do PGRS. No processo junto à DPRJ, destaca-se a participação mais efetiva dos bolsistas.

1.4 Parceria com o Tribunal Regional Eleitoral do Estado do Rio de Janeiro – TRE/RJ

Da mesma sorte, há um trabalho de elaboração do PGRS, este ainda em andamento – já na fase final.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos -Lei 12.305/2010, para entidades do Poder Judiciário do Estado do Rio de Janeiro no contexto de um projeto de extensão universitária.

3. METODOLOGIA

No Brasil, desde 02 de agosto de 2010, os PGRS são obrigatórios para um determinado grupo de empresas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos tem nos Planos de Resíduos Sólidos um forte instrumento de aplicação da Lei 12.305/2010 [1]. Adicionalmente, no dia 12 de janeiro de 2022 houve a implementação do Decreto Federal 10.936/2022 [2] que regulamenta a PNRS. A elaboração desses planos deve ser feita pelo setor público a nível federal, estadual e municipal e por empresas públicas ou privadas.

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS – são documentos, como já dito, previstos na Lei 12.305/2010 a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS e visam formalizar e conceder amplo gerenciamento sobre os resíduos de determinada instituição. Dessa forma, com a elaboração dos PGRSs foram garantidos a observância de uma série de quesitos, especialmente:

- formalizar todas as ações relacionadas ao gerenciamento dos resíduos;
- explicitar os atores responsáveis pelas diferentes fases dos processos;
- permitir que os envolvidos tenham conhecimento das diretrizes estabelecidas e aprovadas pela instituição;
- garantir o atendimento de todos os requisitos legais aplicáveis;
- possibilitar o estabelecimento de cronogramas e metas operacionais;
- implantar ferramentas de monitoramento indicadas no plano;
- efetuar avaliações que permitam ações corretivas e de direcionamento inclusive aos processos de trabalhos utilizados.

Dentro do espírito da melhoria contínua, calcados, indiscutivelmente, no consagrado método gerencial PDCA: Plan, Do, Check and Action – em português “Planejar, Fazer, Verificar e Agir”. A legislação prevê que os PGRSs sejam revisados a cada 2 anos, ou sempre que houver qualquer alteração significativa.

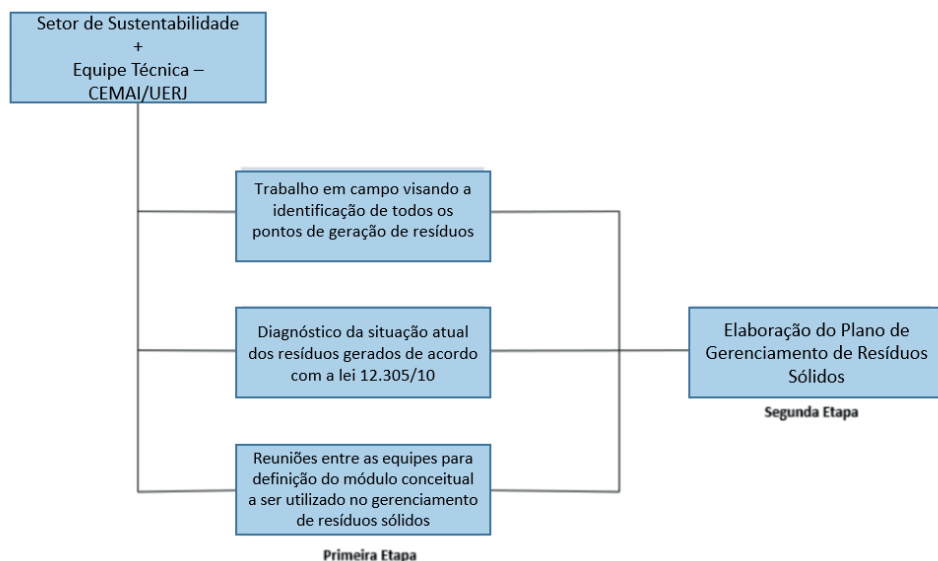
Adicionalmente, mas dentro de uma mesma linha de pensamento, a legislação observa como obrigatoriedade o estabelecimento de metas de melhoria no contexto do gerenciamento e na abrangência dos eventuais passivos ambientais de resíduos existentes.

Na metodologia utilizada foram consideradas as seguintes etapas:

- a. Formação de um grupo de trabalho, o qual teve apoio técnico do CEMAI – Centro de Estudos em Meio Ambiente Industrial/UERJ
- b. Elaboração do diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos na instituição, identificando a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação final adotadas, considerando o Art. 19 I, da lei 12.305/10;
- c. Trabalho de campo visando à identificação de todos os pontos de geração existentes, bem como a localização de todas as áreas atualmente utilizadas para armazenamento de resíduos;
- d. Reunião do grupo de trabalho para definição do modelo conceitual a ser utilizado no gerenciamento de resíduos da instituição;
- e. Elaboração do PGRS da instituição a partir das diretrizes da PNRS, a ser submetido à apreciação da Administração Superior;

A metodologia utilizada para a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos das entidades do judiciário conforme ilustra a Figura 1 - Metodologia: visão geral - foi participativa. Inicialmente, houve a formação de um grupo de trabalho integrado pelos diferentes departamentos das instituições em questão com apoio técnico do CEMAI - Centro de Estudos em Meio Ambiente Industrial /UERJ. A partir disso, os trabalhos foram divididos em duas etapas.

Figura 1 – Metodologia: visão geral



Fonte: O autor, 2023.

Na primeira etapa algumas atividades foram realizadas em paralelo, como pode ser

notado na Figura 1 – Metodologia: visão geral. Já na segunda etapa se consolida a versão preliminar do documento pretendido: PGRS.

Os PGRS foram elaborados atentos ao sumário apresentado a seguir – Figura 2 – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: sumário.

Figura 2 – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: sumário.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	10
3. METODOLOGIA APLICADA.....	12
4. ABRANGÊNCIA.....	15
5. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	18
6. DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES.....	22
7. DIAGNÓSTICO: GERAÇÃO CONTÍNUA E PASSIVO.....	27
7.1 GERAÇÃO CONTÍNUA	28
7.2 PASSIVO EXISTENTE.....	32
8. ROTINAS ADMINISTRATIVAS DE GERENCIAMENTO	34
8.1 REJEITOS.....	34
8.2 RECICLÁVEIS	35
8.3 EQUIPAMENTOS E INSUMOS NO PÓS-USO.....	38
8.4 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	40
8.5 RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE (RSS).....	40
9. METAS E PLANO DE AÇÃO	42
10. GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS.....	43
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
12. ANEXOS	45
12.1 ANEXO 1 – INVENTÁRIO DE RESÍDUOS.....	45
12.2 ANEXO 2 – INVENTÁRIO DE PASSIVOS	46

4. RESULTADOS

Resultado de uma colaboração coletiva, as elaborações dos Planos de Gerenciamento de Resíduos – PGRS dos Órgãos do Poder Judiciário contemplaram a participação efetiva de equipes multidisciplinares atreladas com a geração e gerenciamento de resíduos nas instituições.

Nos PGRSs elaborados foram verificados os procedimentos adotados na geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, destinação e disposição final de

resíduos, em consonância com as diretrizes apontadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2010), que determinou aos grandes geradores, a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos. Segundo o artigo 9º desta lei, a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos devem observar a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final.

Nesse sentido, os PGRSs estabeleceram um diagnóstico com elementos referentes aos resíduos de geração contínua e aos passivos existentes. O propósito é o tratamento mais adequado possível na gestão desses resíduos, instituindo responsabilidades e rotinas administrativas de gerenciamento.

Os PGRSs trouxeram desafios a todos os colaboradores e funcionários das entidades judiciais, visto que havia a necessidade de mudanças de hábitos em busca da redução na geração de resíduos e de impactos ambientais. Desse modo, foi recomendado para as fases de implementação dos planos, a elaboração de uma estrutura de comunicação e conscientização ambiental, dando clareza e importância à necessidade do descarte ambientalmente adequado visando o aproveitamento de material reciclável.

Um dos grandes desafios apontados nos documentos é a elaboração das metas e planos de ação – elementos fundamentais para efetivação dos planos, que devem ser monitorados periodicamente, ressaltando que todos os envolvidos estejam atentos às normatizações que venham a ser publicadas.

Em função da complexidade inerente à elaboração de um PGRS, que envolve atividades com geração de resíduos dos mais diversos tipos e classes, alguns aspectos podem não ter sido contemplados nos Planos. Porém, isso não representa um impasse na implementação e na adoção de medidas de monitoramento.

Portanto, pode-se considerar os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS dos Órgãos Judiciários como uma etapa essencial para melhoria da gestão dos resíduos gerados pelas instituições em questão. Para aperfeiçoamento contínuo destes, exige-se conjugação de esforços de todos os agentes envolvidos para tratar tais desafios, periodicidade de revisão e atualização dos documentos elaborados.

5. CONCLUSÕES

O projeto de extensão que guarda o mesmo título deste artigo já proporcionou resultados muito interessantes.

- De fato, foram gerados produtos que estão sendo úteis às já citadas instituições do Poder Judiciário: Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do TJRJ, PGRS – MPRJ, PGRS – DPRJ, PGRS – TRE/RJ, além do Curso elaborado e realizado junto à EMERJ;
- Se criaram laços entre os técnicos do judiciário e os docentes e bolsistas do CEMAI/UERJ, o que já trouxe e ainda trará novos trabalhos e projetos;

- O Projeto proporcionou lapidar uma metodologia e uma estrutura de PGRS, de alguma sorte validada pelas entidades envolvidas, que têm sido utilizadas nas aulas, dinâmicas, palestras e em outros projetos, inclusive conduzidas por empresas júnior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL, LEI FEDERAL Nº 12.305 de agosto de 2010: cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

[2] BRASIL, DECRETO FEDERAL Nº 10.936 de janeiro de 2022: regulamento a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

DESAFIOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Data de aceite: 02/12/2023

Matheus Miranda da Silva

Fernanda Rafaela Canuto Silva

Marina de Medeiros Machado

RESUMO: Os desafios para a gestão de resíduos sólidos estão presentes nos meios urbanos e seus integrantes, dentre os quais estão as instituições de ensino superior. A adoção de práticas voltadas ao gerenciamento adequado de resíduos recicláveis é uma demanda para as instituições. O presente trabalho buscou a realização de um diagnóstico da gestão de resíduos recicláveis em uma instituição de ensino superior no estado de Minas Gerais. Os métodos aplicados envolveram a caracterização e quantificação dos resíduos e o levantamento de informações das práticas de gerenciamento adotadas na instituição. Os resultados mostraram a geração de materiais diversos, com destaque para a geração de vidro, papel, papelão e plásticos. Lacunas existentes no gerenciamento foram identificadas nas etapas de segregação, acondicionamento, armazenamento

e coleta. Por fim, oportunidades para melhorias foram apontadas com base nas não-conformidades identificadas.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento; Coleta seletiva; Reciclagem; Universidade.

ABSTRACT: The challenges for solid waste management are present in urban areas and their constituents, including higher education institutions. The adoption of practices aimed at the adequate management of recyclable waste is a demand for institutions. The present work sought to carry out a diagnosis of recyclable waste management in a higher education institution. The methods applied involved the characterization and quantification of waste and the collection of information on the management practices adopted at the institution. The results showed the generation of different materials, with most of the generation composed by glass, paper, cardboard and plastics. Existing gaps in management were identified in the segregation, storage and collection stages. Finally, opportunities for improvements were indicated based on the non-conformities identified.

KEYWORDS: Waste management; Selective collection; Recycling; University.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos consolidou-se como uma das maiores preocupações para gestores do espaço urbano (Debrah, Vidal & Dinis, 2021). Aspectos comuns às cidades, como o crescimento populacional, impactam diretamente na quantidade de resíduos gerados, demandando medidas para o gerenciamento adequado (Aquino *et al.*, 2022). Isso é observado para a gestão dos espaços das instituições de ensino, que recebem um considerável fluxo de pessoas, influenciando a geração de resíduos nestes locais.

No caso das instituições de ensino superior, os ambientes acadêmicos se caracterizam pela variada gama de atividades executadas em seus espaços. A demanda por alimentação e prestação de serviços promovem a geração de resíduos diversificados nestes ambientes, o que traz à tona a necessidade de procedimentos apropriados às características dos materiais descartados. Sendo assim, a adoção da reciclagem surge como alternativa para reduzir a destinação de materiais em aterros ou lixões (Mol, Oliveira & Barbosa, 2018).

Os resíduos recicláveis representam aproximadamente um terço do total gerado no Brasil (ABRELPE, 2020). Uma cadeia econômica é desempenhada para a reciclagem de materiais, que movimenta recursos e promove a integração social de trabalhadores do setor (Ferreira, Silva & Silva, 2023). Desta forma, a atenção deve ser dada ao gerenciamento e possibilidades de valorização dos recursos.

Uma ferramenta para auxílio nos processos de gestão é o planejamento, no qual as alternativas de atuação são ponderadas, o que possibilita uma otimização dos fluxos e uma tendência a resultados mais positivos. Por outro lado, a falta de planejamento favorece pressões sob o meio ambiente e interfere nas esferas econômica e social. A relevância do planejamento é demonstrada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, ao ser incluído dentre os instrumentos da Política. (Brasil, 2010)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos é um marco no estabelecimento da responsabilidade dos geradores e nas suas atribuições para a gestão dos resíduos (Brasil, 2010). Desta forma, este trabalho fundamenta-se na demanda por adequações no papel das instituições de ensino frente a gestão dos resíduos recicláveis gerados nos ambientes acadêmicos.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi diagnosticar a gestão de resíduos recicláveis realizada em uma instituição de ensino superior. Para tal, buscou-se caracterizar os resíduos recicláveis gerados, retratar os procedimentos de gerenciamento adotados e elucidar as lacunas existentes para a adequação da gestão dos resíduos na instituição.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado com enfoque na gestão de resíduos recicláveis adotada no Campus Morro do Cruzeiro, da Universidade Federal de Ouro Preto. O Campus está localizado no município de Ouro Preto-MG e possui área superior a 15 hectares. No local, são desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão, como esperado ao se tratar de uma instituição de ensino superior. Além destas atividades, outras como serviços administrativos, alimentícios, bancários e comerciais são desempenhadas no Campus.

Para a caracterização dos resíduos recicláveis, adotou-se a determinação da composição gravimétrica e o levantamento volumétrico dos resíduos gerados como focos de ação. A composição gravimétrica foi realizada por meio da obtenção de uma amostra com aplicação do quarteamento, que consiste na homogeneização dos resíduos e na sua divisão em quatro partes, das quais duas são utilizadas na amostragem.

O procedimento do quarteamento se deu até a obtenção de uma amostra final de 200 litros. A amostra, por sua vez, passou por uma triagem, na qual os resíduos foram segregados de acordo com sua composição. Por fim, a pesagem foi realizada e a composição gravimétrica foi calculada através da Equação 1. Os levantamentos ocorreram entre fevereiro e agosto de 2023.

$$\text{Composição gravimétrica (\%)} = \frac{\text{Massa do resíduo, por tipo (kg)}}{\text{Massa total da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

A quantificação dos resíduos foi executada com base no volume gerado semanalmente. A UFOP possui Ecopontos para recolhimento de resíduos recicláveis, internos e externos ao Campus. Os Ecopontos são equipados com contêineres com capacidade de 1 m³. Com a aplicação de uma régua graduada, foi possível determinar a quantidade de resíduos presentes nos contêineres. Os dados foram coletados entre junho e julho de 2023.

A caracterização dos procedimentos de gerenciamento foi realizada através de visitas aos diversos setores da instituição, com a observação da estrutura e ações adotadas para tal fim. As etapas de geração, identificação e segregação, acondicionamento, coleta e armazenamento foram contempladas nesta fase do estudo.

Por fim, baseando-se no diagnóstico desenvolvido nas etapas anteriores, levantou-se oportunidades para o aperfeiçoamento da gestão de resíduos recicláveis na instituição, com a elucidação dos desafios e perspectivas de adequações.

RESULTADOS

O gerenciamento de resíduos consiste em uma série de etapas, a partir da geração dos resíduos e seu manejo, podendo passar por processos de tratamento e valorização,

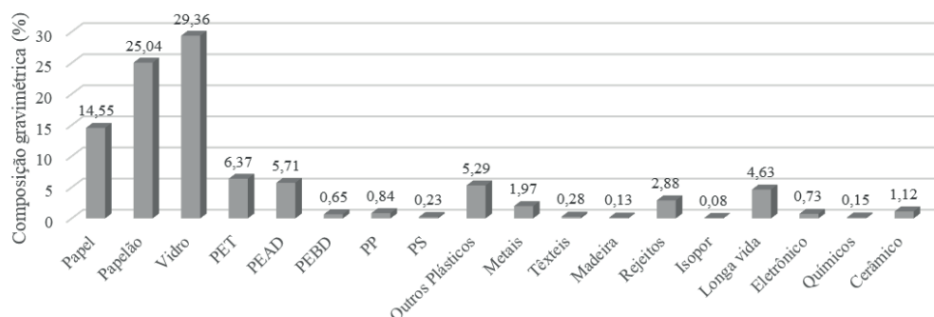
até sua destinação final. Na análise do gerenciamento de resíduos recicláveis na UFOP, foram observadas situações adequadas e pontos de não-conformidades. A atuação da instituição no gerenciamento de resíduos se dá conforme:

- **Geração:** materiais diversos são gerados na rotina da instituição. Ações pontuais para conscientização sobre a geração foram observadas;
- **Acondicionamento, identificação e segregação:** Poucos coletores específicos e apropriados para a separação de materiais recicláveis foram retratados no levantamento de dados;
- **Armazenamento:** a instituição possui 10 Ecopontos para coleta de materiais recicláveis. Os locais armazenam resíduos recicláveis provenientes do Campus e da comunidade adjacente;
- **Coleta:** a instituição possui convênio com duas associações de catadores de materiais recicláveis para a coleta. Atualmente, uma associação atua efetivamente na coleta dos resíduos, semanalmente. Foram observadas irregularidades na frequência de coleta dos materiais;
- **Valorização e destinação final:** os materiais coletados pelas associações passam por uma triagem, na qual os materiais com aproveitamento comercial são selecionados, vendidos e encaminhados à indústria da reciclagem. Os demais materiais são destinados ao aterro controlado do município de Ouro Preto-MG.

A caracterização dos resíduos recicláveis dos doze Ecopontos existentes na Universidade (Figura 1) demonstrou como principais componentes o vidro, o papel e o papelão, que representam acima de dois terços da massa acondicionada. Os plásticos, distribuídos em 6 grupos, representam 19% da massa dos materiais. O destaque pode ser atribuído para os níveis registrados de embalagens longa vida e ao baixo percentual de metais.

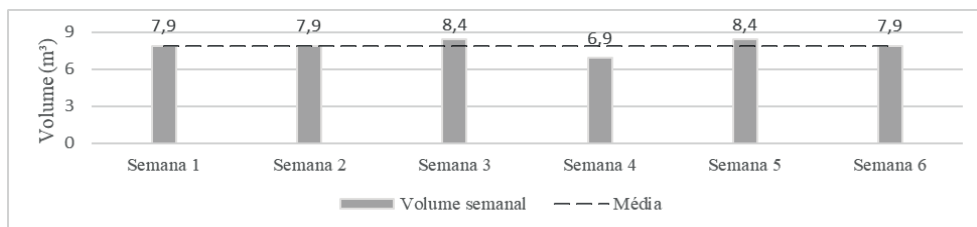
A quantificação dos resíduos, obtida pela verificação volumétrica dos materiais dispostos nos Ecopontos, identificou um acúmulo médio de 7,9 m³ de resíduos recicláveis. No período analisado, variações foram observadas, contudo, sem registros de mudanças elevadas na geração entre as semanas de coleta. Conforme representado na Figura 2, os percentuais variaram de um mínimo de 6,9 m³ ao máximo de 8,4 m³ de resíduos.

Figura 1 - Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis dos EcoPontos da UFOP



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 2 - Volumes de resíduos recicláveis registrados nos EcoPontos da UFOP



Fonte: Elaboração dos autores

Foram observados pontos positivos na gestão de resíduos sólidos da Universidade estudada. Um ponto positivo observado foram as ações para a gestão de resíduos sólidos na instituição são desenvolvidas pela Gestão de Resíduos da UFOP (GRUFOP). As principais atividades desempenhadas são de caráter educativo e visam o aperfeiçoamento da gestão de resíduos. Ações de educação ambiental visam a redução da geração de resíduos e o fomento da segregação dos materiais para encaminhamento à reciclagem. Outra ação de destaque registrada é a coleta de papel aplicada no setor administrativo da universidade, na qual caixas identificadas para acondicionamento do material foram distribuídas para diversas unidades de trabalho, favorecendo a o gerenciamento de resíduos de papel nos locais.

Outro ponto de conformidade existente na instituição é o termo de compromisso firmado com as associações de catadores de materiais recicláveis do município. O convênio está de acordo com exigências legais. Pelo acordo, a instituição se compromete em destinar os resíduos recicláveis exclusivamente às associações conveniadas que, por sua vez, devem realizar a coleta com a frequência e adequações estabelecidas.

Os principais pontos de não-conformidades identificados foram:

- Não há segregação de resíduos recicláveis, exceto por ações isoladas;
- Descartes irregulares de materiais nos Ecopontos que, apesar de se apresentar em um baixo percentual, representam dificuldades para a triagem e o aproveitamento dos materiais descartados;
- Frequência irregular da coleta que provoca o acúmulo além da capacidade de armazenamento em alguns pontos.

As oportunidades de melhorias recomendadas para a adequação do gerenciamento de resíduos recicláveis na instituição estão concentradas em ações de educação ambiental e conscientização, mudanças na estrutura física e ampliação de acordos com associações. As ações estão apresentadas no Quadro 1.

O desenvolvimento da conscientização por meio da Educação Ambiental é uma estratégia difundida e sua aplicação na gestão de resíduos sólidos é fundamental para a contemplação do efetivo gerenciamento dos resíduos. A sensibilização referente a redução da geração e a importância da adoção de práticas adequadas para o descarte dos materiais possibilita mudanças comportamentais que se ajustem aos objetivos da gestão de resíduos (Aquino *et al.*, 2022).

Além das medidas educativas, intervenções estruturais devem ser aplicadas. A implementação de um ambiente favorável à segregação de materiais deve ser vista como vantajosa ao gerenciamento dos materiais. A efetividade da reciclagem passa pela consolidação de métodos para a segregação de resíduos (Mol, Oliveira & Barbosa, 2018). A expansão da capacidade dos Ecopontos é outra medida de melhoria de infraestrutura sugerida, uma vez que pode aumentar a quantidade de resíduos acolhidos e reduzir os casos de excesso de materiais dispostos em alguns pontos de coleta.

Quadro 1 - Oportunidades de melhorias para o gerenciamento de resíduos recicláveis na instituição.

Não-conformidade	Melhorias
Falta de segregação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantação de coletores identificados para acondicionamento de materiais recicláveis; 2. Ações educativas visando a sensibilização sobre o descarte correto; 3. Ampliação da ação de coleta de papel aplicada nos setores administrativos para outros setores e para outros tipos de resíduos.
Descarte irregulares nos Ecopontos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ações educativas visando a sensibilização sobre o descarte correto.
Frequência irregular de coleta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomento da formalização do trabalho nas associações de catadores através de atividades de extensão universitária; 2. Ampliação do convênio para outras entidades de catadores de materiais recicláveis.
Sobrecarga de resíduos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ações educativas visando a redução da geração de resíduos; 2. Ampliação da capacidade de armazenamento nos pontos com maior demanda; 3. Remanejamento de materiais de pontos para pontos com menor demanda.

Fonte: Elaboração dos autores.

Por fim, as adequações no convênio com associações de catadores de materiais recicláveis devem visar as competências e responsabilidades de cada ator na contemplação das ações de gerenciamento. Os esforços conjuntos devem se ater a execução das ações em conformidade com a legislação. Martins Filho *et al.* (2018) retratam que medidas gerenciais influenciam no trabalho coletivo das associações. A atuação de uma instituição de ensino no que tange a formação e capacitação dos profissionais e formalização das atividades é um passo fundamental para melhorias na relação entre as entidades e na performance da realização dos trabalhos.

4. CONCLUSÕES

O diagnóstico da gestão de resíduos recicláveis na Universidade Federal de Ouro Preto mostrou-se relevante ao possibilitar o levantamento de informações e a identificação de não-conformidades. Os resultados mostraram que, apesar da existência de ações de gerenciamento, há demandas pela implementação de procedimentos para o manejo dos resíduos.

Pela elucidação dos pontos de não-conformidades, medidas que remetem às lacunas existentes na gestão de resíduos foram sugeridas. Sugere-se à instituição investimentos em ações educativas, para elevar a sensibilização quanto a gestão de resíduos no ambiente acadêmico, na adequação da infraestrutura do gerenciamento e na observação de oportunidades de melhorias nas relações com as associações de catadores.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Brasília. DF. 2020.

AQUINO, D.S. et al. Sensibilização ambiental para redução da geração de resíduos sólidos num escritório de engenharia. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 319-332, dez. 2022.

BRASIL, Lei 12305, 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. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 02 set. 2023

DEBRAH, J.K.; VIDAL, D.G.; DINIS, M.A.P. Raising Awareness on Solid Waste Management through Formal Education for Sustainability: A Developing Countries Evidence Review. **Recycling**, v.6, n.1, 2021.

FERREIRA, A.C.X.D.; SILVA, R.B.; SILVA, R.M.A. da. Mulheres catadoras de materiais recicláveis: condições de vida, trabalho e estratégias organizativas no Brasil. **Mercado de Trabalho**, v. 75, 2023.

MARTINS FILHO, J.B. *et al.* Análise SWOT da associação dos catadores de materiais recicláveis de Chapadinha – MA. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 134-157, out/dez. 2018.

MOL, M.P.G.; OLIVEIRA, H.B.R.; BARBOSA, F.C.L. Efetividade da segregação de resíduos visando à coleta seletiva – Estudo de caso em uma instituição pública. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p.259-272, jul/set. 2018.

DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E CIRCULARIDADE POR ESTABELECIMENTOS DE ENTREGA DE COMIDA POR APLICATIVO: UM ESTUDO DE CASO NO RAMAL JAPERI

Data de aceite: 02/12/2023

Maria Lorena Teixeira Lacerda da Silva

Pammela Primo de Oliveira Silva

Luiggia Girardi Bastos Reis de Araujo

RESUMO: O Brasil é o quarto maior produtor de lixo plástico do mundo. Com o advento da pandemia de Sars-Cov-2, houve aumento na geração de resíduos recicláveis no Brasil, associado às embalagens descartáveis necessárias para acondicionamento de comida nos serviços de *delivery*. Para avaliar os impactos dessa constatação, o objetivo desse estudo foi realizar um levantamento do preço, tipos e escolhas de embalagens descartáveis quanto à origem, biodegradabilidade e compostabilidade, para comercialização de refeições do tipo *delivery* e *take-away* nos arredores da linha ferroviária do Ramal Japeri. Para isso, foram realizados levantamentos de preços dos principais tipos de embalagens disponíveis para entrega de comida e dos principais estabelecimentos de entrega de refeições na área de estudo, a partir do aplicativo iFood. Os estabelecimentos da área de estudo apresentaram, em sua maioria, iniciativas

sustentáveis, mas a adesão automática ao selo “Amigos da Natureza” para novos parceiros pode ter superestimado o resultado. A média do preço unitário de embalagens sustentáveis foi quase o dobro de embalagens convencionais, sendo confirmado a partir da significância do teste ANOVA. O compromisso empresarial e do Poder Público com práticas de economia circular são essenciais para a mudança desse cenário nos próximos anos. Além disso, é necessário que os aplicativos de entrega de comida adotem ações mais transparentes de rotulagem ambiental que auxiliem na escolha consciente dos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: Embalagens sustentáveis, Economia Circular, Delivery, Escolha do Consumidor, Compostabilidade.

ABSTRACT: Brazil is the fourth largest producer of plastic waste in the world. With the SARS-CoV-2 pandemic, there has been an increase in the generation of recyclable waste in Brazil, associated with the disposable packaging needs in food delivery services. In order to assess the impacts of this finding, the aim of this study was to survey the price, types and choices of packaging for delivery and take-

away meals in Japeri train line area. To accomplish this, price surveys for the main types of packaging available in food delivery services and the main meal delivery companies in the study area, using the iFood app. Most of the establishments in the study area have sustainable initiatives, but automatic adherence to the “Friends of Nature” label for new partners may have overestimated the result. The average unit price of sustainable packaging was almost double that of conventional packaging, confirmed by the ANOVA test results. Companies and public authorities commitment to circular economy practices is essential to change this scenario in the coming years. In addition, food delivery apps need to adopt more transparent environmental labeling actions to help consumers make conscious choices.

KEYWORDS: Sustainable Packaging, Circular Economy, Delivery, Consumer Choice, Compostability

1. INTRODUÇÃO

Dentre os resíduos potencialmente recicláveis gerados pela atividade humana, o plástico é o material que mais preocupa, visto que sua produção mundial atingiu 396 toneladas métricas no ano de 2016 e 75% de todo plástico já produzido no mundo virou resíduo. O Brasil é o quarto maior produtor de resíduo plástico no mundo e recicla apenas 3% desse montante, conforme relatório da World Wildlife Fund (WWF) (WIT et al., 2019). A Associação Brasileira da Indústria do Plástico, todavia, indica que a taxa de reciclagem mecânica do plástico no Brasil é da ordem de 25% (ABIPLAST, 2023). O Brasil produziu cerca de 8 milhões de toneladas de plástico, em 2021, sendo 40% desse montante com ciclo de vida de até 1 ano (ABIPLAST, 2023),

Em contexto de Pandemia de SARS-COV-2, esse cenário se agravou. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) demonstraram em estudo, realizado em abril de 2020, que houve um aumento de 25 a 30% na quantidade de recicláveis que foram encaminhados para aterros sanitários. Os principais motivos apontados por esse estudo foram o fechamento ou diminuição de atividades de catadores(as) e cooperativas de materiais recicláveis e o aumento de compras online de itens de alimentação e outros itens em geral (ALBUQUERQUE, 2020). Os hábitos de compras neste formato, após a vacinação em massa, consolidaram-se e tornaram-se convencionais (PIRES, 2022; SILVA, 2022).

Em 2020, a Companhia de Limpeza Urbana (COMLURB) do município do Rio de Janeiro realizou um estudo sobre os resíduos sólidos domiciliares gerados no município durante a Pandemia. Também foi observado um aumento na geração de resíduos recicláveis, como papel, papelão e plástico, relacionado ao maior consumo de alimentos processados e embalados com materiais descartáveis, além do aumento da demanda por serviços de refeições no formato de *delivery* e *take-away*, que vêm acondicionadas em embalagens (RIO DE JANEIRO, 2020). O Panorama de Resíduos Sólidos 2020 também apontou que esse aumento estaria relacionado ao aumento de compras de produtos e

serviços, que necessitam de embalagens para a entrega (ABRELPE, 2021). Em um estudo sobre a percepção dos impactos ambientais da modalidade *e-commerce*, Almeida (2023) avaliou que uma parcela da população entende a relação entre o comércio eletrônico e seus impactos ambientais. Grande parte das pessoas entrevistadas neste estudo acredita que a reciclagem, a responsabilidade estendida ao fabricante, a educação ambiental e a escolha por estabelecimentos que forneçam produtos e serviços com embalagens sustentáveis são as principais medidas a serem adotadas nesse contexto (ALMEIDA, 2023).

A escolha de embalagens mais sustentáveis pelo consumidor e estabelecimentos comerciais é fundamental, mas isso não será efetivo se o poder público e os empreendimentos, que fabricam e importam embalagens/produtos em embalagens, não adotarem os princípios da economia circular nas suas políticas e práticas (SILVA; PÅLSSON, 2022; VIANA, 2023). A Economia Circular é um modelo econômico que possui como três princípios básicos – a eliminação de resíduos e poluição, maximizando sua prevenção; a regeneração de sistemas vivos e a manutenção de materiais em uso no seu mais alto valor (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; WORLD ECONOMIC FORUM; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; MCKINSEY & COMPANY, 2016). Para isso, esse modelo econômico precisa ser movido por energias renováveis (produzidas de maneira regenerativa) e pela aplicação de biomateriais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; WORLD ECONOMIC FORUM; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; MCKINSEY & COMPANY, 2016). Nesse sentido, a reciclagem não representa a solução, mas o “fim da linha”, onde se tenta gerar algum valor a partir do aproveitamento de resíduos e reduzir parte de seus impactos. Além disso, mesmo que a taxa de reciclagem e o conteúdo reciclado em embalagens fossem maximizados, não é possível reciclar embalagens de papel e plástico, indefinidamente (WORLD ECONOMIC FORUM; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; MCKINSEY & COMPANY, 2016; SEDAGHAT, 2018; YOUNG, 2023). Embalagens de poliestireno (EPS), polipropileno biorientado (BOPP) e o polietileno tereftalato (PET) de potes para sobremesas e bolos, embora recicláveis, têm baixo índice de reciclagem no Brasil (SEA SHEPHERD BRASIL, 2022). Por isso, a circulação de embalagens reutilizáveis e compostáveis deve ser estratégica para o comércio eletrônico.

No Brasil, a Lei Federal N° 12.305/2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, prevê o uso de incentivos fiscais, financeiros e creditícios para iniciativas que incluam o “desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida” (BRASIL, 2010), mas a aplicação não tem sido realizada. O Projeto de Lei N° 2.524/2022, submetido pelo senador Jean Paul Prates, do Partido dos Trabalhadores do Rio Grande do Norte, tem como proposta um marco regulatório para a “Economia Circular e Sustentável do Plástico no Brasil”, a fim de limitar a produção, a importação, a distribuição, o uso e a comercialização em território nacional de embalagens de Poliestireno Expandido (Isopor®) e afins (VIANA, 2023). Essa é uma das importantes iniciativas que devem ser impulsionadas para a execução dos princípios da economia circular na circulação de embalagens no Brasil.

As embalagens consideradas mais sustentáveis para *delivery* de alimentos compreendem as embalagens de papel branco, papel Kraft e papelão, de celofane e os plásticos biodegradáveis de origem vegetal (IFOOD, 2022a). Embalagens biodegradáveis e compostáveis são degradadas completamente por microrganismos (sem liberar microplásticos) e são compostadas, em condições controladas, em até 12 semanas, sem liberar elementos ou compostos químicos que podem prejudicar a qualidade do composto final (DIAS, 2023). Os bioplásticos são regulados por certificações internacionais como a ASTM D6866-22, BS EN 13432:2000 e a BS EN 14995:2006, desenvolvidas pelas organizações American Society for Testing and Materials (ASTM) e British Standards Institution (BSI), respectivamente (DIAS, 2023). Embalagens de papel também podem ser obtidas de fibras de trigo, bagaço de cana-de-açúcar e bambu, o que inclui sua produção mais sustentável (BARBOSA; KANGERSKI, 2022). Entre os bioplásticos, podemos citar os plásticos de ácido polilático (PLA), obtidos a partir do amido de milho, batata e mandioca, e plásticos a base de cana-de-açúcar e palha de trigo (BARBOSA; KANGERSKI, 2022; DIAS, 2023).

O objetivo do estudo foi realizar o levantamento do preço, tipos e escolhas de embalagens para comercialização de refeições do tipo *delivery* e *take-away* nos arredores da linha ferroviária do Ramal Japeri, discutindo os desafios e perspectivas dessa área de recorte, com os princípios de Desenvolvimento Sustentável e Economia Circular.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O Ramal Japeri é uma das linhas ferroviárias que compõem a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e é considerada uma das linhas mais extensas por representar um percurso de mais de 60 Km entre a Central do Brasil, no centro do Rio de Janeiro, e o Centro de Japeri (MAGALHÃES, 2006). As estações que compõem esse Ramal são (quando a linha opera no modo direto) são: Central do Brasil, São Cristóvão, Maracanã, Silva Freire, Estação Olímpica de Engenho de Dentro, Madureira, Deodoro, Ricardo de Albuquerque, Anchieta, Olinda, Nilópolis, Edson Passos, Mesquita, Presidente Juscelino, Nova Iguaçu, Comendador Soares, Austin, Queimados, Engenheiro Pedreira e Japeri. Essa área de estudo foi selecionada por fazer parte da rotina da comunidade acadêmica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Campus Nilópolis, onde esse estudo foi desenvolvido.

2.2. Levantamento de principais estabelecimentos de entrega

Essa parte de pesquisa compreendeu o levantamento dos principais estabelecimentos de entrega de comida na área de estudo, dentro das seguintes tipologias: Árabe, Churrasco, Italiana, Lanches, Oriental, Refeições, Sobremesas e Variados (quando combinava mais de uma tipologia). Para esse levantamento, foram realizadas buscas nos aplicativos de entrega de comida iFood®, usando um raio de até 5 km a partir das estações de trem do Ramal Japeri. Nos aplicativos, foram pesquisados os estabelecimentos na categoria “Famosos no iFood”, que costumam apresentar as melhores avaliações no aplicativo. Os vinte primeiros estabelecimentos que apareciam no aplicativo foram registrados e categorizados quanto à tipologia, *ranking* na avaliação e embalagens escolhidas. Em caso de o mesmo estabelecimento estar no topo em bairros distintos, o próximo da lista foi tabulado e distâncias até 1,5 Km do endereço de entrega foram priorizadas para a seleção.

A fim de realizar um levantamento sobre as escolhas de embalagens pelos estabelecimentos, foi averiguado quais estabelecimentos escolhidos possuíam o selo “Amigos da Natureza”. Estabelecimentos cadastrados com este selo avisam ao consumidor que aquele estabelecimento não envia descartáveis e/ou perguntam aos clientes se desejam receber descartáveis no momento de conclusão de um pedido (IFOOD, 2022b). A partir dos dados, foram investigadas as estações e as tipologias com maior frequência do selo e gráficos foram elaborados. A coleta de dados foi realizada entre os dias 15 e 20 de setembro de 2023.

2.3. Levantamento de disponibilidade de embalagens para venda

Essa parte de pesquisa compreendeu o levantamento de preços e disponibilidade de embalagens para entrega de comidas. Essa pesquisa foi realizada a partir de buscas no Google® com as especificações das embalagens presentes no Quadro 1. Uma vez que os resultados eram encontrados, foram selecionados os dez primeiros preços para cada produto. Foi priorizado o valor para atacado (no mínimo, 100 unidades) e o valor de frete não foi considerado. Quando o valor de atacado não estava disponível, foram tabulados valores para compra de 50, 25 e 10 unidades, em ordem de prioridade. Dependendo da embalagem, por ser de tecnologia recente ou estar em desuso, foi considerada a possibilidade de não se obter os 10 valores para análise. Os valores dos preços unitários foram tabulados no Programa Excel® para elaboração de uma Análise de Variância (ANOVA) e de gráficos do tipo Box-Plot, usando a ferramenta “Análise de Dados”. A avaliação estatística pretendeu investigar se os preços médios unitários de materiais de origem fóssil e/ou não renovável são estatisticamente diferentes dos preços médios unitários de materiais de origem vegetal/renovável e discutir possíveis causas e implicações.

Quadro 1. Embalagens Seleccionadas Para Pesquisa de Preço Nesse Estudo

Embalagem mais usada na tipologia de estabelecimento	Embalagem com metal ou plástico de origem fóssil (mesmo que com aditivo para biodegradação)	Embalagem com papel ou polímero plástico de origem vegetal (compostável)
Árabe	Embalagens similares usadas para lanches, pizzas e refeições	Embalagens similares usadas para lanches, pizzas e refeições
Churrasco	Marmitta de Alumínio Reciclável em formato retangular com tampa de papel cartão aluminizado (500 mL) Embalagem Térmica para Espetinhos de Polipropileno Biorientado (BOPP) (35 cm)	Embalagens de marmitta de Papel Kraft ou Fibras Naturais (500 mL) Espetinho de madeira (25-30cm) Espetinho de bambu (25-30cm)
Italiana	Embalagem de Marmitta EPS Reciclável (cores branca e preta) (750 mL) Pote (Bowl) Polipropileno Reciclável com Tampa (750-850 mL) Embalagem de Marmitta de Alumínio Reciclável com tampa de papel cartão aluminizado/ plastificado (750 mL) Embalagem de Marmitta Antivazamento de Papel Kraft com Película de Polietileno (750 mL)	Embalagens de Marmitta de Papel Kraft ou Fibras Naturais (750-850 mL) Bandeja para selagem Papel Kraft (750-850mL) Pote (Bowl) de papel kraft com Tampa de Ácido Polilático ou Papel (750mL) Pote (Bowl) Biodegradável com Tampa de Palha de Trigo ou Bagaço de Cana ou Ácido Polilático (750-850 mL)
Lanches	Caixa (ou Box) de Poliestireno Expandido (EPS) (14-15cm) Estojo de Poliestireno Expandido (EPS) (18-21cm) Papel Antigordura Acoplado + película plástica (35-30 cm) Papel Antigordura Acoplado + Alumínio (35-30 cm) Caixa para Batata Frita de Papel Cartão Resinado (9 cm)	Caixa (ou Box) de Papel Cartão Triplo ou Papel Kraft (14-15cm) Caixa (ou Box) de Bagaço de Cana Estojo de Papel Kraft (18-21cm) Estojo de Bagaço de Cana (18-21cm) Papel Antigordura 100% celulose compostável (35-30 cm) Caixa para Batata Frita de Papel Kraft (9 cm) Saquinho de Papel Branco ou Kraft para Batata Frita (10 cm)
Oriental	Barca para Sushi PET reciclável P (20-27 cm) Barca para Sushi PET reciclável M (40-50 cm) Embalagem para Temaki PET reciclável (15-18 cm) Berço para Molho Shoyu PET reciclável (7-8 cm) Embalagem para Combinado de Papel Cartão com Visor de Polipropileno (21-24 cm) Estojo de Poliestireno Expandido (EPS) (18-21cm) Embalagem de Marmitta Branca ou Preta EPS Reciclável (750 mL) Embalagem de Marmitta Branca ou Preta EPS Biodegradável (750 mL) Copo Térmico EPS Reciclável (400 mL) Copo Térmico EPS Biodegradável (400 mL)	Embalagem Retangular de Papel Cartão (450-550 mL) Embalagem de Marmitta Papel Kraft (750-850 mL) Embalagem para Temaki Papel Kraft (15-18 cm) Estojo de Papel Kraft (18-21cm) Estojo de Bagaço de Cana (18-21cm) Pote (Bowl) de papel kraft com Tampa de Ácido Polilático ou Papel (750mL) Pote (Bowl) Biodegradável com Tampa de Palha de Trigo ou Bagaço de Cana ou Ácido Polilático (750-850 mL) Copo Térmico de Papel branco (400 ml) Pote Sopa / Açaí Com Tampa Kraft Biodegradável (400 mL)
Pizzas	Caixa de Pizza (ou Fatia) de Papelão Reciclável com Fundo Metalizado (16 ou 35 cm) Caixa de Pizza (ou Fatia) de Papelão Reciclável com Fundo de Papel Cartão Resinado (16 ou 35 cm) Embalagem de Alumínio Reciclável para Pizza (ou Fatia) (16 ou 35 cm) Disco de EPS Reciclável (15 e 35 cm) Disco de EPS Biodegradável (15 e 35 cm) Mesinha para Caixa de Pizza de Polipropileno Filme Plástico de PVC (35-40 cm)	Caixa de Pizza (ou Fatia) de Papelão Reciclável/ Biodegradável (16 ou 35 cm) Prato de Papelão para Pizza Reciclável/ Biodegradável (35 cm) Embalagem "Pega Pizza" Papelão (16 cm)

Refeições	Embalagem de Marmita de Polipropileno Reciclável (Freezer e micro-ondas) (750ml) Embalagem de Marmita de Polipropileno Biodegradável (Freezer e Microondas) (750ml) Embalagem de Marmita Branca ou Preta EPS Reciclável (750 mL) Embalagem de Marmita Branca ou Preta EPS Biodegradável (750 mL) Embalagem de Marmita de Alumínio Reciclável com tampa de papel cartão aluminizado/ plastificado (750 mL) Embalagem de Marmita de Alumínio Reciclável com Tampa de Alumínio (600 mL) Pote (Bowl) Polipropileno Reciclável com Tampa (750ml) Pote (Bowl) PET Reciclável com Tampa (750-850 mL) Embalagem de Marmita Antivazamento de Papel Kraft com Película de Polietileno (750 mL)	Embalagem de Marmita Papel Kraft (750-850 mL) Embalagem de Marmita Biodegradável de Bagaço de Cana (600-750 mL) Pote (Bowl) de papel Kraft com Tampa de Ácido Polilático ou Papel (750mL) Pote (Bowl) Biodegradável com Tampa de Palha de Trigo ou Bagaço de Cana ou Ácido Polilático (750-850 mL)
Sobremesas	Caixa (ou Box) de Poliestireno Expandido (EPS) (14-15cm) Estojo de Poliestireno Expandido (EPS) (18-21cm) Disco de EPS Reciclável (15 cm) Disco de EPS Biodegradável (15 cm) Filme Plástico de PVC (35-40 cm) Copo Térmico EPS Reciclável (400 mL) Copo Térmico EPS Biodegradável (400 mL)	Caixa (ou Box) de Papel Cartão Triplo ou Papel Kraft (14-15cm) Caixa (ou Box) de Bagaço de Cana Estojo de Papel Kraft (18-21cm) Estojo de Bagaço de Cana (18-21cm) Prato de Papelão para Pizza Reciclável/ Biodegradável (35 cm) Copo Térmico de Papel branco (400 ml) Pote Sopa / Açai Com Tampa Kraft Biodegradável (400 mL)
Bebidas	Copo Poliestireno Reciclável (200 mL) Copo Poliestireno Biodegradável (200 mL) Copo Polipropileno Reciclável (200 mL) Copo Polipropileno Biodegradável (200 mL) Copo Poliestireno Reciclável Com Tampa (500 mL) Copo Polipropileno Reciclável Com Tampa (500 mL) Copo Polipropileno Biodegradável Com Tampa (500 mL) Copo de Papel Kraft com Resina Plástica + tampa PET reciclável Garrafa PET com Tampa (500 mL) Garrafa PEAD Biodegradável Com Tampa (500mL)	Copo de Papel Kraft/Cartão com Papel Cartão Interno Com Tampa Biodegradável (500 mL) Copo de Fibras de Bambu 100% Biodegradável Com Revestimento de Ácido Polilático (400-500 mL) (Com Tampa Comprada Separadamente) Copo de Papel 100% Biodegradável Com Revestimento de Ácido Polilático (400-500 mL) (Com Tampa Comprada Separadamente)
Acessórios	Kit Garfo e Faca Refeição Poliestireno Descartável Branco, Preto ou Transparente Kit Garfo e Faca Refeição Poliestireno Biodegradável Branco, Preto Ou Transparente Guardanapo Embalado Individual em Plástico Saco Para Talher BOPP ou Polietileno (24 cm) Pote Molho Descartável PET Reciclável com Tampa (30-55 mL) Sacola Plástica PEBD reciclável Canudos Plásticos Recicláveis Para Refrigerante (5 mm) Canudos Plásticos Recicláveis para Milk Shake (8 mm) Canudos Plásticos Biodegradáveis Para Refrigerante (5 mm) Canudos Plásticos Biodegradáveis para Milk Shake (8 mm)	Kit Garfo e Faca Refeição Biodegradável de Ácido Polilático Colher Biodegradável de Ácido Polilático Kit Garfo e Faca Refeição de Madeira Colher de Madeiro Sachê de Guardanapo Embalado em Papel Branco Sachê de Guardanapo Embalado em Papel Kraft Saco Para Talher De Papel Branco (24 cm) Saco Para Talher De Papel Kraft (24 cm) Pote Molho Palha de Trigo Compostável com Tampa (55 mL) Saco Kraft Delivery Resistente Canudo de Papel Branco para Refrigerante (5 mm) Canudo de Papel Branco para Milk Shake (5 mm) Canudo de Papel Kraft para Refrigerante (5 mm) Canudo de Papel Kraft para Milk Shake (5 mm) Canudos compostáveis de Ácido Polilático Canudos compostáveis de Bagaço de Cana Canudos compostáveis de Fibras de Bambu

Fonte: As autoras (2023)

Para a pesquisa dos preços, foram utilizados os critérios – item, descrição detalhada do item, função, material e características como volume, espessura e peso. A coleta de dados foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2023. Embalagens biodegradáveis de origem fóssil foram colocadas junto a embalagens recicláveis, por considerar seus impactos relativos às mudanças climáticas e porque seu tempo de biodegradação, fora das condições controladas, é maior que a das embalagens categorizadas como sustentáveis (DIAS, 2023). Embora existam plásticos de origem vegetal não biodegradáveis, que detêm o selo “I’m Green”, estes plásticos não foram considerados no estudo. As embalagens com componentes mistos, como a combinação de recipiente de papel ou bioplástico com tampa de origem não renovável ou embalagens de papel com película plástica não renovável foram enquadrados dentro da primeira categoria, por não serem totalmente biodegradáveis/compostáveis (MONTESANTI; CARELLI, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

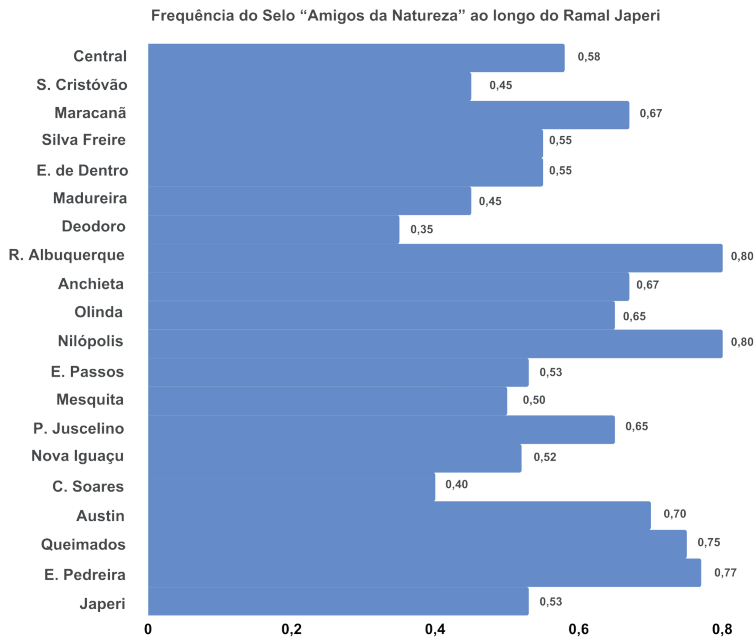
3.1. Levantamento de principais estabelecimentos de entrega

A Figura 1 apresenta o gráfico com a frequência do selo “Amigos da Natureza” pelos estabelecimentos até 5 quilômetros distantes das estações do Ramal Japeri. Foram analisados 388 estabelecimentos, nos quais 60% (230) estavam cadastrados com o selo. Entre as estações, Ricardo de Albuquerque (16 de 20) e Nilópolis (16 de 20) foram os locais com maior número de estabelecimentos entre os selecionados cadastrados com o selo, seguidos de Engenheiro Pedreira (14 de 20) e Queimados (15 de 20). Entre os locais com menor quantidade de estabelecimentos, foram encontrados Deodoro (7 de 20) e Comendador Soares (8 de 20).

O cadastro no selo não representa um bom indicador das iniciativas de sustentabilidade entre os estabelecimentos, mas representa uma fonte importante de dado público e para a própria escolha entre os consumidores para uma análise preliminar. É provável que essas iniciativas tenham sido superestimadas. Uma das possíveis explicações é que esse selo tinha uma adesão opcional no seu lançamento, em 2020, mas passou a ser automático em 2022 (IFOOD, 2022b). Provavelmente, os estabelecimentos mais antigos não foram atualizados pelo aplicativo e por isso não foram cadastrados com o selo. Houve tentativa de contato com o chat comercial da iFood Brasil, a partir da rede social Instagram®. Nesse contato, foi questionado se o cadastro do selo não foi realizado pelo aplicativo para os estabelecimentos que se tornaram parceiros antes do programa de adesão automática, o que corroboraria a hipótese levantada. Contudo, não houve resposta até o momento de submissão deste trabalho.

Uma sugestão é que o iFood pergunte aos consumidores, por meio do aplicativo, se o estabelecimento enviou descartáveis e/ou embalagens sustentáveis, para que o selo seja aplicado aos estabelecimentos que realmente investem em embalagens sustentáveis.

Figura 1. Percentual de estabelecimentos com o selo “Amigos da Natureza” no aplicativo iFood

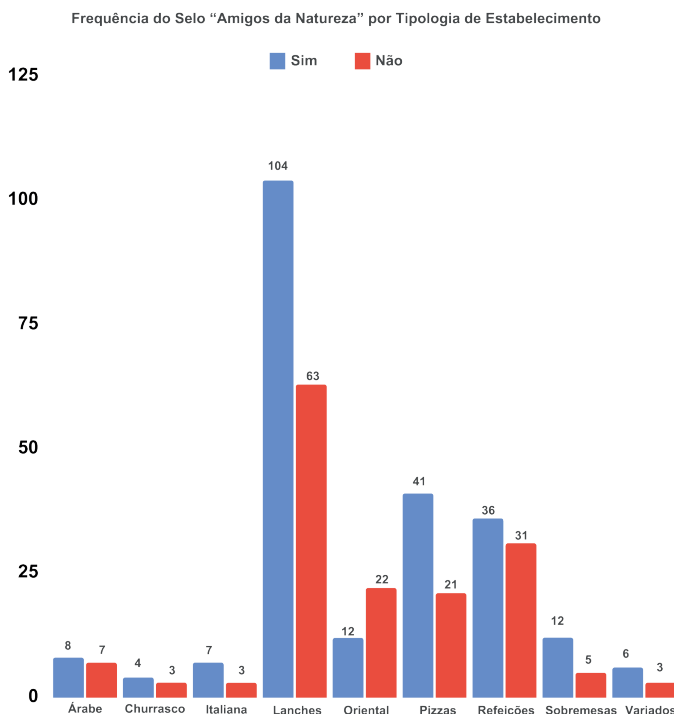


Fonte: As autoras (2023)

A Figura 2 apresenta o gráfico com a frequência do selo entre as tipologias avaliadas. As tipologias “comida italiana” e “sobremesas”, em nível percentual, tinham mais de 70% dos estabelecimentos contemplados com o selo. Porém, em valor absoluto, 104 entre 167 estabelecimentos que vendem “lanches” tinham o selo, representando de 62% (104 entre 167). Esta categoria também foi imperativamente a mais frequente entre os estabelecimentos.

A única tipologia que não apresentou maioria entre os estabelecimentos com selo foi a de comida oriental, visto que dos 34 empreendimentos analisados, cerca de 65% deles não possuem o selo “Amigos da Natureza”. Um dos fatores que podem justificar este cenário é o custo das embalagens sustentáveis, que, em grande volume, acarretam grandes impactos orçamentários. O setor de comida oriental exige bastante atenção quanto ao armazenamento correto dos alimentos, exigindo atenção às embalagens. As embalagens precisam ter divisórias para melhor organização. O número de diferentes molhos enviados em sachês e molheiras, além dos berços para shoyu, torna o processo mais difícil. Existe ainda uma barreira cultural e estética em relação às embalagens sustentáveis no setor, que geralmente vêm na forma de barcas de PET e PP, com tampas abauladas para melhor apresentação da comida (SCUADRA, 2023).

Figura 2. Número de estabelecimentos com o selo “Amigos da Natureza” por tipologia no aplicativo iFood



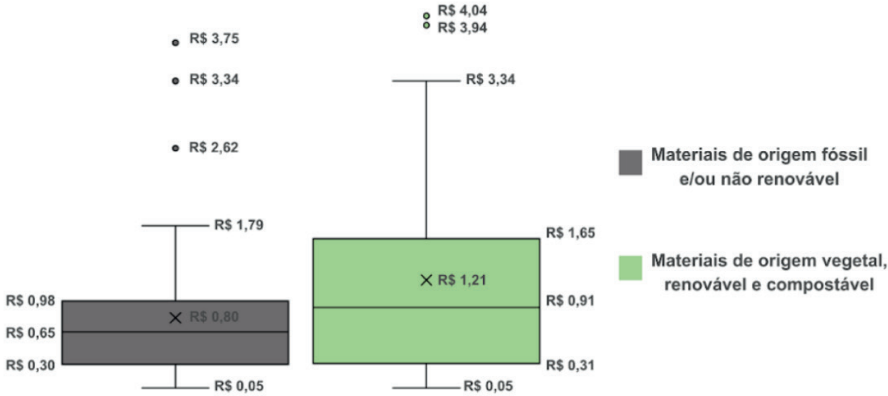
Fonte: As autoras (2023)

3.2. Levantamento de disponibilidade de embalagens para venda

A Figura 3 apresenta o *Box Plot* com os preços médios unitários das embalagens de delivery selecionadas para o estudo, divididas em dois grupos – materiais de origem fóssil e/ou renovável e materiais de origem vegetal, renovável e compostável. Os dois grupos tiveram como valor mínimo unitário, R\$0,05, mas o preço máximo de uma embalagem sustentável foi de R\$6,39, quase o dobro da embalagem de origem não renovável. A mediana e a média foram de R\$0,65 e R\$0,80 e R\$0,91 e R\$1,21 para os materiais de origem não renovável e renovável, respectivamente. 95% das embalagens tiveram preço médio unitário de até R\$1,79 (material de origem renovável) e R\$3,34 (material de origem não renovável). Entre os *outliers* do grupo de origem não renovável, estão as embalagens “Pote de Papel Kraft com Tampa de PET 750ml”, “Copo Térmico de EPS Biodegradável com Tampa” e a 400 mL e a “Barca para Sushi PET reciclável M (40-50 cm)”, com preço unitário médio de R\$2,62, R\$3,34 e R\$3,75, na devida ordem. Estas embalagens são muito usadas por tipologia de comida oriental, para o acondicionamento de *pokes*, caldos para Lámen, *sushis* e *rolls*. Tais resultados demonstram que o setor de comida oriental sofre com os custos unitários das embalagens e podem indicar que isso é uma barreira para a transição sustentável. Nos *outliers* do grupo de origem não renovável “Pote (Bowl) de papel

Kraft com Tampa de Ácido Polilático 750mL” (R 3,34), “Pote Sopa/ Açaí Com Tampa de Papel Kraft Biodegradável 400 mL” (R\$3,94) e “Embalagem de Marmita Biodegradável de Bagaço de Cana 850 mL” (R\$6,39) exibiram os maiores valores.

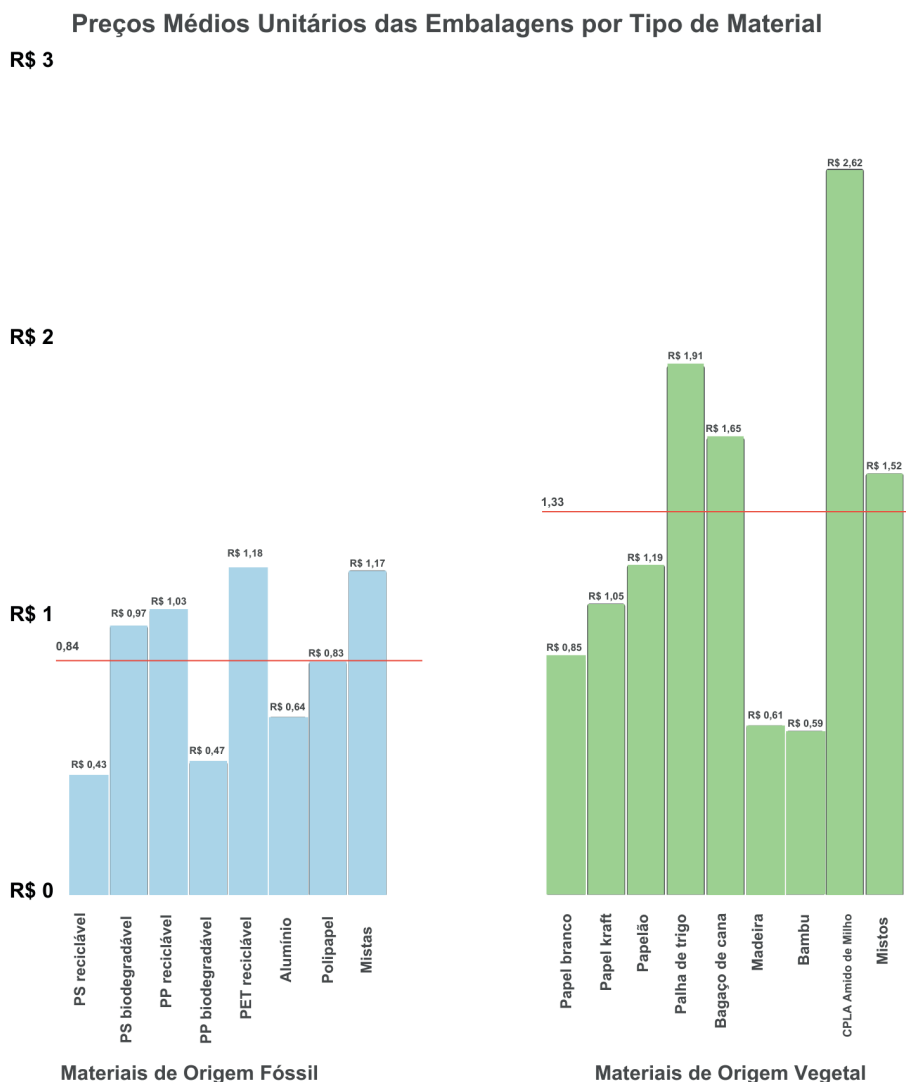
Figura 3. Box Plot dos preços médios unitários de embalagens de *delivery*



Fonte: As autoras (2023)

Uma outra forma de análise dos dados foi o agrupamento dos preços médios unitários nos subgrupos “PS Reciclável”, “PS Biodegradável”, “PP Reciclável”, “PP Biodegradável”, “PET Reciclável”, “Alumínio”, “Polipapel” e “Mistas” para os materiais de origem não renovável e “Papel Branco”, “Papel Kraft”, “Papelão”, “Palha de Trigo”, “Bagaço de Cana”, “Madeira”, Bambu”, “CPLA Amido de Milho” e “Mistos”. O Gráfico da Figura 4 nos mostra que as médias dos subgrupos de origem não renovável são menores que as médias dos subgrupos de origem renovável, exceto pelas categorias “Alumínio” e “PP Biodegradável”. Estes dois subgrupos possuem poucas opções de embalagens. As embalagens de alumínio são mais comuns para as marmitas, cujo preço médio unitário não é alto em relação a marmitas de outros materiais. As embalagens de PP Biodegradável não são comuns, sendo apenas encontradas canudos, copos e marmitas. O pequeno valor unitário dos copos e canudos trouxe o valor médio para baixo. A Figura 4 mostra que o grupo de origem não renovável (R\$0,83) teve preço médio unitário (linha vermelha) quase duas vezes menor que o outro grupo (R\$1,33). Esse resultado é mais uma amostra da diferença entre produtos sustentáveis e convencionais. Geralmente, produtos convencionais já possuem tecnologia estabelecida que permite sua produção em maior escala e maior automatização, além da externalização dos custos ambientais com o uso de matérias-primas e insumos menos “limpos” e com menor investimento em tecnologias de controle ambiental. Outro custo que tende a ser externalizado na cadeia de fabricação de produtos convencionais é o custo social, a partir da exploração de mão-de-obra barata (KROSOFSKY, 2021).

Figura 4. Preços Médios Unitários por Subgrupo de Material



Fonte: As autoras (2023)

Os resultados mostrados nas Figuras 3 e 4 são corroborados pela Análise de Variância realizada. A ANOVA com os 112 preços médios unitários coletados, sendo 51 de origem não renovável e 63 de origem não renovável, teve significância estatística, apresentando probabilidade menor que 0,05 (valor-p = 0,035). O valor do Teste F crítico ($F = 4.54$) também demonstra que a variabilidade das médias entre grupos é maior que dentro dos grupos, uma vez que as médias dos grupos não estão próximas.

Alguns preços unitários foram selecionados para demonstrar as diferenças entre as embalagens convencionais e sustentáveis na Tabela 2. Cerca de 82% das embalagens

de origem vegetal e compostável são mais caras do que as embalagens de origem não renovável. Além dos motivos apontados anteriormente, outros motivos para a diferença incluem a baixa demanda e os custos de certificação das embalagens biodegradáveis e compostáveis (KROSOFSKY, 2021).

Tabela 1. Diferença no preço médio unitário de embalagens de origem fóssil/não renovável e embalagens de origem vegetal/compostável

Embalagem com Metal ou Plástico de Origem Fóssil	Preço Unitário Médio	Número de preços coletados	Embalagem com Papel ou Plástico de Origem Vegetal e Compostável	Preço Unitário Médio	Número de preços coletados	Diferença de preço médio entre as embalagens
Caixa de EPS Reciclável ^{1/} Biodegradável ²	R\$0,46 ⁽¹⁾ R\$0,47 ⁽²⁾	7 10	Caixa de Papel ¹ ou Bagaço de Cana ²	R\$0,68 ⁽¹⁾ R\$1,55 ⁽²⁾	6 10	+ R\$0,21 + R\$1,02
Estojo de EPS Reciclável ^{1/} Biodegradável ²	R\$0,57 ⁽¹⁾ R\$1,18 ⁽²⁾	6 10	Estojo de Papel ¹ ou Bagaço de Cana ²	R\$0,91 ⁽¹⁾ R\$1,65 ⁽²⁾	5 10	+ R\$0,36 + R\$1,02
Papel Acoplado com Plástico ¹ ou Alumínio ²	R\$0,12 ⁽¹⁾ R\$0,35 ⁽²⁾	10 10	Papel Antigordura - 100% celulose	R\$0,16	10	+ R\$0,04 - R\$0,13
Caixa para Pizza com fundo Metalizado ¹ ou Resinado ²	R\$1,15 ⁽¹⁾ R\$4,00 ⁽²⁾	10 10	Caixa para Pizza de Papelão	R\$2,67	10	+ R\$1,52 - R\$1,33
Embalagem retangular de alumínio	R\$0,67	10	Bandeja de Papel Kraft para selagem	R\$1,28	1	+ R\$0,61
Marmitas de EPS reciclável ^{1/} Biodegradável ² ou Polipropileno reciclável ^{3/} Biodegradável ⁴ ou de Alumínio ⁵ ou de Kraft + Polietileno (Polipapel) ⁶	R\$0,48 ⁽¹⁾ R\$0,98 ⁽²⁾ R\$1,52 ⁽³⁾ R\$1,26 ⁽⁴⁾ R\$0,79 ⁽⁵⁾ R\$1,30 ⁽⁶⁾	10 7 10 5 10 10	Marmitas de Kraft ¹ ou de Bagaço de Cana ² ou de Palha de Trigo ³ ou Ácido Polilático ⁴	R\$1,69 ⁽¹⁾ R\$2,33 ⁽²⁾ R\$2,30 ⁽³⁾ R\$6,39 ⁽⁴⁾	10 4 4 1	+R\$1,21 até +R\$0,17 +R\$1,85 até +R\$0,81 +R\$1,85 até +R\$0,78 +R\$5,91 até +R\$4,87
Pote (Bowl) de Polipropileno ¹ ou Polietileno Tereftalato (PET) ²	R\$1,38 ⁽¹⁾ R\$1,68 ⁽²⁾	10 10	Pote (Bowl) de Papel Kraft ¹ ou Bagaço de Cana ² ou Palha de Trigo ³ ou Ácido Polilático ⁴	R\$2,30 R\$2,52 R\$3,13 R\$2,16	3 3 2 3	+R\$0,92 até +R\$0,62 +R\$1,14 até +R\$0,84 +R\$1,75 até +R\$1,45 +R\$0,78 até +R\$0,48
Copo Térmico de EPS reciclável ^{1/} Biodegradável ²	R\$0,90 ⁽¹⁾ R\$3,34 ⁽²⁾	5 4	Copo Térmico de Kraft ¹ ou de Fibra de Bambu ²	R\$0,97 ⁽¹⁾ R\$0,59 ⁽²⁾	10 5	+R\$0,07 até -R\$2,37 -R\$0,31 até -R\$2,75
Copo Poliestireno reciclável ^{1/} Biodegradável ²	R\$0,09 ⁽¹⁾ R\$0,20 ⁽²⁾	10 10	Copo de Papel Branco ¹ ou Papel Kraft ²	R\$1,01 ⁽¹⁾ R\$0,72 ⁽²⁾	10 10	+R\$0,92 até +R\$0,81 +R\$0,63 até +R\$0,52
Kit Talher Garfo + Faca Poliestireno reciclável ^{1/} Biodegradável ²	R\$0,52 ⁽¹⁾ R\$0,66 ⁽²⁾	10 10	Kit Talher Garfo + Faca Madeira ¹ ou de Ácido Polilático ²	R\$1,13 ⁽¹⁾ R\$1,30 ⁽²⁾	10 10	+R\$0,61 até +R\$0,47 +R\$0,78 até +R\$0,64
Canudo de Polipropileno reciclável ^{1/} Biodegradável ²	R\$0,05 ⁽²⁾ R\$0,08 ⁽²⁾	10 10	Canudo de Papel Branco ¹ ou de Papel Kraft ² ou Palha de Trigo ³ ou de Fibra de Bambu ⁴ ou de Bagaço de Cana ⁵	R\$0,13 ⁽¹⁾ R\$0,19 ⁽²⁾ R\$0,26 ⁽³⁾ R\$0,30 ⁽⁴⁾ R\$0,83 ⁽⁵⁾	10 10 8 2 1	+R\$0,08 até +R\$0,08 +R\$0,14 até +R\$0,11 +R\$0,21 até +R\$0,18 +R\$0,25 até +R\$0,22 +R\$0,78 até +R\$0,75

Fonte: As autoras (2023)

4. CONCLUSÃO

A grande quantidade de plásticos disposta em corpos hídricos, a ampla detecção de microplásticos em ambientes e tecidos de seres vivos e a baixa efetividade da reciclagem de plásticos demonstram que é necessário uma modificação nos hábitos de produção e consumo de embalagens para a comercialização de refeições dentro do sistema *delivery* e *take-away*. A Pandemia de SARS-CoV-2 consolidou ainda mais os hábitos de compras virtuais, aumentando os impactos sociais relacionados à geração de embalagens.

Dentro desse contexto, o estudo teve o objetivo de realizar uma análise preliminar dos preços, tipos e escolhas de embalagens sustentáveis por estabelecimentos ao redor das estações de trem do Ramal Japeri. Os estabelecimentos da área de estudo apresentam, em sua maioria, iniciativas sustentáveis, por estarem cadastrados no Programa “Amigos da Natureza” no aplicativo iFood. Contudo, em 2022, o iFood adotou a adesão automática ao selo para novos parceiros e isso pode ter superestimado os resultados do estudo. É necessário que os aplicativos de entrega de comida adotem ações de rotulagem ambiental que efetivamente guiem o consumidor para escolha de estabelecimentos com práticas sustentáveis.

Os preços de embalagens convencionais costumam ser mais baratos que embalagens sustentáveis, por questões de baixa demanda, limitação tecnológica, menores custos com mão-de-obra, controle ambiental e certificação. Na análise realizada nesse estudo dos preços unitários de embalagens vendidas por *e-commerce* não foi diferente. A média do preço unitário de embalagens sustentáveis foi quase o dobro de embalagens convencionais, sendo corroborado pela probabilidade abaixo de 5% e valor alto do teste F na análise de variância executada. O compromisso de produção de embalagens sustentáveis pelo setor industrial, o estabelecimento de políticas públicas para isentar o setor, conforme previsto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, são essenciais para a mudança desse cenário nos próximos anos.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S. F. Impactos ambientais decorrentes do e-commerce B2C sob a ótica do consumidor. 2023. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, Buri, São Paulo, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO - ABIPLAST. PERFIL ABIPLAST 2022. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2022abiplast/>. Acesso em 14 set. 2023.

BARBOSA, L. S.; KANGERSKI, F. A. Delivery e take-away sustentável: um estudo multicaso das embalagens utilizadas por lanchonetes e restaurantes de Garopaba (SC). **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 7, n. 4, p. 29-58, 2022.

BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305. Acesso em: 01 set. 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. 2013. 98p. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>. Acesso em 01 set. 2023.

KROSOFSKY, A. The Cost of Environmentalism: Why Sustainable Products Are More Expensive. Green Matters, 27 ago. 2021. Disponível em: <https://www.greenmatters.com/p/are-sustainable-products-more-expensive>. Acesso em 14 set. 2023

MONTESANTI, B. F.; CARELLI, G. C. Avaliação do ciclo de vida de embalagens de entrega de comida no Brasil. 2021. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SILVA, N.; PÅLSSON, H. Industrial packaging and its impact on sustainability and circular economy: A systematic literature review. Journal of Cleaner Production, v. 333, p. 1-12. 2022.

WIT, W; HAMILTON, A.; SCHEER, R.; STAKES, T; ALLAN, S. Solucionar a Poluição plástica: Transparência e Responsabilização. 2019. Dalberg Advisors & World Wildlife Fund: Gland, Suíça, 2019. 50p. Disponível em: <https://promo.wwf.org.br/solucionar-a-poluicao-plastica-transparencia-e-responsabilizacao>. Acesso em 01 set. 2023.

WORLD ECONOMIC FORUM; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; MCKINSEY & COMPANY. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. 2016. 120p. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>. Acesso em 01 set. 2023.

ECONOMIA CIRCULAR APLICADA AOS VEÍCULOS AUTOMOTIVOS EM FINAL DE VIDA ÚTIL

Data de aceite: 02/12/2023

Anna Fátima Freitas Valente

Lucia Helena Xavier

Luciana Contador

RESUMO: Os princípios da economia circular priorizam a recuperação de valor a partir dos recursos naturais ou antropogênicos. A logística reversa e a mineração urbana são algumas ferramentas importantes para a implementação de uma economia circular. A recuperação de materiais secundários por meio da mineração urbana em reservas antropogênicas é fundamental para tornar a economia cada vez mais circular, reduzindo o acúmulo de resíduos sólidos e minimizando perdas (energia e matéria) e emissões (incluindo de gases de efeito estufa). Em comparação com a extração primária de minerais, a produção secundária de minerais ou mineração urbana representam menores emissões de gases de efeito estufa e consumo energético. No Brasil, a mineração secundária é ainda pouco explorada, mas a consolidação da regulamentação dos sistemas de logística reversa no país e

a tendência mundial de transição para economias de baixo carbono são incentivos para o desenvolvimento do setor. A pesquisa consiste em estudo bibliográfico sobre o potencial de recuperação de materiais secundários a partir de veículos que se encontram em final de vida útil. A partir de fontes de dados secundários foi possível uma análise preliminar do setor. Os resultados indicam que, apesar da reciclagem de veículos em final de vida útil (VfV) estar regulamentada desde 2014, ainda é incipiente o processamento desta categoria de resíduos que, por sua vez, representa uma importante fonte de materiais secundários e forma de implementação da economia circular no setor.

PALAVRAS-CHAVE: Veículos em final de vida, Mineração urbana, Economia circular, Material secundário.

ABSTRACT: The principles of the circular economy prioritize the recovery of value from natural or anthropogenic resources. Reverse logistics and urban mining are some important tools for implementing a circular economy. The recovery of secondary materials through urban mining in anthropogenic reserves is essential to make

the economy increasingly circular, reducing the accumulation of solid waste and minimizing losses (energy and matter) and emissions (including greenhouse gases). Compared to primary mineral extraction, secondary mineral production or urban mining represents lower greenhouse gas emissions and energy consumption. In Brazil, secondary mining is still little explored, but the consolidation of the regulation of reverse logistics systems in the country and the global trend of transition to low-carbon economies are incentives for the development of the sector. The research consists of a bibliographic study on the potential for recovery of secondary materials from vehicles that are at the end of their useful life. Using secondary data sources, a preliminary analysis of the sector was possible. The results indicate that, although the recycling of end-of-life (EoL) vehicles has been regulated since 2014, the processing of this category of waste is still incipient, which, in turn, represents an important source of secondary materials and a way of implementing circular economy in the sector.

KEYWORDS: End-of-life vehicles, Urban mining, Circular economy, Secondary material.

1. INTRODUÇÃO

Os veículos em final de vida útil (VfV) compreendem uma grande proporção de resíduos sólidos gerados pela atividade humana no mundo. Os veículos atingem o final de vida útil devido à obsolescência, acidentes ou por decisão do consumidor (de Souza et al, 2022; Vermeulen et al., 2011). Os VfVs são potencialmente perigosos por possuírem compostos e materiais, como a bateria que, devido ao tempo e a certas condições de uso, pode oferecer risco de explosão e, caso seja descartada em aterros sanitários, o chumbo-ácido pode vazar e contaminar o solo. Por outro lado, os VfV possuem partes e peças que podem ser reutilizadas e remanufaturadas e materiais que podem ser recuperados a partir da reciclagem (Figura 1).



Figura 1: Partes do carro compostas por diferentes tipos de materiais.

A mineração urbana consiste em conjunto de processos que viabilizam a recuperação de materiais secundários a partir de reservas antropogênicas. Esta prática, em conjunto com a logística reversa é fundamental para tornar a economia cada vez mais circular, reduzindo o acúmulo de resíduos sólidos e minimizando perdas de recursos energéticos ou materiais, como também a redução da geração de emissões (incluindo de gases de efeito estufa). A mineração urbana contribui consideravelmente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e do consumo energético em análise comparativa com a extração primária de minerais.

O processamento de VFV consistem em uma importante fonte de recuperação de materiais secundários, mitigando impactos potenciais da destinação inadequada e atendendo aos requisitos globais para a economia circular. No entanto, o potencial do país sobre a recuperação de materiais secundários a partir de VFV ainda não encontra-se bem estabelecido.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal da pesquisa foi o levantamento bibliográfico sobre a recuperação de materiais secundários passíveis de serem recuperados a partir de veículos que se encontram em final de vida útil e do processo ao qual esses veículos são submetidos para que esses materiais possam vir a ser utilizados novamente.

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico considerou o levantamento bibliográfico e análise preliminar de artigos científicos, regulamentação principal e dados estatísticos relacionados a geração de veículos em final de vida útil e potenciais fontes de recuperação de materiais secundários. Foram realizadas pesquisas nas plataformas de pesquisa Science Direct; Google Acadêmico e Google. Para tanto, foram utilizados os seguintes termos de busca: recycl* AND “end-of-life vehicles” AND Brazil; recycl* AND “end-of-life vehicles”; recicl* AND “veículos inservíveis”; recicl* AND “veículos inservíveis” AND Brasil; recicl* AND veículos em “final de vida”; recicl* AND veículos em “final de vida” AND Brasil.

Os termos em português não apresentaram resultados na base Scopus, para pesquisa nessa base foram utilizados os termos de busca: recycl* AND “end-of-life vehicles” AND Brazil; recycl* AND “end-of-life vehicles”; recycle* AND automotive; recycle* AND automotive AND Brazil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliométrica realizada a partir das pesquisas no Scopus demonstra o baixo número de artigos sobre a mineração urbana no Brasil, a partir de veículos em final de vida (figura 2).

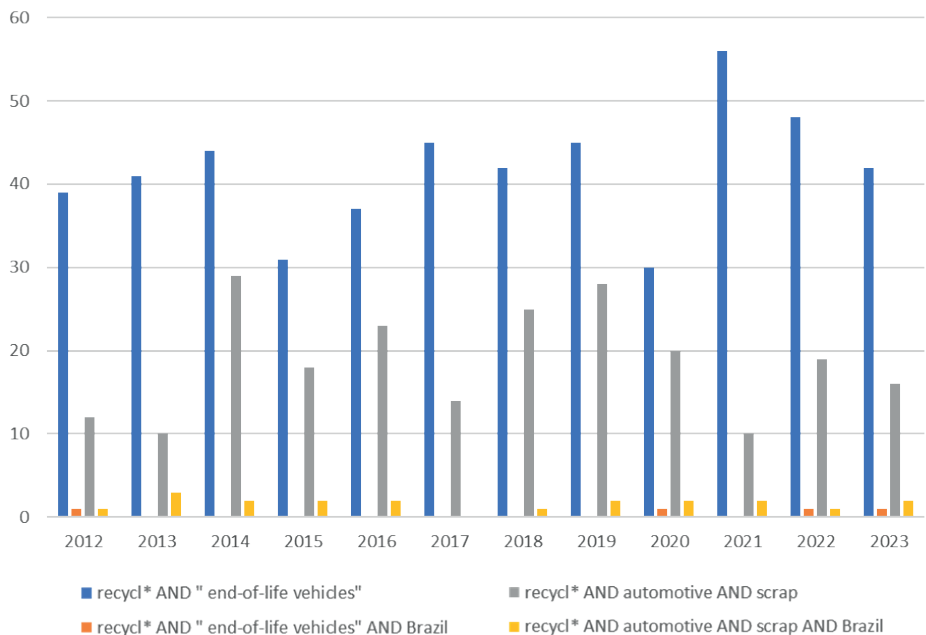


Figura 2: Publicações na base Scopus para os termos de busca de 2012 a 2023

No entanto, o trabalho de pesquisadores brasileiros sobre o tema pode ser identificado nos mapas de ocorrência de publicações com os termos de busca utilizados, sobretudo para recycle* AND automotive (Figura 3).

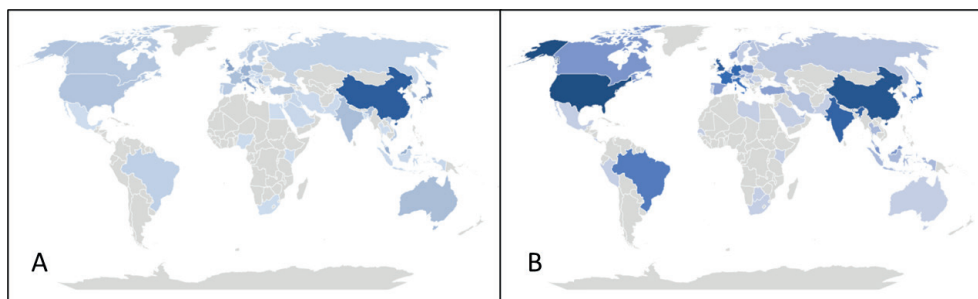


Figura 3: Incidência de publicações por países para buscas na base Scopus para os termos (A) recycl* AND "end-of-life vehicles" e (B) recycle* AND automotive de 2012 a 2023.

Os veículos possuem em sua composição diversos materiais que podem ser reciclados (Figura 4). A composição dos veículos tem variado ao longo do tempo, com a substituição de materiais em aprimoramento tecnológico, buscando a eficiência energética, melhor performance e atendimento à requisitos de segurança.

Os materiais ferrosos (ferro e aço) representam a maior fração do peso dos VFVs (68%) e possuem altas taxas de reciclagem, com apenas 5% dessa fração sendo destinada a aterros (Figura 5) (Coimbra, 2017).

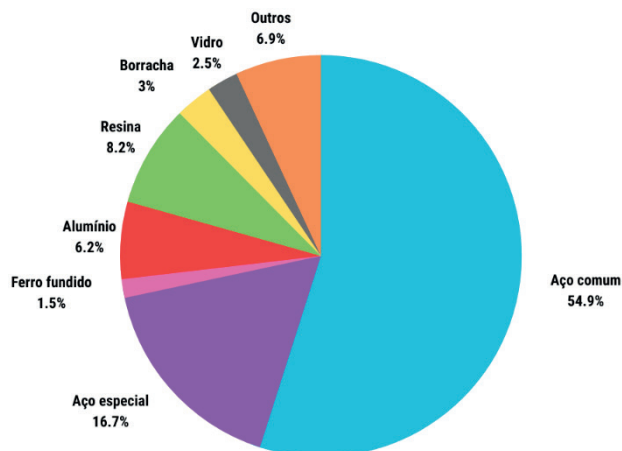


Figura 4: Porcentagem média ocupada por cada tipo de material nos veículos.

Fonte: Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, 2020.

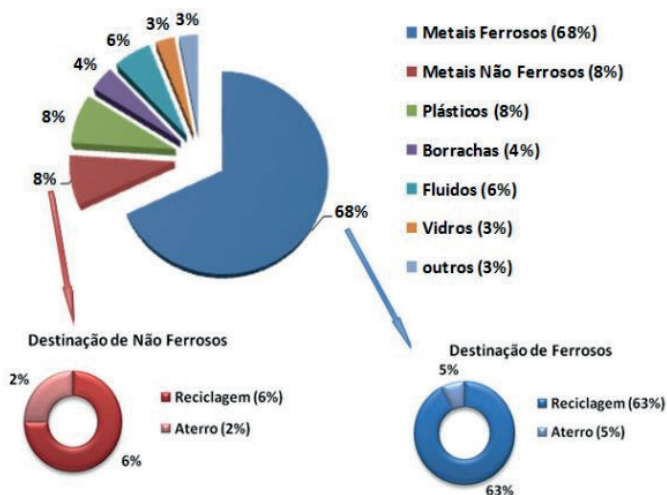


Figura 5: Porcentagem média ocupada por cada tipo de material nos veículos.

Fonte: Coimbra, 2017.

Metais não ferrosos como alumínio e platina também podem ser recuperados de VFV porém representam uma fração menor do peso do carro. Outros componentes como plástico, borrachas, fluidos e vidros apresentam maiores desafios para a separação de materiais, com baixa taxa de reciclagem, sendo usualmente encaminhados para valorização energética ou para aterros (Coimbra, 2017).

A desmontagem, reutilização, remanufatura, reciclagem e recuperação de VFV não somente contribuem para o uso econômico e sustentável de recursos, como são estratégias

que incorporam a responsabilidade social e demais aspectos para a sustentabilidade do setor industrial automotivo (Zhou et al., 2018; Xiao et al., 2019). De acordo com o levantamento anual realizado pelo Sindipeças, em 2022 a frota circulante de automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus no Brasil foi de 46,9 milhões de unidades. A idade média dos veículos foi de 10 anos e 7 meses, o envelhecimento da frota tem sido observado desde 2014. A frota envelhecida aumentará o número de veículos inservíveis em pátios do DETRAN em todo o país.

No Brasil a reciclagem de automóveis foi regulamentada pela Lei 12977/2014 e pela Resolução CONTRAN Nº 611 DE 24/05/2016 que disciplinam a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres (Brasil, 2014; Contran, 2016). De acordo com a legislação, o descarte de VFVs é mediado pelos DETRANs, que emitem laudo de vistoria e atestam o recolhimento das placas e o recorte do chassi. A desmontagem dos veículos deverá ser realizada em Centros de Reciclagem Veicular (CRVs) registrados pelos DETRANs. Os órgãos executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal (DETRAN) também são responsáveis pelo fornecimento de informações para o banco de dados. Nos CRVs, os veículos recolhidos passarão por quatro etapas: pré-tratamento, desmontagem, picotamento e tratamento pós shredder, a partir das quais os materiais e componentes separados serão destinados às usinas de reciclagem ou tratamento.

Os componentes ambientalmente perigosos, como combustível, fluidos e gás refrigerante do ar-condicionado são retirados na etapa de pré-tratamento. Durante a desmontagem, são separadas as peças e componentes que podem ser reutilizados ou remanufaturados. Após essas etapas, o VFV é triturado e a fração metálica reciclável é separada da fração não reciclável denominada como “shredder fluff”. Enquanto a fração reciclável é enviada para as usinas de reciclagem, o “shredder fluff” é geralmente incinerado para geração de energia ou aterrado.

Na Europa, desde 2015 a legislação determina que no mínimo 85% por cento do peso de um VFV seja reciclado ou reutilizado. Em 2020, a taxa de reutilização e reciclagem de veículos em fim de vida na UE alcançou 89,1%, quinze Estados-Membros da UE relataram taxas de reutilização e reciclagem de 90,0% ou mais em 2020, com outros nove relatando taxas na faixa de 85,0% a 89,9%. Um total de 5,4 milhões de automóveis de passageiros, vans e comerciais leves foram desmantelados na UE em 2020, o equivalente a 6,2 milhões de toneladas; 94,6% das peças e materiais foram reutilizados e recuperados, enquanto 89,1% foram reutilizados e reciclados (Eurostat).

No Brasil, grande parte das baterias de chumbo ácido são recicladas, um caso de sucesso de sistema de logística reversa (SLR) determinado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS Lei nº 12.305/2010). Outras cadeias produtivas que compõem o setor automotivo e possuem diretrizes de SLR regulamentadas óleos lubrificantes e pneus. No entanto, atualmente o Brasil recicla apenas 1,5% dos VFVs e precisa investir em políticas públicas que aumentem a eficiência na gestão de resíduos automotivos (de

Souza et al., 2022). Falhas na legislação brasileira para a gestão dos veículos em final de vida são apontadas como um entrave para o desenvolvimento do setor (dos Santos Soares et al., 2023).

Nos leilões dos DETRANs observa-se uma grande variedade de compradores, com prevalência de pequenos empresários que realizam um trabalho bastante artesanal e de difícil rastreabilidade, tanto de peças, quanto de sucatas (Vilas, 2023).

4. CONCLUSÕES

São realizados leilões com os VFVs localizados nos pátios dos DETRANs por todo o território brasileiro, onde esses veículos ficam disponíveis para serem arrematados por aqueles que cumprem os requisitos estabelecidos pelo próprio DETRAN. De acordo com resultados divulgados pelo próprio órgão público, muitos VFVs são destinados a partir do leilão para siderurgias onde o aço, material que compõem a maior parte dos veículos, é recuperado através da rota secundária de produção dele, emitindo menos gases do efeito estufa e com alta taxa de eficiência energética em comparação com a rota primária de produção do aço. Portanto, os pátios podem ser considerados minas urbanas para recuperação de material secundário a partir da reciclagem de VFVs. São necessários mais estudos sobre o tamanho da mina urbana de VFVs e sobre as cadeias de recuperação dos materiais reciclados a partir dos VFVs, devido à escassez de resultados e informações desses leilões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SINDIPEÇAS 2019. **Relatório frota circulante**. Disponível em: https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2019/RelatorioFrotaCirculante_Maio_2019.pdf

BRASIL. **Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. **Lei 12.977 de 20 de maio de 2014**. Regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres; altera o art. 126 da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro; e dá outras providências (federal). Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2014/lei-12977-20-maio-2014-778772-publicacaooriginal-144170-pl.html>

CONTRAN. **Resolução CONTRAN Nº 611 DE 24/05/2016**. Regulamenta a Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014, que regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres, altera o § 4º do art. 1º da Resolução CONTRAN nº 11, de 23 de janeiro de 1998, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao6112016.pdf>

COIMBRA, N. **Sistema de reciclagem de veículos em final de vida: uma proposta ambientalmente mais sustentável para o cenário brasileiro**. 2017. 102p. Dissertação (Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil).

BAUM, V. **Análise comparativa dos impactos ambientais associados às rotas primária e secundária da produção de aço em uma usina siderúrgica : estudo de caso baseado na avaliação do ciclo de vida da estrutura.** 2021. 74p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil).

DOS SANTOS SOARES, T., SILVA, M. M., & SANTOS, S. M. (2023). **A hybrid Grey-DEMATEL approach to identify barriers to the implementation of an end-of-life vehicle management system in Brazil.** Journal of Cleaner Production, 386, 135791.

VILAS, L. H. L. (2023). **Brazil: Impacts of Digital Technology on Sustainability in the Automotive Recycling Sector.** Journal of Law and Sustainable Development, 11(1), e0370-e0370.

ECONOMIA CIRCULAR E BIORREMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS COM HIDROCARBONETOS DE PETRÓLEO UTILIZANDO DEJETOS DE AVES POEDEIRAS

Data de aceite: 02/12/2023

Gisele Penido Barbosa

Sílvia Cremonez Nascimento

RESUMO: O declínio da atividade industrial em diversos países propiciou a desocupação e a degradação ambiental de áreas urbanas. O passivo ambiental gerado pelas indústrias, aterros de resíduos, postos de combustíveis, traz um risco enorme ao meio ambiente e à saúde pública. A presença de contaminação por Hidrocarbonetos de Petróleo no solo e na água subterrânea, acarreta inúmeros problemas: riscos à saúde humana, risco ao ecossistema, risco econômico, ao abastecimento e saneamento urbano e social. Inúmeras são as tecnologias de remediação ambiental existentes no mercado, tecnologias estas que de alguma forma geram externalidades ambientais negativas como consumo de energia e recursos naturais; desequilíbrio do ciclo da água, modificação nas propriedades naturais do solo e emissão de gases de efeito estufa. Nem sempre os aspectos sociais e econômicos são considerados em uma remediação convencional, que

muitas vezes podem causar mais impactos do que a própria contaminação. Diante de tantos impactos gerados nos processos de remediação de áreas contaminadas, a economia circular é uma alternativa que busca redefinir a noção de crescimento, que visa beneficiar a sociedade. Apoiada por uma transição para fontes de energia renovável, o modelo circular constrói capital econômico, natural e social baseando-se no princípio de eliminar o resíduo e a poluição desde o início.

PALAVRAS-CHAVE: REMEDIAÇÃO; Sustentabilidade; Áreas Contaminadas; ESG; Economia Circular.

ABSTRACT: The decline in industrial activity in several countries led to unemployment and environmental degradation in urban areas. The environmental liability generated by industries, waste landfills, gas stations, brings a huge risk to the environment and public health. The presence of contamination by Petroleum Hydrocarbons in the soil and groundwater causes numerous problems: risks to human health, risk to the ecosystem, economic risk, to urban and social supply and sanitation. There are countless environmental remediation technologies on the market, technologies that somehow

generate negative environmental externalities such as consumption of energy and natural resources; imbalance in the water cycle, changes in the natural properties of the soil and the emission of greenhouse gases. Social and economic aspects are not always considered in conventional remediation, which can often cause more impacts than the contamination itself. Faced with so many impacts generated in the processes of remediation of contaminated areas, the circular economy is an alternative that seeks to redefine the growth spurt, which aims to benefit society. Supported by a transition to renewable energy sources, the circular model builds economic, natural and social capital based on the principle of eliminating waste and pollution from the start.

KEYWORDS: Sustainability; Contaminated Areas; ESG; Circular Economy.

1. INTRODUÇÃO

Os objetivos de desenvolvimento sustentável são um apelo global á ação para acabar com a pobreza e proteger o meio ambiente e o clima, de forma a garantir que as pessoas, possam desfrutar de paz e de prosperidade. A falta de legislação e de guias que incluam a sustentabilidade como critério de seleção para a escolha de uma técnica de remediação hoje ainda é considerada uma barreira, e as empresas que optarem por essas tecnologias estarão nos olhares fuziladores do mercado como empresas diferenciadas, mas após 2030, de acordo com o tratado de Paris, elas estarão obrigadas a pensar na sua estrutura como um todo, e adotar técnicas sustentáveis para todas as suas ações. Com relação ao aspecto econômico, geralmente os custos iniciais da remediação sustentável são menores do que os custos da remediação convencional. Além de beneficiar com ganhos econômicos e benefícios em longo prazo, como no caso da instalação de um sistema de geração de energia solar para operação de um sistema de remediação com elevada intensidade energética, uma vez que haverá redução de custos pela diminuição de fornecimento de energia pela rede elétrica. Tendo em vista o recente site contaminado de uma empresa de rerrefino de óleo lubrificante, o presente trabalho visou elaborar um plano de gestão sustentável para um dos três sites contaminados desta empresa no Município de Presidente Prudente, contribuindo para o programa de políticas Ambientais.

2. OBJETIVO

Estudo de Viabilidade de técnica econômica e Ambiental de processo de biorremediação de solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo, por meio da aplicação de esterco de aves (galinha poedeira e frango de corte), com vistas ao desenvolvimento de nova tecnologia de remediação de áreas contaminadas e solução de um gravíssimo passivo ambiental, e à disseminação do conhecimento para a transformação social, econômica, política e ambiental da sociedade. Os riscos à saúde pública e ao meio ambiente associados à contaminação do solo e da água subterrânea demandam procedimentos adequados para viabilizar a reutilização destes locais de forma segura para os usuários dos campos.

3. METODOLOGIA

O projeto está dividido em quatro etapas ou fases de execução, conforme descrito a seguir:

- a. Levantamento do estado da arte da literatura científica sobre o tema e busca de patentes;
- b. Caracterização da matéria prima e do processo produtivo;
- c. Planejamento e execução dos testes de bancada;
- d. Tratamento, análise e consolidação dos dados.

As etapas/fases descritas são constituídas das seguintes atividades:

Levantamento do estado da arte da literatura científica sobre o tema e busca de patentes:

A primeira etapa do projeto consistiu na realização de uma busca bibliográfica nas principais bases de dados nacionais e internacionais (SciELO, Web of Science, Scopus etc.) sobre a utilização de esterco de aves na remediação de solos contaminados, com destaque para os estudos relacionados aos hidrocarbonetos de petróleo. Além disso, foram buscadas patentes existentes sobre o desenvolvimento dessa técnica no Brasil e no mundo. O objetivo foi balizar o projeto proposto com o conhecimento existente, de forma a buscar inovações em seu desenvolvimento, considerando as características climáticas, pedológicas e de biodiversidade brasileiras.

Caracterização da matéria prima e do processo produtivo:

Na segunda etapa, foi realizada a caracterização da matéria prima a ser utilizada no estudo (esterco de aves), bem como do processo produtivo, o qual pode influenciar nas características do material a ser estudado. Para tal, foram realizadas visitas a granjas de produção de ovos, momento no qual ocorreu a coleta do material utilizado nos experimentos e caracterizado em laboratório. Em seguida, foi realizada a caracterização física, química e microbiológica das amostras de esterco coletadas, a fim de verificar sua viabilidade de aplicação de forma pura no processo de remediação ou a necessidade de submeter o material a um processo de estabilização. A partir dos resultados obtidos, foi realizado o tratamento a partir de processo de compostagem do material, bem como coletadas amostras de esterco estabilizado por processo simples de secagem. Por fim, foram realizadas análises de qualidade do composto obtido e esterco estabilizado, para fins de utilização no processo de remediação.

Planejamento e execução dos testes de bancada

A avaliação da viabilidade da utilização do esterco de aves para remediação de solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo foi realizada a partir de testes de bancada. Nessa etapa, foi realizada a definição e coleta dos tipos de solo e de contaminantes a ser utilizados, bem como sua caracterização física, química, mineralógica e microbiológica. Além disso, foram definidos os arranjos experimentais para montagem dos experimentos, seguido pela montagem e acompanhamento dos mesmos, com monitoramento da evolução do processo de degradação a partir de análises físicas, químicas e microbiológicas. Ao final do experimento, foram realizados ensaios de ecotoxicidade, para verificar a qualidade do solo para o desenvolvimento da biota após o processo de remediação.

Tratamento, análise e consolidação dos dados

Na quarta etapa, foi realizado o tratamento dos dados obtidos a partir de análises estatísticas, por meio de análises de variância, testes de significância e análises de correlação. Foi realizada uma análise preliminar de viabilidade técnica da aplicação do método e do desempenho do processo em nível de campo, sob o ponto de vista da eficiência na degradação dos compostos de interesse. Os dados serão sistematizados e compilados em um relatório técnico.

Preparação dos experimentos

O primeiro passo na preparação dos experimentos foi a definição da forma em que o esterco seria utilizado no processo de remediação. Devido à presença de agentes patógenos, como coliformes termotolerantes e *E. coli*, acima dos valores permitidos pela legislação, não foi possível considerar a utilização do esterco fresco para adição ao solo como estimulante ao processo de degradação. Dessa forma, foi definida a utilização do esterco tratado por dois processos: compostagem e estabilização simples. Foi realizada a compostagem do esterco fresco, bem como a coleta de esterco estabilizado por processo de secagem simples, realizado na granja de produção de ovos, para posterior comercialização como fertilizante (Figuras 1 e 2)



Figura 1: Esterco estabilizado em granja de produção de ovos.



Figura 2: Composto obtido a partir da compostagem do esterco.

A partir da caracterização físico-química e microbiológica do composto e do esterco estabilizado, observou-se que ambos estavam aptos para utilização no processo de remediação, pois promoveram a redução expressiva da quantidade de coliformes fecais e *E. coli* em relação aos níveis presentes no esterco fresco, podendo ser utilizados como melhorador orgânico no solo sem o risco de contaminações biológicas. Observou-se que alguns parâmetros se encontram acima dos valores permitidos pela legislação para fertilizantes, como alumínio, cobre, cromo, zinco e bário, que podem influenciar posteriormente nos testes de ecotoxicidade, principalmente no que diz respeito à germinação de sementes. Com relação às contagens de bactérias e bolores e leveduras, foram observados valores similares para o composto e esterco estabilizado, indicando que ambos possuem populações de microrganismos com potencial de atuar no processo de degradação dos contaminantes. Com base nas análises realizadas, foi definida a utilização do composto proveniente do processo de compostagem de esterco e do esterco estabilizado para a realização dos testes de degradação de hidrocarbonetos de petróleo no solo, e de borra ácida proveniente do processo produtivo da empresa de rerrefino de óleo lubrificante. A montagem dos experimentos se deu considerando um modelo híbrido entre landfarming e biopilha, com a incorporação dos materiais remediadores ao solo contaminado, realizando o revolvimento para promover o contato do material orgânico com os contaminantes presentes no solo, procedendo-se o revolvimento periódico para aeração. Depois de uma semana, foi realizado o revolvimento dos experimentos, para estimular a volatilização completa das frações mais leves. Após 24h do revolvimento, foi realizada a adição do composto e esterco estabilizado ao solo contaminado.

Ensaios de ecotoxicidade

Para a avaliação da ecotoxicidade dos tratamentos ao final do período de incubação dos experimentos (60 dias), foram coletadas amostras para realização dos seguintes ensaios: testes de germinação e alongamento de raízes com sementes de soja e avaliação de toxicidade crônica em minhocas. As amostras foram enviadas ao laboratório acreditado, para realização dos referidos ensaios. Para o teste de germinação com sementes de soja, foi utilizada a metodologia OPPTS 850.4200 (USEPA, 1996), sendo realizada uma avaliação qualitativa do efeito da amostra sobre a germinação das sementes e sobre o alongamento das raízes.

Avaliação preliminar de eficiência

A análise preliminar de eficiência dos tratamentos se deu pela avaliação da taxa de redução da concentração dos HTPs e HPAs no solo, considerando a concentração inicial e final dos contaminantes, após 60 dias de experimentos. De acordo com essa análise, esse modelo pode ser utilizado para analisar o comportamento da degradação obtida em cada um dos tratamentos, excluindo-se as perdas por volatilização dos contaminantes, que foram estimuladas no início do experimento a partir do período para volatilização inicial das frações mais leves do óleo diesel.

4. RESULTADOS

A partir das triplicatas, foram obtidas as médias das concentrações de cada um dos tratamentos, para avaliação do decaimento da concentração de HTP's apresentado na tabela 2 e nas figuras 3 e 4

Tratamentos	Concentração de HTPs totais (mg/kg)				
	T0	T15	T30	T60	Redução
S0	44795,0	51433,7	34617,0	7133,7	84,1%
CP1	38089,7	40514,3	35502,3	5231,3	86,3%
CP3	27780,0	40731,7	40272,7	6107,7	78,0%
CP5	32299,3	37792,3	33437,3	9051,3	72,0%
EP1	39647,7	33537,7	20743,0	3357,7	91,5%
EP3	29737,7	24648,3	12785,0	3916,7	86,8%
EP5	38239,7	14392,0	12372,0	3810,3	90,0%

Tabela 2 - Concentrações médias de HTPs totais para os tratamentos

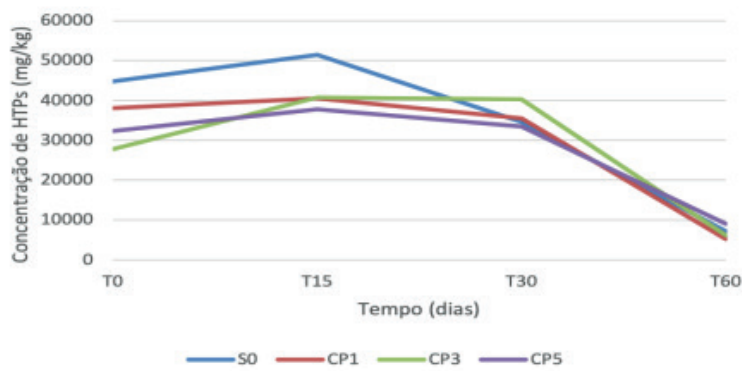


Figura 3 - Variações na concentração de HTPs totais ao longo do experimento, para o controle e tratamentos com composto

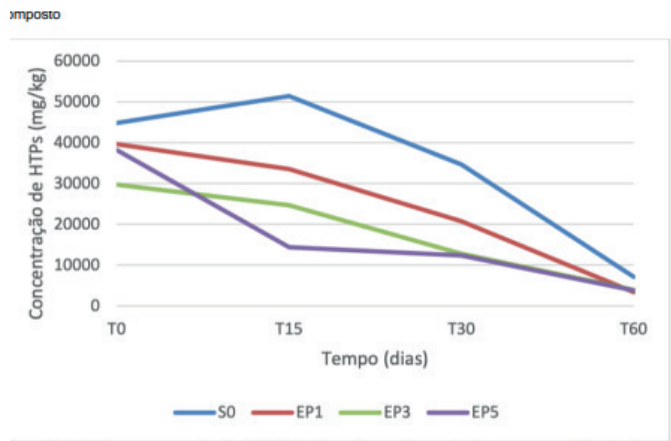


Figura 3 - Variações na concentração de HTPs totais ao longo do experimento, para o controle e tratamentos com esterco estabilizado

A partir das Figuras 3 e 4, observa-se que, para os tratamentos realizados com composto, bem como os tratamentos-controle, as maiores quedas na concentração de HTPs ocorrem a partir de 30 dias do início do experimento, devido ao maior tempo de aclimação dos microrganismos que atuam na degradação, devido à menor quantidade de nutrientes disponíveis no meio, no caso dos controles, e à característica do composto que liberação mais lenta dos nutrientes, por se tratar de um material mais estabilizado. No caso dos tratamentos realizados com esterco, as maiores quedas na concentração de HTPs iniciam-se a partir dos primeiros 15 dias, sendo que, no caso do tratamento com maior proporção de esterco (EP5), foram observadas quedas abruptas entre 0 e 15 dias. Isso se dá pela característica do esterco de alta disponibilidade de nutrientes liberados rapidamente no meio, facilitando seu uso pelas populações de microrganismos em seu desenvolvimento, permitindo uma redução da fase de aclimação.

5. CONCLUSOES

O estudo demonstrou que é possível a inserção da sustentabilidade no processo de gestão de áreas contaminadas por meio do planejamento de práticas sustentáveis associadas às necessidades e diretrizes da empresa contratante, de tal forma que proteja a saúde humana e minimize os impactos ambientais adversos. Outrossim, a gestão sustentável da área contaminada selecionada fornecerá subsídios para o planejamento e desenvolvimento de outros projetos sustentáveis de outras áreas contaminadas. Para que estes projetos sejam efetivos, a gestão da contaminação e o reuso do site devem ser considerados um processo único e interligado, não com atividades independentes. Também se devem considerar soluções que atendam as necessidades da comunidade, da economia local e/ou global e do meio ambiente. Para as ações futuras em outras áreas contaminadas, todas as partes interessadas devem estar envolvidas desde o início do processo de gestão a fim de compartilhar conhecimento e recursos e determinar como as ações adotadas para o melhor reuso prático do site podem agregar valor. Nas questões práticas relacionadas aos resultados de todo o processo de Bioestimulação do solo, observou-se que os tratamentos com menores proporções de composto e esterco foram os mais eficazes na redução das concentrações de HTPs e HPAs no solo, apresentando também as maiores taxas diárias de biodegradação. Os controles também apresentaram bons resultados de degradação, equiparados aos resultados dos tratamentos com uso de composto e esterco, demonstrando que o solo utilizado apresentava características que favoreceram o processo de atenuação natural, principalmente no que diz respeito ao conteúdo de matéria orgânica e populações de microrganismos. Assim, o uso de composto e esterco para a remediação de solos contaminados por hidrocarbonetos se mostra especialmente interessante no caso de solos pobres em matéria orgânica e populações de microrganismos, potencializando o efeito bioaumentador e bioestimulador desses melhoradores orgânicos. Para os tratamentos com

esterco estabilizado, foram observadas altas taxas de redução de HTPs e HPAs, além de um aumento significativo nas populações de microrganismos no solo (bactérias e bolores e leveduras). Foi também observado aumento no conteúdo de matéria orgânica e no pH do meio, atingindo níveis de alcalinidade, provendo ainda uma fonte de liberação rápida de nutrientes secundários no meio. Porém, devido à disponibilização rápida de nutrientes no meio, os tratamentos com esterco não conseguiram sustentar o crescimento das populações de microrganismos após a degradação inicial dos contaminantes e utilização dos nutrientes, sendo observada tendência de diminuição das populações ao final do experimento. A adição do composto ao solo contaminado contribuiu com a melhoria da sua estrutura, facilitando o processo de aeração e ajuste da umidade, promovendo também maiores retenções de água ao longo do tempo. Esses tratamentos também resultaram em um ambiente não tóxico para a germinação de sementes e alongamento das raízes de soja, demonstrando a capacidade do composto de prover um ambiente adequado para o desenvolvimento de plantas, ao final do processo de remediação. Por fim, os tratamentos-controle apresentaram bons resultados de degradação de HTPs e HPAs, devido ao conteúdo de matéria orgânica e populações de microrganismos naturalmente presentes no solo. Esses tratamentos apresentaram pH praticamente constante durante o experimento, com característica levemente ácida, com menor aumento das populações de microrganismos ao longo do tempo. Para as populações de bactérias, o crescimento das populações foi sustentado até o final do experimento, enquanto para os bolores e leveduras, as populações declinaram a partir dos 30 dias, pelo consumo das fontes de nutrientes preferenciais presentes no meio, representadas pelo óleo e pelos nutrientes naturalmente presentes no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6457 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, RJ, 2016. 9 p.

HAWASH, L.; A.B., DRAGH, M.A., LI, S., ALHUJAILY, A., ABBOOD, H.A., ZHANG, X., MA, F. Principles of microbial degradation of petroleum hydrocarbons in the environment. Egypt. J. Aquat. Res. 44, 2018, p. 71 a 76.

AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J. C.; CUSTODIO, S. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e apoio do BNDES. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 43, p. 167-207, 2016.

ANDRADE, J. A. et al. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. Eclética Química, São Paulo, v.35, n.3, p.17-43, 2010.

ASTM – American Society for Testing and Materials. D5373-A - Standard Test Methods for Determination of Carbon, Hydrogen and Nitrogen in Analysis Samples of Coal and Carbon in Analysis Samples of Coal and Coke. ASTM, 2016.

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Atlanta: ATSDR, 1999. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts123.pdf>. Acesso em 19 jan. 2021.

AUGUSTO, K. V. Z.; KUNZ, A. Tratamento de dejetos de aves poedeiras comerciais. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). Manejo ambiental na avicultura, 2011. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 153-174.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo – Atividades. CETESB, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areascontaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2020/02/Mapa>

CL:AIRE - Contaminated Land: Applications in Real Environments. Sustainable Management Practices for Management of Land Contamination. 2014 - Londres. Disponível em: . Acesso em: 4 de setembro de 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2009, p. 81-84.

DTSC – DEPARTMENT OF TOXIC SUBSTANCES CONTROL OF CALIFORNIA. Intern advisory for green remediation. 2009. Disponível em: . Acesso em 15 de março de 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília, DF, 2009.

HEYMAN, H.; BASSUK, N.; BONHOTAL, J.; WALTER, T. Compost Quality Recommendations for Remediating Urban Soils. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 16, p. 1- 23, 2019.

HERNANDES, T. Z. LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional? 2006. 134 p. Dissertação (Mestrado – Área de Concentração: Tecnologia de Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006. IMRON, M. F. et al. Future challenges in diesel biodegradation by bacteria isolates: a review. Journal of Cleaner Production, [S.L.], v. 251, p. 2-11, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119716>.

ESCOLAS SUSTENTÁVEIS: UMA ANÁLISE SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS NAS ESCOLAS DO RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 02/12/2023

Elaine Cristina da Silva Ferreira

Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira

Mônica Regina da Costa Marques

RESUMO: Uma das discussões que desperta debates na comunidade científica é se entramos ou não em uma nova Época geológica a que chamaríamos de Antropoceno. Esta Época preconiza que o impacto causado pelo ser humano em função de seu consumo e produção de resíduos exacerbados encontra-se em um nível capaz de alterar todo o ecossistema planetário, o que nos leva a refletir que devemos dar a devida atenção ao manuseio sustentável dos resíduos sólidos. Diante deste quadro, a escola surge como um dos principais facilitadores para promoção da educação ambiental, capaz de propiciar transformações e promover sustentabilidade. O presente estudo propõe discutir a gestão de resíduos sólidos e a gestão integrada como ferramentas importantes para redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos

sólidos e se aplicadas no espaço escolar será um grande facilitador para práticas mais sustentáveis. Para tanto, avaliar como procedem as práticas de gestão nas escolas públicas estaduais da cidade do Rio de Janeiro poderá contribuir para um diagnóstico das práticas escolares e a identificação de possíveis lacunas na gestão integrada de resíduos, o que permitirá a proposição de um modelo efetivo de gerenciamento de resíduos no ambiente escolar, a partir do conhecimento das características e especificidades das instituições escolares.

PALAVRAS-CHAVE: GESTÃO socioambiental; ESCOLAS do Rio de Janeiro; PLANO de gerenciamento

ABSTRACT: One of the discussions that arouses debates in the scientific community is whether or not we have entered a new geological epoch that we would call the Anthropocene. This Epoch advocates that the impact caused by human beings due to their consumption and production of exacerbated waste is at a level capable of altering the entire planetary ecosystem, which leads us to reflect that we must pay due attention to the sustainable handling of solid waste. Given this situation, the school

emerges as one of the main facilitators for promoting environmental education, capable of providing transformations and promoting sustainability. The present study proposes to discuss solid waste management and integrated management as important tools for the reduction, reuse, recycling and treatment of solid waste and, if applied in the school space, it will be a great facilitator for more sustainable practices. In order to do our aim is to evaluate how management practices proceed in state public schools in the city of Rio de Janeiro may contribute to a diagnosis of school practices and the identification of possible gaps in the integrated management of waste, which will allow the proposition of an effective model of waste management in the school environment, based on the knowledge of the characteristics and specificities of school institutions.

KEYWORDS: SOCIO-environmental management; SCHOOLS in Rio de Janeiro; MANAGEMENT plan

1. INTRODUÇÃO

Uma das discussões que desperta debates na comunidade científica é se entramos ou não em uma nova era geológica a que chamaríamos de Antropoceno. Esta era preconiza que o impacto causado pelo ser humano em função de seu consumo e produção de resíduos exacerbado encontra-se em um nível capaz de alterar todo o ecossistema planetário. Em termos práticos, devemos dar a devida atenção à produção e manuseio do lixo de forma a assumirmos uma atitude mais responsável e sustentável e em escala planetária. Dito de outra forma, a educação para gestão de resíduos corrobora para o entendimento de como o ser humano pode agir para minimizar a agravante existência de materiais que são produzidos em quantidade e qualidade suficientes para causar problemas ambientalmente e humanamente insustentáveis.

Diante deste quadro, a escola surge como um dos principais facilitadores para promoção da educação ambiental, capaz de propiciar transformações e promover sustentabilidade.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), no âmbito das habilidades a serem adquiridas pelo estudante em ciências da natureza, não foram enfatizados esse ou aquele tema, mas o documento apropriou-se de uma linguagem que para o desenvolvimento de qualquer conhecimento, os impactos ao meio ambiente e à saúde devem ser pensados, de modo que, o estudante analise, avalie, elabore, interprete e discuta ciência pensando em sustentabilidade social e ambiental. Desse modo, intrinsecamente, questões sobre os resíduos podem ser pautas para discussão em toda a escola.

Santos e Mortimer (2002) destacam que a formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade, devem ser permeados pela construção e uso do conhecimento com valores vinculados aos interesses coletivos, do compromisso social e da fraternidade. Nesse contexto, o enfoque interdisciplinar da problemática da gestão de resíduos nas escolas, deve levar em consideração a participação da sociedade,

comunidade escolar, órgãos gestores, companhia de limpeza, cooperativa de catadores, de modo que, os atores envolvidos estabeleçam parcerias para busca de soluções com resultados efetivos para sociedade.

O presente estudo propõe problematizar a legislação sobre resíduos sólidos no âmbito de uma educação para gestão de resíduos e discutir a gestão de resíduos sólidos e a gestão integrada como ferramentas importantes para redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. Para tanto, avaliar como procedem as práticas de gestão das escolas públicas estaduais do Rio de Janeiro poderá contribuir para melhor compreensão sobre as ações já desenvolvidas por algumas escolas e, desse modo, observar as especificidades das escolas avaliadas e identificar possíveis lacunas para uma gestão adequada de resíduos no contexto escolar.

2. METODOLOGIA

O presente estudo apresenta o recorte no doutoramento da primeira autora.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), define no artigo 3º inciso X, o gerenciamento de resíduos sólidos como um conjunto de ações exercidas, de modo indireto e direto, nas etapas de coleta, transbordo, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e também prevê a disposição final adequada dos rejeitos.

Ainda no âmbito das definições da PNRS, no inciso XI, a referida lei define gestão integrada de resíduos como um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

De acordo com o Art. 7º da PNRS (BRASIL, 2010), constituem-se como objetivos: a não geração, redução, reutilização, a reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A supracitada lei cita como um dos instrumentos em seu Art. 8º inciso I, a elaboração dos planos de resíduos sólidos no âmbito federal, estadual e municipal. No qual darei ênfase aos planos desenvolvidos no Estado e município do Rio de Janeiro.

No âmbito do plano municipal de gestão integrada, foram preconizados o disposto no Art. 19 da PNRS (BRASIL, 2010), nos incisos I ao XIX, como conteúdo mínimo o diagnóstico profundo sobre o município e os resíduos sólidos, dentre o qual, destaco a importância dada no inciso X, a ações e programas de educação ambiental que fomentem a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos.

Para ressaltar a importância de políticas voltadas para a educação ambiental, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro (PERS –RJ) aprovado pelo Decreto nº 45.957 de 22 de março de 2017 (RIO DE JANEIRO, 2017), cita inúmeras vezes o termo educação ambiental ao longo do documento, nesse sentido, estabelece como meta, o

fortalecimento dos programas de educação ambiental, incentivo da EA para participação dos catadores na coleta seletiva e sensibilização da população para a questão dos resíduos.

Na mesma sintonia o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos do Rio de Janeiro (PMGIRS) instituído pelo decreto municipal nº 42.605 de 25 de novembro de 2016 (RIO DE JANEIRO, 2016) dispõe no capítulo IV sobre políticas adotadas para redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos e destaca no item 4.9, programas e ações de educação ambiental. A Lei Nº 4191 de 30 de setembro de 2003 (RIO DE JANEIRO, 2003) que dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos, destaca no art. 21, que as políticas de ensino relacionadas à educação formal e não formal no Estado do Rio de Janeiro deverão tratar a temática ‘resíduos sólidos’ nos seus programas curriculares.

Apesar dos dispostos na PNRS, PERS-RJ e PMGIRS, há poucos avanços na coleta seletiva e ausência de programas mais específicos de educação ambiental para população. Dados publicados pela revista ECODEBATE (BASTOS, TEIXEIRA, 2023) mostra que o Rio de Janeiro possui um dos piores Índices de Recuperação de Resíduos (IRR), reciclando somente 0,37% comparado com a média nacional que é de 1,67% entre os municípios brasileiros.

Lima (2018) avaliou a gestão da coleta seletiva no município do Rio de Janeiro, a partir do uso de indicadores de sustentabilidade para coleta seletiva. Um dos aspectos analisados tinha como objetivo validar as atividades de educação e divulgação para sensibilizar a população para segregação do resíduo em prol da coleta seletiva. A avaliação indicou como resultado – MUITO DESFAVORÁVEL. Isso indica, que programas de educação ambiental para população encontram-se altamente deficitárias, e muito aquém do que estabelece o plano municipal e estadual de resíduos sólidos.

Para tanto, desenvolver práticas de gestão de resíduos nas escolas públicas do Rio de Janeiro, pode ser um facilitador para atividades de educação ambiental para comunidade escolar e para a sociedade. À medida que, a aprendizagem do aluno no gerir os resíduos, pode promover a divulgação de práticas ambientais para a família e para sociedade.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é um documento que estabelece diretrizes para gestão adequada de resíduos produzidos por um determinado estabelecimento, de modo a apontar e descrever as ações de manuseio dos resíduos desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada. Assim, o PGRS busca reduzir a geração dos resíduos a partir da correta segregação e minimizar os riscos ao meio ambiente

De acordo com o Art. 20 da Lei Federal nº 12.305/2010, estão sujeitos à elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos, os geradores dos resíduos sólidos, incluindo os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviço que produzam resíduos perigosos ou mesmo os resíduos caracterizados como não perigosos, mas cuja composição ou volume de geração não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares definidos pelo poder público municipal (BRASIL, 2010).

O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (RIO DE JANEIRO, 2016), define grandes geradores de resíduos, estabelecimentos que produzam mais de 120 litros/ por dia, e estabelece como resíduos sujeitos ao plano de gerenciamento específicos, os resíduos perigosos e não perigosos cujo volume seja superior a 120 litros/dia.

As escolas estaduais do Rio de Janeiro são consideradas estabelecimentos de prestação de serviços que produzem resíduos caracterizados como não perigosos, cuja composição é objeto nesse estudo. Assim, faz-se necessário conhecer as particularidades de cada escola para depreender a elegibilidade ou não do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no contexto escolar.

Apesar de existir algumas ações sobre sustentabilidade no ambiente escolar, o conceito “Plano de Gerenciamento de Resíduos” instituído pela PNRS ainda se apresenta um pouco distante do contexto escolar, porém vale ressaltar que algumas escolas possuem em seus projetos políticos pedagógicos (PPP) práticas socioambientais que podem contribuir para gestão adequada dos resíduos sólidos.

Para construção do processo de avaliação o presente estudo foi estruturado a partir do desenvolvimento de duas dimensões. A dimensão 1 intitulada “Escolas Sustentáveis” foi desenvolvida no formulário do google forms, com perguntas do tipo quantitativas para análise sistemática e objetiva dos dados.

A dimensão 2 intitulada “Práticas escolares para gestão de resíduos” foi estruturada na metodologia A3 onde foram criados categorias, indicadores, aspectos e os critérios ou níveis de desempenho, com base na especificidade de cada item considerado. Nesta dimensão, a construção do processo avaliativo prima por entrevistas com aplicação de questionários do tipo semi-estruturado, assim a estrutura da entrevista permitirá perguntas do tipo aberta e fechada.

A Metodologia A3 é uma proposta de modelo para criação de um ambiente de condições, em que se aplique o processo avaliativo com mais possibilidades de sucesso, considerando conhecer o momento da avaliação na organização, a cultura instalada, os personagens envolvidos, bem como as necessidades, desejos de cada seção e setor de organização, além da identificação dos objetivos expressos na avaliação, o perfil dos avaliados e avaliadores (CARVALHO, 2009, p.21).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As escolas estaduais localizadas no Rio de Janeiro estão distribuídas por regionais metropolitanas (METROS) e no âmbito desta pesquisa, serão analisadas as escolas situadas somente no município do Rio de Janeiro, localizadas nas METRO III, IV e VI (ver Figura 1), totalizando 269 escolas. A divulgação do questionário foi autorizada pela Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC – RJ) e procedeu via Direção Pedagógica das Regionais Metropolitanas selecionadas para pesquisa. Obtivemos, desse modo, 130 escolas respondentes, porém ainda estamos na tratativa de aumentar esse quantitativo.

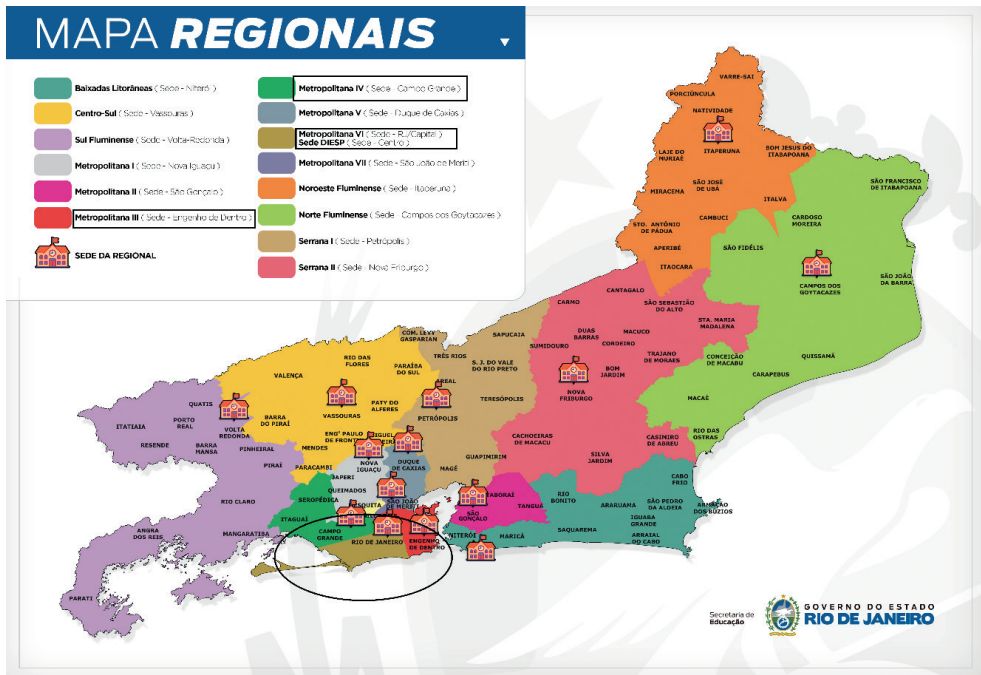


Figura 1: Mapa da Regionais Metropolitanas das escolas do Rio de Janeiro.

Fonte: <https://www.seeduc.rj.gov.br/cidad%C3%A3o/mapa-das-regionais>

A elaboração do questionário para a dimensão 1 foi permeada pelo conceito de escola sustentável, ressaltado no manual para implementação e implantação da A3P (Agenda Ambiental da Administração Pública) nas escolas públicas, denominado gestão socioambiental nas escolas públicas. O objetivo do programa é mostrar para comunidade escolar e para sociedade como um todo, que a adoção de diretrizes socioambientais promove a economia de recursos, a redução dos impactos sobre o meio ambiente e melhor qualidade de vida para todos (BRASIL, 2017).

O Programa Nacional Escolas Sustentáveis (PNES) é uma proposta do Ministério da Educação (MEC) com a finalidade de integrar os princípios socioambientais às escolas, assim, a A3P surge como um programa do Ministério do Meio Ambiente que corrobora com incentivo para práticas mais sustentáveis dentro das instituições públicas.

De modo a compreender o que é uma escola sustentável, o Manual Escolas Sustentáveis define:

Escolas sustentáveis são definidas como aquelas que mantêm relação equilibrada com o meio ambiente e compensam seus impactos com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, de modo a garantir qualidade de vida as presentes e futuras gerações. Esses espaços têm a intencionalidade de educar pelo exemplo e irradiar sua influência para as comunidades nas quais se situam. A transição para a sustentabilidade nas escolas é promovida a partir de três dimensões inter-relacionadas: espaço físico, gestão e currículo (BRASIL, 2013).

O questionário desenvolvido para dimensão 1 não possui o intuito de averiguar as escolas que aderiram a A3P escolar, porém alguns eixos temáticos ou linhas de atuação relacionados no documento como: Uso racional dos recursos naturais e bens públicos; Gestão de resíduos sólidos gerados; Qualidade de vida no ambiente de trabalho e estudo; Sensibilização e capacitação dos servidores e professores; Contratações públicas sustentáveis pode, possivelmente, já fazer parte da cultura escolar de alguma escola que promove a gestão socioambiental.

Assim, o questionário foi desenvolvido de modo a coletar dados gerais sobre a escola, ações de educação ambiental, atuação do grêmio estudantil e como ocorre o manuseio dos resíduos sólidos no espaço escolar.

A partir de uma análise prévia, associando alguns itens de resposta é possível selecionar unidades escolares, cuja gestão desenvolve práticas que contemple, concomitantemente, a coleta seletiva, educação ambiental, redução de uso de materiais, entre outros.

Desse modo, algumas perguntas realizadas na dimensão 1 e aqui relacionadas (Figuras 2, 3 e 4), foram consideradas cruciais para seleção de escolas com práticas socioambientais.

7. O Projeto Político Pedagógico de sua escola contempla práticas socioambientais?

130 respostas

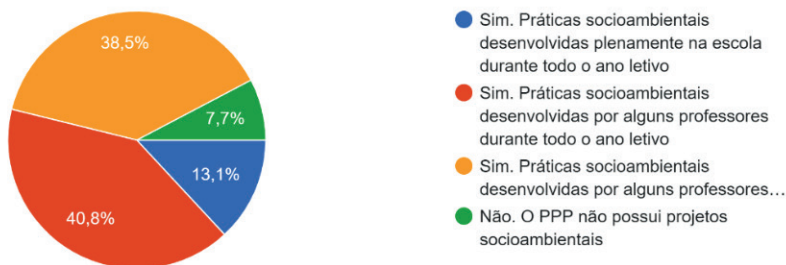


Figura 2: Escolas que contemplam práticas socioambientais no PPP.

Fonte: Questionário aplicado pelo o autor (obtido por google forms)

18. A escola realiza algum(ns) desse(s) projeto(s) sobre gestão dos resíduos? É possível assinalar mais de uma opção.

130 respostas

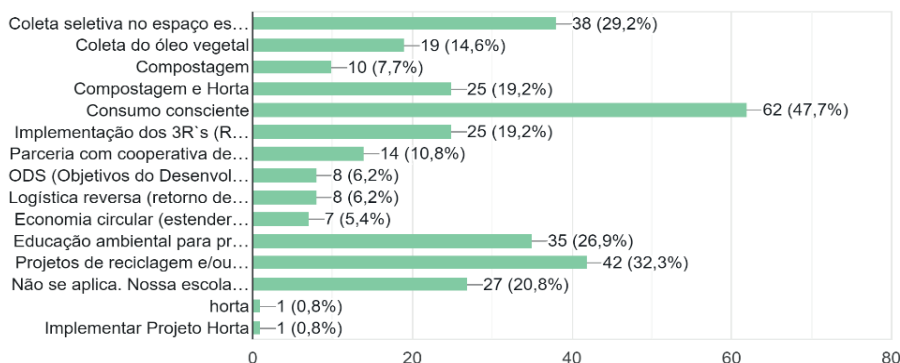


Figura 3: Projetos sobre gestão de resíduos sólidos no ambiente escolar.

Fonte: Questionário aplicado pelo o autor (obtido por google forms)

20. Com relação aos projetos que envolvem os resíduos sólidos, pode-se afirmar que são:

130 respostas

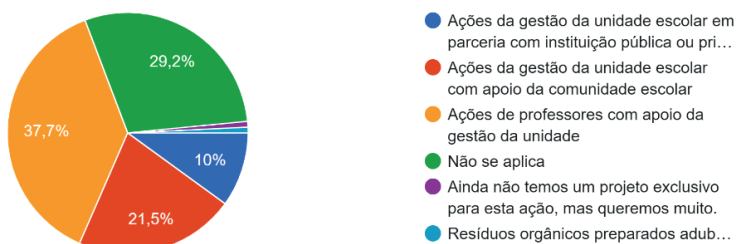


Figura 4: Responsáveis pelas ações sobre gestão de resíduos na escola.

Fonte: Questionário aplicado pelo o autor (obtido por google forms)

A percepção de que a gestão escolar promova ações socioambientais contundentes, desenvolva projetos para gestão de resíduos e contemple práticas ambientais no respectivo Projeto Político Pedagógico é considerado um forte indicativo de que a escola desenvolve ações sustentáveis em seu espaço escolar. Desse modo, conhecer essas escolas será pauta para uma investigação mais aprofundada, conforme proposta da dimensão 2.

Outras questões, no entanto, foram elaboradas de modo a observar o disposto na lei 3273/2001 (RIO DE JANEIRO, 2002) e no PMGIRS (RIO DE JANEIRO, 2016), de modo, a depreender se existe a elegibilidade das escolas possuírem o plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Então, para o presente estudo, foi feito a análise de algumas questões aplicadas na dimensão 1 (Figura 5 e 6).

Questão 23: Com relação ao volume aproximado de lixo produzido diariamente na sua escola, pode afirmar que:

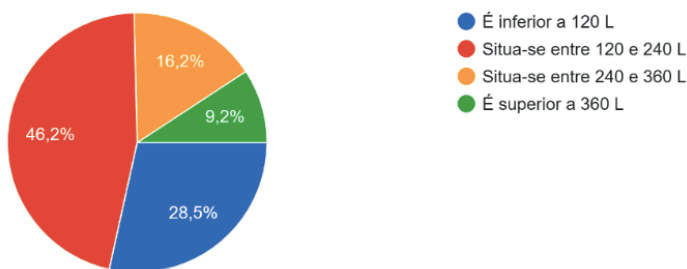


Figura 5: Quantidade estimada de resíduos produzidos pela escola.

Fonte: Questionário aplicado pelo o autor (obtido por google forms)

A análise do gráfico aponta que 71,6% das escolas analisadas produzem acima de 120L de lixo diariamente. Conforme disposto no PMGIRS, as escolas que excedam o limite diário de 120L são considerados grandes produtores de resíduos sólidos.

Para corroborar com essa análise, foi questionado às escolas se a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) era responsável pela coleta de resíduos na instituição, obtendo 90,8% de respostas afirmativas. Excetuando nessa porcentagem as escolas pertencentes a METRO IV que responderam ao questionário, mas que não estão localizados no município do Rio de Janeiro.

Desse modo, a informação coletada demonstra que a maior parte das escolas do Rio de Janeiro são consideradas grandes produtores de resíduos, logo são elegíveis de possuir o seu próprio plano de gerenciamento de resíduos sólidos devendo, contudo, contratar empresa para destinar o resíduo. No entanto, quem realiza a coleta é a COMLURB e é desconhecido atualmente como se procede a tratativa entre SEEDUC e COMLURB para realização da coleta de resíduos nas escolas estaduais do Rio de Janeiro.

Onde sua escola está localizada possui o serviço de coleta seletiva realizado pela COMLURB?

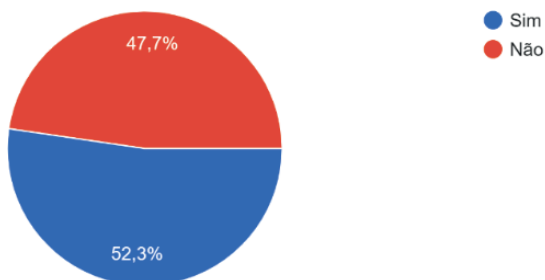


Figura 6: Escolas que são atendidas pela coleta seletiva realizada pela COMLURB.

Fonte: Questionário aplicado pelo o autor (obtido por google forms)

O dado apresentado na figura 6 demonstra que mais de 50% das escolas são atendidas pela coleta seletiva realizada pela COMLURB, porém no mesmo questionário somente 11,8% das escolas informaram que desenvolvem algum projeto de coleta seletiva, que pode ocorrer ou não em parceria com a COMLURB.

Os dados analisados refletem a grande lacuna entre as instituições SEEDUC e COMLURB para o cumprimento da PMGIRS e para o desenvolvimento de ações de coleta seletiva na escola.

Para dimensão 2, a proposta de aplicação do questionário será presencialmente em todas escolas selecionadas na primeira dimensão. O objetivo desse questionário é entrevistar gestores escolares, de modo a compreender como procedem as práticas de gestão de resíduos nas escolas. No mapa conceitual (ver Figura 7), é observado um recorte do questionário de avaliação, onde se desenha a elaboração da categoria de análise, definição dos indicadores de desempenho e aspectos a serem avaliados. Valendo ressaltar que para todos os aspectos foram formulados perguntas e seus critérios de desempenho. No mapa conceitual foi exemplificado para o destino de bens inservíveis.

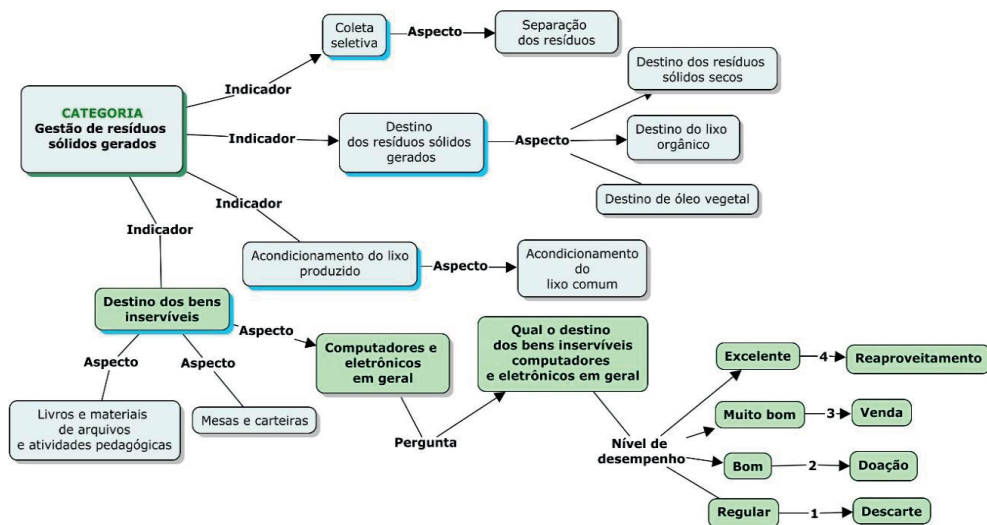


Figura 7: Mapa conceitual metodologia A3 – Recorte Dimensão 2.

A aplicação do questionário da dimensão 1, permitiu a seleção de 17 escolas que possuem práticas socioambientais e, portanto, serão objeto de estudo mais detalhado para dimensão 2. Assim, seguirá processo para solicitação de autorização à SEEDUC para realização das entrevistas com os gestores das unidades escolares selecionadas.

O Comitê de Ética em Pesquisa – CEP UERJ deliberou pela APROVAÇÃO deste projeto, visto que não há implicações éticas. Dessa forma, a pesquisa poderá ser iniciada.

4. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A análise da legislação ambiental sobre resíduos sólidos no estado do Rio de Janeiro apontou que o estado apresenta um arcabouço legal bem constituído sobre os resíduos, mesmo antes da publicação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010). Apresentando apenas atualizações em algumas leis específicas para atender o disposto na PNRS. Apesar dos atributos legislativos, poucos avanços na implementação na gestão integrada de resíduos puderam ser observados.

No contexto escolar, a legislação sobre resíduos ressalta a importância da educação ambiental, mas não estabelece nenhuma obrigatoriedade específica para as escolas públicas no trato com a questão dos resíduos, porém é sabido que a instituição escola estadual do Rio de Janeiro é considerado um estabelecimento público e de prestação de serviço. Desse modo, entende-se que uma escola para possuir a obrigatoriedade de gerenciar o seu próprio resíduo, deve se enquadrar como grande produtor de resíduos. A análise do formulário na dimensão 1, permitiu observar que a maioria das escolas já se enquadram como grandes produtores, o que sugere adequação da SEEDUC ao disposto na lei.

A aplicação do questionário nos permitiu observar, a lacuna entre as instituições SEEDUC e COMLURB tanto para realização da coleta de resíduos comuns quanto para realização da coleta seletiva, o que aponta para a necessidade de ações colaborativas para realização da gestão integrada de resíduos no ambiente escolar.

O questionário desenvolvido para dimensão 1, permitiu a partir do conceito escola sustentável, selecionar escolas que realizam ações mais sustentáveis, portanto, passíveis de um estudo mais aprofundado no projeto de doutoramento da primeira autora.

De modo a contribuir para compreensão de como as práticas de gestão já são realizadas nas escolas, o questionário para dimensão 2 foi estruturado em categorias, indicadores e aspectos, ambientados na gestão sustentável de resíduos no contexto escolar.

Nesse sentido, estamos cientes de que o processo de aplicação do projeto deve primar por padrões de avaliação: ser útil, viável, ético e preciso. Assim como, os resultados devem retornar ao conhecimento dos entrevistados. Findado esse processo, o projeto de pesquisa será aplicado, avaliado e julgado.

A proposta é que o processo avaliativo se estenda futuramente para outros atores do processo, a saber: Regionais Metropolitanas, Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC – RJ), Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), cooperativa de catadores e Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), de modo a compreender como se procedem as práticas de gestão de resíduos em escolas do Rio de Janeiro a partir da avaliação das inter-relações com atores envolvidos na gestão de resíduos no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

BASTOS, R.; TEIXEIRA, V. O Rio de Janeiro tem um dos piores índices de Recuperação de Resíduos. ECODEBATE, 14 de abr. de 2023. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2023/04/14/o-rio-de-janeiro-tem-um-dos-piores-indices-de-recuperacao-de-residuos/>> Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm> Acesso em: 10 de jul. 2016.

BRASIL. FNDE/CD. Resolução nº 18 de 21 de maio de 2013. Dispõe sobre a destinação de recursos financeiros, nos moldes operacionais e regulamentares do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE), a escolas públicas municipais, estaduais e distritais que possuam alunos matriculados na educação básica, de acordo com dados extraídos do Censo Escolar do ano imediatamente anterior ao do repasse, a fim de favorecer a melhoria da qualidade de ensino e a promoção da sustentabilidade socioambiental nas unidades escolares.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular* – Documento preliminar. MEC. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Gestão socioambiental nas escolas públicas : A3P. Cartilha. Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://a3p.mma.gov.br/wp-content/uploads/Biblioteca/Documentos/ESCOLA.pdf>> Acesso em: 10 de ago. 2019.

CARVALHO, M. B. A3 – Metodologia de avaliação e construção de indicadores. Rio de Janeiro: Editora Moderna, 2009.

LIMA, C. A. Panorama da coleta seletiva na cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 153p., 208. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

RIO DE JANEIRO. Decreto municipal nº 42.605 de 25 de novembro de 2016. Disponível em: <http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/53144Dec%2042605_2016.pdf> Acesso em: 5 ago. 2019.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 4191, de 30 de setembro de 2003. Política Estadual de Resíduos sólidos e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ, 30 de setembro de 2003. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1017211/DLFE-229310.pdf/Lei4.1.9.1._PoliticaEstadualRS.pdf> Acesso em: 25 de set. 2019.

ESTUDO DE ENTRAVES DA RECICLAGEM NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 02/12/2023

Bettina Susanne Hoffmann

Elisa Maria Mano Esteves

Roberta Santos De Souza

RESUMO: O presente trabalho estudou os entraves associados ao retorno das embalagens pós consumo nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, se baseando em questionários encaminhados a 81 operadores de reciclagem (entidades de catadores e comércios de recicláveis), obtendo 23 respostas localizados nos dois estados foco (sendo 11 no estado do Rio de Janeiro e 12 em São Paulo). As informações levantadas pelo questionário, foram complementadas por informações cedidas por uma empresa do ramo da reciclagem e logística reversa. A partir das análises e do uso de Sistema de Informação Geográfica foi possível observar que os operadores que efetivamente participaram da pesquisa estão concentrados nas regiões centrais, além de identificar 29 indústrias de reciclagem nos dois estados. Um destaque da pesquisa foi a variedade de destinações que o material encontra sendo

o elo intermediário o mais comumente relatado (83,33% das respostas de São Paulo e 63,63% das respostas do Rio de Janeiro). Apesar de a pesquisa apontar que os entraves associados a custo são os mais citados (35,9% das respostas de São Paulo e 50% das respostas do Rio de Janeiro), pode-se observar a variedade de entraves existentes na cadeia da reciclagem indicando a complexidade do setor.

PALAVRAS CHAVES: Logística reversa, reciclagem, entraves, entidades de catadores, SIG

ABSTRACT: The present work studied the obstacles associated with the return of post-consumer packaging in the states of Rio de Janeiro and São Paulo, based on questionnaires sent to 81 recycling operators (waste pickers' entities and recyclable traders), obtaining 23 responses located in the two focus states (11 in the state of Rio de Janeiro and 12 in São Paulo). The information collected by the questionnaire was complemented by information provided by a company in the field of recycling and reverse logistics. From the analyses and the use of the Geographic Information System it was possible to observe that the operators who effectively participated in the research

are concentrated in the central regions, in addition to identifying 29 recycling industries in the two states. A highlight of the research was the variety of destinations that the material finds, with the intermediate trader being the most commonly reported (83.33% of the responses from São Paulo and 63.63% of the responses from Rio de Janeiro). Although the research points out that the obstacles associated with cost are the most cited (35.9% of the responses from São Paulo and 50% of the responses from Rio de Janeiro), one can observe the variety of obstacles in the recycling chain indicating the complexity of the sector.

KEYWORDS: Reverse logistics, recycling, barriers, collectors' entities, GIS

1. INTRODUÇÃO

A intensificação dos processos industriais e o crescimento da demanda por produtos e serviços contribuíram não só para o aumento na geração de resíduos, mas também para a alteração de sua composição, passando de predominantemente orgânico putrescível para uma maior quantidade de elementos de difícil degradação, onde inclui-se os materiais recicláveis. (SOUZA, 2021).

Outro aspecto da sociedade que é de grande relevância ao se falar de geração de resíduos é o consumo desenfreado, estimulado pela oferta variada de produtos, e não necessariamente pela real utilidade. O sistema capitalista, que é movimentado pelo mercado de consumo contribui para comportamentos sociais ligados a satisfação imediata baseada em desejos e não necessidades. (MANGIOLARO, 2019).

A destinação inadequada dos resíduos sólidos gerados, em especial aqueles oriundos dos grandes centros urbanos, se apresenta como uma das maiores causas de poluição ambiental nos tempos atuais, sendo essa afirmativa reforçada pela relação entre consumo, recurso e resíduos (DA CONCEIÇÃO, *et al*, 2020).

No que cerne a destinação dos 65,11 milhões de toneladas de resíduos coletados no Brasil, cerca de 1,04 milhão de toneladas correspondem a resíduos recicláveis secos recuperados em 1.163 unidades de triagem, 305 mil toneladas correspondem a resíduo orgânico putrescível recebido em 73 unidades de compostagem, tendo o restante como opções de destino aterros sanitários, aterros controlados, vazadouros, entre outras opções (SNIS, 2019).

A geração de resíduos sólidos é uma problemática que se intensifica com a má gestão. Atualmente, no Brasil, são gerados mais de 80 milhões toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por ano, onde cerca de 40% do total coletado ainda apresenta destinação final inadequada (lixões e aterros controlados). (ABRELP, 2021).

O Brasil possui um marco legal de extrema importância para a agenda de resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS. A lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 disserta sobre diretrizes para uma boa gestão e gerenciamento de resíduos sólidos de maneira ambientalmente adequada.

Um dos objetivos da PNRS é a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, que traz para todos os atores que possuem contato com o material (fabricantes,

importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos) a responsabilidade/obrigatoriedade de gerenciar o resíduo gerado da melhor maneira possível (BRASIL, 2010).

Os estados que mais se destacam na temática de resíduos sólidos são Rio de Janeiro e São Paulo, liderando o ranking entre os estados brasileiros no tocante a geração de resíduos, e em regulamentações no tema, contando com decretos e leis estaduais que dissertam sobre logística reversa e reciclagem. (IBGE, 2019)

Para compreender as dificuldades e principais entraves associados ao retorno das embalagens ao ciclo produtivo é necessário um levantamento da realidade da infraestrutura recicladora já existente no território.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo consiste em analisar entraves logísticos da reciclagem de embalagens pós consumo (plásticas, metálicas, de vidro e de papel) a partir da ótica dos operadores de reciclagem (organizações de catadores ou empresas privadas de triagem e gestão de materiais recicláveis), nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

3. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho se baseou em levantar informações sobre operadores de reciclagem através de questionário elaborado e encaminhado digitalmente. Posteriormente, foram realizadas as análises das informações tanto a partir dos formulários, quanto da base de dados fornecida por uma empresa de gestão da reciclagem e logística reversa. Por fim houve a representação da rota dos materiais com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). (Figura 1).



Figura 1: Fluxograma de Metodologia.

Fonte: Elaboração própria.

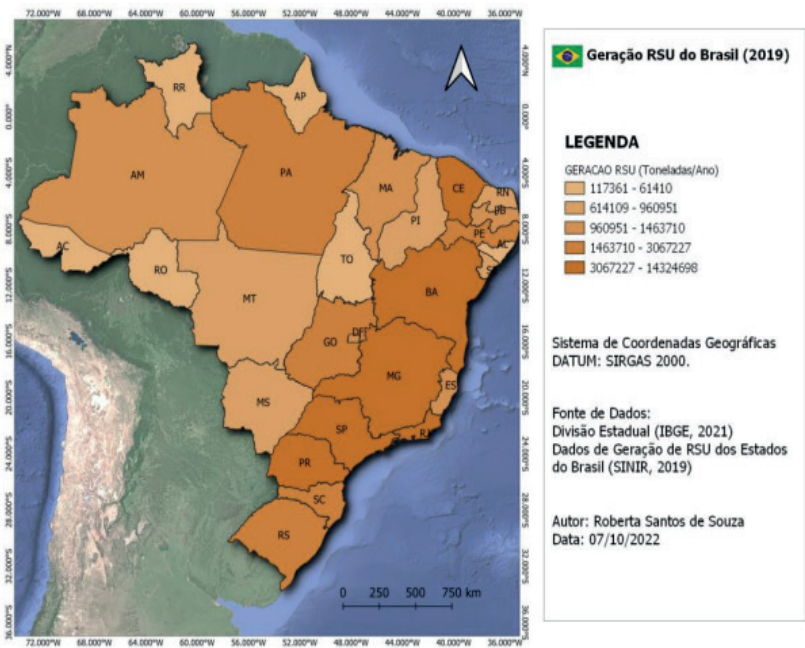
4. RESULTADOS

4.1 Perfil da Área de Estudo

Após a realização do estudo obteve-se resultados associados ao perfil da área de estudo, onde pode-se comprovar geograficamente o destaque dos estados de Rio de Janeiro e São Paulo no que tange à população, riqueza e geração de resíduos.

Como apontado na figura 2, os estados objeto do estudo (Rio de Janeiro e São Paulo) fazem parte do grupo de estados que apresentam a concentração mais acentuada do PIB (Produto Interno Bruto), de pessoas, e consequentemente de geração de resíduos (IBGE, 2019).

Figura 2: Geração de Resíduo Sólido Urbano por unidade federativa do Brasil em 2019



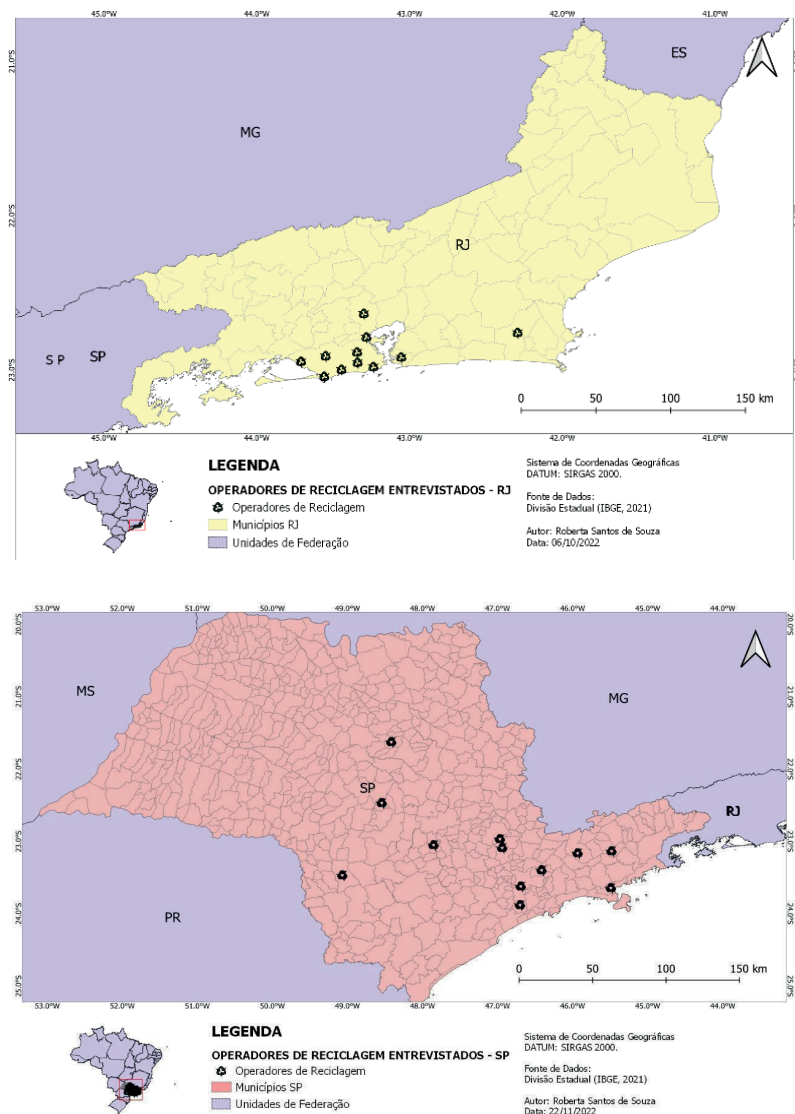
Fonte: Elaboração própria baseada em dados do SINIR (2021)

As informações ilustradas corroboram com o acordo setorial de embalagens (São Paulo e Rio de Janeiro como 2 das 12 cidades cede, sendo contempladas com ações prioritárias) apontando a importância de se estudar o caminho que os materiais recicláveis percorrem nesses estados em específico. (COALIZÃO EMBALAGENS, 2022)

4.2 Análise Comparativa: Rio de Janeiro e São Paulo

No que tange a localização geográfica dos participantes observou-se que embora o envio do formulário tenha buscado incluir diferentes regiões dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, houve uma maior concentração de respostas vindas de operadores situados em regiões centrais e metropolitanas dos estados (Figura 3).

Figura 3: Localização dos operadores participantes da pesquisa no estado do Rio de Janeiro.

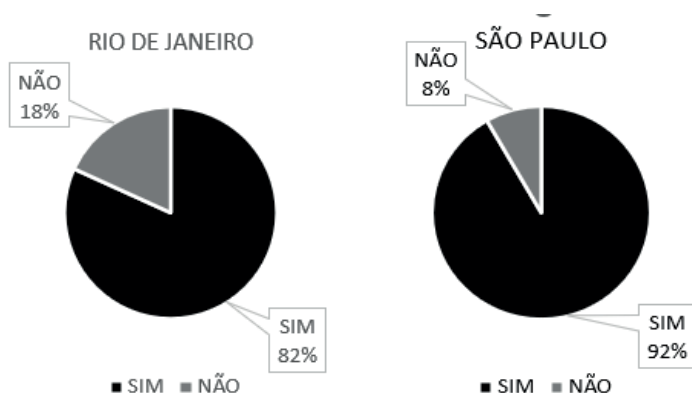


Fonte: Elaboração própria em 2022.

Para o estado do Rio de Janeiro a cidade do Rio de Janeiro foi o município onde houve maior concentração de operadores, indicando uma possível tendência de concentração dessa atividade na capital do estado. Já no estado de São Paulo os a cidade de São Paulo foi a que apresentou a maior concentração de operadores, no entanto foi uma liderança de frequência sensível, indicando que a atividade de reciclagem está presente em diferentes cidades do estado.

Embora o foco da pesquisa tenha sido atores que compõem o primeiro elo da cadeia, dentre os participantes do estado do Rio de Janeiro, 9 (81,8%) se consideram primeiro elo da cadeia da reciclagem (aquele que tem o primeiro contato com o material após a geração, realizando triagem e enfardamento) e 2 (18,2%) não se identificam como primeiro elo. Para o estado de São Paulo 11 (91,7%) se consideram primeiro elo da cadeia da reciclagem (aquele que tem o primeiro contato com o material após a geração, realizando triagem e enfardamento) e 1 (8,3%) não se identifica como primeiro elo. Estes três participantes que apresentaram respostas negativas se identificaram como empresa privada de materiais recicláveis, indicando que possivelmente esses estabelecimentos comprem materiais de primeiro elo (ex: organizações de catadores).

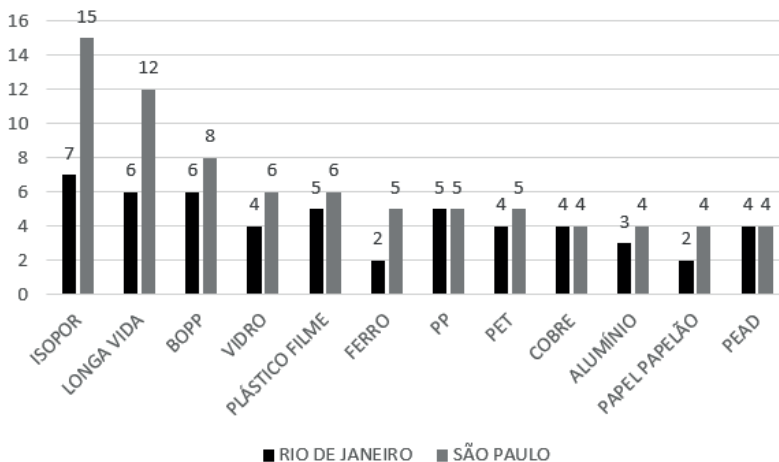
Figura 4: Percepção dos participantes com relação a pertencerem ou não ao primeiro elo da cadeia de reciclagem nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.



Fonte: Elaboração própria em 2022.

Quanto às restrições observadas, os operadores tiveram a liberdade de sinalizar todas as dificuldades enfrentadas por eles no dia a dia da coleta, triagem e comercialização dos materiais. Sendo assim, para o estado do Rio de Janeiro houve um total de 52 restrições pontuadas, e para o estado de São Paulo, foram apontadas 78 restrições. Os 3 materiais que apresentaram maior número de entraves, para ambos os estados, foram o isopor, embalagem longa vida e BOPP (Figura 5).

Figura 5: Quantitativo de restrições apresentadas pelos operadores dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro por tipologia de material.



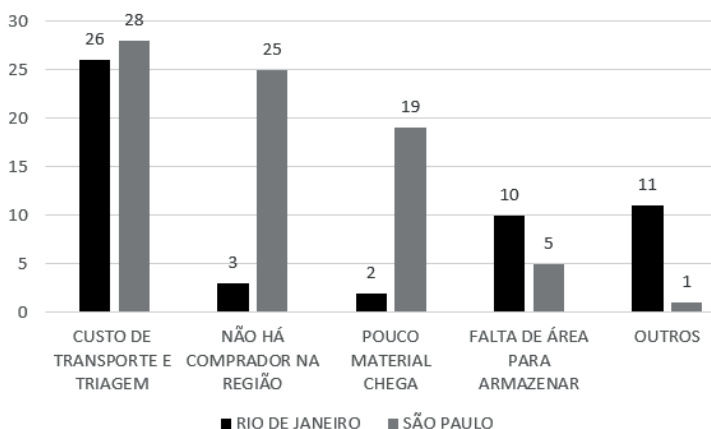
PET: Polietilenotereftalato PP: Polipropileno

PEAD: Polietileno de Alta Densidade BOPP: Polipropileno Biorientado

Fonte: Elaboração própria em 2022.

Dentre os gargalos observados, destaca-se de forma unânime em ambos os estados as dificuldades associadas ao custo de transporte e de triagem (35,9% das respostas de São Paulo e 50% das respostas do Rio de Janeiro), alcançando a primeira posição no ranking de entraves. Isto reflete a realidade de que a remuneração associada ao trabalho de retorno das embalagens ao ciclo produtivo ainda se encontra desproporcional ao custo operacional (Figura 6).

Figura 6: Entraves relatados pelos operadores dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro participantes da pesquisa



Fonte: Elaboração própria em 2022.

Os operadores também foram questionados quanto ao perfil dos destinatários dos materiais, nessa pergunta o intuito foi a partir do referencial do operador de reciclagem identificar quem são os compradores/destinatários do material. Pode-se observar que são utilizados mais de uma tipologia de destinatários, de forma que no estado do Rio de Janeiro a maioria (63,63%) relatou que destina para intermediários. (Quadro 1).

Quadro 1: Destinatários dos operadores do estado do Rio de Janeiro participantes da pesquisa.

OPERADOR	INDÚSTRIA/ FÁBRICAS	RECICLADORES	INTERMEDIÁRIOS/ ATRAVESSADORES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Fonte: Elaboração própria em 2022.

Para o estado de São Paulo o perfil dos destinatários foi similar ao Rio de Janeiro, a maioria (83,33%) relatou que destina para intermediários. (Quadro 2).

Quadro 2: Destinatários dos operadores do estado de São Paulo participantes da pesquisa.

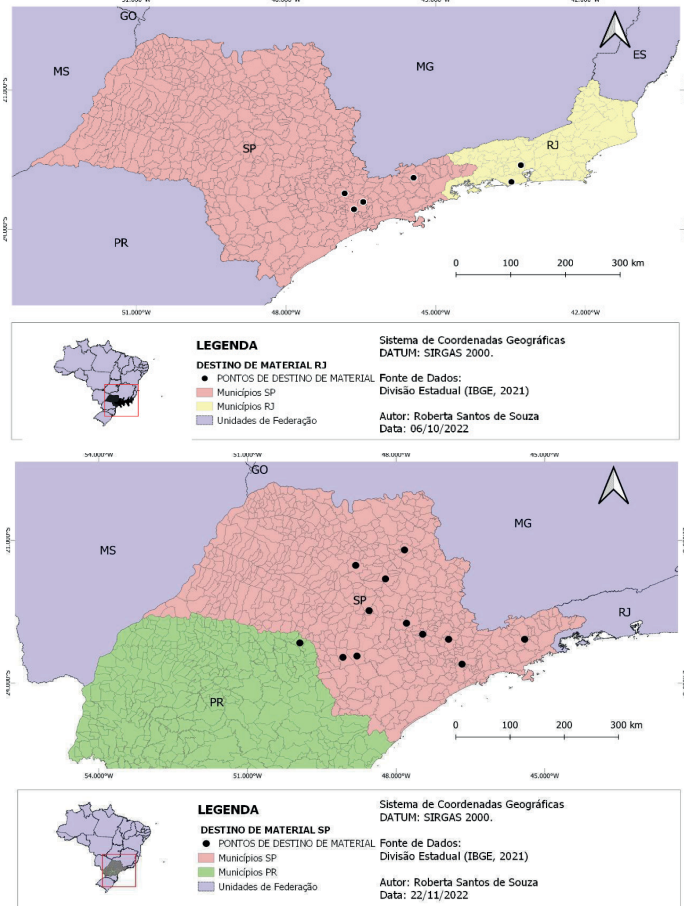
OPERADOR	INDÚSTRIA/ FÁBRICAS	RECICLADORES	INTERMEDIÁRIOS/ ATRAVESSADORES
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

Fonte: Elaboração própria em 2022.

Observou-se que embora indústrias, recicladoras e atravessadores compuseram as respostas apresentadas no que cerne a destinação, foi confirmado que existem operadores que não conseguem enviar os materiais diretamente para a indústria. Esta situação certamente é consequência dos principais entraves relatados (“custo de transporte e de triagem” e “falta de espaço”, “ausência de comprador” e “pouco material”).

Quanto aos municípios de destino do material, para o estado do Rio de Janeiro quatro participantes citaram municípios do estado de São Paulo. Os demais participantes relataram destinar os materiais em municípios do estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro e Duque de Caxias). Já os participantes do estado de São Paulo, um município do estado do Paraná foi citado uma única vez como local para onde os materiais são enviados, sendo a maioria dos municípios citados localizados no próprio estado de São Paulo (São Paulo, Ribeirão Preto, Araraquara, Itápolis, Taubaté, Itaí, Paranapanema, Barra Bonita, Louveira, Capivari e Piracicaba) (Figura 6).

Figura 6: Localização dos destinatários dos materiais dos operadores dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.



Fonte: Elaboração própria em 2022.

Um importante aspecto levantado na pesquisa foi referente às parcerias firmadas. Dentro desse contexto no estado do Rio de Janeiro a maior parte relatou possuir alguma parceria (72,72% dos operadores). As parcerias mais citadas (63,63% dos operadores) foram as estabelecidas com empresas e parcerias de logística reversa. No estado de São Paulo 100% dos participantes relataram possuir algum tipo de parceria. As parcerias citadas foram divididas entre parcerias de logística reversa (28,6% das parcerias citadas), parcerias com a prefeitura tanto visando o repasse financeiro (11,9% das parcerias citadas) quanto com cessão de material (28,6% das parcerias citadas) e parcerias com empresas (25% das parcerias citadas).

Pode-se observar a importância do engajamento do setor empresarial no relacionamento com operadores de reciclagem, uma vez que esses representam a maior fatia das parcerias existentes atualmente.

5. CONCLUSÕES

Ao decorrer da pesquisa pode-se concluir que as questões que se apresentam como entraves para o avanço da logística reversa de embalagens no Brasil são diversas, e que afetam diversos aspectos da cadeia da reciclagem.

O que chama atenção é que mesmo a pesquisa tendo sido realizada em estados já regulamentados no tema e que lideram indicadores de desenvolvimento (como o PIB), as dificuldades para se conseguir um retorno das embalagens para o ciclo produtivo ainda são bem latentes.

Uma característica que se destaca entre os operadores participantes da pesquisa é que a maior parte deles, tanto no estado do Rio de Janeiro quanto em São Paulo, se localizam em áreas próximas à capital (região metropolitana). Uma vez que esse fato não tem relação com o envio dos formulários, já que houve atenção especial em solicitar informações de operadores localizados em todas as regiões dos dois estados, pode-se concluir que esse perfil é uma consequência do meio utilizado para a coleta de dados (on-line) e pela carência de atualização de dados (contatos) em veículos digitais de comunicação.

Diante da principal queixa relatada pelos operadores participantes, pode-se concluir que os profissionais da ponta da cadeia da reciclagem, responsáveis pela coleta e triagem carecem por parte do setor empresarial (responsável pela estruturação e implantação dos sistemas de logística reversa) de um investimento mais intenso com o objetivo de desenvolver tecnologias mais baratas para o processo da triagem, remuneração justa pelo serviço ambiental prestado e subsídio para viabilizar o escoamento dos materiais, além disso, deve ocorrer investimento na expansão da cadeia recicladora de forma a encurtar as distâncias entre a geração dos resíduos (matéria-prima) e a indústria de transformação.

Um indicativo que reforça a importância da necessidade dessa maior aproximação do setor empresarial das empresas/entidades que realizam a coleta de materiais recicláveis é a quantidade de operadores participantes que possuem parcerias. Esse resultado aponta para um movimento por parte do setor empresarial (impulsionado pelas regulamentações) de inclusão, participação, remuneração e reconhecimento desses profissionais como agentes fundamentais para garantir a reinserção das embalagens nos ciclos produtivos.

Um outro ponto importante no tocante as parcerias é que o fato de a maioria sinalizar possuir parcerias indica a busca por parte dos operadores em mitigar as competências latentes que lhes são deficitárias, no entanto parcerias voltadas para a causa da deficiência, como por exemplo em tecnologia ainda não são frequentes.

Embora diversas dificuldades e entraves tenham sido observados, somados a expressiva necessidade de investimento em tecnologias, estratégias e pesquisas a fim de mitigá-los, é inegável os avanços na temática nos últimos anos. Muitos desses avanços se dão pela intensidade de regulamentações estratégicas entrando em vigor, acompanhadas por uma fiscalização mais intensa, além de eventos como as Conferências das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas onde o desenvolvimento sustentável está no centro da discussão. Outro aliado é o público consumidor que, com a mudança de pensamento, vem exercendo uma pressão no setor empresarial em prol de iniciativas sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2021. Acesso em 24 de agosto de 2022. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>

BRASIL, Lei nº. 12.305, de 02 de Agosto de 2010: estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010.

COALIZÃO EMBALAGENS. Brasil (2022). **Coalizão Embalagens**. Acesso em 01 de junho de 2022, disponível em: <<https://www.coalizaoembalagens.com.br/>>

DA CONCEIÇÃO, Mário Marcos Moreira et al. Crescimento populacional e geração de resíduos sólidos: o caso da região norte. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 2, p. 7936-7846, 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Produto Interno Bruto - PIB. Página Internet Institucional. Acesso em 24 de agosto de 2022, disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>

MANGIOLARO, Marla Meneses; DA SILVEIRA, Daniel Barile. Sociedade de consumo e obsolescência programada: impasses à conquista do Objetivo nº 12 de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030. Revista Jurídica Cesumar-Mestrado, v. 19, n. 1, p. 249-273, 2019

SNIS, Diagnóstico do Manejo e Resíduo Sólido Urbano, 2019 Disponível em <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS2019.pdf>. Acesso em: 21 de novembro de 2021.

SOUZA, Roberta Santos. Panorama da regulamentação de logística reversa de resíduos sólidos nos estados da Região Sudeste do Brasil. Revista Inea, v. 8, n.2, p.22 - 37, 2020

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: PANORAMA E PERSPECTIVAS A PARTIR DO SEU PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS

Data de aceite: 02/12/2023

Luiggia Girardi Bastos Reis De Araujo

Marco Aurélio Passos Louzada,

Thaís Nogueira da Silva

RESUMO: O correto gerenciamento da fração orgânica do Resíduo Sólido Urbano (RSU), constitui-se como um dos maiores problemas enfrentados pela administração pública. Atualmente, a destinação final para aterros sanitários é a tecnologia mais utilizada e disseminada. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo investigar o cenário atual do gerenciamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos do município do Rio de Janeiro, quanto ao uso de tecnologias de tratamento para resíduos orgânicos. Foram levantados dados a partir do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro e outras publicações sobre as etapas do atual gerenciamento. A partir dos resultados, algumas conclusões foram obtidas como: o município do Rio de Janeiro possui uma rota linear para o tratamento da fração orgânica dos resíduos domiciliares, não aproveitando mais de

50% dos resíduos gerados; não é possível sugerir um tratamento (compostagem ou biometanização), porque eles apresentam os mesmos percentuais de aproveitamento por Área de Planejamento (AP); populações com maior nível socioeconômico descartam menos matéria orgânica de agregado fino. Sugeriu-se a implantação de unidades de biometanização e compostagem; estudo de viabilidade técnica e econômica para determinar a melhor tecnologia de tratamento para cada AP; ações de educação ambiental e fomento da compostagem doméstica e comunitária; ações de educação ambiental e fomento da separação dos resíduos na fonte; ações de educação ambiental e fomento ao não desperdício de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos; Disposição final; Rio de Janeiro; Tecnologias de tratamento de resíduos orgânicos; Valorização dos resíduos.

ABSTRACT: The correct management of the organic fraction of Urban Solid Waste (MSW) is one of the biggest problems faced by public administration. Currently, the final destination for sanitary landfills is the most used and disseminated technology. Thus,

the present work aims to investigate the current scenario of the management of the organic fraction of urban solid waste in the city of Rio de Janeiro, regarding the use of treatment technologies for organic waste. Data were collected from the Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste in the City of Rio de Janeiro and other publications on the stages of current management. From the results, some conclusions were obtained, such as: the municipality of Rio de Janeiro has a linear route for the treatment of the organic fraction of household waste, not taking advantage of more than 50% of the waste generated; it is not possible to suggest a treatment (composting or biomethanization), because they present the same percentages of use per

Planning Area (AP); populations with higher socioeconomic status discard less fine aggregate organic matter. It was suggested the implementation of biomethanization and composting units; technical and economic feasibility study to determine the best treatment technology for each AP; environmental

education actions and promotion of domestic and community composting; environmental education actions and promotion of waste separation at source; environmental education actions and promotion of non-waste of food.

KEYWORDS: Management and Management of Organic Solid Waste, Final Disposal, Rio de Janeiro, Technologies for the treatment of organic waste, Valorization of Waste.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos orgânicos constituem 45% da fração dos Resíduos Sólidos Urbanos e apresentam origem biológica e podem ter origem domiciliar, do espaço público, agrossilvopastoril, industrial e de atividades de saneamento básico, embora sejam constituídos basicamente de restos de alimentos e vegetais (BRASIL, 2022).

A lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional do Resíduos Sólidos (PNRS), prevê como um dos seus objetivos a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010) e segundo essa lei, destinação final ambientalmente adequada envolve estratégias de tratamento como a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, que evitem riscos ou danos à saúde pública e à segurança e que visam minimizar os impactos ambientais adversos.

No entanto, de acordo com Jucá (2015), atualmente o aterro sanitário é a modalidade mais utilizada e disseminada para a disposição de RSU no mundo, ou seja, a parcela dos resíduos passível de receber algum tratamento está sendo encaminhada diretamente para aterros sanitários, prática que segue o caminho inverso ao que determina a PNRS.

A realidade do município do Rio de Janeiro, segue a realidade do cenário nacional. Assim como nos demais municípios brasileiros, no Rio de Janeiro a Fração Orgânica dos Resíduos, segue preferencialmente para destinação final em aterros sanitários, sem tratamento prévio. A exceção compreende o tratamento de pequena parcela dos resíduos

orgânicos de Grandes Geradores que são tratados por compostagem ou por biometanização (ainda não totalmente estruturada) (FERREIRA, 2019).

Atualmente, a compostagem e a digestão anaeróbia são tecnologias destinadas ao tratamento dos resíduos orgânicos, que visam a valorização dos resíduos. Isso cumpre as determinações vigentes na PNRS, contribuindo não somente para a minimização de impactos ambientais provenientes da destinação em aterros sanitários, como também promovem ganhos como a geração de um composto biofertilizante, possibilidade de cogeração de energia e geração de biometano, que podem ser utilizados novamente nos processos ou até comercializados (BRASIL, 2013). Dentro desse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi investigar o cenário atual do gerenciamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos do município do Rio de Janeiro, quanto ao uso de

tecnologias de tratamento para resíduos orgânicos, identificando possibilidades de melhoria.

2. METODOLOGIA

2.1. Identificação e Caracterização da Área de Estudo

O município do Rio de Janeiro está localizado no estado do Rio de Janeiro, possuindo uma área de unidade territorial de 1.200,329 km² e população estimada de 6.747.815 milhões de habitantes (IBGE, 2020) e é dividido em 5 Áreas de Planejamento (AP). a AP 1 contempla a região central, a AP 2 aos bairros da Zona Sul, a AP 3 aos bairros da Zona Norte, a AP 4 aos bairros da Baixada de Jacarepaguá e, por fim, a AP 5 que contempla os bairros da Zona Oeste.

2.2. Coleta e Análise de Dados

Para o “levantamento de dados” foram realizadas visitas de campo nas Estações de Tratamento de Resíduos do Caju e de Bangu para reconhecimento dos locais, logística e modo de transporte dos resíduos, bem como foram tomados por base as publicações de Ornelas (2020) e Ferreira (2019) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS versão publicada em 2022, considerando o ano base de 2021, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo das etapas de coleta e análise dos dados.

Etapas objetivadas	Procedimentos de levantamento de dados	Tratamento dos dados	Critérios de análise dos resultados
Caracterização da rota tecnológica dos resíduos domiciliares (RDO) no município do RJ	Visitas de campo às ETR's Caju e Bangu para reconhecimento dos locais.	Analítico	Logística dos resíduos da coleta até a destinação final; Modo de transporte dos resíduos; Divisão da geração dos resíduos por AP; Quantitativo de resíduos destinados ao CTR Rio; Iniciativas de aproveitamento da Fração Orgânica dos Resíduos Domiciliares (FORDO); Dificuldades para o aproveitamento do RO.
	Análise do PMGIRS (2022). Análise das publicações de Ornelas (2020) e Ferreira (2019) e conversas nas visitas de campo com representantes da COMLURB.		
Investigação da composição gravimétrica de RSU, estimativa e tipologia de resíduo orgânico (RO) coletado no município	Análise da composição gravimétrica apresentada no PMGIRS (2022)	Estatístico, utilizando o software Excel (Microsoft Office 365)	Quantitativo da FORDO coletada no município; Composição da FORDO do município; Contribuição de matéria orgânica por AP; Potencial de aproveitamento do RO no município.
		Analítico	Relação entre geração de resíduos orgânicos e nível socioeconômico dos geradores.

Fonte: Os autores (2023)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização da rota tecnológica dos RDO no município do RJ

Para a gestão da destinação final dos resíduos sólidos do município, a COMLURB assinou um contrato de concessão com a empresa CICLUS até o ano de 2026, renovável por mais cinco anos, tendo como objeto a implantação, operação e manutenção de transbordos (Estações de Transferência de Resíduos – ETR's) e do Centro de Tratamento de Resíduos – CTR Rio, em Seropédica (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2022).

3.1.1. Estações de Transferência de Resíduos – ETR's

As Estações de Transferência de Resíduos são unidades instaladas próximas ao centro de massa de geração de resíduos para que os caminhões da coleta regular possam descarregar os resíduos coletados e voltar rapidamente às suas atividades de coleta, já que são veículos projetados para esta função (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2022). São elas:

ETR Caju - Está estrategicamente localizada, próxima ao centro geométrico de coleta da Zona Sul e do Centro da cidade e atende, integralmente, as AP's 1 e 2, além de receber parte dos resíduos da AP 3.

ETR Jacarepaguá – Localizada na R. Américo de Souza Braga, 250 - Vargem Pequena, destina-se a receber o lixo coletado na AP 4, especificamente nos bairros da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá. Esta ETR possui localização privilegiada próxima ao centro geométrico de coleta da Zona Norte da cidade, atendendo à AP 3 e parte da AP 4

ETR Marechal Hermes – Localizada no endereço Av. Brasil, 20.731 - Coelho Neto, destina-se a receber os resíduos da AP 3

ETR Santa Cruz – Localizada na Estr. da Pedra, 1.746 - Guaratiba, foi implantada para receber os resíduos da Zona Oeste (AP5), atendendo aos bairros de Santa Cruz, Campo Grande e imediações

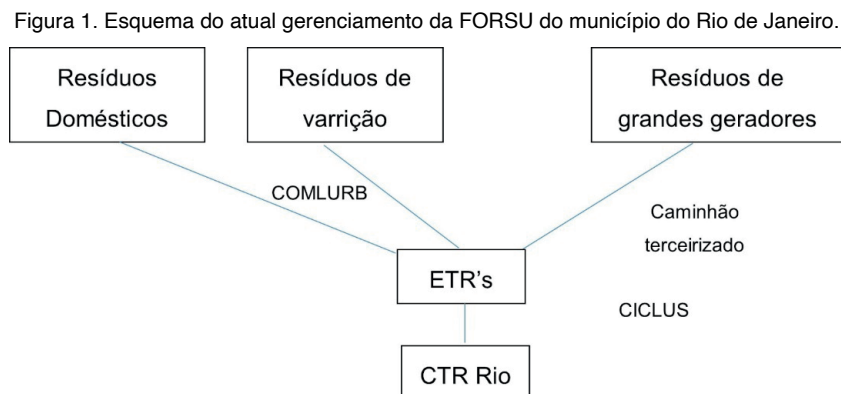
ETR Bangu – Localizada na Av. Brasil, nº 37.500 – Bangu, destina-se a receber o resíduo coletado em parte da AP 4 e da AP 5

3.1.2 Centro de Tratamento de Resíduos – CTR Rio

O Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) - Rio, antigo CTR Santa Rosa, pode ser chamada também de Aterro Sanitário de Seropédica, está localizada no bairro de Seropédica, no município do Rio de Janeiro e foi criada devido à desativação do Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho. É gerenciada pela empresa Ciclus, uma Sociedade de Propósitos Específicos que foi fundada para gerenciar o Contrato de Concessão com a Prefeitura do Rio de Janeiro, através da COMLURB, para o gerenciamento dos RSU gerados no município

No CTR Rio são recebidos todo o RSU advindos das Estações de Transferência, contemplando a FORSU, sendo considerada a destinação final destes resíduos.

A partir dos estudos realizados, conforme metodologia descrita, foi constatado que o cenário atual do gerenciamento de RSU e da FORSU do Município do Rio de Janeiro segue a dinâmica abaixo (Figura 1):



Fonte: Os autores (2023).

Vale lembrar que, segundo a Lei de Limpeza Urbana nº 3273/2001, uma das principais que regem a gestão de resíduos no município do Rio de Janeiro, “todos os estabelecimentos comerciais que geram acima de 60kg ou 120L de resíduos sólidos por dia são considerados Grandes Geradores e são obrigados a contratar uma empresa terceirizada de coleta de resíduos sólidos” (CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, 2001).

Assim, cada ETR é destinada a receber os Resíduos Domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU) transportados pela COMLURB e de Grandes Geradores (GG) – coleta e transporte de responsabilidade do cliente -, entre outros, de determinadas Áreas de Planejamento e posteriormente estes resíduos são destinados ao CTR Rio. A Tabela 1 mostra as quantidades de resíduos recebidas em cada ETR, segundo as suas respectivas AP's, com base nos dados do ano de 2021.

Tabela 1. Massa de Resíduos Encaminhados para o CTR Rio – Seropédica

Área de Planejamento	ETR	Massa de Resíduos Encaminhados para o CTR-Rio (t/dia)									
		RDO	RGG	RPU	RP	RRG	RCC	RPR	RE	Outros	Total
AP1 e 2	Caju	1.631	165	1.019	20	43	—	—	88	6	2.972
AP3	Marechal Hermes	1.129	91	556	12	17	—	358	22	—	1.827
AP4	Jacarepaguá	795	118	308	12	17	—	—	—	14	1.264
AP5	Bangu	1.201	23	388	7	4	—	—	89	—	1.712
AP5	Santa Cruz	550	27	135	5	—	—	—	11	3	731
TOTAL		5.306	424	2.406	56	81	—	358	210	23	8.506

RDO - Resíduo Domiciliar; RGG - Resíduo de Grandes Geradores; RPU - Resíduo Público; RP - Resíduo de Poda; RRG - Resíduo de Remoção Gratuita; RCC - Resíduo de Construção Civil; RPR - Resíduo de Prefeituras; RE - Resíduo de Emergência.

É importante destacar que a ETR Caju possui uma planta de Biometanização, o TMethar, com capacidade de receber até 1,3 mil t/dia de RO. Porém, esta planta tem recebido apenas resíduos de grandes geradores e produzido composto orgânico FERTIPLUS. Não foi possível obter dados sobre a produção de biogás do local. A informação passada pela COMLURB é de que existe operação de metanização, mas ainda sem dados significativos para pesquisa.

Vale pontuar também, duas grandes problemáticas enfrentadas no município, 1) a coleta indiferenciada (convencional) do RSU, que dificulta o aproveitamento dos resíduos, em especial dos RO. Talvez, se os resíduos já estivessem separados deste a coleta, seria mais prático o destino às tecnologias de aproveitamento; 2) dificuldade com investimento financeiro para implantação de tecnologias de aproveitamento que abarquem o RDO (de acordo com declaração coletada em visita de campo na ETR Caju).

3.2. Investigação da composição gravimétrica de RSU, estimativa e tipologia de RO coletado no município

3.2.1. Descrição da Análise Gravimétrica presente no PMGIRS do Rio de Janeiro

Os dados de composição gravimétrica foram retirados do Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos (2022), cujo período estudado foi de janeiro a novembro de 2021, tendo as seguintes características (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2022):

1. As amostras foram coletadas em 358 roteiros de coleta ordinária, correspondendo a 48,7% do total de roteiros que a Comlurb apresenta;
2. O volume amostral para cada área da cidade foi determinado pela quantidade de RDO coletado por cada gerência no ano anterior;
3. Foram usados os dados sobre as populações dos bairros, obtidos pelos Institutos Pereira Passos e IBGE, para o cálculo proporcional de RDO a ser amostrado em cada bairro;
4. Foram analisadas 417 amostras, totalizando 16.548,10 kg de RDO coletados na cidade do Rio de Janeiro, sendo 34, 57, 181, 75 e 70 o número de amostras, respectivamente, das AP's 1, 2, 3, 4 e 5. A unidade amostral correspondeu a um contêiner 240 litros. Cada amostra foi retirada, aleatoriamente, junto às estruturas habitacionais antes do horário da coleta regular. Posteriormente, as amostras foram levadas ao Laboratório de Análises Gravimétricas do Centro de Pesquisas da Comlurb, contando com equipamentos como contêineres, bandejas, balanças e estufa de secagem. Foi realizada a triagem manual em mesa com tela de metal galvanizado ondulada e quadriculada de 2,54 cm de lado, cada quadrado, para separação do agregado fino, que passa pela abertura. Cada componente foi pesado e os valores de massa em quilogramas foram anotados para determinação dos percentuais em massa. O teor de umidade foi obtido com procedimento de submissão da amostra, depois de pesada, a 100°C a 103°C, em estufa de secagem até que o peso constante fosse alcançado. A determinação da massa específica foi obtida com a pesagem de uma amostra representativa, ainda não compactada, acondicionada em um contêiner de 240 L.
5. Os RDO 's foram classificados nas frações orgânicas, plástico, papel, vidro, metal e outros materiais, e subdivididos em 44 componentes. A separação dos componentes e subcomponentes foi realizada por identificação visual dos materiais.

De acordo com a PNRS, os RDO são aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas e são constituídos, basicamente, por matéria orgânica, papel/papelão, plásticos, materiais metálicos ferrosos/ não ferrosos, vidro, folha, madeira, borracha, tecido, couro, osso, coco, parafina, eletroeletrônicos e materiais inertes (BRASIL, 2010). Na gravimetria apresentada no PMGIRS, Do total de 417 amostras, totalizando 16.548,10 kg de RDO coletados, a matéria orgânica foi o componente que apresentou o maior percentual em massa, sendo 45,39% do total, o que representa o valor total de 7.510,99 kg.

3.2.2. Potencial de aproveitamento do RO no município

O total da FORDO coletada no município do Rio de Janeiro é de 7.510,99 kg e corresponde ao somatório dos valores de matéria orgânica putrescível e agregados finos. Nesse montante, foi realizada uma análise da fração potencial total aproveitável da FORDO, que pode se desdobrar em potencialmente compostável e metanizável. A porcentagem dos componentes aproveitáveis da FORDO encontra-se na Figura 2, onde os têxteis sanitários constituem-se de absorventes íntimos, fraldas e tapetes higiênicos para animais domésticos

Figura 2. Fração orgânica total aproveitável no município do Rio de Janeiro



Fonte: Os autores (2023)

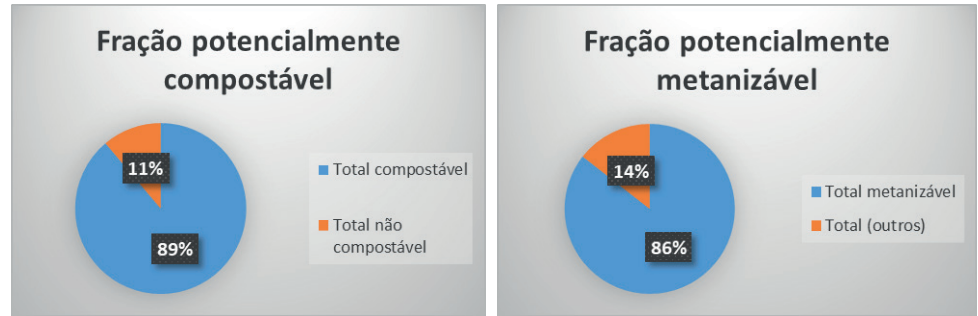
Os componentes aproveitáveis da FORDO podem ser compostáveis e/ou metanizáveis. Os percentuais da fração orgânica que podem ser compostáveis e metanizáveis estão apresentados nas Figura 3.

A fração compostável, indicada por 89% dos RO, representa o somatório de todos os componentes (matéria orgânica putrescível, agregado fino orgânico, folhas e flores, madeira, osso, coco e têxteis sanitários) da FORDO apresentados na Figura 1, pois todos podem ser compostáveis, considerando o sistema de compostagem convencional por leiras revolvidas ou em reatores.

Já a fração metanizável corresponde ao somatório dos componentes matéria orgânica putrescível, agregado fino orgânico e folhas e flores, pois são os elementos que podem ser aceitos no processo de metanização, indicando 86% em comparação com os componentes que não são metanizáveis e, por isso, podem ser tratados por outras tecnologias (madeira, osso, coco, têxteis sanitários), como por exemplo o “osso” poderia ser aproveitado energeticamente pelo tratamento de pirólise.

Vale ressaltar que para a implantação de outros tratamentos para o RO, assim como para a compostagem e a biometanização, é importante realizar uma análise de viabilidade técnica, considerando principalmente os pontos positivos e negativos da tecnologia, a fim de entender se vale a pena sua implantação, visando o máximo aproveitamento de toda a matéria orgânica componente nos resíduos do município.

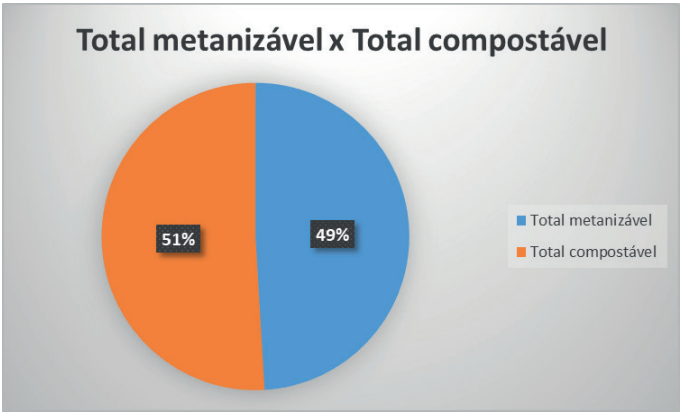
Figura 3. Frações orgânica potencialmente compostável e metanizável no município do Rio de Janeiro



Fonte: Os Autores (2023)

Quando comparados os totais metanizável e compostável, obteve-se o seguinte cenário, apresentado na Figura 4:

Figura 4. Comparação entre as frações totais de RO metanizável e compostável



Fonte: Os autores (2023).

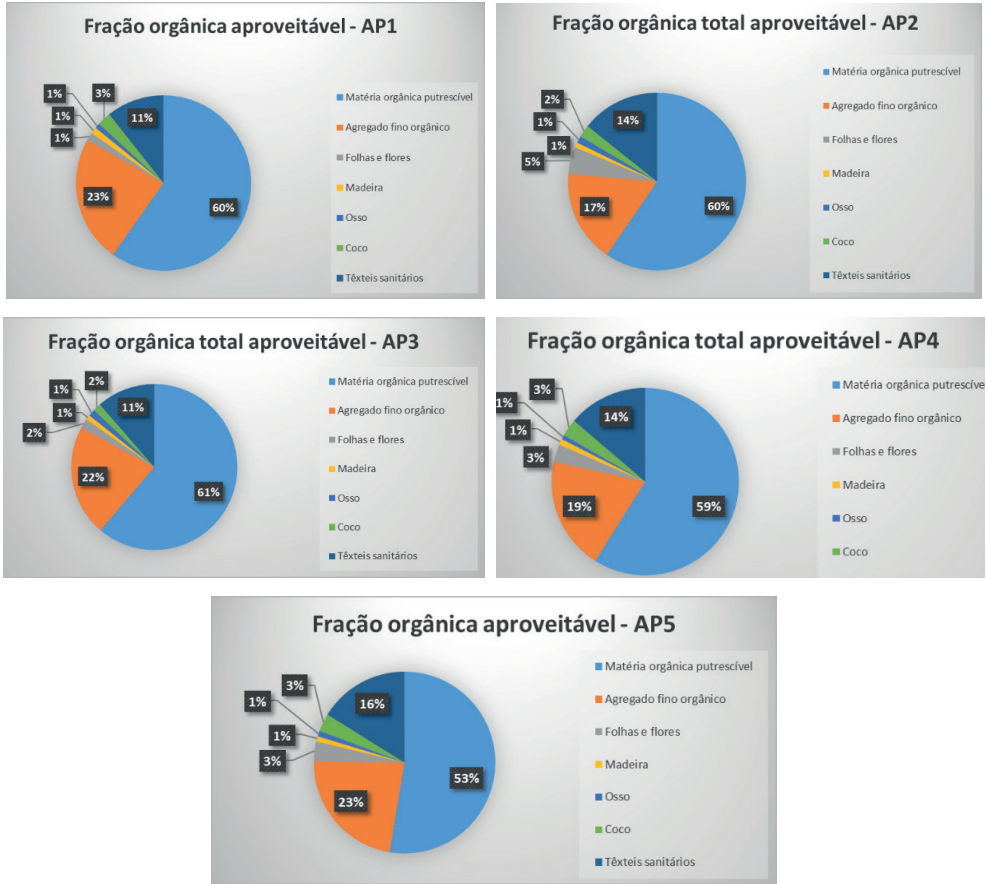
Logo, observa-se 51% do total de resíduos orgânicos do município podem ser compostado, o que mostraria uma tendência desta ser a tecnologia mais viável para ser implantada como tratamento de orgânicos no município, visto que a parte metanizável corresponde, aproximadamente, a 49%.

Porém, em linhas gerais, pode-se entender que a diferença entre os percentuais é pequena. Neste contexto, é interessante lembrar que a fração compostável inclui todos os componentes da FORDO, incluindo os componentes metanizáveis, mas a fração metanizável não inclui todos os compostáveis. Portanto, considerando esta observação, para a implantação de uma tecnologia prioritária, seria equivocado entender que a compostagem seria melhor. É e suma importância considerar a análise de outros aspectos técnicos e econômicos como preponderantes para a escolha da melhor tecnologia.

3.2.2.1. Contribuição de matéria orgânica por AP.

A partir da análise estatística das contribuições percentuais em massa da FORDO de cada área de planejamento (AP), coletada no ano de 2021, apresentados no PMGIRS (2022), os seguintes cenários foram obtidos e apresentados na Figura 5:

Figura 5. Fração orgânica aproveitável das AP's do município do Rio de Janeiro



Fonte: Os Autores (2023).

Observa-se que foram analisados a composição da FORDO de cada área de planejamento, segundo seus componentes, mostrando qual o comportamento de contribuição de FORDO de cada AP. Comparando tais comportamentos, foi possível detectar quais AP's se destacam na geração de cada componente, através do quadro comparativo mostrado na Tabela 2:

Tabela 2 – Comparação de contribuições percentuais dos componentes da FORDO do município do Rio de Janeiro por Área de Planejamento

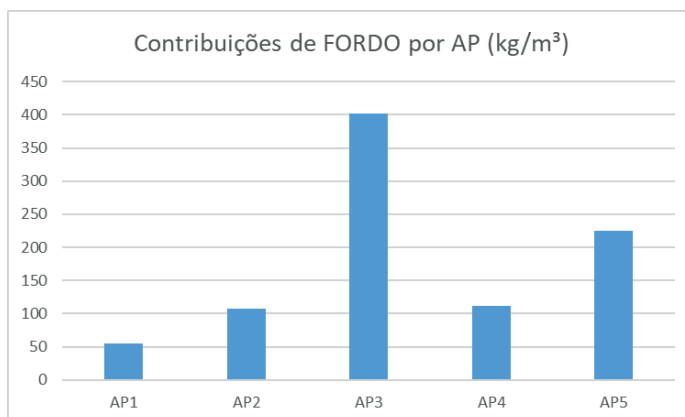
Componentes	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5
Matéria orgânica putrescível (MA>2,54cm)			61%		53%
Agregado fino orgânico (MA<2,54cm)		17%			23%
Folhas e flores	1%	5%			
Madeira	1%	1%	1%	1%	1%
Osso	1%	1%	1%	1%	1%
Coco	3%	2%	2%	3%	3%
Têxteis sanitários	11%		11%		16%

 Maiores contribuições  Menores contribuições.

Em resumo, tem-se que: (1) o componente Matéria Orgânica Putrescível (MA>2,54cm) está presente em todas as AP's com contribuições acima de 50%, mostrando que é o resíduo orgânico mais descartado no município; (2) a AP1 destaca-se pela maior contribuição do componente Coco e as menores contribuições de Folhas e flores e Têxteis sanitário, (3) a AP2 destaca-se pela maior contribuição do componente Folhas e flores e menores contribuições de Agregado fino orgânico e Coco; (4) a AP3 destaca-se pela maior contribuição de Matéria Orgânica Putrescível e menores contribuições de Coco e Têxteis sanitários; (5) a AP4 destaca-se pela maior contribuição do componente Coco; (6) a AP5 destaca-se pelas maiores contribuições de Agregado fino orgânico, Coco e Têxteis sanitários e menor contribuição de Matéria orgânica putrescível.

Após a análise dos componentes por AP, foi possível obter as contribuições totais da FORDO de cada AP e criar uma comparação entre elas, a fim de verificar qual AP é responsável pela maior e menor contribuição de orgânicos no município e, consecutivamente, o percentual de aproveitamento da FORDO por AP, na Figura 6.

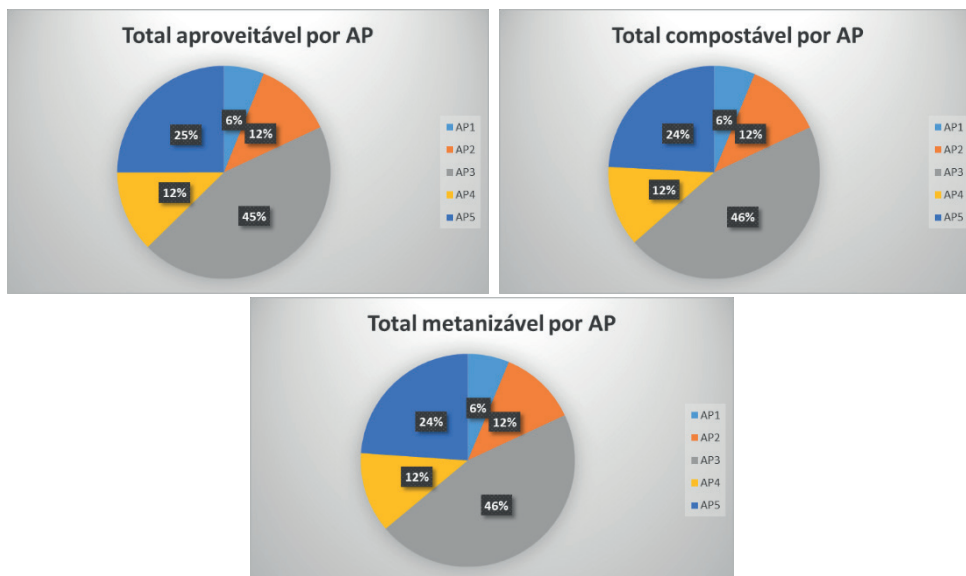
Figura 6. Contribuições de FORDO por AP (kg/m³)



Fonte: Os autores

Na Figura 7, podem ser visualizados os totais potencialmente aproveitáveis, metanizáveis e compostáveis por AP.

Figura 7. Percentual de FORDO total aproveitável, compostável e metanizável por AP



Fonte: Os autores

Logo, os percentuais das frações compostável e metanizável são iguais. Isso mostra o que já havia sido discutido anteriormente, que não há como sinalizar uma tendência para a aplicação e implantação de uma ou outra tecnologia prioritária a partir da quantidade de FORDO gerada por cada AP. Por isso, é extremamente importante a aplicação de um

estudo de viabilidade técnica e econômica para a verificação de outros intrínsecos a escola da melhor rota tecnológica para o tratamento da FORDO.

As informações acima são relevantes para a obtenção do perfil de geração de resíduos sólidos, de acordo com a territorialidade e o aspecto socioeconômico. O conhecimento sobre o descarte de cada região cria subsídios para o gerenciamento mais efetivo, levando em consideração as particularidades de cada região. A partir do cruzamento dos dados das análises realizadas e das informações retiradas do PMGIRS, foi possível fazer as seguintes relações:

- O componente Matéria Orgânica Putrescível ($MA > 2,54\text{cm}$) está presente em todas as AP's com contribuições acima de 50%. Isso pode refletir o comportamento da população do município: tendência a descartar mais resíduos como cascas de legumes e frutas ou alimentos desperdiçados, como pães, biscoitos e legumes inteiros, em relação aos outros tipos de orgânicos no RDO;
- Embora a tendência esperada fosse de o descarte de “Coco” (3%) ser menor que o de “Folhas e flores” (5% a 1%), foram revelados valores percentuais próximos, o que mostra o perfil do município de ser litorâneo com bastante praias e revela o impacto da venda de água de coco nas ruas, principalmente na região Central (AP1);
- Analogamente, a AP4 (Baixada de Jacarepaguá) e AP5 (Zona Oeste) que também apresentaram maior descarte de “Coco” e podem receber a mesma conclusão da AP1, quanto ao impacto das vendas de coco nas ruas;
- A AP1 mostrou também menor descarte de “Folhas e flores” e “Têxteis sanitários” em relação as outras AP's, o que pode ser entendido por contemplar a região Central que possui menos residências em comparação as outras áreas;
- AAP2, Zona Sul e Tijuca, possui o maior descarte de “Folhas e flores”, o que reflete o fato de serem áreas mais arborizadas, e o menor descarte de “Agregado fino orgânico ($MA < 2,54\text{cm}$)” (ex.: restos de alimentos, como arroz e feijão crus ou cozidos). Isso pode estar relacionado ao fato de serem áreas onde residem as pessoas com maior nível socioeconômico do município. Uma justificativa seria o hábito de as pessoas fazerem suas refeições em restaurantes ou utilizarem deliveries e refeições prontas. (COMLURB, 2019; TRANG et. al. 2019; MENEZES et. al., 2017 apud PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2022).
- Corroborando o padrão de quanto maior o nível socioeconômico, menor o descarte de orgânico fino, A AP5, que representa bairros da Zona Oeste com menor nível socioeconômico, apresenta o maior descarte de “Agregado fino orgânico ($MA < 2,54\text{cm}$)”;
- AAP5 (Zona Oeste) também apresenta o maior descarte de “Têxteis sanitários”, que pode estar relacionado ao fato de ter bairros populosos, com grande nº de pessoas por residência, e menor descarte de “Matéria orgânica putrescível

(MA>2.54cm)” (cascas de legumes e frutas ou alimentos desperdiçados, como pães, biscoitos e legumes inteiros) que reflete menor desperdício ou maior necessidade de consumo dos alimentos.

- A AP3, composta pela Zona Norte, possui o maior percentual de descarte de resíduo orgânico, em especial de “Matéria orgânica putrescível (MA>2.54cm)” (61%), sendo observado o descarte de pães, frutas e legumes (cascas e inteiros) e de partes de carnes (peles e gorduras) e linguças, principalmente no bairro de Irajá;

Logo, sintetizando todas as relações e conclusões obtidas, tem-se o resumo na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo sobre a relação entre geração de resíduos orgânicos e nível socioeconômico por AP

Área de Planejamento	Zonas/Bairros Atendidos	Conclusões e Relações	
AP1	Centro	menor descarte de “Folhas e flores” e “Têxteis sanitários”, o que pode ser entendido por contemplar a região Central que possui menos residências em comparação as outras áreas.	a “Matéria Orgânica Putrescível (MA>2,54cm)” está com contribuições acima de 50%. Isso pode refletir a tendência de maior descarte de resíduos como cascas de legumes e frutas ou alimentos desperdiçados, como pães, biscoitos e legumes inteiros, em relação aos outros tipos de orgânicos no RDO
		maior descarte de “Coco”, revelando o impacto da venda de água de coco nas ruas.	
AP2	Zona Sul e Tijuca	menor descarte de “Agregado fino orgânico (MA<2.54cm)” (ex.: restos de alimentos, como arroz e feijão crus ou cozidos). Uma justificativa seria o hábito de as pessoas fazerem suas refeições em restaurantes ou utilizarem deliveries e refeições prontas.	
		maior descarte de “Folhas e flores”, o que reflete o fato de serem áreas mais arborizadas.	
AP3	Zona Norte	Maior percentual de descarte de resíduo orgânico, em especial de “Matéria orgânica putrescível (MA>2.54cm)” (61%), sendo observado o descarte de pães, frutas e legumes (cascas e inteiros) e de partes de carnes (peles e gorduras) e linguças, principalmente no bairro de Irajá.	
AP4	Baixada de Jacarepaguá	maior descarte de “Coco”, revelando o impacto da venda de água de coco nas ruas.	
AP5	Zona Oeste	Maior descarte de “Agregado fino orgânico (MA<2.54cm)” e menor nível socioeconômico.	
		Menor descarte de “Matéria orgânica putrescível (MA>2.54cm)” (cascas de legumes e frutas ou alimentos desperdiçados, como pães, biscoitos e legumes inteiros) que reflete menor desperdício ou maior necessidade de consumo dos alimentos.	
		Apresenta o maior descarte de “Têxteis sanitários”, que pode estar relacionado ao fato de ter bairros populosos, com grande nº de pessoas por residência.	
		maior descarte de “Coco”, revelando o impacto da venda de água de coco nas ruas.	

Fonte: Os autores

3.3. Sugestões de Melhorias para o Gerenciamento da FORSU no Município do Rio De Janeiro

A maior fração do RSU é de característica orgânica e está concentrada no fluxo da Coleta Domiciliar. É a mais danosa ao meio ambiente por gerar lixiviado e gases de efeito estufa quando depositada em aterros sanitários sem tratamento adequado ou disposta de modo inadequado (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2022). A partir dos dados levantados, sugere-se algumas medidas para melhoria do gerenciamento da FORSU do município do Rio de Janeiro, bem como para auxílio ao atendimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. São elas: (1) a Implantação de unidades de biometanização e compostagem, recebendo inclusive FORDO (obs.: diferente do que sugere o PMGIRS, de implantar tais tecnologias em locais próximos às áreas de maior geração - AP3, os resultados mostraram que não é possível determinar isso, porque os percentuais de aproveitamento dos resíduos por AP para cada tecnologia de tratamento são equivalentes, então, não há uma majoritária. Isso deve ser definido com a avaliação de outros aspectos em conjunto); (2) estudo de viabilidade técnica e econômica para determinar a melhor tecnologia (compostagem ou biometanização) para o tratamento da FORDO de cada AP; (3) ações de educação ambiental e fomento do uso da técnica de compostagem doméstica e comunitária em todo o município, principalmente nas regiões de maior contribuição à FORSU; (4) ações de educação ambiental e fomento da importância da separação dos resíduos na fonte, para facilitar o aproveitamento para tratamento da fração orgânica; (5) ações de educação ambiental e fomento da importância do não desperdício de alimentos, atingindo um dos objetivos da PNRS de praticar a “não geração” dos resíduos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, um dos maiores desafios encontrados pelas gestões públicas municipais é o correto gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos, que representam a maior fração dos RSU. Após a Lei Federal 12.305/2010 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os municípios foram forçados a repensarem o gerenciamento de seus resíduos, e na grande maioria das vezes, acabam optando pela escolha de rotas de gerenciamento mais simples, por falta de análise técnica e aplicação correta do investimento financeiro. Apesar da Política Nacional dos Resíduos Sólidos preconizar uma hierarquia no gerenciamento de resíduos, o Rio de Janeiro, assim como a maioria dos municípios, utiliza destinação quase completa da fração orgânica dos resíduos domiciliares ao aterro sanitário.

No município do Rio de Janeiro, a rota tecnológica para o gerenciamento do FORDO é linear. Os RDO são coletados, transportados até as Estações de Transferência, onde passam por uma pesagem, posteriormente, triagem dos recicláveis e o restante segue para o CTR – Rio (aterro sanitário de Seropédica) e não recebendo qualquer tipo de tratamento. Desta forma, aproximadamente 50% do total de RDO (representado pela FORDO) não é

tratado previamente, deixando de ser valorizado e aproveitado para geração de biogás, que poderia gerar energia térmica, elétrica e biocombustível, além de composto fertilizante, que poderiam ser aproveitados para incremento dentro do município ou até mesmo comercializados.

Considerando, pela regulamentação da PNRS, que instituições financeiras federais podem criar linhas especiais de financiamento para atividades de compostagem, recuperação e aproveitamento energético, entende-se que atualmente há respaldo legal para investimento em tecnologias de tratamento dos resíduos orgânicos, que reforça ainda mais a necessidade do desempenho do município na implantação e execução destas tecnologias.

A partir da análise da composição gravimétrica da FORDO, foi observado, de acordo com as Áreas de Planejamento, que quanto maior o nível socioeconômico, menor o percentual de descarte de matéria orgânica de agregado fino. Isso pode-se justificar, por exemplo, pelo uso mais constante de refeições em restaurante, em detrimento de refeições nas residências nas regiões da Zona Sul e Tijuca.

Diferente do que sugere o PMGIRS, de implantar tecnologias de tratamento em locais próximos as áreas de maior geração - AP3, os resultados mostraram que não é possível sugerir a implantação de um tratamento específico (compostagem ou biometanização), na geração de resíduos orgânicos por AP, porque os percentuais de aproveitamento da FORDO por Área de Planejamento para cada tipo de tratamento são equivalentes. Logo, não há um tratamento que tenha maior percentual de aproveitamento em detrimento do outro. Isso realça a importância de ser realizado um estudo de viabilidade técnica e econômica, ponderando todos os aspectos relevantes para a escolha do tratamento e/ou rota tecnológica e local de instalação da tecnologia de tratamento. Neste aspecto, espera-se que os locais mais próximos aos de maior geração de RO sejam os mais indicados, mas é necessário conferir no estudo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares [recurso eletrônico] / coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022. 209 p.

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. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BRASIL. Caderno Temático 4 – Valorização de Resíduos Orgânicos. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. PLANSAB. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab/4-CadernotematicoValorizacaoResiduosOrganicos.pdf>. Acesso em 29 de abr de 2023.

FERREIRA, Bernardo Ornelas. Estratégias Operacionais para o Incremento da Metanização em Estado Sólido de Resíduos Orgânicos Urbanos com Vistas ao Aproveitamento Energético do Biogás. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2019.

JUCÁ, J. F. T. **Produto 1: Diagnóstico sobre os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal**, 2015. 305p. Disponível em: <<https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/modelagem-de-servicos-publicos-1.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2023.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, v. 52, 2022. Disponível em: <https://www.rio.rj.gov.br/documents/91370/12940548/Decreto-Rio-No50868_Atualiza-o-PMGIRS_2021-a-2024-do-RJ.pdf>. Acesso em 07 mai. 2023.

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: UM GRANDE DESAFIO

Data de aceite: 02/12/2023

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide da Silva Barros Sousa

RESUMO: O Gerenciamento de Resíduos Sólidos é o ato de dar soluções para todo e qualquer problema causado pelo impacto dos resíduos sólidos. Essas soluções podem ser de ordem metodológica ou tecnológica e precisam atender às exigências legais de cada país. O constante aumento do consumo nas cidades proporciona grande geração de resíduos sólidos urbanos. Em 2010, o Brasil passou a ter uma Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. A Política Nacional de Resíduos Sólidos é uma lei (Lei nº 12.305/10) que organiza como que o país lida com o “lixo”. A PNRS exige dos setores públicos e privados transparência no gerenciamento de seus resíduos, definindo a obrigatoriedade da elaboração e a implementação de Planos de Gerenciamentos de Resíduos Sólidos – PGRSs. O objetivo do trabalho é discutir

os PGRSs, em especial no contexto dos Consórcios Intermunicipais.

PALAVRAS-CHAVE: GERENCIAMENTO de resíduos; POLÍTICA Nacional de Resíduos Sólidos; PLANOS de Gerenciamentos de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT: Solid Waste Management is the act of providing solutions to any and all problems caused by the impact of solid waste. These solutions can be methodological or technological and must meet the legal requirements of each country. The constant increase in consumption in cities leads to a large generation of urban solid waste. In 2010, Brazil started to have a National Solid Waste Policy – PNRS. The National Solid Waste Policy is a law (Law nº 12,305/10) that organizes how the country deals with “garbage”. The PNRS demands transparency from the public and private sectors in the management of their waste, defining the obligation to prepare and implement Solid Waste Management Plans – PGRSs. The objective of the work is to discuss PGRSs, especially in the context of Intermunicipal Consortia.

KEYWORDS: WASTE management; NATIONAL Solid Waste Policy; SOLID Waste Management Plans.

1. INTRODUÇÃO

Em 2010, já no final do segundo mandato do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, o Brasil, com muito atraso, passou a ter uma Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS [1]. Em poucos meses também alcançamos a sua regulamentação e, com isso, vários desafios foram lançados à sociedade brasileira.

A PNRS firmou, de forma definitiva e cabal, a hierarquia na destinação. Neste contexto surge o conceito de rejeito, como sendo aquele material que por não apresentar alternativas técnicas e econômicas viáveis para a sua reutilização, reciclagem ou tratamento, poderia ser disposto nos aterros – sanitários ou industriais.

Isso lançou - e por vezes parece que muitos não se aperceberam disso - um desafio extraordinário: sair de um cenário em que seguramente metade dos resíduos não encontravam uma destinação adequada para uma projeção em que todos seriam reutilizados, reciclados ou tratados e os rejeitos dispostos nos aterros. Era e continua a ser um grande desafio!

São vários os motivos que têm dificultado a missão de colocar em prática muitas conceituações elaboradas na PNRS. Num contexto mais amplo há imperiosa necessidade de se implementarem aterros - industriais e sanitários. Além da óbvia questão financeira - visto serem investimentos importantes -, adiciona-se uma reatividade de boa parte da população quando se discute licenciamento e implementação de aterros, em especial aterros sanitários.

Não há gerenciamento de resíduos sem haver opção dos aterros. Não haver aterros é sinônimo de existir lixões. O que se quer são aterros bem gerenciados recebendo unicamente rejeitos, isso é ponto assente. Todavia, na atual realidade brasileira, isso é praticamente impossível, pois o aterro já surge abraçando demandas reprimidas de décadas. Surge muitas vezes como sendo a única alternativa de destinação existente.

Destaca-se esse ponto como fundamental: a necessidade de discutir, de forma clara e numa base técnica, o licenciamento e a operação dos aterros, com atenção às questões geoambientais, à correta utilização do biogás e ao necessário tratamento do chorume.

2. OBJETIVO

Discutir os PGRSs em especial no contexto dos Consórcios Intermunicipais.

3. METODOLOGIA

O intuito deste trabalho é descrever sobre a importância de erradicar os lixões e adotar o aterro sanitário e industrial como forma ambientalmente adequada para destinação dos rejeitos, mais especificamente os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, gerenciados pelos Consórcios Intermunicipais com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010 [1]. A forma da pesquisa adotada foi a bibliográfica.

Foram utilizadas leis e normas ambientais, além de consultas em livros para obter informações relacionadas ao tratamento de resíduos sólidos.

4. RESULTADOS

Consórcios Intermunicipais

É preciso refletir, em especial as autoridades públicas do executivo e do judiciário - que aumentar mais e mais as exigências, num entendimento, a meu ver estreito, do quanto mais melhor, tem inviabilizado inúmeros projetos de aterros Brasil afora, em particular sanitários. É preciso ampliar a análise, pois cada aterro que não se licencia no Brasil é um lixão que permanece a operar por mais algum tempo.

Que fique claro que não estamos, de forma alguma, advogando que os aterros devam ser licenciados de qualquer forma, mas, sim, sublinhando a necessidade de se dosarem as exigências evitando àquelas que agregam pouco ou nada em termos ambientais, mas muitas vezes têm fortes impactos em termos financeiros e/ou operacionais.

Outro ponto que merece destaque é a fato de muitos municípios - seguramente a maior parte deles - não ter uma geração de resíduos (Resíduos Sólidos Urbanos - RSU - no caso dos aterros sanitários) em quantidades suficientes para que se viabilize um aterro.

Esse ponto é de suma importância, pois isso quase que obriga a haver um entendimento entre municípios para existir um bom gerenciamento. Alguns esforços foram levados à cabo nesse sentido, como por exemplo a formação de consórcios intermunicipais. Muito embora haja experiências positivas em alguns estados, no geral, os resultados são desanimadores.

Numa outra ênfase, define a PNRS pela obrigatoriedade da elaboração e da implementação de Planos de Gerenciamentos de Resíduos Sólidos – PGRSs. Todas as experiências positivas na gestão ambiental empresarial passam pela formalização de procedimentos. Em termos conceituais, a perspectiva da PNRS quanto aos PGRSs é perfeita. Da mesma sorte, nesses cinco anos da lei, pouco se avançou nos planos de gerenciamento, o que é uma grande pena.

PGRS Municipais e Empresariais

Desde a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), em agosto de 2010, uma das regulamentações brasileiras mais complexas e morosas, as organizações públicas e privadas passaram a se dedicar aos diagnósticos e à estruturação física e de pessoal para elaborar os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e, assim, atuar definitivamente em consonância com a produção ambientalmente responsável. Enquanto os avanços da PNRS são percebidos mais intensivamente nas municipalidades Brasil afora, preocupadas em cumprir prazos e acelerar a instalação

de aterros sanitários, as Indústrias buscam a adequação às exigências da Lei, e ainda confrontam as coincidências da norma ISO 14001/2015 – Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso [2].

O PGRS é um importante instrumento, com validade jurídica, para comprovar a capacidade de uma empresa de gerir adequadamente todos os resíduos, poupar os recursos naturais, evitar poluições ambientais, além de outras consequências para a saúde pública e o desequilíbrio da biodiversidade. Mas, como toda lei, muitas implicações vão surgindo durante o processo de implementação, prazos e outras conformidades, o que não foi diferente neste caso.

A PNRS define que a administração federal estabeleça um plano, da mesma forma os estados, os municípios, as empresas e as instituições. No seu corpo, define a PNRS o que deve conter um PGRS como conteúdo mínimo.

Em linhas gerais, o PGRS tem que considerar a geração de resíduos/ rejeitos nas condições normais e nas anormalidades. Deve considerar a existência de eventuais passivos. Precisa contemplar as situações emergenciais. Deve prever o estabelecimento de metas e administrar os respectivos planos de ação. Enfim, a PNRS requer PGRSs com um acentuado grau de complexidade. Vamos dividir, neste texto, a abordagem em duas abrangências: PGRSs municipais e PGRSs empresariais. Tem-se, por certo, que considerar apenas esses dois casos não esgota o assunto, mas, por outro lado, há a convicção de que trataremos exemplos importantes e significativos.

No caso dos PGRSs dos municípios, o ponto essencial é a disposição dos rejeitos, em especial dos RSU nos aterros sanitários. A experiência de alguns municípios brasileiros que têm elaborado PGRSs sem ter alternativas para tratamento dos resíduos e de disposição dos rejeitos, faz lembrar a inspirada e irônica frase do Poeta: “coisa de Padre sem religião”.

Não podemos inverter a ordem lógica e que tem que estar atenta às questões ambientais: inicialmente, os municípios precisam estabelecer um conceito para

PGRS atento aos preceitos da PNRS. Essa é a abordagem correta! Fazer um PGRS por fazer, muitas vezes completamente desconectado da realidade daquele dado município, seja por falta de conhecimento técnico e conceitual ou por necessidade de cumprir uma formalidade associada a liberação de alguma linha de crédito, precisa ser coibido com muita firmeza pelas autoridades públicas.

No que diz respeito às penalidades pelo descumprimento do que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei 12.305/2010), regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022 [3], os geradores de resíduos sólidos que não sejam qualificados como de limpeza urbana são obrigados a elaborar os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos como forma de demonstrar a capacidade de dar destinação final ambientalmente adequada aos seus resíduos. A penalidade para os responsáveis pelas empresas que descumprirem a Lei vai desde a perda da licença de operação, passando pela aplicação de multas e até mesmo a pena de reclusão, segundo as determinações das Leis e Normas Federais, Estaduais e Municipais.

Empresas que deixam de implantar o PGRS estão sujeitas a responder por eventuais contravenções, segundo a legislação de crimes ambientais, com multas que vão desde R\$ 500 até R\$ 50 milhões, dependendo da gravidade do fato. Pelo que determina o Artigo 56 da Lei 9.605/98, são passíveis de punição quem produz, processa e maneja produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos. Essa lei responsabiliza criminalmente com pena de reclusão de um a quatro anos e multa de R\$ 500 a R\$ 2 milhões, conforme as infrações:

- Abandona os produtos ou substâncias referidas no caput, ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança.
- Manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento. Outra possibilidade de enquadramento é sob o Artigo 61 - Decreto 6.514/08:
- Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade. Neste caso, a multa varia de R\$ 5 mil a R\$ 50 milhões.

5. CONCLUSÕES

Temos que conversar, discutir e refletir para encontrar formas e caminhos melhorar o gerenciamento de resíduos nos municípios e como consequência melhorar a qualidade dos seus PGRSs.

Como ilustração trazemos para tela a necessidade de reavaliar a função dos estados na definição e na operação das alternativas de reciclagem, tratamento e, em especial, na disposição dos rejeitos.

Um número magico - com pouco valor científico, mas com grande força ilustrativa - nos mostra que precisamos de um aterro para cada 10 municípios, na média brasileira. Parece claro que a destinação, para a maior parte dos municípios, extrapola o seu limite de competência. pois requer uma logística intermunicipal, o que tem sido um grande gargalo.

Na abrangência dos PGRSs empresarias, a experiência com os procedimentos de gerenciamento de resíduos da gestão ambiental tem sido fundamental. Muitas empresas que já têm Sistemas de Gestão Ambiental – SGA maduros, por força de ser requisito das normas ambientais de gestão, também já tinham uma boa base no contexto dos PGRSs.

O desafio se foca, no caso empresarial, nas questões relacionadas a logística reversa. Em outras palavras, a PNRS traz definições importantes e necessárias para os resíduos associados aos produtos, seja no seu pós-uso ou relacionado às embalagens.

Há um longo caminho percorrer quando se pensa em Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, quando se foca o planejamento para um efetivo gerenciamento dos resíduos visando aos resultados ambientais que precisamos alcançar.

O Professor Paulo Freire dizia que não é o discurso que ajuíza a prática, mas, sim, ao contrário, é a prática que ajuíza o discurso. Num paralelo possível, é preciso pensar e conceituar melhores alternativas para gerenciamento dos resíduos, as quais serão formalizadas nos PGRSs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRASIL, LEI FEDERAL Nº 12.305 de agosto de 2010: cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015). ABNT NBR ISO 14001:2015 - Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT.
- [3] BRASIL, DECRETO FEDERAL Nº 10.936 de janeiro de 2022: regulamenta a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

GESTÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Data de aceite: 02/12/2023

Fernanda Rafaela Canuto Silva

Marina de Medeiros Machado

Matheus Miranda da Silva

RESUMO: Com o intuito de realizar um gerenciamento de resíduos químicos de forma ambientalmente adequada, se faz necessário o emprego de procedimentos técnicos e administrativos, que contemple desde a geração até a disposição final desses resíduos. Levando em consideração a relevância e a complexidade de um gerenciamento de resíduos químicos em uma universidade, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a gestão de resíduos químicos executada pela Universidade Federal de Ouro Preto, no Campus Morro do Cruzeiro. Para isto, foram realizadas visitas aos laboratórios a fim de levantar a tipologia dos resíduos gerados e seu gerenciamento. Em virtude da sua diversidade de laboratórios, são gerados resíduos químicos diversos que apresentam graus de risco diferentes. Contudo, somente um departamento faz o gerenciamento seguindo procedimentos

técnicos, que foram elaborados pelo próprio departamento, pois a Universidade não possui procedimentos padrões institucionalizados para o gerenciamento de resíduos químicos no Campus. Assim sendo, é de extrema importância que a instituição crie procedimentos padronizados para o gerenciamento de resíduos químicos no Campus, possibilitando assim um manejo adequado dos resíduos químicos gerados nos laboratórios.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento; Resíduos perigosos; Instituição de ensino superior.

ABSTRACT: In order to manage chemical waste in an environmentally appropriate manner, it is necessary to employ technical and administrative procedures, covering everything from generation to final disposal of this waste. Considering the relevance and complexity of chemical waste management at a university, the present work aimed to diagnose the chemical waste management carried out by the Federal University of Ouro Preto, on the Morro do Cruzeiro Campus. For this, visits were conducted to the laboratories to identify the type of waste generated and its management. Due to its diversity of laboratories, different chemical

wastes are generated that present different degrees of risk. However, only one department manages it following technical procedures, which were developed by the department itself, as the University does not have institutionalized standard procedures for managing chemical waste on the Campus. Therefore, it is extremely important that the institution creates standardized procedures for the management of chemical waste on the Campus, thus enabling adequate management of chemical waste generated in laboratories.

KEYWORDS: Management; Hazardous waste; Higher Education Institutions.

1. INTRODUÇÃO

A ausência de conscientização e de planejamento de resíduos, tem acarretado grandes problemas de saneamento ambiental que necessitam ser enfrentados. A fim de que o gerenciamento de resíduos perigosos de natureza química seja realizado de forma sustentável e ambientalmente adequada, procedimentos técnicos e administrativos devem ser implantados, desde a prevenção e o controle efetivo da geração de resíduos até a sua disposição final (Saqueto, 2010).

O gerenciamento de resíduos provenientes das atividades antropológicas é uma ação que vem sendo cada vez mais requerida pela sociedade e pela legislação. Contudo, os grandes geradores de resíduos perigosos são os mais cobrados. A maioria da população não tem preocupação quanto aos pequenos geradores, tais como clínicas, escolas, laboratórios e instituições de ensino superior (Sassiotto, 2005).

Características como inflamabilidade, explosividade, toxicidade, reatividade e corrosividade são de natureza perigosa e podem estar atreladas aos resíduos químicos. Levando isso em consideração, a gestão dos materiais desse tipo deve obedecer a procedimentos padronizados, desde o momento da sua geração até o seu destino final. Eventos que provocam danos a saúde humana e ao meio ambiente ocorrem quando não há um gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos químicos (Souza, 2020).

O tratamento adequado dos resíduos químicos pelas instituições de ensino superior se faz necessário, de modo a cumprir suas obrigações legais e responsabilidades na esfera socioambiental. Por meio desta realidade, surge uma preocupação com a destinação dada aos resíduos químicos gerados nos laboratórios das instituições de ensino superior, visto que as mesmas devem ser referência no combate à poluição e de incentivo ao controle ambiental (Saqueto, 2010).

Em virtude dessa realidade é de extrema importância o gerenciamento de resíduos químicos no Campus Morro do Cruzeiro, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com base na sua importância para a sociedade acadêmica e seu potencial em pesquisa para que se torne uma instituição de ensino sustentável e ambientalmente correta. Que promova em toda a comunidade acadêmica uma consciência do gerenciamento correto de resíduos químicos.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo diagnosticar a gestão de resíduos químicos executada pela Universidade Federal de Ouro Preto, no Campus Morro do Cruzeiro.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas visitas aos laboratórios do Campus Morro do Cruzeiro, onde se observou os procedimentos de gerenciamento de resíduos químicos. As visitas ocorreram entre os meses de abril de 2022 e julho de 2023. Nos laboratórios, foram observados procedimentos e práticas de gerenciamento, contemplando:

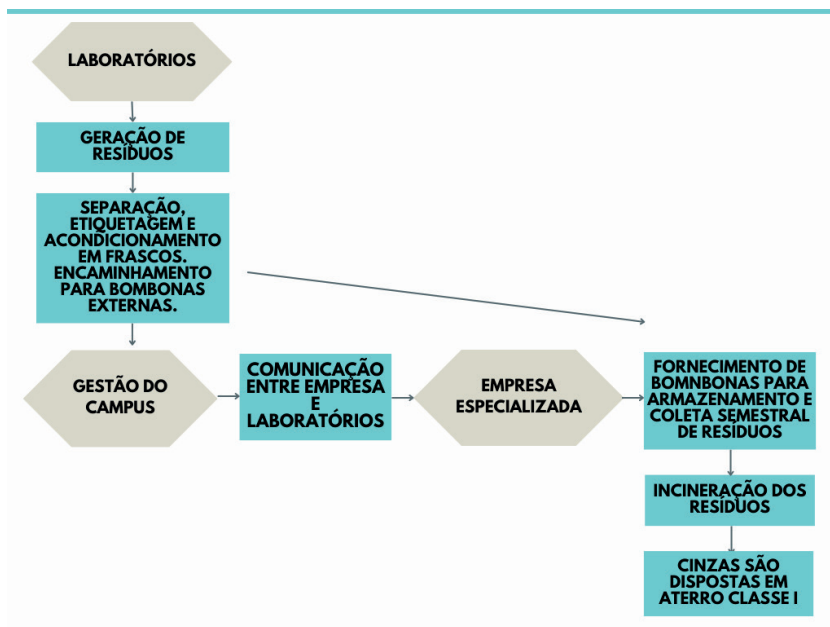
- Características dos resíduos gerados;
- Meios adotados para segregação e acondicionamento dos resíduos;
- Identificação dos resíduos;
- Coleta interna;
- Armazenamento externo dos resíduos.

Já para o levantamento de dados referentes a forma de coleta externa e destinação dos resíduos químicos gerados pelos laboratórios, foi realizada a coleta de dados no sistema de informação da universidade, onde se teve acesso a esses dados por meio do contrato com a empresa que realiza a destinação dos resíduos químicos. A análise documental consistiu na análise do contrato e seus termos, notas fiscais e Manifestos de Transporte de Resíduos emitidos, pelos quais se obteve informações quantitativas e referentes aos meios empregados para transporte, tratamento e disposição final dos resíduos.

4. RESULTADOS

Os resíduos químicos estão presentes no dia a dia das instituições de ensino superior com laboratórios de ensino e pesquisa. Na Universidade Federal de Ouro Preto, vários laboratórios, de diferentes áreas do conhecimento, produzem e gerenciam os resíduos perigosos que possuem a natureza química. A Figura 1 apresenta o fluxograma do gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios no Campus. A instituição não possui procedimentos de gerenciamento institucionalizados, com exceção do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB) que possui procedimentos de gerenciamento de elaboração própria. A falta de procedimentos institucionais para o gerenciamento dos resíduos químicos gera dificuldade na realização do gerenciamento destes, o que acarreta problemas com o controle, a identificação e o armazenamento dos materiais e substâncias desprezados.

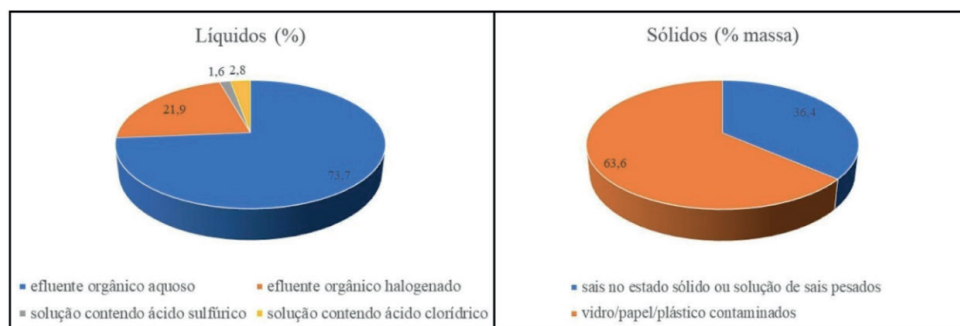
Figura 1 – Fluxograma do gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios da UFOP



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A geração de resíduos químicos ocorre nos laboratórios que estão distribuídos por todo o Campus do Morro do Cruzeiro. Esses resíduos são provenientes de atividades de ensino e pesquisa. Em virtude da diversidade de pesquisas e estudos realizados na instituição, a caracterização dos resíduos químicos gerados é diversa. Na realização do estudo foi observada a geração de resíduos ácidos, solventes, álcoois, sais, compostos orgânicos e soluções diversas. A Figura 2 apresenta a composição dos resíduos gerados na Escola de Farmácia. Além disso, existe a geração de frascos contaminados por produtos químicos, que são reaproveitados no acondicionamento de substâncias descartadas.

Figura 2 – Composição dos Resíduos Químicos gerados na Escola de Farmácia



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

O registro da geração de resíduos não ocorre em todas as unidades da instituição. Nos levantamentos do trabalho, foi constatada a quantificação dos resíduos no ICEB e na Escola de Farmácia. A instituição registra a quantidade de resíduos gerados no momento da coleta externa. Entre janeiro e agosto de 2023, foi registrada a geração de 7,752 toneladas.

A realização da segregação, da identificação, do acondicionamento e dos procedimentos internos de coleta, fica a cargo dos geradores. A segregação é realizada levando em conta fatores tais como o tipo de substância e sua compatibilidade com outros materiais. Para o acondicionamento dos resíduos são empregados recipientes plásticos e de vidro, incluindo os próprios frascos descartados dos produtos químicos. A identificação dos recipientes não é realizada em todos os laboratórios. Em alguns laboratórios é escrito no recipiente que tipo de resíduo se encontra acondicionado. Já nos laboratórios dos Departamento de Química, Departamento de Física, Escola de Farmácia, Escola de Nutrição e Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas são produzidas etiquetas padronizadas para a especificação dos resíduos. A Figura 3 ilustra a identificação dos resíduos.

Figura 3 – Etiqueta empregada na identificação dos resíduos químicos no Departamento de Física

PRODUTO PRINCIPAL:	RESÍDUO QUÍMICO CUIDADO AO MANIPULAR
PRODUTOS SECUNDÁRIOS:	
ALUNO:	
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

A segregação dos resíduos químicos em classes de compatibilidade distintas é uma prática muito relevante na hierarquia do gerenciamento, e a decisão dos procedimentos a serem seguidos está conectada a destinação final dos resíduos (Nolasco, F.R.; Tavares, G.A.; Bendassolli, J.A., 2006). Os resíduos são armazenados internamente nos laboratórios, na maioria das vezes abaixo das bancadas.

No Campus, não existe abrigos de resíduos construídos de acordo com os requisitos técnicos para o armazenamento de resíduos químicos e demais resíduos. A NBR 12.235 (ABNT, 1992) define quais são os procedimentos necessários para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Foram observadas situações em que áreas com outras funções foram adaptadas para receber os resíduos químicos e áreas onde foram colocadas bombonas para armazenagem externa de resíduos.

No ICEB, o armazenamento externo é feito em uma área de acesso restrito, aberta, onde ficam situados os abrigos de recipientes de gases, para armazenar as bombonas

de resíduos químicos. O local não possui nenhum requisito técnico para armazenagem de resíduos químicos. Na Escola de Nutrição, o armazenamento é feito em um abrigo de recipientes de gás, que não é empregado para este fim. A bombona de armazenamento fica trancada dentro do abrigo, localizado em área externa adjacente ao prédio.

Na Escola de Medicina, assim como nos prédios vinculados ao Departamento de Geologia (DEGEO) e ao Departamento de Engenharia de Minas (DEMIN), não existe bombonas externas, somente o armazenamento interno nos laboratórios é realizado. Nos demais departamentos, as bombonas de armazenamento externos são colocadas em áreas externas, isoladas das vias principais, mas com acesso livre. No caso da Escola de Farmácia, as bombonas de armazenamento ficam localizadas internamente, no corredor principal do primeiro andar do prédio.

Os resíduos químicos gerados nos laboratórios são encaminhados aos pontos de armazenamento conforme sua geração. No entanto, o fluxo maior de armazenamento ocorre na iminência da realização da coleta externa. A comunicação referente a realização das coletas de resíduos químicos é realizada pelo Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor (SIASS). Na realização do estudo, relatos sobre descartes inadequados foram feitos por usuários dos laboratórios. Este fato retrata a necessidade da existência de locais apropriados para o armazenamento dos resíduos, que permitam o pleno funcionamento do gerenciamento. Além disso, há demanda por capacitação dos usuários dos laboratórios, que executam os procedimentos, a fim de se evitar situações inadequadas de descarte (Carvalho, 2023).

No Campus Morro do Cruzeiro a coleta dos resíduos químicos gerados nos laboratórios é realizada por uma empresa contratada pela UFOP. A empresa realiza a coleta dos resíduos duas vezes ao ano. As bombonas que são empregadas para o armazenamento externo dos resíduos são disponibilizadas pela empresa, sendo uma responsabilidade prevista em contrato. O agendamento das coletas é organizado pelo SIASS, que realiza a comunicação com os geradores para garantir a coleta da maior quantidade existente de resíduos químicos, visto que a coleta somente a cada seis meses. A empresa transporta os resíduos químicos coletados para tratamento por incineração e disposição final em unidades localizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Com a constatação dos principais obstáculos para a gestão de resíduos químicos da instituição, destaca-se a criação de procedimentos padrões como uma ação que deve ser realizada para a contemplação do gerenciamento de resíduos químicos de maneira eficaz e eficiente. A NBR 17100-1 (ABNT, 2023) estabelece os requisitos gerais aplicáveis às etapas de gerenciamento de resíduos.

Além disso, o treinamento dos responsáveis e dos usuários dos laboratórios sobre a realização dos procedimentos de gerenciamento dos resíduos configura-se como uma ação de fundamental importância para a gestão. Com o intuito de se promover um ambiente de trabalho seguro e saudável, onde os procedimentos sejam seguidos de forma sustentável e

ambientalmente correta é necessário disponibilizar e assegurar cursos introdutórios ou de formação, de forma que as normas específicas aplicáveis a cada carreira ou cargo sejam respeitadas (Oliveira *et al.*, 2019).

Uma alternativa para a redução da geração de resíduos químicos da instituição seria a realização da recuperação de substâncias a partir dos resíduos químicos. Com isso, a instituição teria redução de gastos na compra de reagentes químicos e menos custos na coleta dos resíduos gerados. A UNICAMP, é o exemplo de uma instituição de ensino superior que possui o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) bem estruturado, o que facilita os trabalhos de segregação, tratamentos simples, rotulagem, acondicionamento e descarte final correto dos resíduos químicos (Carvalho, 2023). As Normas de Gerenciamento de Resíduos Químicos, do Instituto de Química (IQ) da UNICAMP, têm como premissas que os resíduos químicos passíveis de tratamento devem ser tratados no laboratório que o gerou. Já os grandes volumes de resíduos devem ser tratados na Planta Piloto – IQ (UNICAMP, 2005).

5. CONCLUSÕES

A partir do estudo, foi possível a realização do diagnóstico da gestão de resíduos químicos executada pela Universidade Federal de Ouro Preto, no Campus Morro do Cruzeiro. Foram identificados os procedimentos de gerenciamento de resíduos realizados nos laboratórios da instituição. Da mesma forma, pontos com possibilidades de melhorias foram destacados.

As principais lacunas encontradas foram a falta de procedimentos padronizados para o gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios, o descarte inadequado de resíduos químicos, o armazenamento externo em dissonância as normas técnicas e a baixa frequência de coletas. Para solucionar esses obstáculos na gestão de resíduos químicos no Campus, sugere-se a construção de procedimentos padronizados para o gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios, a realização de treinamentos com os responsáveis e usuários dos laboratórios sobre a execução dos procedimentos de gerenciamento dos resíduos, e a recuperação de substâncias a partir dos resíduos químicos.

REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12.235: Armazenamento de Resíduos Perigosos. Rio de Janeiro-RJ, 1992.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 17100-1: Gerenciamento de Resíduos - Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro-RJ, 2023.
3. CARVALHO, L. Um panorama sobre a gestão e gerenciamento de resíduos químicos em algumas Universidades Brasileiras. Trabalho de conclusão de curso (Departamento de Química) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 47p, 2023.

4. NOLASCO, F.R.; TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Revista Engenharia Ambiental e Sanitária**, v. 11, n.2, p. 118-124, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/Brh4Pssy8r5JSZqmWYdx4Vs/?lang=pt#>>. Acesso em: 19/09/2023.
5. OLIVEIRA, A.C.R. de. et al. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador. **Revista Saúde Debate**, v. 43, n. ESPECIAL 3, p. 63-77, 2019.
6. SAQUETO, K.C. Estudo dos resíduos perigosos do campus de Araras da Universidade Federal de São Carlos visando a sua gestão. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 143p, 2010.
7. SASSIOTTO, M.L.P. Manejo de resíduos de laboratórios químicos em universidades- estudo de caso do departamento de química da UFSCAR. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 151p, 2005.
8. SOUZA, R. de L. Gerenciamento de resíduos químicos no instituto de química da UFF em Niterói-RJ. Dissertação (Mestrado em Defesa e Segurança Civil). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 99p, 2020.
9. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. Normas de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Instituto de Química da UNICAMP, Campinas, 2005. Disponível em: <<https://www.iqm.unicamp.br/arquivos/normasResiduos.pdf>>. Acesso em: 19/09/2023.

GOVERNANÇA PÚBLICA NO FOMENTO A REDES SOCIOTÉCNICAS DE RECICLAGEM DOS ÓLEOS VEGETAIS RESIDUAIS NO RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 02/12/2023

Denise de Mattos Gaudard

Rafael Ângelo Fortunato

RESUMO: Este artigo intenta fazer uma análise crítica através de um estudo de caso sobre o Programa de Reaproveitamento do Óleo Vegetal (PROVE), que foi criado pelo governo do Estado do Rio de Janeiro em abril de 2008, via decreto No 41.245; depois atualizado em 20.09.21, pelo decreto 9.408. Ambos os decretos visam promover a coleta seletiva e a reciclagem de óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs). Este resíduo é um dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) mais poluidores e paradoxalmente, uma matéria prima de alto potencial energético ainda amplamente desperdiçada pelo descarte inadequado. Ao longo da implantação do PROVE foram fomentadas iniciativas de empreendedorismo socioambiental que inspiraram o surgimento de projetos a exemplo do: 2. Projeto BIOREDES, que começou a operar no mesmo ano, no município de Duque de Caxias, região metropolitana do Rio de Janeiro, RJ, através de parcerias com cooperativas e microempreendedores locais. A metodologia foi complementada

através de um estudo de caso exploratório em que este trabalho procurou evidenciar como o programa foi operacionalizado a partir da viabilização da implantação de projetos como o BIOREDES. O período da pesquisa e início de aplicação em dois empreendedores foi de março de 2007 a dezembro de 2008. Esta metodologia vem sendo utilizada ainda em 2023 por Cooperativas e microempresários da reciclagem dos OGVRs. Os resultados foram demonstrados através da descrição empírica e sistemática. Este processo metodológico atingiu seus objetivos primordiais que foram comprovados através da promoção de micro programas de eficiência energética, com geração de emprego e renda, contemplando os âmbitos econômicos, sociais e ambientais. O PROVE não cumpriu a sua meta principal de se tornar pioneiro na produção de biodiesel a partir dos OGVRs. Porém, concluiu-se o PROVE foi fundamental para viabilizar e alavancar o surgimento de microprojetos de coleta seletiva e reciclagem dos OGVRs. Pelo menos 02 microempresas e uma cooperativa utilizam processos metodológicos baseados no PROVE e no BIOREDES.

PALAVRAS-CHAVE: BIOREDES, PROVE, Redes Sociotécnicas, Governança pública

ABSTRACT: This article attempts to make a critical analysis through a case study on the Vegetable Oil Reuse Program (PROVE), which was created by the government of the State of Rio de Janeiro in April 2008, via decree No. 41,245; later updated on 09/20/21, by decree 9,408. Both decrees aim to promote the selective collection and recycling of residual vegetable oils and fats (OGVRs). This waste is one of the most polluting Urban Solid Wastes (RSUs) and, paradoxically, a raw material with high energy potential that is still largely wasted due to inadequate disposal. Throughout the implementation of PROVE, socio-environmental entrepreneurship initiatives were encouraged, which inspired the emergence of projects such as: 2. BIOREDES Project, which began operating in the same year, in the municipality of Duque de Caxias, metropolitan region of Rio de Janeiro, RJ, through partnerships with local cooperatives and micro-entrepreneurs. The methodology was complemented through an exploratory case study in which this work sought to highlight how the program was operationalized by enabling the implementation of projects such as BIOREDES. The period of research and beginning of application in two entrepreneurs was from March 2007 to December 2008. This methodology is still being used in 2023 by Cooperatives and micro-entrepreneurs recycling OGVRs. The results were demonstrated through empirical and systematic description. This methodological process achieved its primary objectives, which were proven through the promotion of micro energy efficiency programs, generating employment and income, covering the economic, social and environmental spheres. PROVE did not meet its main goal of becoming a pioneer in the production of biodiesel from residual vegetable oils and fats (OGVRs). However, it was concluded that PROVE was fundamental in enabling and leveraging the emergence of microprojects for the selective collection and recycling of residual vegetable oils and fats (OGVRs). At least 2 micro-enterprises and one cooperative use methodological processes based on PROVE and BIOREDES.

KEYWORDS: BIOREDES, PROVE, Sociotechnical Networks, Socioenvironmental Inclusion, Energy Efficiency

O que o lixo significa para nós? Enquanto membros de uma determinada cultura, no atual momento da história humana, temos que nos conscientizar de que se deve tratar o lixo, principalmente como uma questão de cultura, onde os esforços consistem em passar com urgência, estes fenômenos sociais estudados como "coisas", para "coisas" estudadas como fenômenos sociais, culturais, ambientais e econômicos. (...) Há que buscar um processo de desmonetização dos resíduos para destacar os reais porquês eles seguem com as atuais dimensões simbólicas. Jose Carlos Rodrigues (2016)

1. INTRODUÇÃO

Após as duas grandes guerras mundiais, as nações se uniram para promover a reconstrução econômica. O que se seguiu foi o aumento da renda média, mas também, um crescimento exponencial da população mundial, demandando por mais bens e serviços. Os países ocidentais introduziram modelos estratégicos de recuperação econômica, expandindo suas fronteiras em busca de novos e maiores mercados consumidores através da globalização, Benassuly (2015), cita o exemplo dos Estados Unidos, cujo crescimento econômico foi ainda mais acentuado em função do boom da indústria automobilística. Neste

contexto, os grupos econômicos se unem e se reestruturam, passando a adotar um modelo baseado em economia e produção linear. Já nos anos 1950, as empresas introduzem o conceito de obsolescência programada nos processos de produção, cuja estratégia de marketing é reduzir o ciclo de vida dos produtos, que passam a ter curtíssima duração (BENASSULY, 2015)

1.1 RSUs no Brasil e a situação socioambiental da região Metropolitana do Rio de Janeiro

No Brasil, a situação dos RSUs tem se agravado a cada ano com graves consequências para o meio ambiente. Segundo dados da ABRELPE (2020), a quantidade de resíduos sólidos urbanos destinados diariamente de forma inadequada no Brasil cresceu 16% na última década. O volume já ultrapassou de 25,3 milhões de toneladas por ano em 2010 para 29,4 milhões de toneladas por ano em 2019 (ABRELPE, 2020)

Segundo Mamari & Mosqueira (2012) nas décadas de 1970 e 1980, regiões metropolitanas como as do Rio de Janeiro receberam e ou, agregaram essas populações advindas das áreas rurais. Com a perda de suas terras, estas populações economicamente empobrecidas foram atraídas pela perspectiva de mais emprego e qualidade de vida. Mas, na realidade, sem o devido planejamento e promoção de infraestrutura, transporte e moradia por parte dos gestores públicos, essas populações acabaram alimentando o crescimento das favelas, ocupando territórios de áreas verdes nos morros e também as periferias das principais cidades do Estado do Rio de Janeiro e na capital, aonde a coleta de RSUs é deficiente e ou, inexistente.

Os dados listados são corroborados por Benassuly (2015), que alerta sobre o fato de que a problemática do aumento exponencial da geração de lixo está se tornando um dos problemas mais graves para os gestores públicos dos municípios brasileiros. Dados do IBGE (2022) confirmam as afirmações da autora de que o município do Rio de Janeiro coletou em 2020, um total de 8.801 mil toneladas diárias, perfazendo mais de 264 mil toneladas mensais, sendo que menos de dois por cento deste total é direcionado para reciclagem. Um dos mais baixos índices de aproveitamento do Brasil.

1.2 A Situação dos OGVRs no Estado e Região Metropolitana do Rio de Janeiro

LARANJEIRA et al (2012), informam que os óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) são resíduos sólidos urbanos (RSUs) provenientes de diversas origens (domésticas, industriais, dentre outros) e reforçam que uma parte expressiva dos restaurantes do Município do Rio de Janeiro ainda descartam os seus OGVRs nas pias, vasos sanitários e bueiros de rua indo para os esgotos. Os autores afirmam que a COMLURB gasta até 25% de seu orçamento anual somente com a limpeza de dutos e vielas obstruídos pelos OGVRs endurecidos. Consequentemente, tem provocado crescentes danos ambientais, prejuízos

financeiros aos gestores do município e contribuindo para a proliferação de vetores de contaminação, tais como ratos, baratas e a disseminação de doenças danosas aos seres humanos e à biodiversidade (BENASSULY, 2015).

Dados do relatório 2021 sobre novos rumos das estratégias do Biodiesel no Brasil, em sua análise regional avaliam que a Baía de Guanabara e seus rios drenantes tem sido um dos principais ecossistemas afetados pelo grande volume de OGVRs despejados diariamente de diversas fontes geradoras de resíduos. Mesmo com os atuais cenários ambientais e sociais negativos, também surgem oportunidades em função do potencial energético que demandaram a formação de política pública do governo estadual, visando o fomento de redes de coleta seletiva e reciclagem dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs).

2. OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é reunir um conjunto de parceiros que possibilitem a formação de uma rede sociotécnica de logística reversa com ênfase na reciclagem dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) e beneficiar cooperativas, micro e pequenos empreendedores.

Como objetivos específicos, esta pesquisa pretende contribuir para o cumprimento de compromissos com: 1. Promover uma política pública que pretende fomentar a parceria com diversos atores para contribuir com a viabilização da implantação e o fortalecimento da cadeia de coleta e reciclagem dos Óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs); 2. Introduzir as metodologias do PROVE e BIOREDES em todo o Estado do Rio de Janeiro; 3. A inclusão de catadores urbanos, micro/pequenos empreendedores e autônomos, que vivem da cadeia produtiva dos OGVRs; 4. Viabilizar a fabricação de biocombustível no município e Estado do Rio de Janeiro 5. Contribuir para a redução da geração dos gases que afetam o efeito estufa e os danos aos rios, lagoas e oceano

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste artigo intenta promover uma análise crítica do estudo de caso de uma política pública, implementada através de um Programa, gestado e fomentado pelo Estado do Rio de Janeiro, denominado: Programa de Aproveitamento do Óleo de Comestível do Estado do Rio de Janeiro (PROVE). Projetos como o BIOREDES complementam o PROVE transversalmente e ambos são demonstrados através de um estudo de caso. A abordagem é qualitativa e descritiva, apoiada por revisão de literatura narrativa. Para Fachin (2006), a utilização de estudos de caso complementares possibilita a obtenção de evidências mais convincentes, tornando o estudo mais robusto e facilitando a generalização e sistematização analítica. Quando às perguntas que guiam a pesquisa, visam provocar o estudo da construção de um fenômeno contemporâneo em seus principais contextos.

Quanto à sua finalidade, seu caráter teórico e descritivo com base no estudo de caso, a proposta da autora é a de contextualizar a implantação de modelos de processos metodológicos.

A delimitação geográfica selecionada abrange a região Metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, a partir do Município de Duque de Caxias, no distrito de Parque das Missões e atuação em todo o Estado do Rio de Janeiro. Foram diagnosticados os fatos ocorridos no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2008, visando produzir metodologias de acompanhamento e diagnóstico que propiciem melhorias das condições sociais e adequação das iniciativas ambientais dos atores envolvidos. Em 2023, estas metodologias seguem sendo utilizadas pelos coletadores e processadores que começaram com o PROVE e o BIOREDES, em 2007.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A origem dos óleos e gorduras Vegetais Segundo a ABELPRE (2023), os óleos e gorduras vegetais são oriundos de diversas plantas oleaginosas que são a matéria-prima cultivável. Os maiores exemplos são a colza, a soja, a palma, o girassol, o amendoim, o algodão, a mamona, o pinhão manso, e o nabo forrageiro. A ABELPRE (2023) segue informando que há matérias-primas que tem de ser processadas para obter o óleo, tais como: pequi, a macaúba, o buriti, o babaçu e a castanha do Pará. Em 2023, o Brasil se solidificou como o principal produtor de derivados de óleos de soja no Mundo, superando os EUA (ABELPRE, 2023).

4.1 Formação: Antecedentes históricos, agentes e atores parceiros

4.1.1 Programa de Aproveitamento do Óleo de Comestível do Estado do Rio de Janeiro (PROVE)

Benassuly (2015), relata que desde o início de 2007, o Estado do Rio de Janeiro vinha promovendo ações para formar e solidificar a cadeia produtiva dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs), demandando regulamentação no segmento. Nesta linha de estratégias, o executivo do Estado encaminha para votação, somente em 2008, o decreto No 41.245, que é promulgado pela ALERJ - Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro em 02.04.2008 e sancionado pelo governador do Estado.

O PROVE foi estruturado como um programa de política pública que visa promover parcerias públicas e privadas, sendo gerenciado pela Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro – SEA-RJ. Seu objetivo primordial é reunir um conjunto de parceiros que possibilitem a formação de uma rede sociotécnica de logística reversa com ênfase na reciclagem dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) (ALERJ, 2008 e 20210)

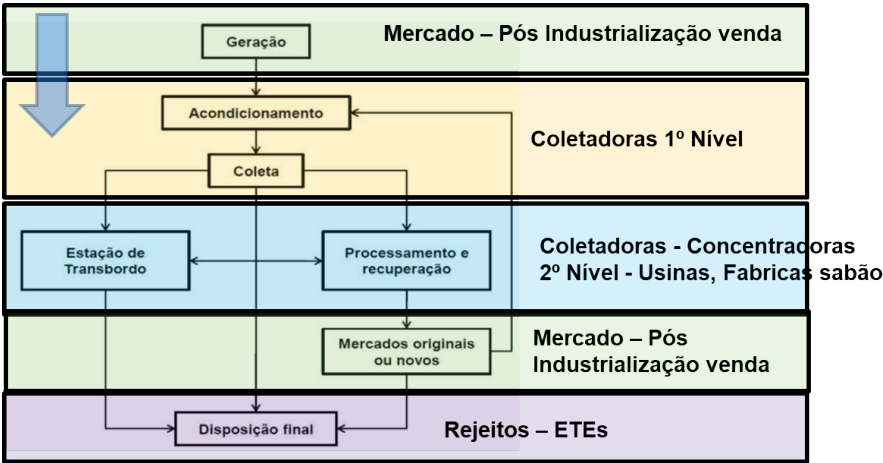
A estrutura inicial da formação da rede sociotécnica de coleta e reciclagem dos OGVRs, passa a ser composta por uma distribuição logística se distribui em cinco níveis,

depois do pós produção e pós venda, se aplica processo de coleta seletiva e logística reversa para posterior reciclagem através do beneficiamento dos OGRs, cujo processo se altera um pouco conforme a composição ou seja, coletadoras, concentradoras e processadoras, cujos atores sociais irão formar uma rede de coleta e reciclagem reversa dos OGVRs. Os produtos e subprodutos oriundos dessas redes deverão ser revendidos para as empresas processadoras de biodiesel e outros segmentos como indústrias químicas, fabricantes de sabão, laboratórios e outros segmentos. A Figura 1 mostra como foi a primeira experiência de formação da Rede sociotécnica de coleta e reciclagem reversa dos OGVRs foi gestada e se formando por PROVE (2008), depois continuada por projetos autônomos como o BIOREDES (2010), conforme relata CATAFORTE (2009).

As Etapas diversas atividades estruturais e gerenciais podem ser agrupadas em cinco níveis de etapas operacionais que podem variar conforme condições e infra locais

- 1) a geração do resíduo pelas cozinhas industriais, residências e comércios: depende de diversos fatores (cultura consumo, preços sazonais de certos produtos, negociação, capacidade de compra e outros
- 2) o acondicionamento: geralmente em bombonas que vão de 20 a 200 litros para a retirada dos OGVRs cujo teor estão diretamente relacionados ao tipo de resíduos, equipamentos utilizados e condições de descarte;
- 3) a coleta: pode começar com veículo pequeno, motocicletas e outros
- 4) o transporte: trata da movimentação do resíduo a concentradora de 1º nível
- 5) o processamento e recuperação: quando identificado o seu potencial energético e/ou econômico, geralmente vão para as concentradoras de 2º nível ou processadoras, que processam e misturam os OGVRs como insumos em seus produtos principais. No caso, são as grandes usinas de Biodiesel ou fabricas de sabão que só compram grandes quantidades

Figura 1 - Fluxograma - formação da Rede sociotécnica de coleta e reciclagem reversa dos OGVRs



Fonte: 1ª Autora (2023), PROVE (2008) e CATAFORTE (2009)

4.1.2 Objetivos do PROVE

O PROVE se propõe aos seguintes objetivos: (a) Mostrar como é possível o governo do Estado do Rio de Janeiro viabilizar a implantação de um programa de eficiência energética, reciclagem, emprego e renda; (b) Promover com um projeto pode promover uma política pública que vise benefício coletivo de autogestão, tanto na perspectiva local quanto numa escala mais ampla; (c) Contribuir para mais alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em escala local e regional; (d) · Fazer um estudo exploratório sobre como o programa de fomento socioambiental como o PROVE (Programa de reaproveitamento de Óleos Vegetais), pelo governo do Estado do Rio de Janeiro (SEA-RJ) intentava ser pioneiro na produção de biodiesel de óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) no Estado do RJ e (e) · Destacar o processo metodológico do projeto BIOREDES com agentes e atores parceiros

Benassuly (2015) e Gaudard (2010) e resumido na **Tabela 1**, mostra a articulação que foi estruturada por agentes públicos que contribuíram para fomentar a formação e estruturação da rede sociotécnica de reciclagem dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) com os atores parceiros. Estes agentes foram e atores parceiros liderados pela SEA-RJ, que inicialmente firmou convênios com a COMLURB, que for Companhia Municipal de Limpeza Urbana, que forneceu a formação de cooperativas de reciclagem.

TABELA 1 - Agentes e atores parceiros do PROVE - RJ e BIOREDES

AGENTES	PARCEIROS	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES NA REDE SOCIOTÉCNICA DE OGVRs
SEA-RJ		Secretaria de Ambiente do Estado do Rio de Janeiro - principal promotor do PROVE e parceiros
COMLURB		Companhia Municipal de Limpeza Urbana - parceria na formação e financiamento de cooperativas de coleta
ITCP/UFRJ/ COPPE		Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares - Estruturação, formalização e qualificação dos quadros de recursos humanos que compunham as cooperativas, na formação de autogestão, parte contábil e marketing
MNCR		Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis - (Articulação e fomento)
RICAMARE		Rede Independente de Catadores de Materiais Recicláveis do Estado Rio de Janeiro - (Articulação)
FEBRACOM		Federação das Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis (Articulação e fomento)
	BIOREDES	Projeto de formação metodológica de inovação e auto gestão
	Usina de Manguinhos	Concentrador de 2º nível - Processador de Biodiesel
	Micro e pequenos empreendedores	Coletadoras e concentradoras
	Cooperativa de Catadores	Coletadoras e concentradoras

Fonte: Autora (2023)

A Usina de Manguinhos, foi parceira para receber e processar os OGVRs, transformando em biodiesel; a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP/COPPE/UFRJ), que ficou responsável pela estruturação, formalização e qualificação dos quadros de recursos humanos que compunham as cooperativas, na formação de autogestão, parte contábil e marketing; já que a imensa maioria ainda estava informal (GAUDARD, 2010). A Federação das Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis (FEBRACOM), o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) e a Rede Independente de Catadores de Materiais Recicláveis do Estado Rio de Janeiro (RICAMARE) também são atores importantes que passam a articular e fomentar e rede sociotécnica. Esse programa tem por objetivo contribuir para a minimização da contaminação das Baías de Guanabara e de Sepetiba por óleo comestível residual e posteriormente estender-se aos demais municípios, contemplando os rios e beneficiando as Estações de Tratamento de Esgotos. (2023), segue informando que o PROVE consiste na coleta dos óleos e gorduras vegetais residuais, popularmente conhecido como óleo de fritura, por meio de cooperativas populares. e na venda deste óleo para a Refinaria de Manguinhos, onde ele seria transformado em biodiesel.

O PROVE foi projetado sob três eixos principais: 1. Social por meio da inclusão de catadores na cadeia produtiva do biodiesel, 2. O ambiental com a retirada do óleo vegetal do ambiente, e 3. O energético devido à produção do biodiesel. Sendo uma iniciativa do Governo do Estado, por intermédio da Secretaria Estadual do Ambiente (SEA), o PROVE tem por objetivo aliar a geração de trabalho e renda à proteção do meio ambiente. (MAMARI; MOSQUEIRA, 2008).

Historicamente, o PROVE iniciou as articulações com alguns atores que apoiaram a formação da rede, tendo recebido apoio do ITCP/COPPE/UFRJ, junto com o movimento, ainda informal, da Rede de Cooperativas que passaram a ser Coletoras de Óleo de 1º nível. Neste mesmo nível surgiram os micro e pequenos empreendedores autônomos que concorriam com as cooperativas Gaudard (2010). Na fase inicial e experimental do programa começa em 2007 ainda somente com a equipe de apoio da SEA-Rio de Janeiro Depois, em 2008 a equipe PROVE assina convenio com o ITCP/COPPE/UFRJ e iniciou articulação com cooperativas situadas na região metropolitana do Rio de Janeiro, que estavam reunidas pela FEBRACON. Representantes dessa rede assumiram a responsabilidade da gestão interna do programa através de um Conselho Gestor, formado por um representante de cada cooperativa junto com representantes da SEA-RJ e do ITCP/COPPE/UFRJ, que inicialmente, ficou responsável pela formalização, formação e treinamento dos catadores das cooperativas, a exemplo da introdução na autogestão.

Segundo Mamari & Mosqueira (2012), as 15 cooperativas que passaram a integrar o PROVE via convênios já haviam se articulado através da FEBRACON a partir de 2007.

A partir de 2009, o programa já havia conseguido abranger 33 cooperativas e grupos em formação, a maioria sediados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Os autores (*ibid*, 2012) comentam que o número de participantes do PROVE variava dependendo da maior ou menor participação na venda conjunta.

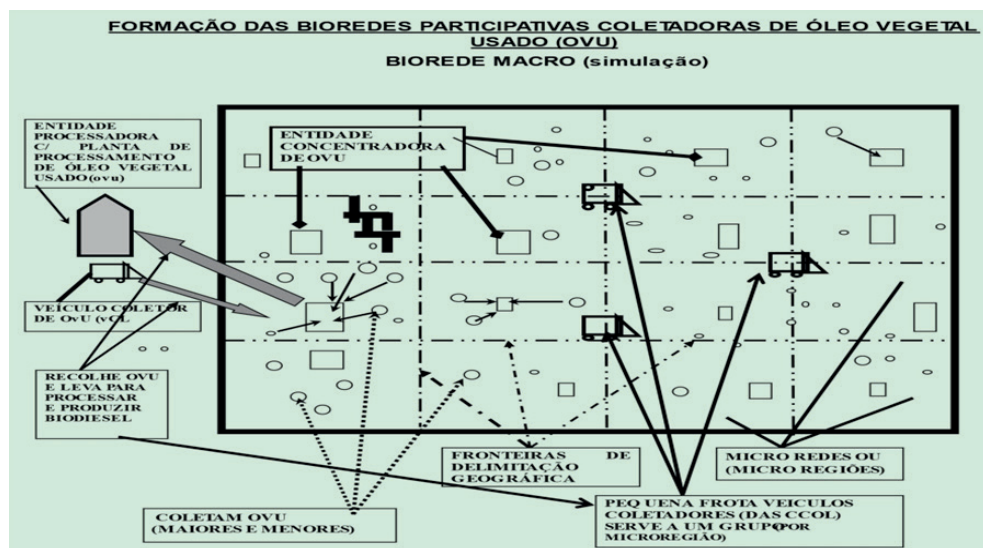
Atualmente o PROVE foi atualizado pelo decreto estadual No 9.408, de 20.09.2021, em que o governo do Estado do Rio de Janeiro buscou criar e ampliar mais instrumentos de alcance para promover projetos socioambientais no território fluminense. Com a atualização da lei, o governo do Estado poderá ampliar a oferta de suporte técnico e os respectivos apoios estratégicos para o aprimoramento da atividade econômica de reciclagem dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs). (ALERJ, 2023)

4.1.3 O Projeto BIOREDES

Em maio de 2007, o projeto BIOREDES iniciou sua fase de implantação experimental junto a cooperativas, micro e pequenos empreendedores, enquanto a SEA-RJ ainda estava com iniciativas dispersas e pontuais que foram estruturadas formalmente a partir de abril de 2008, quando foi promulgado o decreto do PROVE. Em 2023, microempreendedores estão usando esta modelagem metodológica, na capital e região Metropolitana do Rio de Janeiro (REMetRJ). O Projeto BIOREDES é descrito por Gaudard (2010) como um “conjunto de processos estruturais e metodológicos que se propõem a viabilizar a formação sustentável de redes de coleta seletiva e logística reversa interconectadas local e regionalmente, voltadas para a reciclagem e revenda de óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs). O processo esquemático de logística regional/Local está descrito na **Figura 2**

Conforme a **Figura 2**, foi contextualizada e sistematizada uma metodologia de beneficiamento dos OGVRs de forma a facilitar a iniciativa dos empreendedores e melhorar a qualidade final dos OGVRs coletados que contem muita água (15-30%), resíduos de todo tipo (5-15%) e considerável teor de acidez (3-10%), em media, segundo informado por CATAFORTE (2009).

Figura 2 - Metodologia de formação local da Rede sociotécnica de LR e reciclagem de OGVRs



Fonte: 1ª autora (2007)

Com sua concentração e reciclagem reversa se torna um excelente insumo na posterior fabricação de biodiesel e outros fins biosustentáveis. (GAUDARD, 2010) Assim que começou a se estruturar em maio de 2007, e desde então, as equipes das cooperativas e microempreendedores tem recebido treinamento e aulas de autogestão de especialistas. Foi nessa ocasião que a primeira autora começou a atuar simultaneamente nos segmentos de reciclagem, coleta seletiva e aproveitamento de óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs).

5. RESULTADOS

Os resultados esperados seguem os principais eixos norteadores desta pesquisa., que se apoiam em quatro pontos principais:

- (1) Existência de poucos estudos e pesquisas abordando os métodos e processos de implantação de uma rede de coleta e estudos deste mercado, que possam contribuir para a formulação de estratégias de estruturação sustentável destes projetos;
- (2) Analisar as condições de parceria entre o público e do privado, onde o estado se aproxima da sociedade através de programas de fomento socioambiental tais como o PROVE (Programa de Reaproveitamento de Óleos Vegetais usados);
- (3) A aceitação do mercado dos produtos agregados potencialmente produzidos com base na matéria prima . Se pretende contribuir para:
 - (a) Identificar a viabilização da gestão operacional e da estruturação da rede de coleta de coletadores urbanos, que trabalhavam de forma dispersa, descontextualizada e não formal na coleta e reciclagem reversa dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs);
 - (b) A customização e posterior replicação de projetos de empreendedorismo e do desenvolvimento local em comunidades em Caxias e no entorno do Complexo do IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais através de parcerias público-privadas tais como o Programa PROVE;
 - (c) potencializar circuitos de comunicação entre os diversos atores sociais, buscando a promover a participação em fóruns, o desenvolvimento de projetos complementares e participação em programas tais como o PROVE (Programa de Aproveitamento de Óleos vegetais), desenvolvido pela SEA-RJ e projetos como o BIOREDES, que começou em 2007 e se estruturou como metodologia em 2008;
 - (d) Promover convênios com entidades de fomento ligadas aos Governos do Município e do Estado do Rio de Janeiro, visando uma efetiva inclusão socioeconômica dos empreendedores locais cujas atividades produtivas poderão ser regulamentadas e garantir emprego e renda locais;
 - (e) Buscar novas tecnologias, métodos e ou processos que visem agregar valor nos materiais recicláveis (cadeia produtiva);

- (f) Aumentar a produção de energia limpa, indo ao encontro das necessidades de redução da emissão de CO₂ na atmosfera. Diversos novos empreendedores de micro e médio porte vem se formando para coletar e vender para as coletadoras e concentradoras.

As concentradoras foram surgindo com pequeno porte e depois, foram crescendo, já a partir 2007. Quando o PROVE foi introduzido, algumas conexões das BIOREDES contribuíram para agregar novos empreendedores em vários pontos do município do Rio de Janeiro, Caxias e alguns municípios circunvizinhos. Segundo Benassuly (2015), já estão atuando em Campos, Angra dos Reis, norte fluminense, sul de Minas Gerais. No norte de São Paulo mais de 200 pessoas, autônomos, trabalham diretamente vendendo OGVRs para local e regionalmente. Aproximadamente 600 pessoas têm sido beneficiadas pela cadeia indireta de fornecedores e prestadores de serviços, a exemplo de recicladores de PET, transportadores e armazenadores, dentre outros. No ano de 2010, a coordenação do PROVE informou ter contabilizado a coleta e processamento de cinco milhões de litros de OGVRs recolhidos pelas 40 cooperativas filiadas ao programa e sediadas em vários municípios ao longo do Estado do Rio de Janeiro.

5.1. Pontos a melhorar

Quanto aos pontos que tem de ser melhorados, atualmente, a cadeia produtiva dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) possui considerável maturidade, mas ainda são identificadas diversas falhas, lacunas, problemas estruturais e desafios. Observa-se que ao longo de 2020, com o advento da COVID19, houve acentuada queda dos preços dos recicláveis. Entre 2020 e 2021, houve diversos aumentos dos combustíveis, quase inviabilizando a coleta por causa dos altos custos. Além disso, os coletadores parceiros tem reclamado da falta de organização na divisão das áreas de coleta nas áreas de planejamento e região metropolitana acirrando a competição pelos mercados regionais e locais. Alguns empreendedores informaram que foram abordados e até ameaçados, ora por representantes do tráfico, ora por integrante das milícias; ambos interessados nos lucros de revenda dos OGVRs. Há também o problema de segurança dos motoristas e ou, ajudantes, que tem sofrido assaltos em áreas de baixa renda.

A mais antiga e unânime reivindicação de todos os envolvidos nesta cadeia produtiva dos recicláveis, onde os OGVRs estão inseridos é o peso dos impostos na hora de revender após o coletador passar por todo o processo de beneficiamento dos insumos, que não é barato, saindo a quase 30% do valor de revenda (PROVE, 2008). Segundo o relatório 2022, do Biodiesel, o percentual de tributos que já foram recolhidos na cadeia da produção, caracterizando bitributação. O Estado do Rio de Janeiro cobra o maior Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do Brasil, ou 18% PIS, somados a uma alíquota de 2% do imposto para a pobreza, acrescidos por outros, tais como PIS/

COFINS. Somando todas as alíquotas, a carga de impostos já cobrados supera os 22,93%, onerando pesadamente todos os recicláveis, incluindo os óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) (SEA-RJ, PROVE, 2023), BIODIESEL (2022).

Benassuly (2015), relata que, a partir de 2011 surgiram expressivos problemas estruturais na rede. A administração da Usina de Manguinhos, principal compradora de mais de 98% do volume de OGVRs coletado no Rio e região Metropolitana, passou a ter diversos problemas de ordem fiscal, estrutural e econômica, comprometendo a continuidade da operação. Mesmo tendo sido estratégica para o fortalecimento da cadeia produtiva dos OGVRs, Manguinhos passou a ter diversas interrupções de produção, obrigando os empreendedores a buscar outras usinas em locais mais distantes, onerando a cadeia como um todo e comprometendo sua continuidade.

5.2 Pontos Positivos

Como pontos positivos, se destaca que em 2005 o Supremo Tribunal Federal reduziu parte dessa pesada carga tributária com a Lei do Bem, No 11.196/2005, que concedeu benefícios fiscais a empresas que realizem aporte em projetos de objetivando uma inovação tecnológica. Esses incentivos permitirão que as empresa com declaração de lucro real possam reduzir custos expressivos com o benefício de menor alíquota de Imposto de Renda e na Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (SEA-RJ, PROVE/2023).

Outros pontos positivos a serem ressaltados, as campanhas por parte da equipe do BIOREDES, incluindo a 1ª autora, que visitou versas escolas, condomínios e órgãos publicos para mostrar a importância estratégica da população, que é imprescindível para o fortalecimento da coleta seletiva, Logística Reversa e a Reciclagem, pois sem a população colaborando, estas etapas se tornam quase inviáveis. Estas campanhas, também implementadas pela equipe do PROVE, com os parceiros e ajudados pelas mídias, trouxeram mais conscientização e consequente envolvimento na mobilização da sociedade, que se constitui como principal fonte geradora destes OGVRs. Afinal, após o beneficiamento por parte dos atores da rede, também pode se tornar a beneficiária indireta de um projeto de desenvolvimento local, voltando a consumir os subprodutos como sabão, cosméticos e biodiesel, fortalecendo o conceito de economia circular.

Gaudard (2010), reforça que, com a perspectiva de tantos incrementos na demanda por biodiesel, haverá cenários propícios à formação de novas redes sociotécnicas de coleta e reciclagem de (OGVRs) e até de outros recicláveis, a exemplo da PET e outros. Outrossim, a formação das redes fomentadas pelo PROVE e projetos como o Bioredes, provaram que pode ser uma atividade autossustentável ideal para aplicação para micro e pequenos empreendedores, cooperativas, autônomos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa procurou reforçar a necessidade de se produzir mais programas de coleta seletiva e reciclagem a exemplo do PROVE como um eficaz processo de reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs). Estes resíduos são extremamente poluidores, a exemplo dos óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs). Destaca-se os seguintes resultados oriundos dos programas estabelecidos a partir de 2007, com o PROVE e o Projeto BIOREDES

Muitas iniciativas de empreendedorismo socioambiental a partir de projetos como o BIOREDES e fomento a diversas cooperativas de catadores conveniadas pode ser possível tornar estes OGVRs um dos principais insumos na produção de diversas matérias primas tais como o biodiesel, trazendo uma dimensão de eficiência energética por ser uma fonte de energia barata e abundante. Os óleos e gorduras vegetais residuais (OGVRs) passarão a ser um dos resíduos cada vez mais valorizados como matéria prima. pois, conforme informado pelo site especializado biodiesel (2022), o governo federal sinaliza uma crescente demanda por bicombustíveis já a partir do ano de 2023. Neste ano, o governo federal já aumentou a composição do teor obrigatório de biodiesel no diesel fóssil (b12) na proporção dos atuais 10%, para 12%. A partir de 2024, prevê aumentar o blend para 15%. Desta forma haverá incremento da demanda por OGVRs.

Se prevê expressiva melhora nas condições de preços, o que pode resultar em aumento de renda para os micro e pequenos empreendedores envolvidos na cadeia produtiva. Parcerias com as cooperativas de coletadores poderá gerar mais investimentos na implantação de uma rede de coleta mais robusta e sustentável, incorporar novos conceitos de educação ambiental e consciência ecológica, cidadania, empreendedorismo, fortalecer a economia pequenos e médios municípios. Os catadores poderão adquirir mais autoestima e progredir socialmente com base nas demandas dos arranjos desta cadeia produtiva.

A coleta seletiva de resíduos potencialmente recicláveis e o trabalho dos coletadores urbanos, na medida em que estes se organizam em micro e pequenos empreendimentos, pode-se propiciar o surgimento de um novo e inovador contexto sobre a construção de um processo de sustentabilidade, com base em autogestão, empreendedorismo e de inclusão social e ambiental.

REFERENCIAS

ABRELPE-Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama 2020**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20.09. 2023

ALERJ. Decretos: No 41.245, de 02 de abril de 2008. e No 9.408, de 20.09.2021. **Dispõe sobre a criação do PROVE-programa de reaproveitamento de em óleos vegetais estado rio de janeiro.** Disponível em <https://www.alerj.rj.gov.br/visualizar/noticia/51473?aspxautodetectcookiesupport=1>. acesso em: 19.03.2023

BENASSULY, M^a Santos. **Política pública para produção de biodiesel a partir da coleta seletiva do óleo residual de fritura: estudo de caso do Programa de reaproveitamento do óleo comestível do estado do rio de janeiro.** Sustainable Business International Journal, n. 54, 2015.

BIODIESEL. (2022). **Programa de Governo.** Disponível em <https://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/politica/governo-confirma-volta-do-b12>. Acesso em: 10.03.2023

BRASIL. IBGE. **Censo 2022.** Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>. Acesso em: 08.2023

CATAFORTE. Centro de Estudos e Apoio ao Desenvolvimento, Emprego e Cidadania (CEADEC) - Projeto CATAFORTE. 2009. Disponível em: <http://www.ceadec.org.br/projetos/cataforte-III--negocios-sustentaveis-em-redes-solidarias/apresentacao>. Acesso em: 20.09.2023

FACHIN, O. – **Fundamentos de Metodologia.** Edição nº 5 – São Paulo: Editora Saraiva pag. 45 e 46, 2005.

GAUDARD, D de M. A **Sustentabilidade dos Pequenos Projetos.** Disponível em: <[http://](http://carbonoflorestal.blogspot.com/) [http://](http://carbonoflorestal.blogspot.com/) Acesso em: 04. 2023.

MAMARI, Fernando G C de, MOSQUEIRA, Filipe da C. **Redes de Cooperação: Um estudo de caso sobre o Programa de reaproveitamento do Óleo Vegetal do Estado do Rio de Janeiro – PROVE.** Eficácia e eficiência da empresa, inovação e experiências na integração cooperativa. ITCP-RJ - 201

LARANJEIRA, C.M.; BERMEJO, S.; RIBEIRO, M.F.; HENRIQUES, M. (2012). Óleos alimentares: caracterização físico-química para identificação de indicadores de degradação da qualidade

METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA DETERMINAÇÃO DOS POTENCIAIS IMPACTOS DOS RESÍDUOS DESCARTADOS INADEQUADAMENTE NO LITORAL

Data de aceite: 02/12/2023

David Barreto De Aguiar

Rachel de Mello Souza Aguiar

RESUMO: O despejo de resíduos nos mares e praias têm sido motivo de grandes preocupações à governança global. As ações de limpeza de praias em todo o mundo têm servido como um modo de conscientização das pessoas para este problema. O presente estudo tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica que dimensione os benefícios dos impactos ambientais mitigados pelas ações de limpeza do litoral. A metodologia consistiu em calcular os principais impactos de Ponto Médio e Final através da Avaliação de Ciclo de Vida dos resíduos sólidos coletados. Os resultados apontam que a Depleção Fóssil (Ponto Médio) e Ecossistemas (Ponto Final) foram as categorias de impacto mais significativas. Concluiu-se que a metodologia pode ser muito útil para demonstrar os benefícios da mitigação das ações de limpeza do litoral e como ferramenta educacional para conscientização da população.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos; Avaliação de Ciclo de Vida; Impactos.

ABSTRACT: The inadequate disposal of waste in the seas and beaches has been a cause for great concern for global governance. Beach cleaning actions around the world have served as a way to raise awareness of this problem. The present study aims to present a methodological proposal that measures the benefits of environmental impacts mitigated by coastal cleaning actions. The methodology consisted in calculating the main Midpoint and Endpoint impacts through the Life Cycle Assessment of those solid waste. The results indicate that Fossil Depletion (Medium Point) and Ecosystems (End Point) were the most significant impact categories. It was concluded that the methodology can be very useful to demonstrate the benefits of mitigations carried out by coastal cleaning actions, as well as an educational tool to raise awareness among the population.

KEYWORDS: Solid waste; Life Cycle Assessment; Impacts.

1. INTRODUÇÃO

A questão do gerenciamento dos resíduos plásticos e da poluição ambiental atingiu o topo da agenda política global (NEVES et al, 2022). O despejo desses resíduos nos mares e praias tem sido motivo de grandes preocupações.

Em todo o mundo, ativistas e organizações ambientais têm se mobilizado para promover mutirões de limpeza dos litorais visando a conscientização e o despertar para ações mais sustentáveis.

Porém, ao fim de cada mutirão, os resultados muitas das vezes são apresentados utilizando apresentando os tipos e as quantidade dos resíduos que foram coletados, portanto, sem uma análise ambiental mais profunda dos potenciais impactos, ou, na melhor das hipóteses, como estatísticas de trabalhos científicos que nem sempre contam com uma divulgação científica adequada.

Segundo Feord, 2020 o envolvimento público desenvolve uma ciência cidadã que participa do processo através da observação, coleta e análise de dados.

O entendimento dos efeitos positivos destas ações de limpeza quanto à mitigação dos impactos poderá potencializar ainda mais a conscientização e a mobilização e da população para adoção de práticas mais adequadas à proteção do litoral quanto ao descarte inadequado dos resíduos.

2. OBJETIVO

- Apresentar uma proposta metodológica que dimensione os benefícios dos impactos ambientais mitigados pelas ações de limpeza do litoral.

3. METODOLOGIA

O método consistiu, primeiramente, na pesagem individual dos resíduos coletados no litoral em balança de precisão em laboratório para os resíduos menores, adotando também outros tipos de balança ou estimativa, baseada em pesquisa, para pesagem dos resíduos mais volumosos.

Para exemplificar o método foram utilizados, os resultados de uma das limpezas realizadas em uma praia de Arraial do Cabo, situada no litoral do Estado do Rio de Janeiro.

A seguir são identificadas através de pesquisas, as substâncias predominantes que compõem esses materiais, a saber: plásticos diversos, madeira, metais, vidros e outras substâncias.

Os dados de pesagem dos resíduos foram lançados em uma planilha no programa Excel.

A seguir foi empregada a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) com vistas ao conhecimento dos potenciais impactos ambientais. Esse estudo de ACV foi dividida em quatro etapas, conforme a sua normatização pelas NBR ISO 14.040 e 14.044: a) Definição de Objetivo e Escopo (DOE), b) Inventário do Ciclo de Vida (ICV), c) Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) e d) Interpretação (ABNT, 2009).

3.1. Definição de Objetivo e Escopo (DOE):

O objetivo da AVC foi determinar os potenciais impactos ambientais do descarte indevido dos resíduos no ambiente costeiro. Sendo assim a abordagem escolhida foi a “do portão ao túmulo”, ou seja, considerando apenas os impactos referentes a parte do descarte inadequado.

A unidade funcional (UF) adotada foi a de 112kg de resíduos, equivalente ao total da referida coleta.

O método para calcular os impactos de ponto médio e final foi a tabela ReCiPe 2016 (HUIJBREGTS *et al.*, 2016). Este método possui fatores de caracterização para as substâncias com pesos diferenciados para cada categoria de impacto.

3.2. Inventário de Ciclo de Vida (ICV):

O ICV foi composto pelos fluxos de entradas e saídas do sistema a partir da UF onde todas as substâncias que compõem cada resíduo coletado foram consideradas.

3.3. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV)

Os fluxos do ICV foram submetidos utilizados para caracterização e à normalização dos impactos ambientais de Ponto Médio a partir dos fatores de caracterização de cada categoria de impacto ambiental contidos na tabela ReCiPe. Ao todo, a tabela ReCiPe trabalha com dezoito categorias de impacto.

A seguir os resultados dos impactos de ponto médio foram submetidos ao agrupamento em três categorias de impactos de Ponto Final: Saúde Humana, Ecossistemas e Recursos Abióticos (Figura 1). Os resultados da AICV são apresentados em percentual.

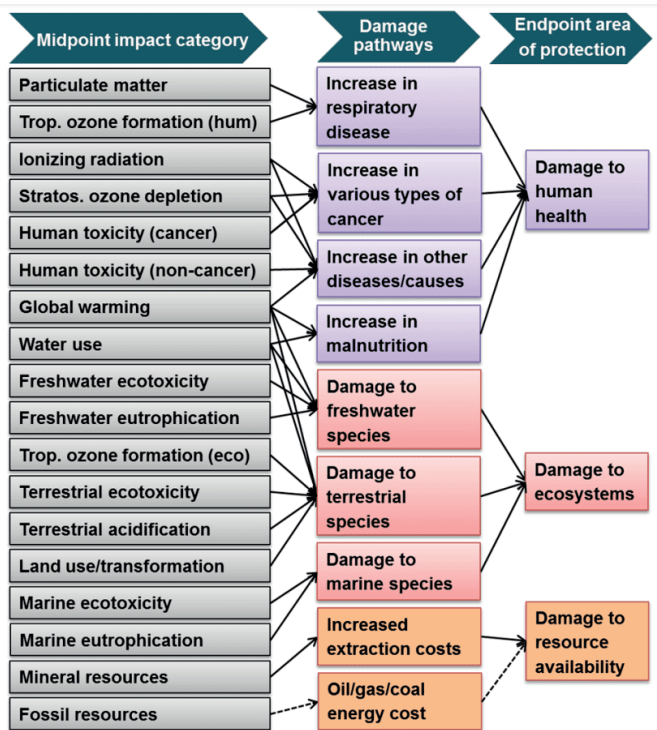


Figura 1: Relação entre os impactos de ponto médio e final

Fonte: (HUIJBREGTS *et al.*, 2016)

4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados da coleta de resíduos, das substâncias predominantes e suas quantidades e o valor no fluxo do ICV.

Tabela 1: Fluxos das substâncias no ICV

Resíduo	Substância predominante	Quantidade (g)	ICV (g)
Caixa de cigarro	Celulose	75	6,69E-04
Papéis diversos		14200	1,27E-01
Tampa de plástico	Polipropileno	247	2,20E-03
Pente		50	4,46E-04
Isqueiro		46	4,11E-04
Talheres de plástico		490	4,37E-03
Tampinha de metal	Alumínio	38	3,39E-04
Lata		536	4,78E-03
Metais diversos		1000	8,92E-03
Anel de lata		740	6,60E-03
Papel alumínio		15	1,34E-04
Palito de picolé	Madeira	43	3,84E-04
Madeiras diversas		2000	1,78E-02
Palito de churrasco		28	2,50E-04
Garrafas de vidro	Vidro/silica	55.200	4,93E-01
Garrafas de plástico	Polietileno	3552	3,17E-02
Hastes	Polietileno de baixa densidade	1125	1,00E-02
Isopor	Poliestireno	760	6,78E-03
Copos plásticos		540	4,82E-03
Canudos		350	3,12E-03
Cano	Policloreto de vinil	3000	2,68E-02
Corda sintética	poliacrilonitrila	3900	3,48E-02
Chinelo	Látex	1080	9,64E-03
Borrachas diversas		180	1,61E-03
Pneu		20.000	1,78E-01
Máscaras cirúrgicas	Algodão	51	4,55E-04
Panos		300	2,68E-03
Redes		500	4,46E-03
Plástico rígido	Policarbonato	2000	1,78E-02
Total		112046	

Após submissão dos fluxos aos fatores de caracterização e a normalização dos impactos de Ponto Médio, os resultados obtidos são descritos no gráfico 1:

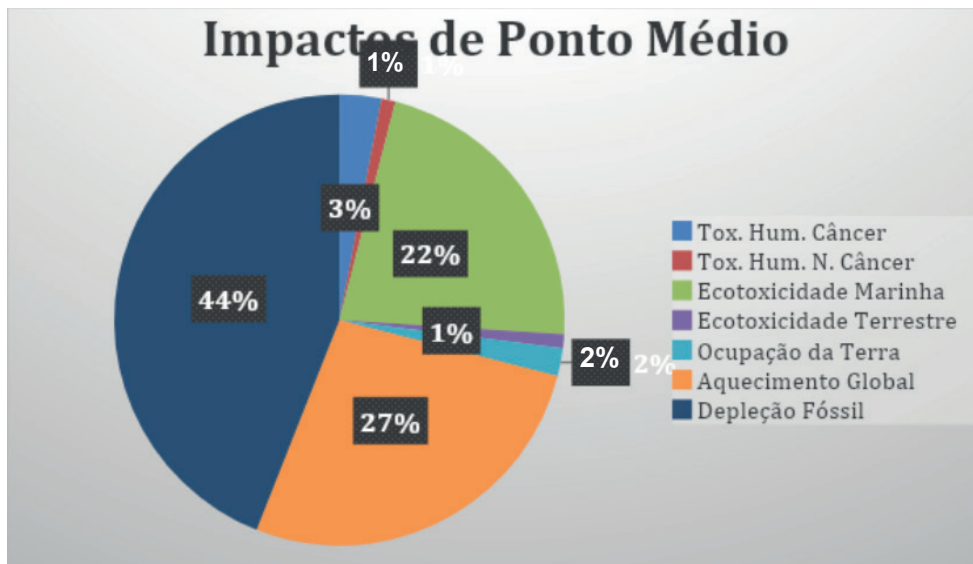


Gráfico 1: principais impactos de Ponto Médio

Foi possível observar que a análise revelou três potenciais impactos mais significativos: a Depleção de Fósseis, o Aquecimento Global e Ecotoxicidade Marinha.

Como grande parte dos resíduos coletados no litoral são plásticos, os mesmos são oriundos de matéria-prima fóssil. Cabe lembrar que este significativo impacto alerta para o esgotamento das jazidas desse recurso natural que é considerado não renovável, recolocando na natureza fontes de carbono que haviam sido depositadas geologicamente nas bacias sedimentares há milhões de anos (MARQUES et al, 2018).

Quanto à categoria Aquecimento Global, cabe destacar que o mesmo é promovido pelas emissões gases do Efeito Estufa, provavelmente emitidos em diversas etapas do ciclo de vida desses produtos, considerando os processos de transformação energética, transporte desses produtos, contribuindo assim para as mudanças climáticas do planeta (POSSIDÔNIO & PACHECO, 2023) (MANZINI & VEZZOLI, 2016).

Quanto à Ecotoxicidade da Água, cabe ressaltar os prejuízos à biota ocasionados pela degradação dos plásticos ao longo do tempo que ficam ao sabor das correntes e também e no solo que são incorporados aos tecidos dos organismos, ocasionando prejuízos à saúde animal e aos demais organismos da cadeia trófica, na qual o ser humano participa, a exemplo dos microplásticos encontrados em filtradores constatados por Ribeiro et al, 2023.

Após o agrupamento das categorias de Ponto Médio em Ponto Final, os resultados obtidos são apresentados no grupo 2.

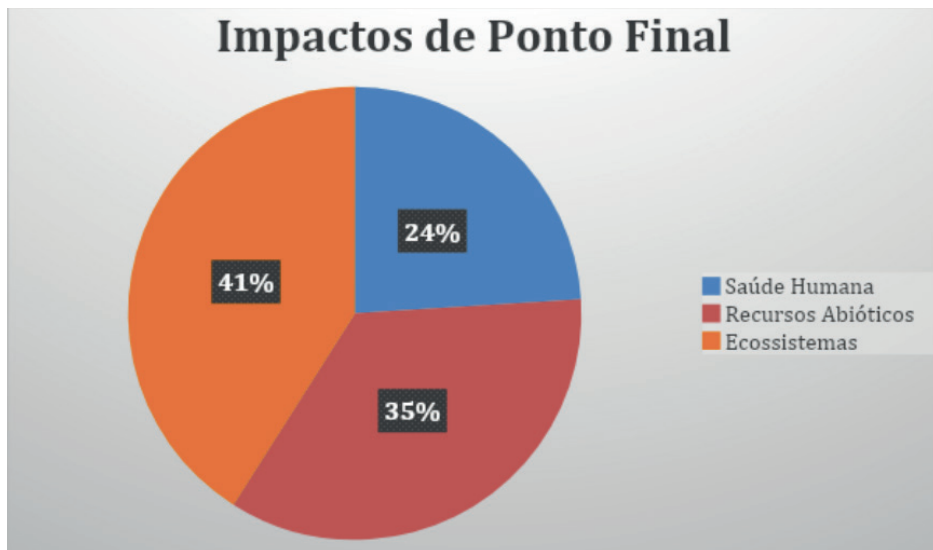


Gráfico 2: resultados dos impactos de ponto final

O gráfico 2 mostra que o impacto mais significativo da amostra coletada foi sobre os recursos naturais que traz a contribuição da depleção das fontes de matéria prima fóssil, cuja fonte principal é o petróleo utilizado na fabricação de plásticos.

Nota-se também que os impactos aos ecossistemas e à saúde humana também são bastante significativos. No caso dos ecossistemas, destacam-se os ecossistemas costeiros que recebem esse descarte inadequado afetando a biota e a qualidade da água. A saúde humana será atingida também, mas em longo prazo, devido a incorporação dos plásticos nas cadeias tróficas cujo homem faz parte e também pela toxicidade trazida pelas diversas substâncias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia proposta utilizando a ACV mostrou-se como muito útil para determinação dos impactos ocasionados pelos descartes inadequados de resíduos no litoral, demonstrando a importância de mitigá-los através de ações de limpeza do litoral, seja pela governança ou por ações voluntárias.

A proposta também serve como forte ferramenta educacional para sensibilização e que traz grande contribuição para a discussão sobre a incorreta destinação de resíduos e a sua contribuição para o agravamento dos efeitos nocivos nos ecossistemas e também na saúde humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2009). NBR ISO 14044:2009 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro. 46 pp.

FEORD, H. (2020). ECSA's characteristics of citizen science. ECSA, 1-6. https://1-eu--citizen-science.translate.google.com/blog/2020/04/30/characteristics-of-citizen-science/?_x_tr_enc=1&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sc

HUIJBREGTS, M.A.J. *et al.*, (2016). ReCiPe 2016, V.1.1: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization. The Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0104.pdf>

MANZINI, E., VELLOZI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1ª Ed. 4. Reimp. São Paulo: Edusp, 2016.

MARQUES, P., KABAIO, J. GARCIA, R. FREIRE, F. Avaliação ambiental de ciclo de vida dos principais sistemas de geração de eletricidade em Portugal R. Latino-amer. em Aval. do Ciclo de Vida, Brasília, Edição Especial, n. 2, p. 110-127, 2018

NEVES, C.V., PIERRI, B.S. FONSECA, E.M. (2022). Os desafios dos usos ambientalmente sustentável de plásticos: uma breve reflexão. Revista S&G 17,1. <http://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1796>

POSSIDÔNIO, S. D. S., PACHECO, C. S. G. R. A Gestão de Resíduos e as Mudanças Climáticas: uma Revisão da Literatura. Mudanças Climáticas e seus Impactos Socioambientais concepções, fundamentos, teorias e práticas mitigadoras - ISBN 978-65-5360-384-4 - Vol. 1 - Ano 2023.

RIBEIRO, V.V., NOBRE, C. R. MORENO, B.B, SEMENSATTO D., SANZ-LAZARO, C. MOREIRA, L.C., CASTRO I.B. Oysters and mussels as equivalent sentinels of microplastics and natural particles in coastal environments Science of The Total Environment Volume 874, 20 May 2023, 162468

O COPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS EM INDÚSTRIAS DE USO INTENSIVO DE ENERGIA

Data de aceite: 02/12/2023

Dilma dos Santos Lacerda

Fernando Altino Medeiros Rodrigues

Marcelo Augusto Vieira de Souza

Zilacleide da Silva Barros Sousa

RESUMO: Um dos principais desafios para que se alcance o desenvolvimento sustentável passa pela redução dos atuais níveis de consumo de recursos: materiais e energia, além de um melhor gerenciamento dos resíduos.

No intuito de melhor visualizar e acompanhar essa busca pela sustentabilidade, têm sido criados indicadores – tal como a pegada ecológica – que visa balizar o impacto das populações ao meio ambiente, principalmente tomando por base o consumo de recursos e a geração de resíduos.

As Indústrias de uso Intensivo de Energia (IIEs), especificamente no Brasil, a indústria cimenteira, têm um papel ambiental interessante, haja vista a sua capacidade de coprocessar resíduos substituindo matérias-primas e combustíveis fósseis.

O coprocessamento de resíduos industriais

está alinhado com os objetivos da ecologia industrial, otimiza o uso de recursos naturais, fecha o ciclo de materiais, minimiza a poluição ou emissões fugitivas, reduz a poluição causada pela disposição inadequada dos resíduos em aterro sem reaproveitamento da energia.

Em outras palavras, boas práticas em gerenciamento de resíduos que favoreçam, em paralelo, a necessária redução na geração e o aproveitamento do conteúdo de massa e energia dos resíduos irão contribuir para que sejam alcançados melhores padrões ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: SUSTENTABILIDADE; COPROCESSAMENTO; RESÍDUOS; ENERGIA.

ABSTRACT: One of the main challenges in achieving sustainable development involves reducing current levels of resource consumption: materials and energy, in addition to better waste management.

In order to better visualize and monitor this search for sustainability, indicators have been created – such as the ecological footprint – which aim to measure the impact of populations on the environment, mainly based on the consumption of resources and the generation of waste.

Energy Intensive Industries (IIEs), specifically in Brazil, the cement industry, have an interesting environmental role, given their ability to co-process waste by replacing raw materials and fossil fuels.

The co-processing of industrial waste is aligned with the objectives of industrial ecology, optimizes the use of natural resources, closes the material cycle, minimizes pollution or fugitive emissions, reduces pollution caused by the inadequate disposal of waste in landfill without reusing energy.

In other words, good practices in waste management that favor, in parallel, the necessary reduction in the generation and use of the mass and energy content of waste will contribute to achieving better environmental standards.

KEYWORDS: SUSTAINABILITY; COPROCESSING; WASTE; ENERGY.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais do planeta (matéria-prima e energia) têm sido por nós utilizados em patamares insustentáveis. As próximas gerações não terão como consumir recursos e descartar resíduos nos níveis que praticamos nos dias atuais. As taxas de consumo terão o seu crescimento restringido por limitações de recursos - dificuldades crescentes em atender às demandas por recursos materiais e energéticos. O uso dos recursos também será negativamente influenciado pela limitada capacidade do ambiente em assimilar os resíduos gerados - incluindo os produtos pós-uso - denominadas limitações de assimilação.

A Pegada Ecológica é uma expressão que vem sendo cada vez mais utilizada. Trata-se de uma ferramenta que pretende ajudar a estimar qual seria a área superficial requerida para uma dada população ou organização suprir as suas necessidades por recursos, além de ser capaz de assimilar os resíduos gerados. A capacidade de assimilação do nosso planeta é finita. A Pegada Ecológica da população mundial - com uma influência importante das nações mais industrializadas e prósperas - já excede a capacidade de assimilação existente e ainda apresenta uma tendência de crescimento alarmante. Em resumo, o nosso planeta não pode mais suportar esses níveis de consumo de recursos e de geração de resíduos.

Uma boa parte dos resíduos dispostos em aterros tem um enorme potencial em termos de reciclagem ou de aproveitamento do conteúdo energético. O acúmulo de resíduo sólido, chamado de fontes antrópicas, são reservatórios que só têm aumentado e tornam inservíveis recursos valiosos. Para a obtenção de certos materiais (como o aço e o cobre), fundamentais para a nossa infraestrutura, espera-se uma importância cada vez maior das fontes antrópicas em relação às fontes naturais. A extração urbana - exploração dos recursos das fontes antrópicas - será cada vez mais relevante e trará, como consequência, uma nova cultura de gerenciamento de recursos. Isso propiciará uma oportunidade para reavaliarmos os problemas que enfrentaremos com a disposição dos resíduos e com a questão do esgotamento dos recursos naturais. As indústrias devem ter uma postura proativa para colocar essas questões em pauta, em especial aquelas relacionadas à

produção de ferro e aço, metais não-ferrosos, produtos químicos, inorgânicos (incluindo o cimento), papel e gráficas. Esses segmentos são usualmente designados de Indústrias de Uso Intensivo de Energia – IIEs. As operações para a geração de calor e de frio estão frequentemente associadas a essas indústrias, que são importantes geradoras de dióxido de carbono e grandes consumidoras de combustíveis fósseis.

A demanda energética do setor industrial corresponde a, aproximadamente, 45% da demanda global de energia. Desse valor, mais da metade é requerida pelas IIEs, isto é, as mesmas utilizam cerca de 27% da energia total disponível.

Em termos mundiais, os resíduos adequados para o coprocessamento têm um potencial energético equivalente a 20% do total energético gerado nas IIEs e nas unidades de geração de calor e frio com combustíveis fósseis. Em 2030, a substituição de combustíveis fósseis por resíduos aumentará de 20% para 30%. Na União Europeia (UE-25), a disponibilidade energética dos resíduos já representa, em nossos dias, aproximadamente 40% da demanda total. A expectativa é que essa participação chegue a 50% em 2030.

Cabe destacar que, na União Europeia, em 2004, menos de 10% do conteúdo energético dos resíduos que não eram reusados ou reciclados estava sendo utilizado nas IIEs e nas unidades de geração de calor e frio.

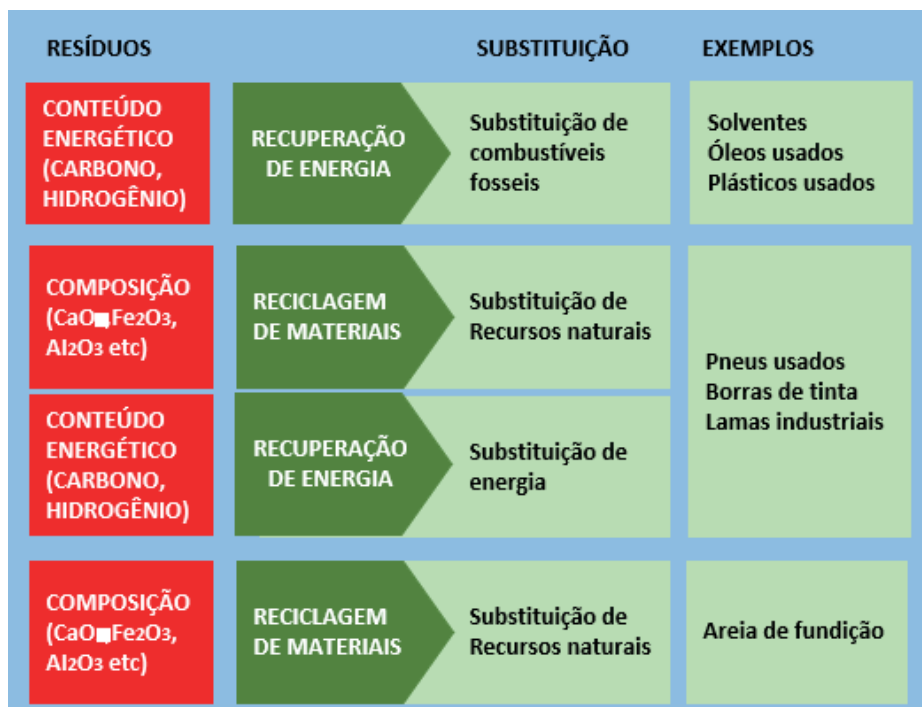
O coprocessamento significa a utilização de resíduos (como o aproveitamento da matéria-prima, energético ou ambos) para minimizar o uso de recursos minerais naturais (reciclagem de materiais) e o consumo de combustíveis fósseis, tais como carvão, petróleo e gás (reciclagem energética) em processos industriais.

Os objetivos da substituição dos recursos naturais e energéticos por resíduos são:

- conservar os recursos naturais (não-renováveis), tanto as matérias-primas como os energéticos;
- reduzir a emissão de gases de efeito estufa com o intuito de contribuir para a diminuição da evolução do aquecimento global e demonstrar um impacto positivo, o que pode ser levado a cabo com a utilização de indicadores, como a Pegada Ecológica;
- minimizar os impactos ambientais da extração, do transporte e do processamento dos insumos básicos;
- amenizar a dependência por recursos primários;
- preservar os aterros sanitários e limitar a poluição causada pela disposição inadequada dos resíduos.

A Figura 1 - Tipos de Coprocessamento – ilustra as diferentes finalidades adotadas para a destinação, principalmente dos resíduos industriais.

Figura 1 - Tipos de Coprocessamento.



Fonte: O autor, 2023.

O coprocessamento está perfeitamente alinhado com a concepção e com os objetivos da Ecologia Industrial e é um elemento-chave para a busca pela sustentabilidade.

O coprocessamento está perfeitamente alinhado com a concepção e com os objetivos da Ecologia Industrial e é um elemento-chave para a busca da sustentabilidade.

A Ecologia Industrial procura incorporar ao universo das indústrias os aspectos característicos dos ecossistemas biológicos, em termos de fluxos de informação, de matéria-prima e de energia, com o objetivo de promover uma mudança de abordagem e, dessa forma, trilhar o caminho da sustentabilidade.

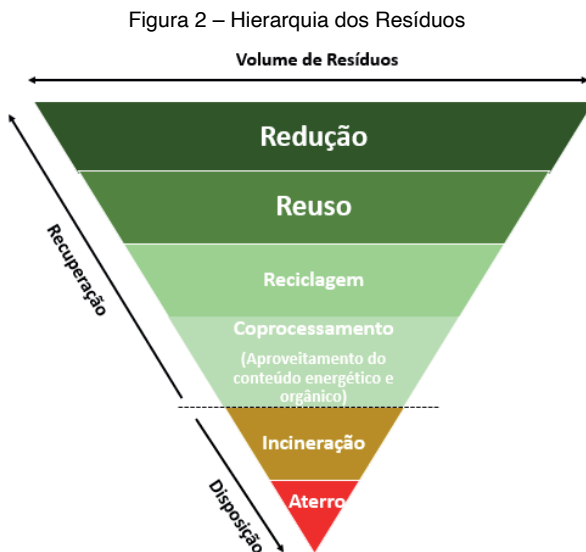
Os objetivos da Ecologia Industrial são:

- otimizar o uso de recursos;
- fechar o ciclo de materiais;
- minimizar a poluição ou as emissões fugitivas;
- introduzir ou modificar atividades de modo que elas não sejam simplesmente focadas na maximização dos fluxos de materiais, mas que também procurem evitar o uso intensivo de recursos;
- eliminar ou reduzir a dependência por fontes de energia não-renováveis.

As diretrizes para o “Coprocessamento de Resíduos na Indústria Cimenteira” constituem um documento produzido em parceria pela Holcim e pela GTZ (um órgão técnico do governo alemão - Gesellschaft für technische Zusammenarbeit) para promover o coprocessamento dos resíduos, contribuindo, assim, para a busca por melhores práticas ambientais, tendo em vista o aproveitamento mássico e energético sempre presente.

Existem grandes oportunidades para substituir matérias-primas por resíduos nas Indústrias de Uso Intensivo de Energia. À guisa de informação, somente na Indústria do Cimento da União Europeia, em 2030, os resíduos poderão substituir 13% do calcário - um dos insumos necessários à fabricação do produto - e, em tese, 100% dos outros materiais.

Diante do exposto, é importante adotar a hierarquia dos resíduos nas etapas de geração e gerenciamento de resíduos – Figura 2: Hierarquia dos Resíduos –, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010 [1,2]. A melhor prática, no topo da hierarquia, destaca a ideia de evitar a geração. Em seguida, surge o reuso. O terceiro nível hierárquico passa pela valorização dos processos de reciclagem. O coprocessamento com aproveitamento mássico e/ou energético ainda se posiciona na seção das alternativas associadas à recuperação. Logo abaixo temos a incineração e os aterros como alternativas de disposição, sem nenhum ou com um limitado potencial de recuperação [3].



Fonte: O autor, 2023.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho visa elucidar a importância do coprocessamento de resíduos sólidos e seu emprego como conteúdo energético em indústrias de uso intensivo de energia, em especial a Indústria Cimenteira.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada é baseada na abordagem, como estudo de caso, do emprego dos resíduos sólidos como conteúdo energético, e suas diretrizes, para o Coprocessamento de Resíduos na Indústria Cimenteira. Indústrias desse ramo, estabelecidas nos municípios de Cantagalo e Nova Friburgo, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, foram visitadas e seus processos de produção estudados, tendo em vista o emprego constante de resíduos sólidos como conteúdo energético em tais processos. Como metodologia, foi analisado, em adendo, quais os tipos de resíduos sólidos eram adquiridos pelas indústrias de cimento da região, procurando compreender quais os critérios adotados nessa seleção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as Indústrias Cimenteiras estabelecidas nos municípios de Cantagalo e Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro, têm-se que, aproximadamente, 60% dos resíduos que podem ser destinados ao coprocessamento têm conteúdo energético proveniente de matéria orgânica (biomassa) e, por conta disso, não há uma contribuição adicional para o efeito estufa, é o dito CO₂ - neutro. Dessa forma, podemos entender que o coprocessamento poderá contribuir significativamente para a redução dos gases de efeito estufa oriundos de combustíveis fósseis, tendo em vista a possibilidade de redirecionar correntes de resíduos industriais que têm sido encaminhadas aos aterros ou que estejam simplesmente sendo queimadas. As Indústrias Cimenteiras em tema, firmam contratos com empresas da área de gerenciamento de resíduos sólidos que realizam a triagem e fornecem, preferencialmente, resíduos provenientes de biomassa.

5. CONCLUSÕES

As Indústrias Cimenteiras monitoradas em nosso estudo utilizam, majoritariamente, resíduos para coprocessamento, com conteúdo energético, provenientes da matéria orgânica (biomassa) e, por conta disso, não há uma contribuição adicional para o efeito estufa, fato bastante relevante e positivo à sociedade.

O uso dos resíduos para substituir matérias-primas em determinados processos de Indústrias de Uso Intensivo de Energia depende, cada vez mais, do conteúdo energético dos resíduos, das suas características e das especificações técnicas requeridas pelas referidas indústrias.

Por conta do crescimento da demanda mundial por cimento, os resíduos poderão suprir 22% da necessidade por matérias-primas no ano de 2030.

O avanço na implementação do coprocessamento trará uma redução no consumo de recursos naturais, além de proporcionar um uso mais racional dos resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL, LEI FEDERAL Nº 12.305 de agosto de 2010: cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

[2] BRASIL, DECRETO FEDERAL Nº 10.936 de janeiro de 2022: regulamenta a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

[3] FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decisão investimentos Rio 2011/2013. Disponível em:

<http://www.firjan.org.br/decisaoport/files/decisaorio2011-2013_pt.pdf>. Acesso em 21 fev. 2012.

O SISTEMA MTR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: FERRAMENTA DE FISCALIZAÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Data de aceite: 02/12/2023

Ingrid Rosa do Espírito Santo

Luiza de Sousa Lomba

Pedro Henrique De Oliveira Silva

Rebekah Bon Oliveira

Ricardo Marcelo da Silva

RESUMO: Em um estado com o porte do Rio de Janeiro, com mais de 16 milhões de habitantes, o bom gerenciamento das toneladas de resíduos gerados diariamente é fundamental a fim de manter o controle da qualidade ambiental. Parte deste gerenciamento envolve o acompanhamento e fiscalização, por parte dos órgãos ambientais, das atividades envolvidas no ciclo destes resíduos. Neste contexto, o Sistema online de Manifesto de Transporte de Resíduos (Sistema MTR) se mostra como uma ferramenta de grande potencial para apoiar a ação desses órgãos, principalmente no que tange ao transporte rodoviário de resíduos. Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a possibilidade de utilização do Sistema MTR, como ferramenta de

fiscalização ambiental, bem como identificar oportunidades de melhorias para o sistema, a fim de otimizar o trabalho de fiscalização dos órgãos ambientais e potencializar os seus resultados. Como pode ser observado, a utilização dos relatórios gerados pelo sistema — principalmente o R15, R28, R29 e o Relatório dos MTRs — é de grande utilidade para o ato fiscalizatório. Entretanto, devido a algumas limitações do sistema, especialmente a sua característica passiva de não emitir alertas de irregularidades e inconformidades aos entes fiscalizadores, o seu pleno potencial não é atingido, tornando o trabalho da fiscalização menos otimizado e culminando em uma perda de receita para o órgão. Torna-se evidente, dessa maneira, que a implementação de melhorias seria de grande utilidade para o órgão, aumentando a eficiência da fiscalização, bem como da qualidade ambiental e, por consequência, trazendo mais receita para o estado.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema MTR; Resíduos; Transporte de resíduos; Fiscalização ambiental.

ABSTRACT: In a state the size of Rio de Janeiro, with more than 16 million inhabitants, a well done management of the tons of waste generated daily is essential in

order to maintain environmental quality control. Part of this management involves monitoring and inspection, by environmental agencies, of the activities involved in the cycle of these wastes. In this context, the online Waste Transport Manifest System (MTR System) shows itself as a tool with great potential to support the action of these agencies, mainly with regard to road transport of waste. Therefore, the present article aims to present the possibility of using the MTR system as an environmental inspection tool, as well as identifying opportunities for improvements to the system, in order to optimize the inspection work of environmental agencies and enhance their results. As can be seen, the use of the reports generated by the system — mainly R15, R28, R29 and the MTR's Report — is very useful for the inspection process. However, due to some limitations in the system, especially its passive characteristic of not issuing alerts of irregularities and non-conformities to supervisory entities, its full potential is not reached, making the inspection work less optimized and culminating in a loss of revenue for the agency. It becomes evident, therefore, that the implementation of improvements would be of great benefit to the agency, increasing the efficiency of inspection, as well as environmental quality and, consequently, bringing more revenue to the state.

KEYWORDS: MTR system; Waste; Waste transport; Environmental inspection.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Rio de Janeiro possui uma população de mais de 16 milhões de pessoas (IBGE, 2022), produzindo toneladas de resíduos todos os dias. Estes resíduos são movimentados diariamente, em geral por meio de transporte rodoviário, de seus locais de geração até a sua destinação final. De acordo com informações extraídas do sistema online de Manifesto de Transporte de Resíduos (Sistema MTR), no ano de 2022, foram movimentadas cerca de 17,8 milhões de toneladas de resíduos no território do estado, uma média de mais de 48 mil toneladas movimentadas por dia.

Tendo em vista que o transporte rodoviário destes resíduos, conforme a Norma Operacional Inea nº 46, é passível de licenciamento ambiental, o Instituto Estadual do Ambiente, órgão ambiental licenciador do estado do Rio de Janeiro, possui cerca de 700 licenças ambientais vigentes durante o ano de 2023, para a atividade de transporte rodoviário de resíduos, sendo cada uma dessas licenças responsáveis por um ou mais veículos. Quando combinada a geração de resíduos no estado, com o número de veículos licenciados, nos deparamos com um fluxo diário de veículos transportando resíduos nas vias fluminenses.

Neste contexto, parte do trabalho do órgão licenciador é realizar o acompanhamento das licenças emitidas, visando identificar se a empresa está operando em conformidade com as suas condicionantes, bem como perante a legislação vigente. Este trabalho, conhecido como pós licença, já é realizado de maneira bem consolidada para diversas atividades licenciadas, como indústrias e aterros, por exemplo. Entretanto, as atividades de transporte rodoviário, diferente de outras, possuem uma peculiaridade: o seu dinamismo. Enquanto uma indústria exerce toda a sua atividade licenciada na área de sua planta

industrial, permitindo assim, que o órgão ambiental realize vistorias periódicas a fim de acompanhá-la, uma atividade de transporte não é exercida em um local fixo. Por isso, realizar o acompanhamento e fiscalização da atividade de transporte por meio da sua base operacional, não é eficaz.

Analisando os aspectos expostos acima, o uso de ferramentas tecnológicas se torna fundamental para viabilizar este trabalho. Dentre essas tecnologias, o Sistema Online de Manifesto de Transporte de Resíduos, conhecido como Sistema MTR, é a principal ferramenta no estado do Rio de Janeiro para auxiliar no acompanhamento e fiscalização.

O sistema é um programa de autocontrole responsável pelo registro das informações e monitoramento da massa de resíduos que são gerados, transportados e destinados no estado do Rio de Janeiro. Esses três atores, são os principais participantes da movimentação de resíduos. Além disso, por sua característica autodeclaratória, o sistema promove um ciclo de confiança e a supervisão mútua dos atores. Com abrangência apenas para transporte terrestre em vias públicas, o sistema online MTR é amparado pela Norma Operacional Inea n° 35 (NOP-INEA 35), a qual estabelece a metodologia do Sistema MTR, de forma a subsidiar o controle dos resíduos sólidos. A dinâmica padrão do ciclo do Manifesto de Transporte de Resíduos pode ser visualizada na **figura 1**.

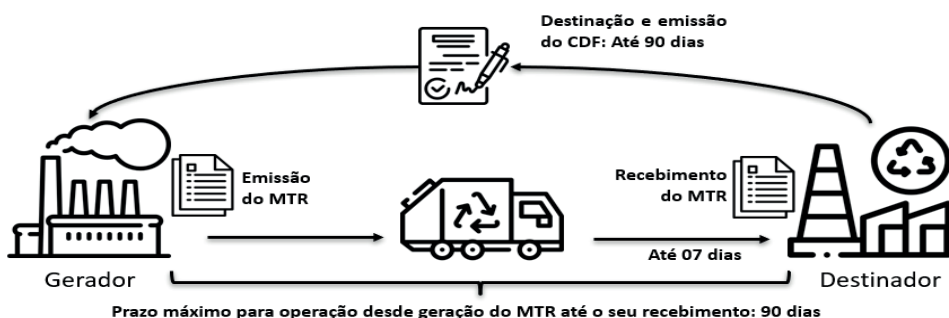


Figura 1. Dinâmica padrão do ciclo do Manifesto de Transporte de Resíduos

Ademais, o sistema permite a fiscalização não somente dos transportadores de resíduos, mas aos geradores e destinadores. Pelas funcionalidades do sistema, é possível monitorar os geradores através do tipo de resíduo que é gerado, bem como os destinadores, através da tecnologia aplicada no tratamento do resíduo e a classe correspondente. Este último, é responsável pela emissão do Certificado de Destinação Final (CDF), documento que atesta o tratamento aplicado aos resíduos recebidos e que deve ser emitido em até 90 dias após o recebimento dos resíduos.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a possibilidade de utilização do Sistema Online de Manifesto de Transporte de Resíduos como ferramenta de fiscalização ambiental. Ademais, também visa identificar oportunidades de melhorias para o sistema, a fim de otimizar o trabalho de fiscalização dos órgãos ambientais e potencializar os seus resultados.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir de um estudo de caso no Sistema MTR de uma empresa localizada na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, a qual possui licença ambiental emitida pelo Inea, bem como cadastro no Sistema MTR com perfil de geradora, transportadora e destinadora de resíduos.

Foi realizada uma análise das ferramentas disponibilizadas pelo sistema em relação à sua aplicabilidade pelos órgãos fiscalizatórios. As ferramentas que apresentaram um maior potencial de uso para fins de acompanhamento de licenças e fiscalização ambiental — por relatarem os aspectos principais das atividades — foram destacadas e analisadas, apresentando casos reais de aplicação destas. Foram selecionados quatro relatórios fornecidos pelo sistema para este estudo, sendo eles listados abaixo. Para gerar estes documentos, é necessário informar ao menos o CNPJ da empresa e, com exceção do relatório R15, o período da pesquisa, definido como sendo 15 meses posteriores ao início da vigência da licença ambiental.

- I. **R15 - Relatório de placas por transportadores:** este relatório confronta as placas cadastradas pela empresa transportadora no sistema com as placas efetivamente utilizadas, identificadas a partir dos manifestos recebidos no sistema. De acordo com o item 6.2.1.1 da NOP-INEA 35, a empresa deve manter atualizado no sistema as placas ou identificações das unidades transportadoras de resíduos licenciadas pelo órgão ambiental competente. Dessa maneira, todas as placas devidamente licenciadas devem estar cadastradas no sistema, sendo essas as únicas que deveriam ser utilizadas para a emissão do manifesto;
- II. **R28 - Curva ABC de resíduos e rejeitos - Transportados:** o relatório R28 reúne todos os resíduos transportados por uma empresa em um determinado período, bem como as suas respectivas quantidades, levantados a partir dos MTR recebidos no sistema. Dessa forma, utilizando-se deste relatório e comparando os resultados com a licença ambiental da empresa, é possível identificar se a mesma está transportando resíduos aos quais não está autorizada;
- III. **R29 - Curva ABC de resíduos e rejeitos - Recebidos:** de maneira análoga ao relatório R28, o relatório R29 utiliza-se da mesma lógica para as empresas que recebem os resíduos. A partir de um período determinado, ele identifica os resíduos recebidos e suas quantidades. Sendo assim, é possível analisar os resultados do relatório e verificar se a empresa está recebendo resíduos que não estão autorizados por sua licença;

IV. Relatório dos MTRs: este relatório agrupa todas as informações relacionadas aos manifestos emitidos por uma empresa em um determinado período em uma planilha. Nele, é possível identificar as informações do manifesto — como n° do MTR, situação e data de emissão e recebimento — a identificação do gerador, transportador e destinador; a identificação do resíduo — como a classificação, quantidade e descrição — o nome do motorista; placa do veículo; nome do responsável pelo recebimento, bem como o número do Certificado de Destinação Final (CDF), caso já tenha sido emitido.

Além disso, foram identificadas possíveis fragilidades do sistema que acabam por suprimir o seu potencial, resultando em uma fiscalização e acompanhamento de licenças pouco otimizado, além de outras perdas por parte do órgão.

4. RESULTADOS

Analisando as funcionalidades disponíveis no sistema MTR, é possível observar diversos relatórios passíveis de serem gerados por técnicos de órgãos fiscalizadores, já citados no tópico anterior. A **figura 2** apresenta o fluxograma relativo ao procedimento tomado para a fiscalização no sistema MTR.

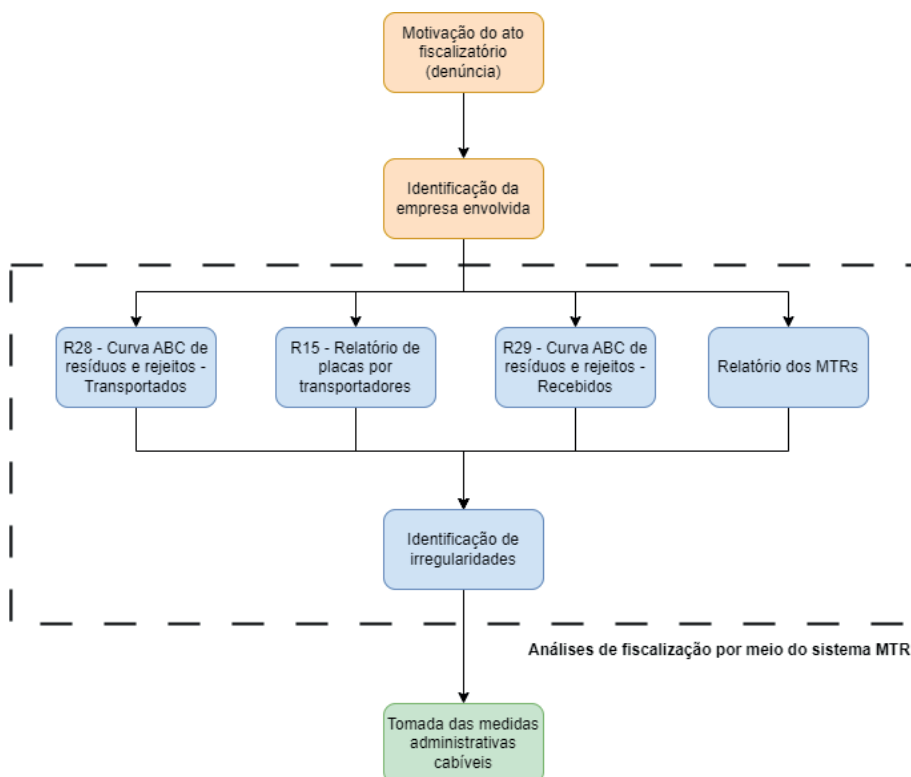


Figura 2. Fluxo de dinâmica de fiscalização por meio do sistema MTR

Sendo assim, a partir de uma denúncia anônima, o órgão foi motivado a fiscalizar a empresa objeto deste estudo. A partir do relatório R15, utilizando-se do CNPJ da empresa, foi identificado que a mesma havia utilizado 19 placas, sendo que 12 dessas estavam cadastradas no sistema MTR e apenas duas devidamente licenciadas. Vale ressaltar que o indicador para enquadramento do porte da atividade, para fins de licenciamento e respectivo custo de análise, é a quantidade de veículos (INEA, 2022).

Percebe-se aqui, que devido ao caráter autodeclaratório do sistema, há fragilidade em permitir o cadastro e a utilização de placas não licenciadas, sem emitir alertas ao órgão fiscalizador. Sendo assim, o fiscal do órgão ambiental consegue, a partir deste relatório, identificar o uso irregular de placas não licenciadas, podendo assim, aplicar as sanções cabíveis;

Dando continuidade à fiscalização da empresa, analisou-se os resíduos que foram transportados, por meio do relatório R28, no período determinado. Confrontando estes resíduos com o que a empresa está autorizada a transportar, não foram identificadas irregularidades, tendo em vista que sua licença autoriza o transporte de todos os tipos de resíduos.

Em seguida, analisando os aspectos da empresa como destinadora de resíduos, a mesma possui licença municipal para operação de uma estação de tratamento de efluentes exclusivamente sanitários. Entretanto, a partir da análise do relatório R29, identificou-se que estavam sendo recebidos resíduos não incluídos no escopo da licença acima referenciada, entre eles: lixiviado de aterros sanitários, resíduos inorgânicos contendo substâncias perigosas e resíduos de agrotóxicos, cabendo a aplicação de sanções administrativas com base na Lei Estadual nº 3.467/2000.

Por fim, em relação ao Relatório dos MTR, analisando a empresa como destinadora, detectou-se um total de 191 Certificados de Destinação Final (CDF) não emitidos dentro do prazo, configurando assim em uma irregularidade.

Após a finalização das análises do sistema MTR da empresa e a constatação de todas as irregularidades cometidas, foi possível que o fiscal realize as medidas administrativas cabíveis, em atendimento à denúncia. É imperioso dizer que a análise sinérgica dessas infrações podem culminar na aplicação de penalidades cumulativas como dispõe a Lei 3.467/2000, a depender de um arcabouço técnico-jurídico mais robusto.

Ademais, conforme observado no estudo, as inconformidades encontradas no sistema só foram percebidas a partir da busca ativa do fiscal, minimizando o potencial fiscalizatório do manifesto. A emissão de alertas para o ente fiscalizador apontando tais irregularidades poderia auxiliar na melhoria do processo fiscalizatório do gerenciamento dos resíduos do estado do Rio de Janeiro.

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto, nota-se que o Sistema MTR é uma ferramenta com potencial para auxiliar os órgãos de controle e fiscalização ambiental na realização de suas atividades. Além disso, a produção de conhecimento envolvendo a temática de resíduos que o sistema possibilita, é de grande importância para a gestão e tomada de decisões por parte destes órgãos.

Entretanto, esta ferramenta apresenta algumas limitações que impossibilitam o funcionamento em sua plena capacidade. Uma das principais é a inexistência de alertas para os usuários fiscalizadores, quando é identificada uma irregularidade ou inconsistência na emissão de um manifesto. Dessa maneira, essa identificação de infrações deve ser realizada manualmente pelo fiscal, quando, eventualmente, ele for checar a empresa no sistema.

Esta limitação, além de fazer com que o sistema seja passivo e reduzir a eficiência da atuação da fiscalização, também implica diretamente na receita gerada pelo órgão, tendo em vista que diversos infratores não são autuados como deveriam, já que podem ficar escondidos no sistema, sem nunca serem fiscalizados. Além disso, uma vez que a empresa está operando além dos limites de sua licença, a mesma paga taxas menores do que deveria para o licenciamento do seu empreendimento, reduzindo a receita gerada pelo órgão.

Dessa forma, torna-se clara a perda de receita anual pela administração pública simplesmente por ineficiência do sistema em alertar as irregularidades. Torna-se evidente, que a implementação de melhorias — principalmente no que tange à emissão de alertas de inconformidades e inconsistências encontradas — seria de grande utilidade para o órgão, bem como para os cofres públicos, aumentando a eficiência da fiscalização, a qualidade ambiental e, conseqüentemente, trazendo mais receita para o estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ERJ - ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 3.467**, de 14 de setembro de 2000. Dispõe sobre as Sanções Administrativas Derivadas de Condutas Lesivas ao Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro, e dá Outras Providências. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/bff0b82192929c2303256bc30052cb1c/f6e323ae55f376bf03256960006a0dde?OpenDocument>. Acesso em: 19 set. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Norma Operacional INEA nº 35**, de 13 de março de 2018. Estabelece a metodologia do Sistema Online de Manifesto de Transporte de Resíduos – Sistema MTR, de forma a subsidiar o controle dos Resíduos Sólidos gerados, transportados e destinados no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: http://mtr.inea.rj.gov.br/documentos/NOP_INEA_35.pdf. Acesso em: 12 set. 2023.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Norma Operacional INEA nº 46 - R-6**, de 28 de outubro de 2022. Estabelece a metodologia para o enquadramento de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento e demais procedimentos de controle ambiental. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/10/NOP-INEA-46.R-6.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Sistema Online de Manifesto de Transporte de Resíduos - Sistema MTR**. Disponível em: <http://200.20.53.11/index.jsp>. Acesso em: 18 set. 2023.

PISO GERADOR DE ENERGIA FORMADO POR RESÍDUO DO MÁRMORE BEGE BAHIA E RESINA DE MAMONA

Data de aceite: 02/12/2023

Marceli Nascimento da Conceição

Roberto Carlos Da Conceição Ribeiro

Williane Gomes de Figueiredo

RESUMO: Dentre as principais rochas comercializadas no Brasil, destaca-se o mármore Bege Bahia, que se trata de um calcário ornamental, de baixa dureza e fácil corte e beneficiamento; e seus resíduos, geralmente, apresentam granulometria ultrafina, composição homogênea, com baixos teores de ferro e sílica, caracterizando-o com grande potencial para aplicação como carga mineral no setor polimérico. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade técnica da aplicação do resíduo gerado no corte do Mármore Bege Bahia como carga na matriz do óleo de mamona para a geração de pisos poliméricos geradores de energia. O processamento consistiu, numa primeira etapa, da mistura do óleo de mamona com o resíduo de calcário, e os compósitos foram processados com 10, 20, 30, 40 e 50%, em massa. A avaliação do resíduo por FRX determinou teores de 43,5% de

CaO, cerca de 8% de MgO, 0,5% de Al_2O_3 , 5,4% de SiO_2 e cerca de 43% de perda ao fogo, uma vez que se trata de um calcário calcítico. Observou-se também que há pouca variação na massa específica com o aumento percentual de resíduos, pois com 10 e 20% o valor da massa específica foi de 1 g.mL⁻¹ e com 30, 40 e 50% a massa específica aumentou para 1,1 g.mL⁻¹. Cada piso, de aproximadamente 15 x 15 cm, pode comportar no máximo 25 pastilhas piezoelétricas de 27mm de diâmetro. Esse material mostrou bom comportamento mecânico, nos testes de tensão de escoamento, deformação na ruptura, módulo de elasticidade e resistência ao impacto, que podem estar relacionados diretamente com a durabilidade do produto e grande potencial para uso de piso gerador de energia elétrica.

NEW APPLICATION FOR STONE WASTE OF BEIGE BAHIA MARBLE: PRODUCTION OF POLIMERIC FLOOR ABLE TO GENERATE ENERGY

ABSTRACT: The main stone marketed in Brazil, there is the Beige Bahia marble, that it is an dimension stone limestone,

low hardness and easy cutting and processing; and waste generally have ultrafine particle size, homogeneous composition, with low levels of iron and silica, characterized with great potential for use as a filler in the polymer industry. Thus, the aim of this study was to assess the technical feasibility of the application of the waste generated in cutting Beige Bahia marble as filler in castor oil matrix to generate polymeric power generators floors. The processing consisted in a first step, the castor oil mixture with limestone residue, and the composites were processed with 10, 20, 30, 40 and 50% by weight. The evaluation of the residue determined by XRF content of 43.5% CaO, about 8% MgO, 0.5% Al₂O₃, 5.4% SiO₂ and about 43% loss on ignition, because is a limestone. It was also observed that there is little variation in density with increase in the percentage of waste, as at 10 and 20% the value of density was 1 g.mL⁻¹ and at 30, 40 and 50% of the density increased to 1.1 g.mL⁻¹. Each floor of approximately 15 x 15 cm, can support a maximum of piezoelectric transducer 25 of 27mm diameter. This material showed good mechanical behavior, the yield strength testing, elongation at break, modulus and impact resistance, which can be directly related to the durability of the product and great potential for use of electricity generator floor.

1. INTRODUÇÃO

A lavra e o beneficiamento de rochas ornamentais no Brasil ainda são processos responsáveis pela geração de uma quantidade significativa de resíduos, que podem acarretar grandes impactos ambientais e gerar graves problemas econômicos para o setor, uma vez que 70%, em massa, é considerado resíduo. O setor de rochas (ABIROCHAS, 2012) tem como grande desafio o reaproveitamento racional desses resíduos, tornando-o um subproduto economicamente viável para sua comercialização. Nesse contexto, surge a indústria polimérica, onde cargas minerais são incorporadas em matrizes poliméricas visando melhorar as propriedades térmicas, mecânicas e termomecânicas, mudando a aparência superficial e as características de processamento, e em particular, reduzir os custos da composição polimérica. E a aplicação estudada nesse trabalho é a geração de pisos feitos com resíduos dessa rocha capaz de gerar eletricidade.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade técnica da aplicação do resíduo gerado no corte do Mármore Bege Bahia como carga na matriz do óleo de mamona para a geração de pisos poliméricos geradores de energia.

3. METODOLOGIA

3.1. Origem dos Materiais

O Óleo de mamona apresenta índice de fluidez 1,5g/10min e densidade de 0,903 g.cm⁻³ e foi fornecido pela Suzano Petroquímica (Polibrasil). E o resíduo, é oriundo do corte do calcário, conhecido comercialmente como Mármore Bege Bahia, da cidade de Ourorândia.

3.2. Análise Química do Resíduo

A determinação da composição química do resíduo foi realizada pela Coordenação de Análises Minerais (COAM) do CETEM.

3.3. Processamento dos Compósitos

O processamento consistiu, numa primeira etapa, da mistura do óleo de mamona com o resíduo de calcário, e os compósitos foram processados com 10, 20, 30, 40 e 50%, em massa. Em seguida, a mistura foi extrusada em extrusora dupla-rosca modelo *DCT 20*. A forma final dos corpos de prova foi obtida pela máquina Injetora *Battenfeld Plus 35*. As nomenclaturas das diferentes composições do resíduo de Bege Bahia (BB) nos compósitos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Percentual de resíduo em cada compósito.

BB01	BB02	BB03	BB04	BB05	BB06
0	10%	20%	30%	40%	50%

3.4. Caracterização dos Compósitos

3.4.1. Determinação da Massa Específica

A densidade dos compósitos foi determinada segundo a norma ASTM D792-13,.

3.4.2. Comportamento Mecânico

O ensaio de tração foi realizado utilizando-se uma máquina de ensaios mecânicos da marca *Emic*, de acordo com a norma ASTM D 638. O ensaio de impacto, realizado por meio da máquina de teste Izod, de acordo com a norma ASTM D 256 – 05. O ensaio de flexão foi realizado utilizando-se uma máquina universal de ensaios mecânicos da marca *Emic*, de acordo com a norma ASTM D 790.

3.5 Geração do circuito elétrico

Cada piso, de aproximadamente 15 x 15 cm, pode comportar no máximo 25 pastilhas piezoelétricas de 27mm de diâmetro (Figura 1a). E na Figura 1b está apresentado o sistema de geração de energia através das cápsulas piezoelétricas, que estão presas ao piso de resíduo, e conectadas aos fios gerando assim por piezoeletricidade a energia elétrica. Cada pastilha possui capacitância de $20,0 \pm 30\%$ (1 KHz) e é feita de latão.

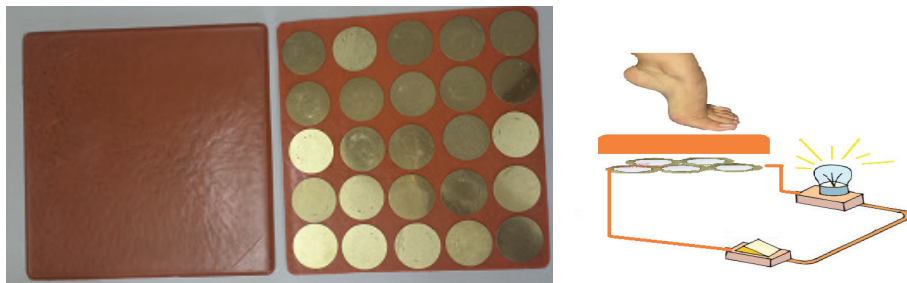


Figura 1: a) Pastilhas piezoelétricas no piso
b) Sistema da geração de energia através do piso de resíduos

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Química do Resíduo

A avaliação do resíduo por FRX determinou teores de 43,5% de CaO, cerca de 8% de MgO, 0,5% de Al_2O_3 , 5,4% de SiO_2 e cerca de 43% de perda ao fogo, uma vez que se trata de um calcário calcítico.

4.2 Caracterização dos Compósitos

4.2.1. Determinação da Massa Específica

Os valores de massa específica obtidos para o PP puro (0%) foi em torno de $0,9 \text{ g.mL}^{-1}$, compatível com o valor da literatura, $0,920 \text{ g.mL}^{-1}$ (MANO, 1991). Observou-se também que há pouca variação na massa específica com o aumento percentual de resíduos, pois com 10 e 20% o valor da massa específica foi de 1 g.mL^{-1} e com 30, 40 e 50% a massa específica aumentou para $1,1 \text{ g.mL}^{-1}$.

4.2.2. Comportamento Mecânico

De acordo com os ensaios de tração é possível obter alguns parâmetros. O primeiro a ser analisado será a Tensão de Escoamento do material, como pode ser visto na Figura 1. A tensão de escoamento é a tensão máxima que o material suporta ainda no regime elástico de deformação. Dessa forma, verifica-se que a presença dessa carga é responsável por fazer com que os compósitos suportem menos tensão. Na Figura 2 observa-se que a deformação específica na ruptura do óleo de mamona isento de carga mineral é alta, chegando-se a valores em torno de 300% e com a adição do resíduo verifica-se a estabilização mecânica do material, uma vez que a deformação específica diminui gradativamente, chegando-se a valores em torno de 10%.

Na Figura 3 pode-se verificar o módulo de elasticidade dos compósitos. O módulo de Young ou módulo de elasticidade é um parâmetro mecânico que proporciona uma medida da rigidez de um material sólido. Na Figura 4, correspondente ao ensaio de Impacto Izod,

verifica-se também que a adição do resíduo é responsável pela estabilização mecânica do material, uma vez que com a adição de carga os valores de resistência ao impacto se mantêm em torno de 20 J/m.

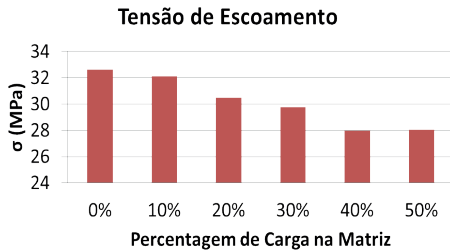


Figura 2: Tensão de Escoamento.

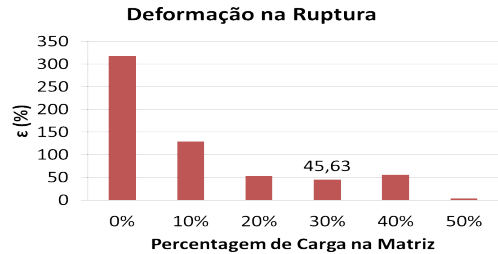


Figura 3: Deformação Específica de Ruptura.

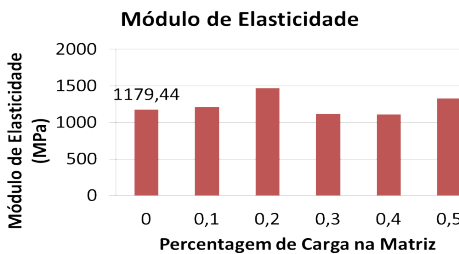


Figura 4: Módulo Elástico.

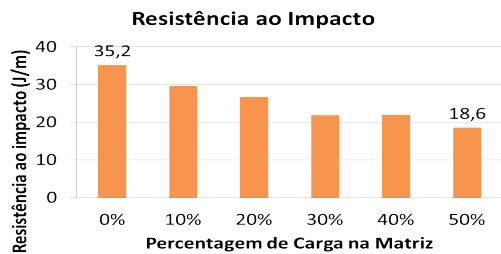


Figura 5: Resistência ao Impacto.

Figura 5: Estrutura do óleo de mamona enovelada pela presença do alumínio e dos carbonatos

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os resíduos de calcário podem ser utilizados como carga mineral na produção de compósito de óleo de mamona, chegando-se a 50% em massa. Além disso, é possível verificar que o aumento de carga não altera sua massa específica, o compósito apresenta alta resistência e não apresenta periculosidade. Esse material mostrou bons resultados que podem estar relacionados diretamente com a durabilidade do produto e grande potencial para uso de piso gerador de energia elétrica.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro, ao Cetem e ao INT pela infraestrutura e à D. Sc. Márcia Gomes de Oliveira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10004/04, Resíduos Sólidos – Classificação, 2004.

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, Informe 11/2012, São Paulo, São Paulo (Brasil).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D792-13: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D256: Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics. Philadelphia: ASMT, 1993.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D790: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. Filadélfia: ASTM, 1984.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D792-13: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement .

MANO, E. B. Polímeros como Materiais de Engenharia. ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, Brasil, 1991.

POTENCIAL DA MODELAGEM NO ACOMPANHAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR LIXÕES NO PÓS-LICENCIAMENTO

Data de aceite: 02/12/2023

Herllaine De Almeida Rangel

Luciana Maria Batista Ventura

Marcio Roberto Schneider

Ricardo Marcelo da Silva

Rosane Cristina De Andrade

RESUMO: O presente trabalho destaca os desafios enfrentados no Estado do Rio de Janeiro sobre a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos. A situação demanda uma abordagem inovadora, enfatizando estudos detalhados do solo, análises quantitativas e qualitativas dos poluentes, e a seleção criteriosa de métodos de recuperação do solo como oportunidades para a aplicação de tecnologias avançadas para a remediação das áreas contaminadas. A remediação destas áreas contaminadas requer a previsão fluxo e da dispersão da contaminação, análises abrangentes dos elementos poluentes e a seleção de métodos adequados para a recuperação do solo e aquíferos, além da avaliação dos riscos gerados. A ênfase recai sobre a urgência de controlar e minimizar os riscos dos lixões,

em relação à saúde humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado. O objetivo geral deste trabalho foi explorar a aplicação da modelagem no gerenciamento de áreas contaminadas por lixões, realçando sua utilidade, particularmente na fase pós-licença com a apresentação de diagramas e testes com softwares para destacar o potencial da modelagem. Os resultados demonstraram a aplicabilidade e benefícios da inserção da modelagem estatística no gerenciamento de áreas impactadas por resíduos sólidos urbanos e no estudo de caso foi evidenciada uma correlação positiva entre os resultados obtidos com o software MKS Trend Analysis Tools e a análise estatística, apontando sua eficácia na análise de dados. Concluiu-se que a modelagem é uma ferramenta poderosa, capaz de otimizar recursos financeiros e economizar tempo, melhorando a eficiência em todas as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, desde a identificação até o monitoramento no pós licença para o encerramento dos casos e reabilitação das áreas.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento; modelagem; lixões

ABSTRACT: This study highlights the challenges faced in the State of Rio de Janeiro regarding the restricted disposal of urban solid waste. The situation requires an innovative approach, emphasizing detailed soil studies, quantitative and qualitative analyzes of polluting substances, and a careful selection of soil recovery methods as opportunities for the application of advanced technologies for the remediation of contaminated areas. The remediation of these contaminated areas requires forecasting the flow and dispersion of contamination, comprehensive analyzes of polluting elements and a selection of appropriate methods for the recovery of soils and aquifers, in addition to the assessment of the risks generated. The emphasis is on the urgency of controlling and minimizing the risks of landfills, in relation to human health, the environment and public and private assets. The general objective of this work was to explore modeling modeling in the management of areas contaminated by landfills, highlighting its usefulness, especially in the post-license phase with the presentation of diagrams and software tests to highlight the modeling potential. The results obtained the applicability and benefits of statistical forecasting in the management of areas impacted by urban solid waste and in the case study a positive vision was evidenced between the results obtained with the MKS Trend Analysis Tools software and statistical analysis, pointing out its effectiveness in data analysis. It is concluded that modeling is a powerful tool, capable of optimizing financial resources and saving time, improving efficiency at all stages of contaminated area management, from inspection to post-license monitoring to case closure and rehabilitation. of the areas.

KEYWORDS: Management; modeling; open dumps.

1. INTRODUÇÃO:

A disposição de resíduos sólidos urbanos gera um líquido chamado lixiviado, popularmente conhecido como chorume, resultado da degradação biológica e físico-química dos resíduos, além da infiltração da água da chuva no solo. O lixiviado possui uma complexa composição química podendo conter uma variedade de contaminantes, como metais pesados, compostos orgânicos, microrganismos patogênicos e até mesmo micropoluentes emergentes, representando uma séria fonte de poluição, que pode contaminar o solo e mananciais superficiais e subterrâneos, prejudicando a saúde pública (FILHO, SILVA, 2019)

Os municípios do estado do Rio de Janeiro apresentam um cenário preocupante em relação à disposição de resíduos sólidos urbanos, similar a muitas outras cidades brasileiras com problemas com relação ao cumprimento das normas ambientais e atividades de fiscalização. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), em 2019, de acordo com a pesquisa do Atlas da Destinação Final de Resíduos, dos 92 municípios do ERJ, 61 adotaram uma destinação apropriada para seus resíduos (totalizando 5,9 mil toneladas de lixo) enviadas à aterros. Por outro lado, 12 municípios realizaram uma disposição final inadequada (totalizando 259 mil toneladas de lixo) e, ao mesmo tempo, também aplicaram uma abordagem adequada (totalizando 140,3 mil toneladas de lixo). Cabe ressaltar que 19 municípios não apresentaram resposta quanto

às suas práticas de destinação final dos seus resíduos.

A subnotificação dos lixões, que frequentemente são áreas abandonadas, reforça a preocupante realidade evidenciada pelos estudos e coloca em evidência as necessidades de melhoria do sistema de monitoramento. Com a detecção quase exclusivamente dependente de denúncias aos órgãos ambientais, a eficácia das medidas corretivas fica comprometida. Considerando a Resolução do Conselho Estadual do Ambiente do ERJ (CONEMA) nº 44, de 14 de dezembro de 2012, é relevante notar que, de acordo com o § 3º do artigo 8º, a constatação de fase livre ou resíduos em contato direto com o solo já é suficiente para classificar uma área como contaminada (AC). Portanto, os lixões podem ser considerados áreas contaminadas, representando uma ameaça iminente à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado. Essa situação reforça a necessidade urgente de ações concretas para lidar com a criticidade da situação.

A remediação de áreas impactadas por lixões demanda a execução de etapas prévias, descritas na Resolução CONEMA nº 44 de 2012, de avaliação preliminar e investigação confirmatória, ações emergenciais de intervenção, investigação detalhada e avaliação de risco. Estas fases envolvem estudos sobre o solo, análises quali-quantitativas dos elementos agressores, da previsão da propagação da pluma de contaminação e da escolha dos métodos que estabeleçam o modelo de recuperação do solo e avaliação do impacto ambiental causado pela disposição inadequada de resíduos (WASHINGTON, 2008). E após deverá haver o monitoramento da eficácia das ações executadas, considerando o uso atual e futuro da área.

Dada a complexidade desse problema, a modelagem emerge como uma ferramenta valiosa para auxiliar em várias etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, incluindo para os órgãos públicos, que podem oferecer suporte aos municípios na supervisão e avaliação da eficácia das medidas emergenciais, de intervenção e de monitoramento em relação aos lixões, a fim de reabilitar essas áreas, de forma a permitir que se dê um uso seguro para mesma.

2. OBJETIVO:

Este trabalho tem como objetivo geral explorar o potencial da aplicação da modelagem no gerenciamento de áreas contaminadas por lixões, destacando suas diversas utilidades, desde a avaliação da extensão da contaminação e previsão do seu comportamento futuro até o planejamento de medidas de mitigação.

Objetivos específicos:

- Apresentar a modelagem como uma ferramenta eficaz para órgãos públicos na fase de pós-licença e fiscalização, e no apoio às prefeituras, para análises preliminares, confirmatórias e de monitoramento de lixões, enfatizando seu papel na identificação de riscos e tomada de decisões embasadas em dados científicos.

- Demonstrar os benefícios práticos dessa abordagem por meio de estudo de caso, evidenciando a redução dos impactos ambientais e a proteção da saúde pública como resultados alcançados.

3. METODOLOGIA:

A metodologia empregada envolveu uma análise das principais funcionalidades e aplicações da modelagem no contexto das atividades de pós-licença, monitoramento e acompanhamento de áreas declaradamente contaminadas por lixões com base no § 3º do artigo 8º da Resolução CONEMA 44 de 2012 e nas etapas de gerenciamento de áreas contaminadas previstas. Essa análise considerou também a experiência do Inea com as demandas dos programas como o AROMA (Acompanhamento, Remediação, Otimização e Monitoramento de Aterros e PROGRIDE (Programa de Gestão de Resíduos e Desenvolvimento Sustentável), que oferecem inclusive suporte aos municípios no Rio de Janeiro. (INEA, 2023; SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE, 2023)

Foi adotada uma abordagem com fluxogramas para destacar o potencial e a eficácia da modelagem no apoio aos órgãos públicos durante a fase de pós-licença e outras atividades, como por exemplo, a fiscalização de áreas contaminadas por lixões

Uma das ferramentas de modelagem selecionadas foi o SCBR, software de propriedade da PETROBRAS e da UFSC com registro no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), que para ser utilizado requer um arquivo de licença para habilitar o uso do software. Trata-se de um simulador matemático bidimensional de apoio ao gerenciamento de áreas impactadas, avaliação de riscos à saúde humana e remediação, ou em áreas onde são desenvolvidas atividades potencialmente poluidoras. (JUNIOR et al., 2019)

O outro software selecionado foi o MKS Trend Analysis Tools, ferramenta gratuita em ambiente Windows®, que realiza análises estatísticas monotônicas não paramétricas de parâmetros ambientais ao longo do tempo, facilitando seu uso em órgãos públicos nacionais, além de ter sua versão em língua portuguesa. Desenvolvido para auxiliar analistas ambientais na avaliação de tendências monotônicas em dados de concentração, massa ou volume obtidos em programas de monitoramento ambiental. O MKS permite responder a questões importantes, como identificar tendências de crescimento ou redução das concentrações em séries temporais, determinar níveis de confiança em hipóteses de redução de contaminantes e avaliar se é possível reduzir campanhas de monitoramento em áreas contaminadas. É uma ferramenta valiosa para apoiar decisões ambientais. (SCHNEIDER; LANG, 2023)

Para avaliar a utilidade da ferramenta modelagem, foi conduzido um estudo de caso comparando os resultados da análise de concentração de DBO5 e DQO em lixiviados de dois municípios, provenientes de disposições de resíduos sólidos urbanos em lixões

e aterros, de artigos publicados em periódicos: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. (2002) e Araújo et al. (2020). O objetivo foi verificar se as tendências identificadas pelos autores eram consistentes com as análises fornecidas pelo software. Foi adotada para ambos os casos, como ferramenta de modelagem estatística, o software MKS Trend Analysis Tools.

4. RESULTADOS:

Fluxogramas de processo com a adoção da ferramenta

A figura 1 apresenta um mapa de correlação entre as fases de gerenciamento de áreas contaminadas previstas na Resolução Conema nº44 de 2012, os principais questionamentos e necessidades de apuração durante a análise de investigação de um passivo ambiental e aplicação das funcionalidades de um software de modelagem específico de GAC para estas respostas. Para a elaboração do fluxograma foi considerado um cenário de lixiviação de RSU numa área e o uso do SCBR como modelador de suporte à tomada de decisões.

Mapa de correlação das fases do GAC de lixões, funcionalidades da modelagem e perguntas para tomada de decisão

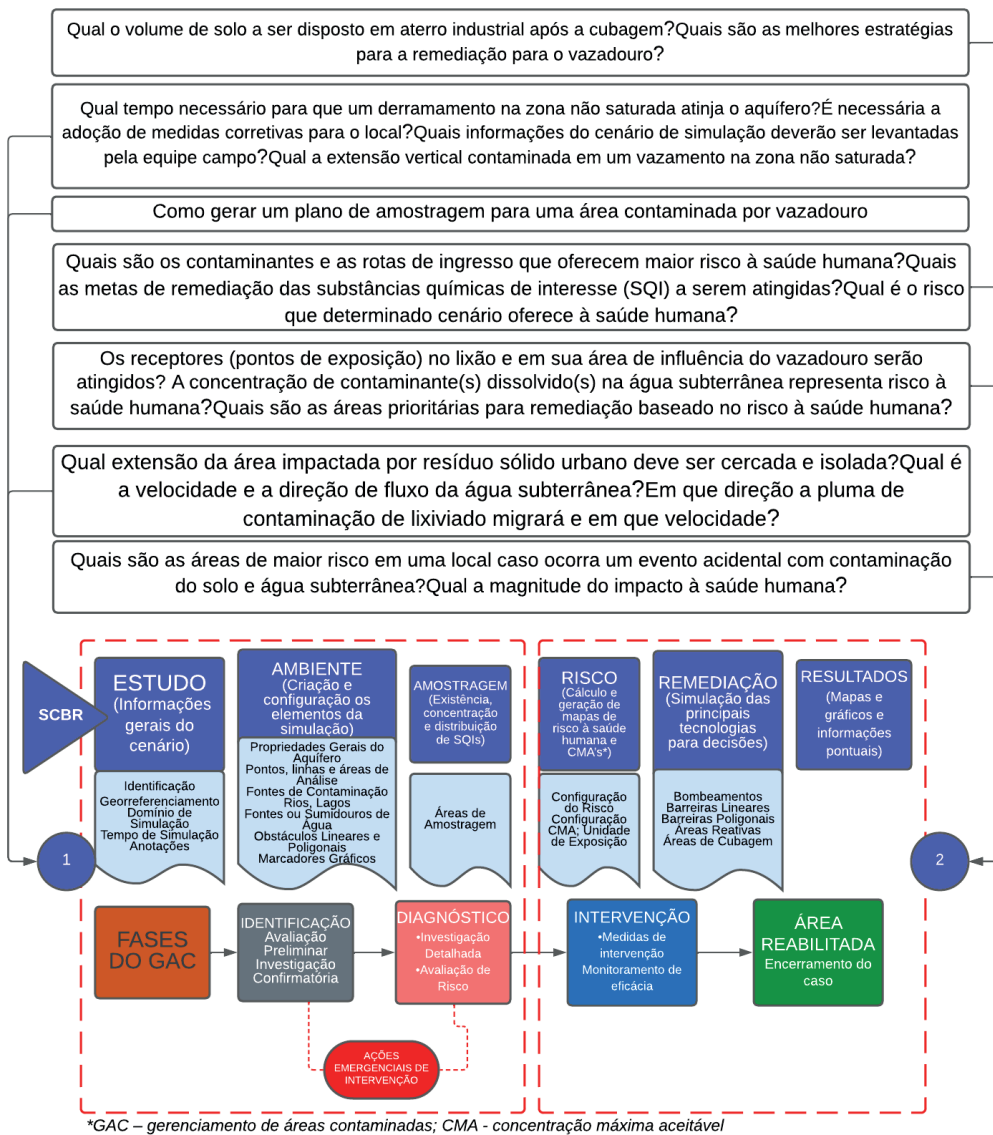


Figura 1 – Mapa de correlação das perguntas para tomada de decisão, fases do GAC de lixões e funcionalidades da modelagem (autor, 2023)

A figura 2 ilustra como a modelagem pode ser uma ferramenta importante para análise das solicitações oriundas dos programas AROMA e PROGRIDE e em apoio aos municípios do Estado do Rio de Janeiro para mitigação dos impactos dos lixões.

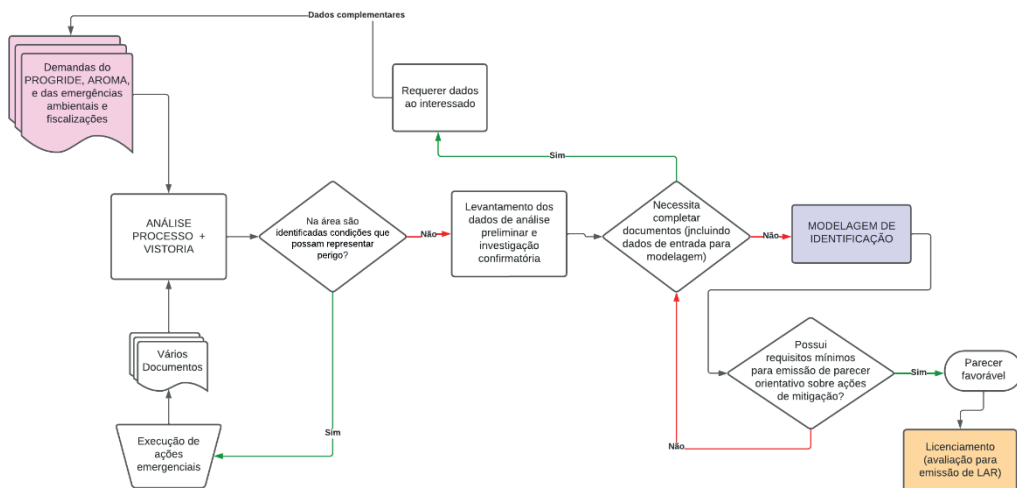


Figura 2 – Fluxograma de processo dos programas AROMA e PROGRIDE em apoio os municípios do Estado do Rio de Janeiro, adotando a ferramenta de modelagem para recuperação de 'lixões' (autor, 2023)

Para análise da modelagem após a obtenção de licença ambiental de recuperação e outros instrumentos de controle ambiental, a figura 3 ilustra um fluxograma que sugere como um órgão público pode usar a modelagem para monitorar a eficácia das ações, incluindo a avaliação da eficiência e eficácia do sistema de remediação, das medidas de controle de engenharia e de controle institucional, assegurando a execução conforme o projeto aprovado no plano de intervenção, bem como o monitoramento no pós licença para encerramento na área em processo de monitoramento para reabilitação, verificando a manutenção da situação após a execução do plano de intervenção.

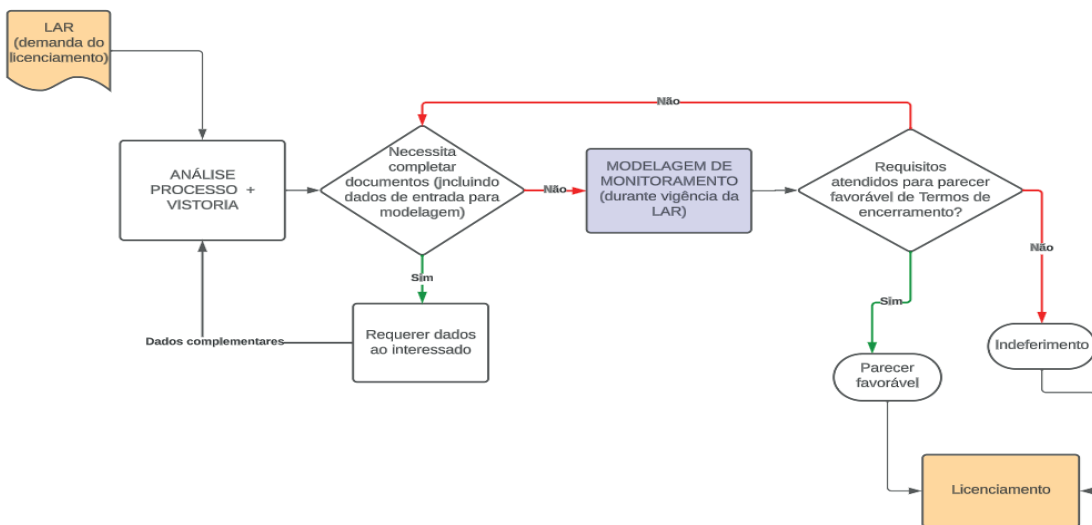


Figura 3 – Fluxograma de processo a ser adotado pelo órgão público que adote a ferramenta de modelagem para monitorar a eficácia das ações realizadas após a obtenção de licença ambiental de recuperação e outros instrumentos de controle ambiental (Fonte: Autores, 2023)

Os fluxogramas indicam que a modelagem pode desempenhar um papel fundamental em todas as fases do GAC, com destaque na avaliação inicial e confirmatória de lixões, possibilitando a compreensão do fluxo de água subterrânea, a previsão da migração de contaminantes e a simulação de seu comportamento no solo e na água subterrânea. Isso é essencial para conter a fonte de contaminação, planejar intervenções e minimizar impactos ambientais imediatos, independentemente do tempo decorrido desde a disposição dos resíduos. Além disso, o suporte a tomada de decisões também contempla o atendimento às demandas de emergências ambientais e de fiscalizações, inclusive para áreas sem responsável legal identificado ou com recursos para investigações e intervenções.

Estudos de caso de lixões com a adoção da ferramenta

A fim de demonstrar os benefícios concretos da aplicação da modelagem para recuperação de lixões, foi verificado os resultados de dois estudos de caso específicos sobre lixiviado de resíduos sólidos urbanos que adotaram o software MKS Trend Analysis Tools, como ferramenta de acompanhamento.

Para avaliar a utilidade da ferramenta da modelagem estatística, estudos sobre o Aterro Controlado de Bauru constataram que as variações significativas de DBO_5 e DQO estavam relacionadas ao índice pluviométrico ao longo de seis meses. A análise no software MKS Trend Analysis Tools (figura 4) revelou que a DBO_5 e DQO não apresentam tendência significativa (NC < 90%), devido à variabilidade dos parâmetros em função das chuvas e dados insuficientes para indicação de tendência. (SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2002)



Figura 4 – Adaptado de Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002

A análise temporal dos parâmetros DBO_5 e DQO no lixiviado do aterro sanitário de Maceió, Brasil, conduzida por Araújo et al. (2020), mostrou uma redução de 80% e 76%, respectivamente, em relação ao primeiro ano de operação do aterro. Durante épocas de chuvas intensas, houve um aumento relativo desses parâmetros, sugerindo maior lixiviação de materiais sólidos com matéria orgânica. A relação DBO_5/DQO indicou uma idade intermediária e degradação biológica mediana do aterro.

Ao inserir os mesmos dados de DBO_5 e DQO no software MKS Trend Analysis Tools (figura 5 e 6), os resultados confirmaram que durante o período de chuvas, as concentrações desses parâmetros não mostraram tendência significativa (Mann-Kendall Statistic $S > 0$), com um nível de confiança inferior a 90%, devido à variabilidade dos dados nesse período. Por outro lado, em períodos com pouca chuva, as concentrações de DBO_5 e DQO apresentaram uma tendência de redução significativa (Mann-Kendall Statistic $S < 0$), com um nível de confiança superior a 100%, devido ao maior número de dados e espaçamento temporal adequado.

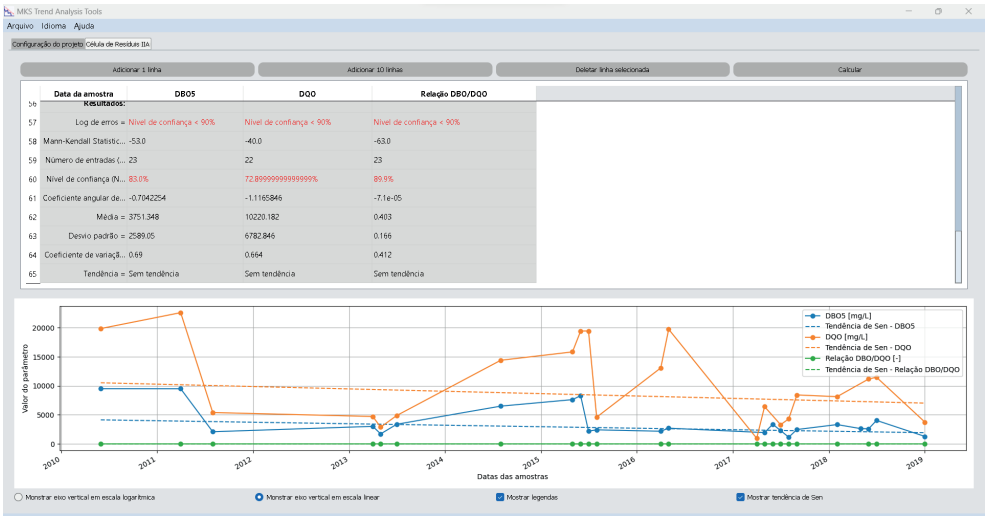


Figura 5 – Fonte: Adaptado de Araújo et al., 2020

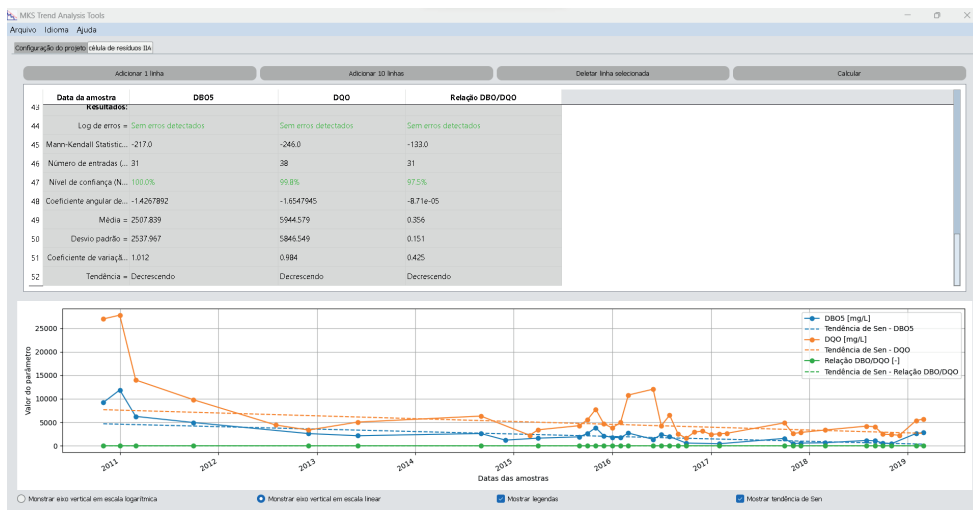


Figura 6 – Fonte: Adaptado de Araújo *et al.*, 2020

A correlação positiva entre os resultados obtidos por meio do software MKS Trend Analysis Tools e a análise estatística simples realizada pelos autores demonstra a eficácia da modelagem estatística na análise de dados. Isso confirma os benefícios, precisão e rapidez proporcionados pela modelagem na avaliação de tendências e comportamentos de parâmetros ambientais.

Por fim, esses estudos ilustram como a adoção dessa ferramenta de modelagem pode contribuir de forma positiva para a avaliação dos dados e consequente gestão de áreas contaminadas por lixo.

5. CONCLUSÕES:

A modelagem demonstrou um potencial significativo no gerenciamento de áreas contaminadas por resíduos sólidos urbanos. Ela se revela uma ferramenta útil ao longo de diversas etapas do processo, desde a identificação e investigação detalhada, avaliação de riscos à saúde humana até a definição de estratégias de remediação, visando proteger o meio ambiente e a saúde pública. Além disso, os modelos quando combinados com a experiência do usuário e dados de campo de qualidade, podem modelagem apoiar na apoiar a tomada de decisões, na elaboração de instrumentos de controle ambiental e de programas de recuperação de áreas impactadas por lixões.

Através dos estudos de caso sobre lixões e aterros, confirmou-se a correlação positiva entre os resultados obtidos por modelagem e análise estatística simples. Isso reforça a eficácia dessa abordagem no acompanhamento de áreas contaminadas por lixões no pós-licença. Portanto, a modelagem emerge como uma ferramenta robusta, capaz de otimizar recursos financeiros e economizar tempo, aumentando a eficiência ao longo de todo o processo de gerenciamento, desde a identificação até o encerramento dos casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Liz Geise Santos de; FERREIRA, Riadny Patrícia de Souza; NORBERTO, Alison de Souza; MARIANO, Maria Odete Holanda; CALLADO, Nélia Henriques. Análise temporal de parâmetros ambientais do lixiviado do aterro sanitário de Maceió- AL, Brasil. Research, Society and Development, [s. l.], v. 9, n. 7, 2020.

ATLAS de Destinação Final ABETRE: Mapas estáticos elaborados pela ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes - com informações sobre a Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos. **Atlas de Destinação Final ABETRE**, [s. l.], 21 set. 2023. Disponível em: <https://sinir.gov.br/mapas/abetre/>. Acesso em: 21 set. 2023.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO (Rio de Janeiro). Dispõe sobre a obrigatoriedade da identificação de eventual contaminação ambiental do solo e das águas subterrâneas por agentes químicos, no processo de licenciamento ambiental estadual. RESOLUÇÃO, 44, 14/12/2012. Resolução CONEMA Nº 44 DE 14/12/2012, Rio de Janeiro: DOERJ, n. 44, 2012.

FILHO, Aricelso Maia Limaverde; SILVA, Luiz André. Estudo de Tratamentos Aplicados a Lixiviado de Aterros Sanitários. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, v. 13, n. 1, p. 24-42, jan/abr 2019.

INEA (Estado do Rio de Janeiro). Nº 285, de 31 de agosto de 2023. Monitoramento de Aterros e Lixões no Rio de Janeiro – Programa AROMA, Rio de Janeiro: Diário Oficial, ano 2023, 4 set. 2023.

JUNIOR, CLOVIS RAIMUNDO MALISKA; ZADROZNY, FÁBIO; CORSEUIL, HENRY XAVIER; SCHNEIDER, MARCIO ROBERTO; LUCIANETTI, RODRIGO MACHADO. **SCBR - Solução Corretiva Baseada no Risco Versão 3.25**: Guia do Usuário. Santa Catarina: [s. n.], out 2019. 167 p.

SCHNEIDER, Marcio Roberto; LANG, Gusttav Bauermman. MKS Trend Analysis Tools 1.0.5: GUIA DO USUÁRIO. Florianópolis: [s. n.], jun 2023. 18 p. SCHNEIDER, Marcio Roberto; LANG, Gusttav Bauermman. **MKS Trend Analysis Tools 1.0.5**: GUIA DO USUÁRIO. Florianópolis: [s. n.], jun 2023. 18 p.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Decreto Estadual 42.930, de 18 de abril de 2011. PROGUIDE: Programa Estadual de Gestão de Resíduos Integrada e Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, ano 2023, 10 maio 2023.

SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, VI., 2002, Vitória. **FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DO CHORUME GERADO EM ATERRO CONTROLADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS** [...]. [S. l.]: ABES, 2002. 7 p.

WASHINGTON, Maria Georgina Muniz. **Modelagem numérica e análise probabilística da propagação da pluma de contaminação do lixão de São Pedro da Aldeia**. Orientador: Marcus Peigas Pacheco. 2008. 162 f. TESES (DOUTORADO) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RIO DE JANEIRO, 2008. Disponível em: <https://www.btd.uerj.br:8443/handle/1/13655>. Acesso em: 8 ago. 2023.

POTENCIALIDADES DO USO DA SUCATA PROVENIENTE DO DESCOMISSIONAMENTO DE SISTEMAS SUBMARINOS NO BRASIL

Data de aceite: 02/12/2023

Ana Carolina Maia Angelo

Isabela Fernandes de Oliveira

Lucas Rosse Caldas

Vitor dos Santos Ortiz

RESUMO: O setor siderúrgico possui um papel crucial para a descarbonização do setor industrial, pelo fato do aço ser um dos materiais mais utilizados e aos processos energo-intensivos normalmente existentes nesse tipo de indústria, responsáveis por grandes quantidades de emissão de gases de efeito estufa (GEE). A Economia Circular emerge como uma alternativa para esse setor, especialmente do ponto de vista da estratégia de reciclagem, por meio da utilização da sucata na produção de aço. Parte da sucata necessária para a descarbonização do setor siderúrgico no Brasil pode ser obtida como resultado dos processos de descomissionamento da indústria de Óleo e Gás (O&G), ainda mais se for considerado que muitos campos e plataformas brasileiros encontram-se em final de vida útil e caminhando para

fases de desativação. Neste contexto, o objetivo deste artigo é quantificar o potencial de geração de sucatas de aço e das emissões evitadas, em kg CO₂-Eq, proveniente de equipamentos submarinos descomissionados do setor de O&G. Para isso, realizou-se o mapeamento do potencial de equipamentos descomissionados do setor de O&G no Brasil, a partir da busca de dados contidos nos Projetos de Descomissionamento de Instalações (PDIs) disponíveis no site da Agência Nacional de Petróleo (ANP) e a classificação dos equipamentos em dutos rígidos, flexíveis, umbilicais e cabos elétricos. Como resultado, chegou-se a 6.253 toneladas de sucatas metálicas com potencial de serem reaproveitadas e aproximadamente 9.380 ton de CO₂-Eq evitadas. O artigo traz como principal contribuição científica primeiros números, passos e uma metodologia para se contabilizar essas emissões com foco no setor de O&G, que ainda é pouco explorado, principalmente no Brasil.

PALAVRAS-CHAVES: Sucata, Descomissionamento, Economia Circular, Reciclagem.

ABSTRACT: The steel sector plays a crucial role in the decarbonization of the industrial sector, due to the fact that steel is one of the most used materials and the energy-intensive processes normally existing in this type of industry, responsible for large amounts of greenhouse gas (GHG) emissions. The Circular Economy emerges as an alternative for this sector, especially from the point of view of the recycling strategy, through the use of scrap in steel production. Part of the scrap necessary for the decarbonization of the steel sector in Brazil can be obtained from decommissioning processes in the Oil and Gas (O&G) industry, even more so if it is considered that many Brazilian fields and platforms are at the end of their useful life and moving towards deactivation phases. In this context, the objective of this article is to quantify the potential for generating steel scrap and avoided emissions, in kg CO₂-Eq, from decommissioned submarine equipment in the O&G sector. To this end, the potential of decommissioned equipment in the O&G sector in Brazil was mapped, based on the search for data contained in the Installation Decommissioning Projects (PDIs) available on the National Petroleum Agency (ANP) website and the classification of equipment in rigid, flexible ducts, umbilicals and electrical cables. As a result, 6,253 tons of metal scrap with the potential to be reused and approximately 9,380 tons of CO₂.Eq were avoided. The article's main scientific contribution is first numbers, steps and a methodology to account for these emissions with a focus on the O&G sector, which is still little explored, especially in Brazil.

KEYWORDS: *Scrap, Decommissioning, Circular Economy, Recycling.*

1. INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância da descarbonização do setor siderúrgico no processo de combate às Mudanças Climáticas. A descarbonização deste setor depende de mudanças substanciais nos processos de produção primária, e é prejudicada pela antiguidade das plantas industriais mundo afora, dificultando esse processo (VOGL; OLSSON; NYKVIST, 2021; AGORA INDUSTRY; WUPPERTAL INSTITUTE, 2023).

O setor siderúrgico tem, entretanto, grande potencial para se transformar em um setor com rápida resposta de abatimento nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e outros poluentes. A utilização de sucata metálica na indústria de ferro e aço é considerada um dos fatores-chave para essa transformação. A fabricação de metal a partir de sucata demanda até sete vezes menos energia do que o processo de fabricação primária e, atualmente, a maior adoção desse processo de fabricação é limitada pela disponibilidade de sucata metálica (AGORA INDUSTRY; WUPPERTAL INSTITUTE, 2023).

Nesse contexto, a utilização da sucata na produção de aço posiciona-se como uma das estratégias mais promissoras na mitigação das emissões de GEE, além de outras estratégias como o aumento da eficiência operacional da indústria, uso do hidrogênio para produção do aço verde e adoção da bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS, do inglês *bioenergy carbon capture and storage*) (AGORA INDUSTRY; WUPPERTAL INSTITUTE, 2023).

Parte da sucata necessária para a descarbonização do setor siderúrgico no Brasil pode ser obtida como resultado dos processos de descomissionamento da indústria de Óleo e Gás (O&G). Muitos dos campos e plataformas brasileiros encontram-se em final

de vida útil e caminhando para fases de desativação (ANP; FGV, 2021). No período de 2022 a 2027 a Petrobras pretende descomissionar, no Brasil, 26 plataformas, 360 poços marítimos e aproximadamente 2.500 km de *risers* e *flowlines*, gerando resíduos compostos principalmente por sucata metálica (PETROBRAS, 2022).

Este artigo tem como objetivo apresentar os benefícios ambientais gerados, em termos de emissões evitadas de GEE, expresso em kg CO₂-Eq., pela utilização da sucata proveniente de equipamentos submarinos descomissionados do setor de O&G na produção secundária de aço no Brasil. O artigo traz como contribuição científica primeiros passos e uma metodologia para se contabilizar essas emissões com foco no setor de O&G, que ainda é pouco explorado, principalmente no Brasil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Descomissionamento no setor de O&G no Brasil

O descomissionamento refere-se a série de processos envolvidos na desativação de uma instalação, incluindo a desconstrução ou o desmonte dos componentes dessa estrutura e o direcionamento desses componentes para reuso, reciclagem ou destinação final (FAM et al., 2018), e consiste hoje em uma das questões mais urgentes ligadas à indústria de O&G em termos de impactos sociais, ambientais e técnicos (SOMMER et al., 2019).

A indústria de O&G está presente ao redor do globo, contando com mais de 7,5 mil estruturas construídas para possibilitar o seu funcionamento (PAGE et al., 2006). No Brasil, estão presentes mais de 120 plataformas em produção *offshore* (ANP, 2018). Essa infraestrutura está envelhecendo no mundo (DOYLE et al., 2008) e, particularmente, no Brasil (ANP; FGV, 2021). Esse envelhecimento tem sido motivo para uma preocupação global com o fim de vida dessas estruturas e a iminência de uma grande quantidade de iniciativas de descomissionamento (FOWLER et al., 2014; MARTINS et al., 2020).

Embora, no Brasil, a grande maioria das instalações esteja em águas rasas, existem inúmeras problemáticas na hora de traçar a melhor estratégia, tendo em vista ser uma atividade inédita (FGV, 2021). Considerando, portanto, a complexidade e multidisciplinaridade do processo de descomissionamento, é importante destacar o contexto ambiental que, por um lado, pode apresentar *trade-offs* entre os impactos desde impactos locais e temporários até impactos globais e de longo prazo.

Por outro lado, apresenta potencial de geração de resíduos (materiais) que podem ser reciclados no contexto da Economia Circular e gerar benefícios ambientais para diversos setores industriais (SOUZA & ANGELO, 2021). Assim sendo, na indústria de O&G faz-se necessário incluir estratégias competitivas de modelos de negócios sustentáveis, que apoiem a transição energética e mitiguem os impactos ambientais da indústria de forma geral e especificamente sobre as mudanças climáticas (SILVESTRE; GIMENES; E SILVA NETO, 2017).

2.2 Uso da sucata na Economia Circular

A Economia Circular (EC) emerge como uma alternativa ao insustentável modelo econômico linear pautado na tríade extrair-produzir-descartar (em inglês, *take-make-waste*), tendo entre suas estratégias a reciclagem de resíduos proporcionando o fechamento de ciclos produtivos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

O modelo usual de criação de valor baseia-se, normalmente, em fluxos unidirecionais de atividades primárias (MISHRA et al., 2018) e a EC, através de fluxos reversos pela Logística Reversa, possibilita o retorno de materiais às cadeias de valor como matéria prima secundária, caracterizando a produção secundária de produtos. Um exemplo é a produção secundária de aço proveniente da sucata (resíduo de aço).

Como o aço é um material infinitamente reciclável e o mais reciclado do mundo, já está incorporado no *core-business* das indústrias siderúrgicas a utilização da sucata como matéria prima secundária, sendo as principais fontes os automóveis, fogões e geladeiras ao final de sua vida útil. Como o aumento da produção de aço secundário está condicionado à disponibilidade da sucata de aço no mercado (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021), a sucata de aço proveniente do descomissionamento de equipamentos do setor de O&G pode constituir uma importante fonte de oferta deste resíduo no país, contribuindo, portanto, para a redução das emissões de GEE da indústria siderúrgica no médio prazo no Brasil.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho divide-se em três etapas: (i) mapeamento do potencial de equipamentos descomissionados no Brasil; (ii) identificação do potencial de geração de sucata de aço proveniente desses equipamentos; e (iii) cálculo do potencial de emissões de GEE, expressas em kg de CO_{2,Eq}, da produção de aço secundário a partir da sucata do setor de O&G.

Para o mapeamento do potencial de equipamentos descomissionados do setor de O&G no Brasil, realizou-se busca de dados contidos nos Projetos de Descomissionamento de Instalações (PDIs) disponíveis no site da Agência Nacional de Petróleo (ANP). Os PDIs são documentos apresentados pela empresa responsável pelas atividades de exploração e produção de petróleo e gás e, portanto, pelas estruturas e equipamentos a serem descomissionadas. O documento deve apresentar informações, projetos e estudos necessários ao planejamento e à execução do descomissionamento (ANP, 2020). Após uma criteriosa análise dos PDIs foi produzido um inventário contendo informações relacionadas ao dimensionamento e a caracterização do material a ser descomissionado. O inventário dá o devido direcionamento a respeito da composição e funcionalidade de cada duto referenciado a sua operadora, contendo grandezas como: massa (t), extensão e diâmetro, propriedades físicas e químicas, entre outros.

Para a identificação do potencial de geração de sucata, foi realizada a classificação dos equipamentos em dutos rígidos, flexíveis, umbilicais e cabos elétricos. Utilizou-se a composição média de materiais de cada equipamento para cálculo da oferta de sucata.

Adotou-se a composição de 98% de aço e 2% de polímero para os dutos rígidos; 90% de aço e 10% de polímero para os dutos flexíveis; 78% de aço, 4% de cobre e 18% de polímero para os umbilicais eletro-hidráulicos; e 34% de aço, 21% de cobre e 45% de polímero para os cabos elétricos. Aplicando-se o percentual de aço nas massas de equipamentos, chegou-se no potencial de oferta de aço.

Por fim, para o cálculo das emissões evitadas de GEE aplicou-se a proporção “para cada 1 ton de sucata de aço reciclada, é evitada 1,5 ton de CO_{2,Eq}” (AÇOBRAIL, 2021). Não foram considerados neste estudo as emissões de GEE provenientes da logística reversa, a ser realizada por modo rodoviário e/ou ferroviário. Também não foram considerados os impactos ambientais das operações de descomissionamento dos equipamentos, gerados pelo consumo de combustível fóssil das embarcações usadas nas operações de descomissionamento *offshore*.

4. RESULTADOS

Os PDIs consultados constam na Tabela 1.

Tabela 1 - PDIs consultados no levantamento de produção de sucata metálica

PDI	Operadora
CAMPO DE MACAU - BACIA POTIGUAR, Projeto de Descomissionamento da Plataforma Aratum 2 (PART2) e dos seus Sistemas Submarinos Associados	3R
FPSO Polvo	BW Offshore
FPSO Pioneiro de Libra (Campo de Mero)	Petrobras
Dutos Remanescentes dos Polos Pampo e Enchova	Petrobras
FPSO P-33	Petrobras
FPSO P-32(Campo de Viola)	Petrobras
ANP (CAMPO DE BEIJA-FLOR)	Petrobras
ANP (CAMPO DE DIAS DÁVILA)	Petrobras
ANP (CAMPO DE FAZENDA SORI)	Petrobras
ANP (Miranga Leste)	Petrobras
ANP (CAMPO DE RIO JOANES)	Petrobras
FPSO Capixaba	Petrobras
ANP (CAMPO DE RIO IBIRIBAS)	Petrobras
ANP (CAMPO DE CAMAÇARI)	Petrobras
ANP (FAZENDA GAMELEIRA)	Petrobras
ANP (PARAMIRIM DO VENCIMENTO)	Petrobras
Produção dos Campos de Marlim e Voador	Petrobras
Campos de Bijupirá (“BJSA”), Programa de Descomissionamento das Instalações de BJSA – Conceitual	Shell
Campos de Salema (“BJSA”), Programa de Descomissionamento das Instalações de BJSA – Conceitual	Shell

Fonte: Elaboração própria com base nos PDIs disponibilizados no portal da ANP (2023)

Os PDIs de Campos de Bijupirá e Campos de Salema, ambos submetidos pela operadora Shell, eram conceituais, enquanto os demais eram executivos. Essa diferença implica que, enquanto os demais precisam apresentar os estudos necessários ao planejamento e à execução do descomissionamento das instalações, os PDIs de Campos de Bijupirá e de Campos de Salema devem apresentar somente o escopo do planejamento do descomissionamento (ANP, 2020).

No que diz respeito a massa de sucata metálica, os PDIs de Campo de Beija-Flor, Campo de Dias Dávila, Campo de Fazenda Sori, Miranga Leste, Campo de Rio Joanes, Campo de Rio Iriribas, Campo de Camaçari, Fazenda Gameleira, Paramirim do Vencimento, Produção dos Campos de Marlim e Voador e Dutos Remanescentes dos Polos Pampo e Enchova encontravam-se incompletas.

No PDI do FPSO Capixaba, por sua vez, foi indicada uma predominância de dutos flexíveis, com presença de 48,3 km de umbilical. A massa total foi apresentada, entretanto, sem especificação da distribuição, impossibilitando a avaliação precisa de quanto dessa massa corresponde a sucata metálica, devido a diferença de composição média de dutos flexíveis e umbilicais.

Foi adotada, então, a composição referente a umbilicais para toda a massa designada no PDI, com o intuito de adotar uma premissa conservadora em relação ao volume de sucata de aço a ser obtido do processo de descomissionamento. A massa de cobre, a massa de aço e a massa metálica total conforme calculadas através dos PDIs podem ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 - Massa metálica calculada a partir dos PDIs

PDI	Massa de aço	Massa de cobre	Massa metálica total
CAMPO DE MACAU	172906,92	2690,31	175597,23
FPSO Polvo	525024	0	525024
FPSO Pioneiro de Libra (Campo de Mero)	1527356,4	180631,85	1707988,25
FPSO P-33	538200	0	538200
FPSO P-32(Campo de Viola)	420840	0	420840
FPSO Capixaba	18720	960	19680
Produção dos Campos de Marlim e Voador	Não explicitado	Não explicitado	79650
Campos de Bijupirá	1809912,6	5086,8	1814999,4
Campos de Salema	966774	4412	971186

Fonte: Elaboração própria

É importante ressaltar que no PDI da Produção dos Campos de Marlim e Voador constava a informação da massa metálica total resultante do processo de descomissionamento, mas não a massa de acordo com a classificação dos equipamentos. Assim, para esse caso não foi possível aplicar a mesma metodologia para cálculo dos

materiais e não foi possível identificar separadamente a massa total de aço e de cobre. A partir da Tabela 2 pode-se observar, entretanto, que as atividades de descomissionamento contempladas pelos PDIs gerarão, no mínimo, aproximadamente 5.979 toneladas de sucata de aço e 193 toneladas de sucata de cobre, chegando a aproximadamente 6.253 toneladas de sucata metálica.

Considerando-se que “para cada 1 ton de sucata de aço reciclada, é evitada 1,5 ton de $\text{CO}_{2,\text{Eq}}$ ” (AÇOBRASIL, 2021), a reciclagem da sucata resultante dos processos de descomissionamento resultará em emissões evitadas de aproximadamente 9.380 ton de $\text{CO}_{2,\text{Eq}}$. Ressalta-se ainda que, devido às premissas conservadoras adotadas frente às incertezas das informações apresentadas nos PDIs, estima-se que esse valor seja uma sub-representação das emissões evitadas, por ter sido calculado a partir de uma massa de sucata metálica que não representa a totalidade de material a ser gerado pelos processos de descomissionamento.

5. CONCLUSÕES

É indiscutível a importância da descarbonização do setor siderúrgico no processo de combate às Mudanças Climáticas. O potencial do setor de oferecer uma rápida resposta de abatimento nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e outros poluentes é diretamente afetado, entretanto, pela capacidade do setor de transformar seus processos produtivos. A utilização de sucata metálica na indústria de ferro e aço é considerada um dos fatores-chave para essa transformação.

Chegou-se a 6.253 toneladas de sucatas metálicas com potencial de serem reaproveitadas e aproximadamente 9.380 ton de $\text{CO}_{2,\text{Eq}}$ evitadas provenientes de estruturas descomissionadas o setor de O&G, segundo PDIs disponíveis na ANP.

É importante ressaltar que a falta de padronização dos PDIs e a escassez de informações acerca dos resíduos resultantes dos processos de descomissionamento a serem realizados, de forma geral, representa um desafio para a avaliação precisa do potencial da sucata metálica proveniente desses processos. Entretanto, a reinserção dos resíduos metálicos provenientes do descomissionamento dos equipamentos de óleo e gás em processos industriais de produção de aço alinha-se às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e aos princípios da Economia Circular, ao mesmo tempo em que evita a emissão de GEE, contribuindo para a descarbonização de uma indústria classicamente caracterizada como de difícil abatimento de emissões.

Como próximos passos pretende-se aprimorar a metodologia empregada, avaliar outras fontes de informação além dos PDIs utilizados, como também a inclusão dos processos logísticos da cadeia reversa e a avaliação de outros impactos ambientais via a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

REFERÊNCIAS

AGORA INDUSTRY; WUPPERTAL INSTITUTE. **15 Insights on the Global Steel Transformation**. 2023. Disponível em: <<https://wupperinst.org/>>.

ANP. **Resolução ANP Nº817 de 24 de Abril de 2020**. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-817-2020-dispoe-sobre-o-descomissionamento-de-instalacoes-de-exploracao-e-de-producao-de-petr>>.

ANP; FGV. Descomissionamento offshore no Brasil - Oportunidades desafios e soluções. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. 2013.

FAM, M. L. et al. **A review of offshore decommissioning regulations in five countries - Strengths and weaknesses**. *Ocean Engineering* Elsevier Ltd, 15 jul. 2018.

FOWLER, A. M. et al. A multi-criteria decision approach to decommissioning of offshore oil and gas infrastructure. *Ocean and Coastal Management*, v. 87, p. 20–29, 2014.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **A Indústria do Aço está e continuará colaborando para minimizar os impactos sobre a mudança do clima**. 2021.

MARTINS, I. D. et al. Dimensionality reduction for multi-criteria problems: An application to the decommissioning of oil and gas installations. *Expert Systems with Applications*, v. 148, 15 jun. 2020.

MISHRA, D. et al. **Big Data and supply chain management: a review and bibliometric analysis**. *Annals of Operations Research* Springer New York LLC, 1 nov. 2018.

PAGE, H. M. et al. **Oceanographic gradients and patterns in invertebrate assemblages on offshore oil platforms**. Disponível em: <<https://academic.oup.com/icesjms/article/65/6/851/600867>>.

PETROBRAS. **Relatório de Sustentabilidade**. 2022.

SILVESTRE, B. S.; GIMENES, F. A. P.; E SILVA NETO, R. A sustainability paradox? Sustainable operations in the offshore oil and gas industry: The case of Petrobras. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 360–370, 20 jan. 2017.

SOMMER, B. et al. **Decommissioning of offshore oil and gas structures – Environmental opportunities and challenges**. *Science of the Total Environment* Elsevier B.V., 25 mar. 2019.

SOUZA, D. P. ; ANGELO, ANA CAROLINA MAIA . Avaliação do Ciclo de Vida do Descomissionamento de Dutos Rígidos de Produção de Petróleo OffShore. **Congresso Brasileiro de Gestão do Ciclo de Vida**. 2021.

VOGL, V.; OLSSON, O.; NYKVIST, B. Phasing out the blast furnace to meet global climate targets. *Joule*, v. 5, n. 10, p. 2646–2662, 20 out. 2021.

PROGRAMA AROMA - UM NOVO MODELO DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DE VAZADOUROS NO ESTADO FULMINENSE

Data de aceite: 02/12/2023

Mário Oliveira

Renata Tostes Varol Rodrigues

Mariana Palagano Ramalho Silva

Ricardo Marcelo da Silva

Ingrid Rosa Do Espírito Santo

RESUMO: Levantamentos recentes, 2019, indicavam a existência de 14 (catorze) locais de disposição inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos, ainda em operação, no Estado do Rio de Janeiro. Estes locais, comumente chamados de lixão são de difícil quantificação, pois os números variam em função dos critérios utilizados para sua classificação. A título de exemplo, pode-se citar a região de Jardim Gramacho, no município de Duque de Caxias, onde podem ser contabilizados 12 (doze) locais de disposição inadequada, que surgiram logo após o encerramento do aterro controlado da região. Tecnicamente denominado de vazadouro, tais locais são caracterizados pela descarga dos resíduos sólidos sobre o solo, formando depósitos clandestinos a céu aberto, podendo acarretar na contaminação

do solo e água do entorno. Diante da necessidade de adoção de medidas e ações direcionadas, em curto, médio e longo prazo, à melhoria da qualidade ambiental dos locais de disposição de RSU no solo, a fim de minimizar os impactos ambientais causados por essa prática, o Instituto Estadual do Ambiente (Inea) institui por meio de Resolução, um programa com o objetivo de acompanhar e monitorar estes locais, visando garantir a performance ambiental destas áreas por meio de técnicas de monitoramento em tempo real, incluindo sensoramento remoto e o compartilhamento de dados e informações entre os stakeholders – intitulado PROGRAMA AROMA. Dessa forma, as ações desenvolvidas no âmbito do programa busca subsidiar ou indicar ações administrativas, e outras específicas voltadas a propositura de políticas públicas, bem como possibilitar o desenvolvimento de bases de dados socioambientais, além de fortalecer a ação do Estado junto aos operadores dos vazadouros, seja público ou privado, visando à atuação preventiva e sinérgica para garantia da qualidade ambiental e da segurança hídrica, por meio de ações de planejamento, modernização, monitoramento, estruturação e fiscalização.

No biênio de 2022/2022, foram realizadas 07 (sete) vistorias a vazadouros identificados como ainda em operação, conforme os dados disponibilizados pela Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEAS). Desses, foi identificada a desativação das operações de aproximadamente 30% dos vazadouros, sendo conduzidas as tratativas para a remediação da área prevendo uso futuro do local.

PALAVRAS-CHAVES: Programa Aroma; vazadouro; resíduos sólidos urbanos; pós-licença

ABSTRACT: Recent surveys, 2019, indicated the existence of 14 (fourteen) sites of inadequate disposal of Urban Solid Waste, still in operation, in the State of Rio de Janeiro. These places, commonly called dumps, are difficult to quantify, as the numbers vary depending on the criteria used for their classification. As an example, we can mention the region of Jardim Gramacho, in the municipality of Duque de Caxias, where 12 (twelve) sites of inadequate disposal can be counted, which emerged shortly after the closure of the controlled landfill in the region. Technically called spillways, such places are characterized by the discharge of solid waste onto the ground, forming clandestine deposits in the open air, which can lead to contamination of the surrounding soil and water. Given the need to adopt measures and actions aimed, in the short, medium and long term, at improving the environmental quality of MSW disposal sites on the ground, in order to minimize the environmental impacts caused by this practice, the State Environmental Institute (Inea), establishes through Resolution, program with the objective of monitoring and monitoring these locations, aiming to guarantee the environmental performance of these areas through real-time monitoring techniques, including remote sensing and the sharing of data and information between stakeholders – AROMA PROGRAM. By the way, the actions developed within the scope of the program seek to subsidize or indicate administrative actions, and other specific actions aimed at proposing public policies, as well as enabling the development of socio-environmental databases, in addition to strengthening the State's action with spill operators, whether public or private, aiming at preventive and synergistic action to guarantee environmental quality and water security, through planning, modernization, monitoring, structuring and inspection actions. In the 2022/2022 biennium, 07 (seven) inspections were carried out on spillways identified as still in operation, according to data made available by the State Secretariat for the Environment of Rio de Janeiro (SEAS). Of these, the deactivation of operations of approximately 30% of the spills was identified, with negotiations being carried out to remediate the area, foreseeing future use of the site.

KEYWORDS: Aroma Program; dumping ground; municipal solids waste; post-environmental license

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos e a coleta, processamento e transporte e descarte dele - o processo de “gestão de resíduos” é importante tanto para a saúde do público quanto para a estética e razões ambientais. Já que lixo é qualquer coisa descartada por um indivíduo, família ou organização, os resíduos resultam uma mistura complexa de substâncias diferentes, das quais apenas algumas são intrinsecamente perigosos para a saúde (Titto e Savino, 2019)

A respeito dos países em desenvolvimento localizados nos continentes africano, asiático e latino-americano, estes geralmente possuem sistemas de gerenciamento de resíduos baseados na disposição em solo, lixões e aterros não projetados, devido a recursos financeiros limitados, uso ineficaz de recursos, falta de instrumentos de governança, dependência excessiva de equipamentos importados, e, às vezes, aplicação inadequada de soluções tecnológicas (Alao et al, 2022)

Uma vez que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem como princípio a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde, conforme inciso II do art. 6º da Lei Federal nº 12.305/2010 e considerando o que está previsto no inciso II do artigo 13º da Lei Estadual nº 4.191/2003, faz-se necessária uma atuação mais efetiva por parte do Estado a erradicação dos vazadouros e a busca das melhores formas de remediação destes locais (Brasil, 2010).

Tomando por base os dados disponibilizados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2021, no caso específico do Rio de Janeiro, a região fluminense destinou em torno de 40% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados para vazadouros ou aterros controlados (SNIS, 2022). Já o diagnóstico ambiental dos vazadouros existentes no estado, realizado pela Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), com base nos dados do ICMS Ecológico (ano base 2022), o estado do Rio de Janeiro possui 07 (sete) lixões em operação, onde foram destinadas 131.031,01 toneladas de RSU em 2022

Face as suas características, estes locais por vezes não cumprem efetivamente o rito licenciatório, cabendo aos órgãos ambientais o exercício das atividades de fiscalização, a depender da competência definida nas normas gerais fixadas na Lei Complementar nº 140/2011. Na esfera estadual, o acompanhamento da pós-licença e de controle da poluição ambiental foram atribuídas a Diretoria de Pós-Licença e Fiscalização Ambiental do Instituto Estadual do Ambiente (Dirpos/Inea) por meio do art. 22, inciso I, do Decreto estadual nº 48.690/2023.

Diante a necessidade de adoção de medidas e ações direcionadas, em curto, médio e longo prazo, à melhoria da qualidade ambiental dos locais de disposição de RSU no solo, a fim de minimizar os impactos ambientais causados por essa prática, a Dirpos desenvolveu o programa de acompanhamento, remediação, otimização e monitoramento de aterros - Programa Aroma, de maneira a estruturar o acompanhamento estratégico dos aterros sanitários, aterros controlados e vazadouros que estejam irregulares, em operação ou encerrados, localizados no estado do Rio de Janeiro, em especial aqueles de relevante interesse ambiental, visando garantir a performance ambiental destas áreas. Para este Congresso, será apresentada a atuação do programa na identificação e diagnóstico dos vazadouros ainda existe no estado fluminense.

2. OBJETIVO

- Apresentar o Programa Aroma como ferramenta de pós-licença para o acompanhamento e monitoramento de vazadouros;
- Compartilhar as informações e os resultados obtidos com a aplicação do Programa;
- Retratar as ações já realizadas por meio da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e vistorias realizadas in loco.

3. METODOLOGIA

Primeiramente, os dados geográficos dos locais de disposição de RSU identificados no sistema Inea foram mapeados e seus dados geográficos inseridos na plataforma *Power BI*, segregados nas classificações ativos e inativos. Dos inativos, uma vez definido o vazadouro a ser investigado com base na localização georreferenciada, o porte e o potencial poluidor da atividade, quando possível, é realizado preliminarmente a avaliação locacional por sensoriamento remoto. Em seguida, é procedida a vistoria técnica ao local onde são observados, entre outros parâmetros: movimentação de veículos; dispositivos de tratamento de chorume e de gases; presença de catadores e vetores.

De posse dessas informações, poderá ser confirmado o status de operação de cada vazadouro, subsidiando a apresentação de uma lista de obrigações para o devido cumprimento do operador do vazadouro a fim de minimizar os impactos advindo da disposição inadequados dos RSU. Dessa maneira, espera-se organizar as informações sobre a necessidade de remediação de áreas desmobilizadas para a promoção da recuperação eventual do passivo ambiental, em formato de diagnóstico.

4. RESULTADOS

A representação geográfica dos locais de disposição de RSU identificados no sistema Inea é apresentada na figura 01 abaixo. É prudente informar a natureza dinâmica desses números, que podem variar de acordo com os critérios definidos por cada área de interesse. No momento do desenvolvimento dessa pesquisa, foram encontrados ao todo 109 (cento e nove) vazadouros, sendo 14 (catorze) ainda considerados ativos, destacados de verde no mapa.

Locais de disposição de resíduos

Estado do Rio de Janeiro

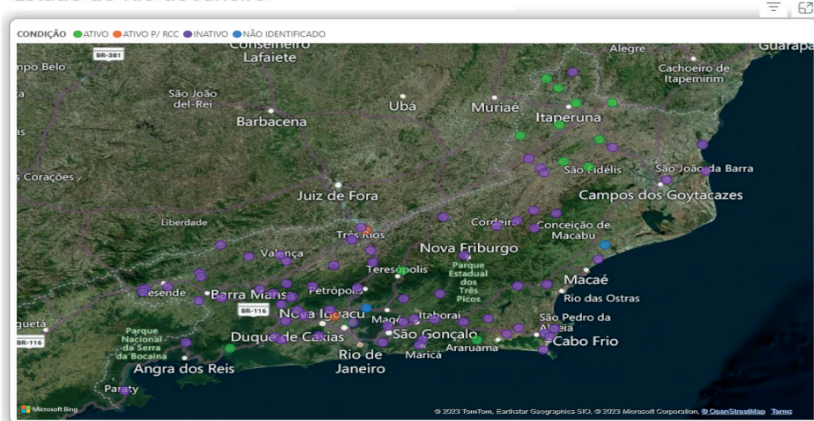


Figura 01 – Locais de disposição de resíduos (Programa Aroma, 2022)

De posse dessa informação, o Aroma se debruçou na investigação do status atualizado dos vazadouros ainda em operação. Nesse sentido, durante o biênio 2022/2023, foram vistoriados 07 (sete) municípios fluminenses onde, em alguma época haviam sido depositados resíduos de maneira inadequada. Estes municípios se localizam nas regiões Metropolitana, Norte e Sul Fluminense.

Em dois dos casos, havia ainda a operação de destinação de RSU no local. Para esses municípios, foi apresentada exigências relacionadas a tal operação, principalmente aquelas relativas a possível instabilidade dos taludes, medidas de prevenção para evitar o direcionamento de chorume a corpos receptores vizinhos e medidas de controle para a drenagem dos gases exauridos. As tratativas quanto à adequação dessas áreas estão sendo conduzidas pelo Inea no presente momento.

Nos cinco casos restantes, foi observado que não havia movimentação de resíduos de qualquer espécie, nem situações típicas de operação de vazadouros, como a presença de catadores e animais. Boa parte dos operadores, conscientes da necessidade de um gerenciamento de resíduos efetivo, se comprometeu a buscar soluções visando à atuação preventiva e sinérgica para a remediação da área prevendo uso futuro do local, de maneira a garantir a qualidade ambiental.

5. CONCLUSÕES

- A utilização de sensoriamento remoto preliminar para subsidiar a realização de vistorias in loco permite uma maior efetividade na atuação do Programa Aroma já que admite ações de fiscalização em frequência temporal alta, sem demanda por logística, o que otimiza a aplicação de infraestrutura e recursos humanos;

- A partir das operações coordenadas dentro do Programa Aroma, as condições de operacionalidade dos vazadouros existentes no estado fluminense foram atualizadas. Com as informações obtidas nas vistorias realizadas, o número de vazadouros em operação reduziu em 20%, quando confrontados com os dados disponibilizados pela SEAS.
- O Programa Aroma permitiu a aproximação entre os operadores de vazadouro e o órgão ambiental mediante a adoção de medidas e ações direcionadas, em curto, médio e longo prazo, na busca por melhorias na qualidade ambiental dos locais de disposição de RSU no solo, a fim de minimizar os impactos ambientais causados por essa prática;
- Por fim, o Programa Aroma se mostrou como uma ferramenta eficaz para o acompanhamento estratégico dos vazadouros, quer estejam irregulares, em operação ou encerrados, se alinhando ao objetivo da sua criação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALAO, M. A.; POPOOLA, O. M.; AYODELE, T. R. A Novel Fuzzy Integrated MCDM Model for Optimal Selection of Waste-to-Energy-Based-Distributed Generation Under Uncertainty: A case of the City of Cape Town. South Africa, Journal of Cleaner Production, v.343, 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto 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] República Federativa do Brasil*, Brasília, 03 ago. 2010. Seção 1, p.3.

RESOLUÇÃO INEA nº 285, de 25 de agosto de 2023. Dispõe sobre a Implantação do Programa de Acompanhamento, Remediação, Otimização e Monitoramento de Aterros (Sanitários, Controlados E Vazadouros) localizados no Estado do Rio de Janeiro - PROGRAMA AROMA.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos>. Acesso em: set de 2023.

TITTO, E.; SAVINO, A. Environmental and health risks related to waste incineration. *Waste Management e Research*. v. 37, p. 976–986, 2019.

PRÓTESE ORTOPÉDICA FORMADA POR RESÍDUOS DO MÁRMORE BEGE BAHIA E POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Data de aceite: 02/12/2023

Manuella de Lima Ribeiro

Roberto Carlos Da Conceição Ribeiro

RESUMO: Cerca de 980 milhões de pessoas no mundo apresentam algum tipo de doença física e necessitam utilizar algum tipo de prótese. No entanto, os custos de produção dessas peças são tão elevados que boa parte dessas pessoas não apresenta condição financeira de adquiri-las e vivem em condições degradantes. Dessa forma, tentar criar novos materiais de alta resistência e menor custo poderá facilitar a vida dessas pessoas. O objetivo deste trabalho é a geração de próteses ortopédicas utilizando polietileno de alta densidade (PEAD) reforçado com resíduos do beneficiamento do Mármore Bege Bahia por meio de impressão 3D. Para tal, previamente, o resíduo foi avaliado segundo critérios de toxicidade, periculosidade e inércia. Posteriormente, geraram-se compósitos, por meio de extrusão e injeção, formados por PEAD e resíduos de rochas ornamentais nas proporções de 10, 30 e 50%, em massa de resíduo, utilizando-se

como compatibilizante o ácido esteárico ou o anidrido maléico. Os compósitos foram avaliados mecanicamente por meio de impacto e flexão, antes e após a ação de agentes intempéricos (produtos químicos, SO_2 e névoa salina). Os resultados indicaram que o resíduo não apresenta toxicidade e é inerte. A aplicação de apenas 10% de resíduo na matriz polimérica foi capaz de aumentar a resistência ao impacto de 5 J/m para valores em torno de 40 J/m. A ação dos agentes de intemperismo reduziu a resistência para aproximadamente 30 J/m, porém os valores ainda são adequados se comparados à resistência do polímero puro. Tais resultados foram obtidos quando se utilizou o compatibilizante PE-MA. Dessa forma, conclui-se que a incorporação de apenas 10% de resíduo na matriz do PEAD, em presença de PE-MA como compatibilizante, permite a formação de um compósito que pode ser utilizado em impressoras 3D para geração de próteses com resistência mecânica requerida e baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos de rochas, próteses ortopédicas, impressão 3D.

ABSTRACT: About 980 million people in the world have some kind of physical illness and need to use some type of prosthesis. However, the production costs of such parts are so high that many of these people do not have financial condition to acquire them and living in degrading conditions. In this way, trying to create new materials of high resistance and lower cost could make life easier for these people. The objective of this work is the generation of orthopedic prostheses using high density polyethylene (HDPE) reinforced with residues generated in the cutting and processing of limestone ornamental rocks through 3D printing. To do it, previously, the waste was evaluated according to toxicity and inertia criteria. Afterwards, composites were generated by means of extrusion and injection, formed by HDPE and rock residues in the following proportions: 10, 30 and 50% by mass, using stearic acid or maleic anhydride as the compatibilizer. The composites were evaluated mechanically by means of impact and flexion, before and after the action of weathering agents (chemicals, SO_2 and salt spray). The results indicated that the residue is non-toxic and inert. The application of only 10% of residue in the polymer matrix was able to increase the impact resistance of 5 J.m^{-1} to values around 40 J.m^{-1} . The action of the weathering agents reduced the resistance to values around 30 J.m^{-1} , but the values are still adequate when compared to the resistance of the pure polymer. These results were obtained when the compatibilizer PE-MA was used. In this way, it is concluded that with the incorporation of only 10% of the residual in the HDPE matrix, in the presence of PE-MA as compatibilizer, it allows the formation of a composite that can be used in 3D printers for the generation of mechanical strength required and low cost.

KEYWORDS: dimension stones waste, orthopedical prosthetics, 3D print.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015), 978 milhões de pessoas no mundo sofrem com algum tipo de deficiência física. A grande maioria dessas pessoas não possui estrutura e nem mesmo condições financeiras para superar as dificuldades que a deficiência impõe e, consequentemente, se inserirem na sociedade. Desta forma, muitos acabam não podendo usufruir dos benefícios de uma prótese que, geralmente, são formadas por silicone e titânio e vendidas no mercado por mais de 50 mil dólares, dependendo do tipo de prótese (mão, dedos, pés, clavículas...).

Na tentativa de minimizar esse problema social, o setor polimérico vem tentando produzir materiais economicamente viáveis por meio do processamento em impressão 3D. No entanto, as próteses geradas por essa técnica não apresentam resistência mecânica mínima requerida. Dessa forma, torna-se necessária a inclusão de cargas minerais na matriz do polímero como agente reforçante.

O Brasil é o terceiro maior exportador mundial de rochas ornamentais (ABIROCHAS, 2015), setor que gera, durante seus processos de extração e beneficiamento, mais de 80% de resíduos sólidos. Tais resíduos, com composições químicas e mineralógicas conhecidas, podem ser aplicados em diversos setores industriais, como, por exemplo, o setor polimérico.

2. OBJETIVO

Gerar próteses ortopédicas por meio de impressão 3D, utilizando resíduo de calcário branco ornamental como carga na matriz do polietileno de alta densidade (PEAD).

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais Utilizados

O resíduo é proveniente do corte do Mármore Bege Bahiae foi utilizado na granulometria inferior a 0,053 mm. O polímero utilizado foi o PEAD fornecido pela BRASKEM HA7260, com índice de fluidez 20g/10min e densidade 0,955 g/cm³. Já os compatibilizantes utilizados foram o polietileno enxertado com 0,26% de anidrido maleico (PE-MA) com índice de fluidez 1,5g/10min, e o ácido esteárico.

3.2 Caracterização do resíduo

3.2.1 Avaliação Química e Mineralógica

A determinação da composição química e mineralógica do resíduo foi realizada pela Coordenação de Análises Minerais (COAMI) do CETEM por meio das técnicas de FRX e DRX.

3.2.2 Classificação do resíduo e Avaliação Ecotoxicológica

O resíduo foi caracterizado segundo a Norma ABNT NBR 10.004:2004 quanto a classificação de resíduos sólidos (perigoso ou não perigoso/inerte e não inerte). A avaliação ecotoxicológica foi realizada segundo as metodologias descritas em ASTM E1676-04, ABNT-12648/2011 e ABNT-NBR 12713/2009.

3.3 Processamento dos compósitos

Foram processados compósitos de PEAD com 10, 30 e 50%, em massa, de resíduo e também com 5; 7,5 e 10% em massa de compatibilizante, alternando entre o PE-MA e o ácido esteárico, como indicado na Tabela 1. Cada composição foi processada primeiramente na extrusora dupla rosca da marca Brasil, com L/D=26, a velocidade de rotação de 67 r.p.m. e perfil de temperatura de 80-180°C. A velocidade do granulador foi de 50,2 r.p.m. e do dosador de 11,3 r.p.m. Posteriormente, os compósitos foram moídos e injetados em uma injetora modelo *Battenfeld Plus 35* a 190°C, produzindo corpos de prova para posteriores testes físicos.

Tabela 1: Composição dos compósitos

Corpo de prova	Resíduo (%)	Ácido esteárico (%)	PE-MA (%)
C1	10	5,0	0
C3	30	7,5	0
C4	50	5	0
C6	10	0	5,0
C8	30	0	7,5
C9	50	0	5,0

3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPÓSITOS

3.4.1 Ensaio Mecânicos de Flexão e Impacto Izod

O ensaio de flexão seguiu o procedimento descrito na norma ASTM D 790 e o ensaio de resistência ao impacto foi realizado segundo a norma ASTM D256.

3.4.2 Ensaio de Alterabilidade

Os corpos de prova foram expostos em câmaras de exposição ao SO₂ (ABNT NBR 8096), câmaras de névoa salina (ABNT NBR 8094) e ao ataque de produtos químicos (ABNT/NBR 13.818/1997). Após o período de ataque em cada ensaio, os corpos de prova foram avaliados novamente segundo ensaios mecânicos de flexão e impacto.

3.5 GERAÇÃO DA PRÓTESE

Após a determinação dos melhores teores de resíduo e compatibilizante na matriz polimérica, processou-se uma prótese humana (mão ou pé) utilizando o compósito como carga na impressora 3D da Divisão de Desenho Industrial (DvDI) do INT.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do Resíduo

4.1.1 Análise Química e Mineralógica

A análise química do resíduo por meio da FRX apresentou teores de 18,8% de MgO, 32,7% de CaO, 1,1% de , 0,16% de e ainda 46,2% de perda por calcinação. Os baixos teores de óxidos de silício e ferro concluem menor abrasão e menos impurezas, facilitando o processamento dos compósitos. A análise mineralógica do resíduo por meio da DRX indicou a presença de picos característicos de dolomita e calcita, corroborando os resultados de FRX.

4.1.2 Classificação do resíduo e Avaliação Ecotoxicológica

Segundo os preceitos descritos na NBR 10.004, o resíduo pode ser classificado como inerte e não perigoso. Os resultados ecotoxicológicos indicaram que as amostras de *Daphnia* que estiveram em contato com o resíduo não sofreram alterações, classificando o resíduo como não tóxico. Os resíduos que ficaram em presença de algas não apresentaram toxicidade em boa parte das diluições, observando-se apenas uma tendência levemente tóxica em 100%.

4.2 Caracterização Mecânica

Na Figura 1, são apresentados os resultados de resistência ao impacto nos compósitos antes e após os ensaios de alterabilidade. Pode-se observar que a adição de carga mineral é responsável pelo aumento da resistência mecânica, uma vez que, sem carga, o polímero puro apresenta valores em torno de 5,0 J/m (MuLlinari *et al*, 2009). Pode-se verificar nas barras azuis, que após a inserção gradativa de carga, chega-se a 35 J/m, como observado nos materiais C1 a C4. Verifica-se também, que o mesmo comportamento é observado nos materiais C6 a C8, chegando, porém, a valores em torno de 40 J/m devido ao maior efeito de interação que o PE-MA exerce no compósito.

Após a ação dos agentes de alterabilidade, verifica-se que há uma queda nos valores de resistência ao impacto em todos os corpos de prova. Os reagentes NH_4Cl , NaClO , ácido láctico, ácido cítrico e HCl , reduzem a resistência de cerca de 35 J/m para valores em torno de 20 J/m nos compósitos que apresentam ácido esteárico como compatibilizante (C1 a C4). Já os corpos de prova os que apresentavam PE-MA apresentam uma redução para valores em torno de 25 J/m, comprovando mais uma vez o melhor efeito desse compatibilizante. Em relação à exposição ao SO_2 e à névoa salina, verifica-se uma queda mais significativa em todos os corpos de prova para valores em torno de 15 J/m (C1 a C4) e de cerca de 20 J/m (C6 a C9), indicando maior efeito desses poluentes na estrutura dos compósitos. No entanto, vale ressaltar que todos os valores encontrados são superiores aos valores do polímero isento de carga (cerca de 5J/m), caracterizando que o reforço mecânico ainda é adequado.

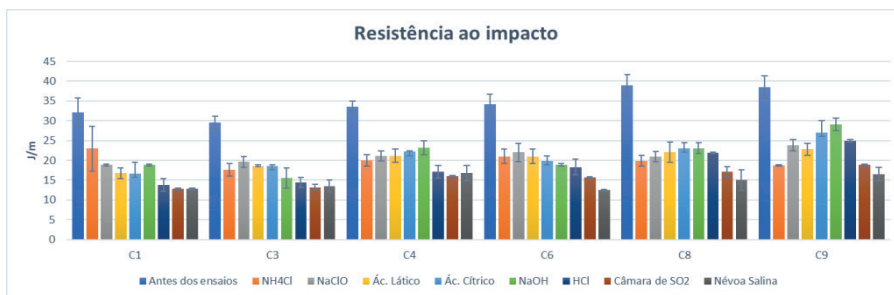


Figura 1 – Resistência ao impacto Izod (J/m).

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a aplicação de resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais calcárias na matriz do PEAD é tecnicamente viável, uma vez que o resíduo apresenta composição química (>50% CaO e MgO) e mineralógica (essencialmente calcita) homogênea, granulometria adequada (0,053 mm), é classificado como inerte e não perigoso, não apresenta toxicidade e proporcionou aumento da resistência mecânica do polímero, mesmo após a ação de agentes de intemperismo. Além disso, conclui-se que o compatibilizante PE-MA favorece com mais eficácia a interação entre o polímero e a carga mineral. Dessa forma, é possível a geração de próteses ortopédicas, utilizando-se o método de impressão 3D, uma vez que com a adição de apenas 10% de carga, o reforço mecânico já foi satisfatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.713. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp.* (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.648. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com algas (*Chlorophyceae*). Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8094/83: Ensaio de Corrosão por Exposição à Névoa Salina. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8095/83: Ensaio de Corrosão por Exposição à Umidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM. D256: Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics. Philadelphia: ASMT, 1993.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D790: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. Filadélfia: ASTM, 1984.

LIMA, A. B. T., Aplicações de Cargas Minerais em polímeros. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil), 2007.

LACERDA, G. F., Produção de próteses médicas a partir de compósitos poliméricos formados com resíduos de rochas e PLA. In: XXII JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CETEM. Rio de Janeiro (Brasil), 2016.

MULLINARI, D. R., HERMAN J. C., VOORWALD, MARIA ODILA H. CIOFFI, MARIA LÚCIA C. P. DA SILVA, GEORGE J. M. Rocha, Resistência ao impacto dos compósitos pead reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana-de-açúcar, Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros – Foz do Iguaçu, PR – Outubro/2009.

RECICLAGEM NA CULTURA POPULAR: POSSIBILIDADES DE CONFECCÃO DE INSTRUMENTOS DE CAPOEIRA COM RESÍDUOS SÓLIDOS.

Data de aceite: 02/12/2023

Cristóbal Juliá

RESUMO: Este trabalho aborda as possibilidades de confecção de instrumentos associados à prática da cultura popular capoeira, com resíduos sólidos reciclados. Por meio da narração de experiências realizadas em projetos sociais e escolas, o texto mobiliza reflexões a respeito da formação crítica sobre o trato de resíduos sólidos e as alternativas de reciclagem de alguns deles no âmbito da prática de capoeira. Apresentam-se alternativas para a elaboração de instrumentos como, pandeiros, berimbaus, agogôs, caxixis, reco-recos e tambores, substituindo os materiais tradicionais por materiais reciclados como garrafas pet, restos de canos PVC, tampinhas de garrafas, latas, dentre outros. Evidencia-se a força formadora da capoeira e suas possibilidades civilizatórias, neste caso realizando contribuições para a formação no cuidado do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVES: CAPOEIRA; CULTURA POPULAR; RECICLAGEM; RESÍDUOS SÓLIDOS.

ABSTRACT: This paper addresses the possibilities of developing instruments associated with the practice of popular capoeira culture, with recycled solid residues. Through the narration of experiences carried out in social projects and schools, the text presents reflections regarding critical training on the treatment of solid residues and recycling alternatives in certain areas of capoeira practice. Alternatives are presented for the production of instruments such as pandeiros, berimbaus, agogôs, caxixis, reco-recos and tambores, replacing traditional materials with recyclable options such as plastic bottles, remaining PVC pipes, bottles caps, cans, among others. The formative force of capoeira and its civilizing possibilities are evident, contributing in this case to the formation of environment care.

KEYWORDS: CAPOEIRA; POPULAR CULTURE; RECYCLING; SOLID RESIDUES.

1. INTRODUÇÃO:

A capoeira é uma manifestação brasileira, oriunda da experiência da diáspora africana no Brasil. Ela mobiliza elementos de luta, dança, música, jogo,

história, artesanato, folclore, esporte, dentre outros e como adverte Falcão (1998) é uma construção social que vá além de especificações que tentam enquadrá-la em dimensões fechadas, ela é plural e heterogênea. O Mestre Pastinha (*in memória*), guardião da capoeira de vertente chamada Angola deixou eternizada algumas frases no imaginário da capoeira, uma delas versa assim: “A capoeira é mandinga de escravo em ânsia de liberdade, seu princípio não tem método e o seu fim é inconcebível ao mais sábio capoeirista”. Trago esta máxima de Pastinha, pois adverte para o caráter infinito da capoeira. Suas possibilidades são diversas e a sua transformação ao longo dos anos tem demonstrado isso. Perseguida na época do império, passa a ser configurada como crime no código penal da primeira república, abandona esse lugar na era Vargas e hoje é no que respeita ao ofício dos mestres e a roda de capoeira, patrimônio imaterial do Brasil pelo IPHAN¹ e da humanidade pela UNESCO².

A sua infinitude se mostra também na diversidades dos movimentos e as possíveis combinações dos mesmos dentro do jogo, no extenso repertório musical que vai crescendo dia a dia com as composições dos capoeiristas, nos novos lugares que a capoeira vai conquistando como as escolas, universidades e diversas instituições de ensino, dentre outras transformações que denotam a essência inacabada desta cultura popular/corporal.

Neste sentido os instrumentos musicais que tradicionalmente fazem parte da capoeira, não escapam as invenções que perpassam a arte e temos assistido a novas formas de confeccioná-los, atendendo a fins diversos (educacionais, de pesquisa, artísticos). Neste trabalho abordo a construção dos mesmos a partir de resíduos sólidos e como essa possibilidade foi abordada em alguns trabalhos que realizei com capoeira, em projetos sociais e escolas. Cabe destacar que os instrumentos confeccionados com materiais reciclados não substituem os instrumentos tradicionais e não tem finalidade de serem utilizados para a realização de uma roda oficial de capoeira, mas sim para apontar a importância da reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, além de gerar acesso a um instrumento de menor custo, ao alcance da maioria e que trará grandes benefícios para o aprendizado e a familiarização com o mesmo.

A necessidade da formação sobre o cuidado do meio ambiente nos projetos de capoeira torna-se um conteúdo transversal, que atravessa todas as aulas e que dialoga de forma direta com a sua essência, pois como diz um grande representante da capoeira no mundo, o Mestre João Grande “A capoeira que eu faço é natureza [...]” (CASTRO 2010, p.76). Assim a abordagem específica sobre a reciclagem de resíduos sólidos, o trato dos mesmos, e o questionamento de modos de vida atuais, fazem parte do amplo espectro de conteúdos que a prática da capoeira mobiliza.

1. IPHAN. Roda de Capoeira é o mais novo Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/66/>> Acesso em 21 setembro 2023.

2. UNESCO. Capoeira torna-se Patrimônio Imaterial da Humanidade. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/152296-roda-de-capoeira-patrim%C3%B4nio-cultural-imaterial-da-humanidade-unesco>>. Acesso em 21 setembro 2023.

2. OBJETIVOS:

O objetivo deste trabalho é mobilizar experiências, realizadas em escolas e em projetos sociais, para demonstrar algumas das possibilidades que a prática da capoeira apresenta para encarar desafios ambientais da atualidade.

Mais especificamente tem por objetivo, apresentar as características, os materiais e as formas de produção de alguns instrumentos musicais associados à prática de capoeira, a partir de resíduos sólidos plásticos.

Outro objetivo, diz a respeito da brecha que a confecção dos instrumentos gera, para efetivar o debate em espaços onde acontece a prática de capoeira, sobre a conscientização do descarte de resíduos sólidos, a reciclagem e o cuidado do meio ambiente.

Por fim, tem o objetivo de diminuir o descarte de resíduos sólidos plásticos e promover a sustentabilidade, por meio da confecção dos instrumentos com materiais reciclados.

3. METODOLOGIA:

A metodologia escolhida para o escrito é o relato de experiência, associado à narrativas (auto)biográficas entendidas nas perspectivas de Passeggi e Souza (2017), Abrahão (2004), onde o autor por meio da rememoração e da escrita de suas práticas profissionais, dá o substrato ao trabalho e resgata elementos formativos que traduzidos ao texto, fazem circular experiências e aprendizados da sua trajetória. Se chama a atenção para o “(auto)”, adotado no Brasil como indicador da força formativa do narrar-se e se entende essa formação como uma construção coletiva das experiências vividas. Assim, por meio da narração e de imagens colhidas durante as aulas, se transmitem os conhecimentos da confecção dos instrumentos com os materiais reciclados.

4. RESULTADOS:

Neste apartado, me dedicarei a narrar as experiências de aulas de capoeira realizadas no município de Arraial do Cabo nos idos do ano 2017 efetivadas em escolas da rede municipal de educação e em projetos sociais de iniciativa autônoma. Neste se mostraram também os resultados obtidos, fazendo deste momento uma narrativa (auto) biográfica.

Em ambas experiências, estava desenvolvendo um trabalho com capoeira e depois de alguns meses de introdução das crianças à arte, chegava a hora de trabalhar a musicalidade em específico. A música atravessa todas as aulas, porém segundo o planejamento que tinha realizado, haveria um momento privilegiado para abordar a musicalidade e a familiarização com os instrumentos que compõem a roda de capoeira. Os/as estudantes, já conheciam alguns instrumentos, pois as aulas eram ministradas ao toque do berimbau, pandeiro e atabaque.

Além do manuseio de instrumentos e a aproximação aos mesmos, estava pautada a possível confecção dos mesmos, participando em grupos e respeitando as possibilidades de manejo de ferramentas de acordo a faixa etária dos grupos atendidos. Neste momento, surge a ideia de confeccionar instrumentos com materiais não convencionais, a partir da reciclagem de resíduos sólidos, esta ideia estava inspirada no trabalho de alguns professores e mestres que eu tinha conhecido ao longo da minha trajetória na capoeira e era também mobilizada pelo fácil acesso que temos a esse tipo de materiais. Assim também poderia aproveitar para questionar um problema crescente na cidade, que é a falta de cuidado com o lixo, tanto por parte do poder público como da sociedade civil e dos turistas e excursionistas que chegavam em massa.

Foi assim que confeccionamos com as crianças (faixa etária de 5 até 13 anos) alguns dos instrumentos (pandeiro, berimbau, agogô, reco-reco, tambor), suplantando materiais da natureza por material reciclado. A seguir coloco o nome dos instrumentos, seguido dos materiais com que originalmente são confeccionados e logo coloco o material pelo qual pode ser substituído. Também apresento alguns instrumentos que não foram confeccionados (por serem mais complexos) e os que têm alternativas de confecção, ou seja, podem se fazer de várias formas.

- Berimbau original: verga de madeira de lei (beriba, ipê, pau pereira, dentre outras); arame de aço (retirado de pneu ou do cabo de fibra ótica, este material é reciclado em ambos tipos de confecção); cabaça ou coité; couro (este também é um material reciclado na confecção original)
- Berimbau reciclado: resto de cano de PVC; resto de cabo de vassoura; arame de aço (retirado de pneu ou do cabo de fibra ótica); garrafa pet.
- Pandeiro original: madeira de compensado; discos de metal; aros de metal; couro de animal
- Pandeiro reciclado: prato de vaso de planta velho (forma o corpo do pandeiro); tampinhas de metal de garrafas (platinelas); plástico de etiquetas de garrafas (para fazer amarração das platinelas ao prato)
- Agogô original: ouriços de castanhas do Pará; cabo de madeira. Ou agogô de metal feito com solda.
- Agogo reciclado: cabo de vassoura; latinhas de leite condensado e de tomate de diferentes tamanhos.
- Atabaque original: madeira tratada e trabalhada; couro de animal; cordas; metal trabalhado.
- Atabaque reciclado: Baldes velhos. Ou de forma mais sofisticada pode confeccionar-se como um pedaço de cano PVC grosso ao qual se amarra com cordas radiografias velhas que representam o couro.
- Reco-Reco original: bambu ou madeira

- Reco-Reco reciclado: qualquer lata que tenha sulcos transversais.
- Caxixi original: pedaços de cabaça; sementes; cipó
- Caxixi reciclado: pedaço de plástico de PVC; cabo de fibra óptica; botões velhos.



Figura 1- Confeção de instrumentos com materiais reciclados – acervo do autor.

Conforme observa-se em algumas das fotos guardadas no meu acervo a confecção dos instrumentos foi bem sucedida e auxiliada sempre por adultos, posto que existem momentos de utilização de ferramentas que demandam uma certa coordenação motora para ter uma execução segura. Também cabe destacar que durante a produção dos instrumentos, se realizaram conversas com os/as estudantes, onde questionamos a importância do cuidado do meio ambiente, a coleta seletiva, a reciclagem e o papel que a capoeira pode exercer na formação dos seus praticantes enquanto ao cuidado da natureza.

Não é menos importante destacar que, os instrumentos atenderam de forma satisfatória as demandas enquanto à abordagem da musicalidade na capoeira, posto que os berimbaus reciclados conseguem atingir uma afinação adequada para sua execução e da mesma forma acontece com os pandeiros, agogôs e atabaques reciclados que embora tendo um timbre diferente dos instrumentos originais, conseguem executar as diferentes notas que os caracterizam. Assim os/as estudantes puderam desenvolver habilidades musicais que são efetivadas na roda de capoeira.

5. CONCLUSÕES:

A experiência de confecção de instrumentos associados à prática de capoeira, mobiliza elementos potentes para uma educação crítica em prol do cuidado do meio ambiente e das possibilidades de reciclagem, visando diminuir o descarte de resíduos sólidos, promovendo o debate sobre os desafios atuais e ainda possibilitando o desenvolvimento qualitativo do conteúdo musical e artesanal da capoeira.

A capoeira hoje ganhou o mundo e está presente em todos os continentes, com milhões de praticantes ao longo do globo. Já a lei 10639/03 sancionada em março de 2003 pelo governo federal, altera a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional e estabelece a obrigatoriedade do ensino da história e cultura dos afro-brasileira e africana nas escolas (BRASIL 2004), portanto se os direitos fossem garantidos e somados à força da capoeira no mundo, teríamos milhões de possibilidades de efetivação de projetos de construção de instrumentos com materiais reciclados.

As possibilidades da capoeira como expressa a frase do Mestre Pastinha no começo do texto são infinitas e mobiliza uma essência contracolonial (SANTOS 2015) que questiona constantemente no seu cotidiano e nos seu fazeres as mazelas das heranças que ainda perpetua o projeto civilizatório da colonização das terras hoje nomeadas de Américas, há mais de 500 anos pelos europeus. Não há dúvidas que a produção de lixo e a falta de cuidado com os resíduos sólidos são mais uma nuance dos efeitos desse projeto colonial. Assim conforme citação a seguir, entendo que:

Capoeira, invenção afro-diaspórica do povo negro no Brasil, é para nós um dos exemplos dessas práticas subalternizadas historicamente, que mobiliza outras formas educativas, alternativas aos monólogos do racionalismo cartesiano e eurocentrado, dominante nos sistemas de conhecimento ocidental, nos provocando a pensar a Educação desde outro lugar, principalmente o da transformação. (JULIÁ 2021, p.51)

E é justamente na educação que reside o problema radical, é por ela que as possibilidades de mudança e transformação podem se efetivar em vias a uma reparação e continuidade de um mundo mais equitativo, saudável e em harmonia com a natureza. Muito ainda tem de ser feito e este trabalho narra apenas uma experiência humilde e miúda, mas que carrega a força da esperança e a provocação para outros fazeres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABRAHÃO M. H. M. B. Pesquisa (auto)biográfica – tempo, memória e narrativas. In: _____ ABRAHÃO M.H.M.B (Org.) **A aventura (auto)biográfica: teoria e empiria**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p.201-224.

BRASIL. **Lei no 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática 'História e Cultura Afro-Brasileira', e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 10 jan. 2003.

CASTRO, M.B. **Mestre João Grande: na roda do mundo**. Rio de Janeiro: Garamond/Fundação Biblioteca Nacional, 2010.

JULIÁ, C. **Capoeira entre narrativas, grandes, miúdas, biográficas e (auto)biográficas: as memórias do Mestre Polaco**. 2021. 166 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2021.

PASSEGGI, M.C.; SOUZA, E. C. O movimento (auto)biográfico no Brasil: Esboço de suas Configurações no Campo Educacional. **Investigação Qualitativa**, v.2, n.1, p. 6-26, 2017. Disponível em: <https://www.investigacioncualitativa.com/index.php/revista/article/download/46/27>

SANTOS, A. B. **COLONIZAÇÃO, QUILOMBOS, modos e significados**. Brasília: INCTI/UNB, 2015.

RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) COMO FONTE DE MINERAIS ESTRATÉGICOS

Data de aceite: 02/12/2023

Emmanuelle Soares de Carvalho Freitas

Kimberly Ribeiro Pazenhangem Lima

Lucia Helena Xavier

RESUMO: Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são regulamentados no Brasil desde 2010 por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Apesar de representarem uma categoria de resíduos potencialmente perigosa, esses resíduos também possuem frações de materiais valiosos como ouro, cobre, níquel e alumínio, entre outros minerais que também são conhecidos como minerais estratégicos em razão do risco de suprimento e importância econômica para o país. O objetivo principal deste artigo é analisar o potencial da recuperação de materiais secundários a partir dos REEE como forma de incentivar a economia circular. Parte dos minerais estratégicos ainda são elementos importantes para a transição energética, focando em uma economia de baixo carbono. Assim, a partir da revisão da literatura, análise dos objetivos do desenvolvimento sustentável aplicada à

gestão dos REEE e da aplicação da matriz SWOT para os materiais lítio, cobre e níquel, foi possível analisar os processos que envolvem a circularidade dos recursos provenientes dos resíduos eletroeletrônicos, contribuindo para o processo decisório no setor. Os resultados evidenciam o potencial de cada um dos minerais analisados frente à aplicação como insumos primários e secundários na cadeia produtiva. Lítio e níquel se destacam em razão da crescente demanda para aplicação nas baterias elétricas, enquanto o cobre possui maior versatilidade em aplicações. A busca por fontes secundárias para os materiais analisados é uma alternativa que pode contribuir para atendimento aos princípios da economia circular, bem como mitigar o impacto da emissão de carbono a partir dos processos de exploração convencionais.

PALAVRAS-CHAVES: Transição energética; Economia circular; Materiais secundários; Minerais críticos; Minerais estratégicos.

ABSTRACT: E-waste has been regulated in Brazil since 2010 through the Brazilian Policy on Solid Waste. Despite representing a potentially dangerous category of waste, this waste also contains fractions of valuable

materials such as gold, copper, nickel and aluminum, among other minerals that are also known as strategic minerals due to the supply risk and economic importance for the country. The main objective of this article is to analyze the potential of recovering secondary materials from e-waste as a way of encouraging the circular economy. Some strategic minerals are still important elements for the energy transition, focusing on a low-carbon economy. Thus, based on the literature review, analysis of sustainable development objectives applied to the management of e-waste and the application of the SWOT matrix for lithium, copper and nickel materials, it was possible to analyze the processes that involve the circularity of resources from electronic waste, contributing to the decision-making process in the sector. The results highlight the potential of each of the minerals analyzed for application as primary and secondary inputs in the production chain. Lithium and nickel stand out due to the growing demand for application in electric batteries, while copper has greater versatility in applications. The search for secondary sources for the materials analyzed is an alternative that can contribute to meeting the principles of the circular economy, as well as mitigating the impact of carbon emissions from conventional exploration processes.

KEYWORDS: Energy transition; Circular economy; Secondary materials; Critical minerals; Strategic minerals.

1. INTRODUÇÃO

A população mundial cresce de forma exponencial, o que pode ser interpretado como aumento de crescimento econômico por meio da necessidade de consumo que, seguindo os padrões atuais dos sistemas produtivos, representam um considerável aumento nas quantidades de resíduos gerados (WEETMAN, 2019) que podem resultar em impactos negativos ao meio ambiente e a saúde humana, a partir de descartes inadequados. Dentro desses resíduos gerados, há os resíduos eletroeletrônicos (REEE) provenientes de equipamentos que necessitam de energia (corrente elétrica ou acumuladores – pilhas, baterias) para funcionamento. Estes tipos de resíduos contêm diversas substâncias importantes que possuem papéis significativos, ou até mesmo definitivos, dentro de cadeias de produção de diversos setores (BORSCHIVER e TAVARES, 2022). Nesse sentido, os danos causados pelo descarte incorreto dos REEE são significativos devido ao potencial impacto de substâncias perigosas que afetam diretamente a saúde humana e do meio ambiente. Assim, a adoção de novas práticas de consumo e produção que possam assegurar a integridade ambiental e humana, tem sido cada vez mais necessária. Portanto, é inevitável a transição do modelo tradicional (linear) baseado em “produzir-usar-descartar” e no uso de fontes não renováveis, para um modelo baseado nos princípios da economia circular (EC), maximizando o uso dos recursos (EMF, 2013).

Ademais, a EC pressupõe sistemas regenerativos, restaurativos e circulares, baseados na reinserção de resíduos e produtos pós-consumo na cadeia produtiva, o que pode ser viabilizado por meio de soluções como logística reversa, mercado de crédito de carbono e mineração urbana. Destarte, a transformação de um resíduo após o fim de sua

vida útil representa uma valorização desta matéria-prima, por meio da utilização de outros processos, contribuindo para soluções que estão associadas com o compromisso com a sustentabilidade do país (FC SILVA *et al*, 2019). Desta forma, impulsionando a necessidade de ações que contemplem uma perspectiva conjunta de inovação e sustentabilidade em todos os setores produtivos. Para que isso ocorra, a implementação de uma EC que compreende a recuperação de materiais a partir de fontes secundárias, pode representar uma solução para a gestão dos resíduos eletroeletrônicos. Neste contexto, considerando a recuperação de materiais secundários a partir dos REEE, a economia circular pode ser um instrumento que promove a circularidade deste tipo de resíduo, possibilitando a transformá-los em insumo produtivo.

A inserção de resíduos como material secundário em diferentes cadeias produtivas é um assunto relativamente recente e pode ser viabilizado por meio de ferramentas, tais como a mineração urbana (MU), que pode corroborar para a consolidação da economia circular em âmbito nacional. A MU tem sido estudada a partir da recuperação de diversos fluxos de materiais, provenientes de aterros sanitários, construção e demolição (estoques de construção), resíduos eletroeletrônicos, veículos em fim de vida e sólidos municipais residuais (RSU) (ARORA *et al.*, 2017).

Os materiais encontrados nos resíduos eletroeletrônicos constituem os estoques antropogênicos, em contraponto com os estoques naturais que são provenientes de matéria prima finita (PETRUNGARO e XAVIER, 2020). Os recursos provenientes dos estoques antropogênicos, são ricos em materiais estratégicos e críticos, tais como: lítio, silício e nióbio, sendo estes, peças fundamentais para que a transição energética ocorra de maneira mais sustentável, renovável e rentável.

Tendo em vista o aumento populacional associado aos avanços tecnológicos, novas fontes de energia estão sendo desenvolvidas, sendo estas novas fontes necessariamente renováveis para suprir a demanda energética mundial sem impactar negativamente o meio ambiente. O futuro da energia precisa ser renovável e suas formas de extração, produção e consumo precisam contemplar as dimensões social, econômica ou ambiental (J GOLDEMBERG, 2007). Entretanto, as fontes que são comumente utilizadas em larga escala, atualmente, são as não renováveis, as quais trazem consigo diversas consequências negativas por utilizarem de recursos finitos e degradantes.

A transição energética para fontes renováveis será cada vez mais dependente de minerais. E o Brasil, se apresenta como grande potência por possuir uma grande reserva de minerais críticos e estratégicos (BNDES, 2023). O país já possui uma matriz energética predominantemente limpa e é um grande produtor mineral, uma vez que, os minerais estratégicos e críticos são alguns dos recursos que ajudam no impulsionamento da transição energética.

O uso de recursos secundários a partir de resíduos eletroeletrônicos para a transição energética representa uma amplificação da cadeia de valor dessas matérias-primas. Desta

maneira, em consequência deste cenário, a seguinte pesquisa busca discutir e analisar cinco critérios de três minerais estratégicos do Brasil. A partir da análise desses critérios estabelecidos, utilizando como ferramentas de análise as matrizes SWOT e GUT, será possível identificar se existem alternativas mais sustentáveis para o uso desse mineral e se há iniciativas para reduzir o seu consumo ou aumentar sua reciclagem. Além disso, é fundamental considerar se a extração, produção e o uso desses minerais estratégicos e críticos são economicamente viáveis, contribuindo, assim, para tomadas de decisão alinhadas com os princípios da sustentabilidade e as metas de desenvolvimento sustentável para uma transição energética mais eficiente.

1.1 Agenda 2030 (ODS)

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecem um plano de ação sobre aspectos sociais, econômicos e ambientais e abordam sobre a necessidade de ações que possam promover o desenvolvimento sustentável e o bem-estar para todos, protegendo o meio ambiente dos efeitos nocivos das mudanças climáticas. Esses 17 objetivos precisam ser cumpridos até 2030 (ONU, 2020), conforme Figura 1.

Figura 1: Objetivos de desenvolvimento sustentável



Fonte: Agenda 2030, 2023.

Assim, é possível identificar os ODS's que estão alinhados com este artigo, o uso de uma matéria-prima secundária em insumo produtivo e pela possibilidade de representar uma alternativa à escassez de recursos de natureza finita e a consolidação da economia circular como ferramenta para a transição energética no Brasil pela inserção de um novo insumo energético (Figura 2).

Figura 2: Objetivos da pesquisa que estão alinhados com os ODS



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

2. OBJETIVO

O seguinte trabalho tem como objetivo analisar de forma estratégica e competitiva o potencial de materiais secundários provenientes de REEE em novos modelos de mercado sustentáveis e verificar o papel da EC na reintrodução desses resíduos na cadeia produtiva a partir de minerais estratégicos e críticos economicamente importantes para a Transição Energética e para diversos outros setores econômicos mundiais.

3. METODOLOGIA

A abordagem metodológica englobou uma revisão da literatura sobre estratégia e mineração, seguida do levantamento dos dados que foram utilizados, posteriormente, nas análises realizadas neste trabalho, caracterizando-se como um estudo descritivo e analítico. Para tanto, foi realizado levantamento de artigos científicos sobre o tema da pesquisa, bem como relacionados à gestão de resíduos eletroeletrônicos, economia circular e transição energética. O estudo delimita-se a análise do cenário nacional e teve como objetivo avaliar o potencial de três minerais estratégicos e críticos como matéria-prima para a transição energética. Assim, os seguintes minérios escolhidos foram: **lítio, cobre e níquel**. Para o desenvolvimento deste trabalho, foi estabelecida uma estrutura metodológica que está esquematizada na Figura 1.

As etapas das atividades adotadas nesta metodologia permitiram coletar os dados e propor um estudo que irá utilizar a análise SWOT com a finalidade de analisar os critérios que ajudam a definir a sustentabilidade no setor mineral para que a transição energética ocorra, em sua totalidade, de maneira mais consciente e responsável.

Figura 1 – Estrutura metodológica da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

A primeira etapa se caracteriza por uma pesquisa descritiva e qualitativa. A metodologia empregada nesta etapa foi constituída da seguinte forma: (i) Levantamento sobre temas ligados aos aspectos acerca da pesquisa e como seria construída a pesquisa e (ii) Levantamento sobre temas ligados aos minerais estratégicos e críticos e sua utilização para a transição energética.

A segunda etapa se caracteriza pela definição dos critérios de seleção dos minerais estratégicos e críticos que seriam estudados. Esta etapa de análise consistiu em um estudo com uma abordagem mais estratégica sobre os três minérios priorizados pelo estudo. Para isto, buscou-se identificar dimensões estratégicas relevantes e apropriadas às particularidades desses minerais. Os três principais critérios que guiaram as priorizações foram: i) o tamanho atual do mercado e projeções de crescimento, ii) Proveniente de resíduos eletroeletrônicos e iii) as propriedades e aplicações desses minerais.

A terceira etapa foi estruturada da seguinte forma: (i) A importância dos minerais estratégicos e críticos provenientes dos resíduos eletroeletrônicos para a transição energética; (ii) Impactos positivos da valorização dos resíduos eletroeletrônicos; (iii) A economia circular como força impulsionadora da transição energética, envolvendo métodos e práticas sustentáveis.

Em seguida foi realizada uma análise de cada um desses três minerais. Foram feitas análises SWOT e de forças competitivas de mercado. A construção da análise competitiva se baseou em dados secundários sobre os três minerais estratégicos e críticos selecionados para o estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise SWOT ressalta as oportunidades e ameaças dos minerais estratégicos e críticos selecionados para esta pesquisa, algumas das quais puderam ser observadas ao longo do estudo de análise estratégica e competitivas. Além disso, ela permite uma identificação inicial dos pontos fortes e fracos de cada mineral estudado.

Os elementos da análise SWOT estão apresentados abaixo.

ANÁLISE SWOT DO MINERAL LÍTIO

S

STRENGTHS:

- Crescente demanda por veículos elétricos;
- Uso em dispositivos eletrônicos;
- Disponibilidade Global.

W

WEAKNESSES:

- Custos de produção e extração;
- Impactos Ambientais na extração e no processamento;
- Volatilidade no preço.

O

OPPORTUNITIES:

- Aumento na demanda por veículos elétricos;
- Expansão da indústria de armazenamento;
- Desenvolvimento de tecnologias avançadas.

T

THREATS:

- Concorrência com outros minerais;
- Regulamentações e políticas governamentais;
- Interrupções da cadeia de suprimentos.

ANÁLISE SWOT DO MINERAL COBRE

S

STRENGTHS:

- Alta condutividade elétrica e térmica;
- Versatilidade de uso;
- Reciclabilidade.

W

WEAKNESSES:

- Sensibilidade a temperaturas elevadas;
- Tendência a oxidação;
- Vulnerabilidade a substitutos.

O

OPPORTUNITIES:

- Crescimento da demanda por energia renovável;
- Expansão da infraestrutura;
- Avanços tecnológicos da indústria de eletrônicos.

T

THREATS:

- Flutuação de preço;
- Substitutos e alternativas;
- Restrições ambientais e regulatórias.

ANÁLISE SWOT DO MINERAL NÍQUEL

S

STRENGTHS:

- Abundância geográfica;
- Excelente propriedade magnética para uso em dispositivos eletrônicos;
- Alta resistência a corrosão.

W

WEAKNESSES:

- Dependência de um número limitado de países produtores;
- Impactos ambientais na extração e no processamento;
- Volatilidade no preço.

O

OPPORTUNITIES:

- Aumento na demanda por baterias de íon-lítio;
- Expansão da indústria de aço e veículos elétricos;
- Avanços nas tecnologias de energia renovável

T

THREATS:

- Substituição por materiais alternativos;
- Restrições ambientais e regulatórias.

5. CONCLUSÃO

A indústria mineral desempenha um papel de significativa relevância na Economia Circular (EC), uma vez que integra o setor primário da economia, fornecendo matéria-prima para outros setores. Nesse contexto, é importante observar que quanto menor for o teor de impurezas na matéria-prima comercializada, maior será a facilidade de reciclagem e reutilização dos produtos resultantes. No entanto, é necessário reconhecer que essa indústria muitas vezes está associada à exploração de terras para a extração de minerais e, à medida que a demanda por minerais estratégicos e críticos aumenta, o desmatamento ocorre de forma descontrolada para atender a essa demanda por insumos. Além disso, o grau de impureza desses recursos, embora relevante, não é o único fator determinante. Portanto, para garantir o abastecimento contínuo de materiais essenciais à economia global, é fundamental explorar alternativas para suprir essa demanda em constante crescimento. Nesse contexto, a Economia Circular emerge como uma solução viável para a gestão desses recursos que enfrentam o desafio de uma alta demanda em contraste com a escassez de recursos disponíveis.

Dessa forma, a reintrodução destes recursos no mercado produtivo torna-se uma perspectiva viável e a sustentabilidade emerge como uma consequência da circularidade desses materiais, garantida pela Economia Circular (EC). Essa reintrodução torna-se possível por meio da recuperação desses minerais a partir de REEE permitindo assim a agregação de valor a materiais que, de outra forma, seriam descartados. A inserção desses recursos na cadeia produtiva como matéria-prima para a Transição Energética tem suma importância para que o futuro seja mais sustentável e consciente com o meio ambiente

a partir de uma mudança de perspectiva da produção linear para a produção circular de recursos e resíduos.

No presente artigo, através da análise SWOT, é possível concluir que os minerais derivados de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) representam oportunidades significativas para enfrentar os desafios atuais que a sociedade enfrenta, incluindo questões relacionadas à disponibilidade, eficiência, capacidade de bateria e poluição, no contexto de novas tecnologias. Dessa forma, um caminho se delineia para um futuro mais consciente, abrindo portas para uma percepção de que a obtenção de recursos pode ocorrer de maneiras diversas e que materiais anteriormente destinados ao descarte podem, eventualmente, se transformar em insumos valiosos.

REFERÊNCIAS

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: www.nacoesunidas.org. Acessado em julho de 2023.

QUARTIM, E. **Recycling, upcycling e downcycling**. Disponível em <http://embalagensustentavel.com.br/2011/02/17/recycling-downcycling-upcycling/>. Acessado em julho de 2023.

SUNG, K. **A Review on Upcycling: Current Body of Literature, Knowledge Gaps and a Way Forward**. ICECESS 17^a int. conf. Meio Ambiente. Culto. Econ. Soc. Sustentar, Academia Mundial de Ciência, Engenharia e Tecnologia (WASET) Veneza, 2015.

XAVIER, L. H. *et al.*, **Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining**. Resources Policy, 2019.

WEETMAN, C. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. São Paulo: 2019.

RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS: ATRIBUIÇÕES E DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO

Data de aceite: 02/12/2023

Carlos Eduardo Campos Ribeiro

Matheus Miranda da Silva

RESUMO: Os problemas ambientais dos resíduos sólidos trazem consequências de ordens social, ambiental e econômica. Alguns resíduos em especial, como os resíduos de medicamentos, tem o potencial de impacto mais intenso, requerendo, assim, a devida atenção para seu controle ambiental. Para elucidar o gerenciamento de resíduos de medicamentos, este trabalho tem por objetivo analisar as regulamentações existentes para o gerenciamento dos resíduos de medicamentos, incluindo as atribuições dos profissionais de Farmácia, as diretrizes para gerenciamento e a logística reversa. Como resultados, as informações obtidas retrataram o papel fundamental do farmacêutico no planejamento da gestão de resíduos, apresentaram sua classificação de periculosidade e os procedimentos para gerenciamento e, por fim, sintetizaram os requisitos normativos para o recolhimento de medicamentos em desuso ou vencidos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão; Resíduos;

Farmácia; Logística Reversa.

ABSTRACT: The environmental problems of solid waste bring social, environmental and economic consequences. Some waste in particular, such as pharmaceutical waste, has the potential for a more intense impact, thus requiring due attention to its environmental control. To elucidate the management of pharmaceutical waste, this work aims to analyze the existing regulations for the management of medication waste, including the duties of Pharmacy professionals, management guidelines and reverse logistics. As a result, the information obtained showed the fundamental role of the pharmacist in waste management planning, presented its hazardous classification and management procedures and, finally, summarized the regulatory requirements for the collection of unused or expired medicines.

KEYWORDS: Management; Waste; Pharmacy; Reverse logistic.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são elementos que estão presentes no cotidiano da população e seu gerenciamento está dentre

as atividades da gestão dos ambientes habitados. A gestão é de importância relevante ao possibilitar melhores práticas que contemplem requisitos de ordem social e ambiental. O gerenciamento inadequado, por sua vez, tem um alto custo relativo aos impactos ao meio ambiente, ao bem-estar social e a fatores econômicos (Monteiro & Silva, 2023).

Os impactos ambientais de todos os resíduos têm relevância e devem ser observados com a devida atenção. Contudo, para alguns resíduos, como os medicamentos vencidos ou em desuso, a observação de um gerenciamento adequado torna-se mais relevante (Oliveira *et al.*, 2023). Diversas substâncias são empregadas na produção de fármacos e seu descarte inapropriado pode provocar interações indesejadas ao meio ambiente.

A gestão de resíduos de serviços da saúde (RSS) é contemplada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que retrata suas diretrizes e responsabilidades. No quesito de responsabilidades, a PNRS, além de direcionar o gerador como responsável, expande tal dever a toda a cadeia de produção, distribuição e venda de produtos, o que é retratado como responsabilidade compartilhada (Brasil, 2010). Assim, as obrigações pela destinação adequada dos resíduos se estendem dos fabricantes aos consumidores.

A logística reversa surge como uma alternativa para o pleno funcionamento da responsabilidade compartilhada, na qual toda a cadeia existente da produção até o consumo é utilizada para o retorno dos resíduos. A possibilidade do retorno de resíduos de medicamentos depende do funcionamento desta cadeia e da sua acessibilidade ao consumidor (Oliveira *et al.*, 2023).

Este presente trabalho baseia-se na demanda por difusão de conhecimento relativo ao modo e às responsabilidades do gerenciamento de resíduos de medicamentos. As possibilidades para o manejo são abordadas, de forma a elucidar meios para uma gestão adequada de resíduos de medicamentos.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é de analisar regulamentações brasileira sobre o gerenciamento de resíduos de medicamentos, para identificar atribuições dos profissionais de Farmácia, diretrizes para gerenciamento e mecanismos para a logística reversa dos resíduos.

3. METODOLOGIA

Para identificar as diretrizes e requisitos legais sobre o gerenciamento de resíduos de medicamentos, foi realizada uma pesquisa documental, no mês de setembro de 2023, com leis, resoluções e normas brasileiras. As bases de resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Conselho Federal de Farmácia (CFF) foram pesquisadas, com a utilização dos descritores: gerenciamento, resíduos sólidos de serviços de saúde e medicamentos. As normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foram

consultadas, com a aplicação dos descritores: gerenciamento, resíduos, medicamentos e logística reversa.

Os documentos recolhidos foram organizados de forma a possibilitar a coleta de informações necessárias ao objetivo do trabalho. As informações obtidas foram categorizadas conforme:

- O papel do profissional da Farmácia no gerenciamento dos resíduos;
- Requisitos para o gerenciamento de RSS e medicamentos;
- Diretrizes para o recolhimento de medicamentos e sua logística reversa.

4. RESULTADOS

O profissional de Farmácia e o gerenciamento de RSS

O Conselho Federal de Farmácia dispõe, por meio da Resolução 415/2004, sobre a atuação do profissional de Farmácia no gerenciamento de resíduos da saúde. É de responsabilidade do farmacêutico as atribuições com a formulação do planejamento da gestão de resíduos. Outras atribuições remetem às ações de implantar, executar e gerenciar os resíduos de serviços de saúde, assim como a realização de treinamentos para a atuação no gerenciamento (CFF, 2004). Outras atribuições farmacêuticas, relacionadas ao meio ambiente, são dispostas na Resolução 481 (CFF, 2004).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária determina que estabelecimentos farmacêuticos devem contar com um planejamento para a gestão dos resíduos. Além disso, devem ser ofertados treinamentos frequentes referentes ao uso e descarte de equipamentos de proteção individual. Em relação aos produtos ofertados, é deliberado que quando inutilizados, o descarte deverá ser feito de acordo com a legislação de gerenciamento de resíduos, seguindo as normas estaduais ou municipais complementares. Por fim, os procedimentos que gerem resíduos com risco biológico, como os perfurocortantes e algodão com sangue serão descartados conforme o gerenciamento de resíduos de saúde (ANVISA, 2009).

Diretrizes para o gerenciamento de RSS

Na Resolução 222/2018, a ANVISA normatiza os requisitos para as boas práticas de gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde. São determinados cinco grupos para a classificação dos RSS. O grupo A apresenta resíduos com possível presença de agentes biológicos, podendo, assim, representar risco de infecção. O grupo B agrupa os resíduos com produtos químicos que possuem risco à saúde pública ou ao meio ambiente, incluindo os produtos farmacêuticos. O grupo C inclui qualquer material que possua radionuclídeo em quantidade superior aos níveis determinados pela norma da Comissão Nacional de Energia

Nuclear. O grupo D contempla os resíduos sem risco biológico, químico ou radiológico, sendo assim, comparados aos resíduos domésticos. Em último, há o grupo E, em que os materiais perfurocortantes e utensílios de vidro de laboratório são incluídos (ANVISA, 2018).

As embalagens primárias vazias de medicamentos com produtos hormonais, antimicrobianos, citostáticos, antineoplásicos, imunossupressores, digitálicos, imunomoduladores e antirretrovirais, devem ser descartados como rejeito e não necessitam de tratamento prévio. Entretanto, os resíduos desses mesmos medicamentos, quando descartados por serviços de saúde, como farmácias e distribuidores de medicamentos, ou apreendidos, devem passar por tratamento e serem encaminhados a um aterro de resíduos perigosos de classe I (ANVISA, 2018).

Materiais e embalagens contaminados por produtos químicos, exceto as embalagens contaminadas pelos compostos supracitados, devem ser submetidos à manejo análogo ao produto químico que os contaminou. As embalagens secundárias não contaminadas podem ser direcionadas à reciclagem. Os medicamentos hemoderivados devem ser manejados como resíduo do grupo B, sendo encarado sem periculosidade (ANVISA, 2018).

Logística reversa de medicamentos

A logística reversa é apresentada como uma alternativa para a destinação adequada de resíduos de medicamentos. Na perspectiva de uma cadeia logística, os resíduos chegam até os fabricantes a partir da entrega inicial dos consumidores nos pontos de comércio. De acordo com a NBR 16457/2022 (ABNT, 2022), o ponto de recebimento deve possuir um profissional responsável e capacitado para o gerenciamento das operações dos resíduos, sendo que esse deve estar instruído quanto ao sistema de logística reversa de medicamentos e conseguir prestar informações aos consumidores. É possível a criação de pontos temporários, sendo que só é permitido para a realização de campanhas de coleta, tendo essas suas datas de início e fim divulgadas e sugere-se que seja comunicada a localização dos pontos fixos durante a execução delas.

O dispensador contendor pode receber comprimidos e medicamentos sólidos, preferencialmente em suas embalagens primárias de origem, suspensões, soluções e líquidos em suas embalagens e pomadas, cremes e demais medicamentos pastosos em suas embalagens. No dispensador contendor não podem ser descartados materiais perfurocortantes, medicamentos em seringas ou dispositivos com agulhas nem aerossóis. No dispensador contendor poderá haver ou não compartimento para as embalagens secundárias, devendo, nesse caso, existir orientação ao consumidor no descarte (ABNT, 2022).

Todo e qualquer manejo interno dos medicamentos descartados no dispensador contendor deve ser feita com a supervisão do responsável pelo gerenciamento das operações de descarte. Assim que retirados do dispensador contendor os medicamentos devem ser embalados em sacos plásticos, embalagens ou recipientes resistentes e impermeáveis, devendo respeitar o limite de peso e capacidade máxima de 2/3, para garantir

a integridade e correto fechamento do acondicionador, sendo proibido o esvaziamento ou reaproveitamento dos sacos. Se for notada a presença de materiais perfurocortantes, os sacos devem ser tratados como resíduos perigosos e receber o manejo adequado para esse caso (ABNT, 2022).

Quanto à coleta e transporte externo até o armazenamento secundário, deve ser feito por uma empresa licenciada, podendo ser a mesma que faça a distribuição dos medicamentos. Os sacos plásticos ou recipientes devem estar devidamente lacrados, sem avarias e identificados de forma visível, sendo que esses lacres somente deverão ser abertos na destinação final dos sacos. Esses sacos devem estar identificados com data, local da coleta e identificação do conteúdo. A coleta do armazenamento secundário para a destinação final deve acontecer por veículos que atendam às legislações e as empresas responsáveis precisam estar devidamente cadastradas nos órgãos competentes (ABNT, 2022).

No tratamento e destinação final, os medicamentos vencidos ou em desuso podem passar por incineração, coprocessamento em indústria cimenteira, dispostos em aterros de resíduos perigosos ou ser destinado a qualquer empreendimento que esteja licenciado pelos órgãos ambientais. Entretanto esses processos devem levar em consideração eventuais restrições das características físico-químicas dos medicamentos. Para as embalagens secundárias não contaminadas recomenda-se o encaminhamento para a reciclagem, sendo que é sugerido a descaracterização das bulas e embalagens (ABNT, 2022).

Nos pontos de recebimento devem ser disponibilizadas orientações aos consumidores sobre como deve ser feito os descartes das embalagens primárias e secundárias, bem como de possíveis campanhas com divulgação prévia do seu período de vigência. A Figura 1 ilustra uma recomendação de identificação do dispensador. As empresas responsáveis pelo sistema de logística reversa dos medicamentos fica incumbida de explicar aos usuários sobre o seu funcionamento, especialmente sobre o descarte adequado e aos profissionais prescritores de medicamentos, sugere-se que façam as devidas orientações aos consumidores sobre como deve ser feito o descarte de medicamento e suas embalagens (ABNT, 2022).

Figura 1 - Exemplo de identificação para informação dos usuários sobre o descarte de medicamentos



Fonte: ABNT (2022)

5. CONCLUSÕES

O levantamento de informações referentes ao gerenciamento de resíduos de medicamentos possibilitou elucidar elementos do processo de gerenciamento dos resíduos, assim como alternativas para sua realização. A atuação dos profissionais de Farmácia na execução do gerenciamento é estabelecida por regulamentação, contudo, seu trabalho estende-se ao caráter informativo e educativo dos usuários, de forma a amplificar a eficiência de ações, como a logística reversa.

Os métodos de gerenciamento são definidos pela ANVISA, retratando os cuidados com os resíduos sólidos dos serviços da saúde devem gerenciados. Neste trabalho, foi possível destacar as diretrizes especificadas para os resíduos de medicamentos, sem prejuízo a observações gerais sobre os resíduos da saúde. Por fim, a normatização para recolhimento de resíduos de medicamentos foi demonstrada, de forma a apresentar um mecanismo de logística reversa estabelecido.

A contemplação do gerenciamento dos resíduos é baseada em diretrizes da legislação e suas regulamentações. Elementos como estes possibilitam a organização e garantia de práticas adequada na gestão. A associação de tal fator com a atuação correta dos profissionais e usuários gera a tendência de um gerenciamento seguro dos resíduos de medicamentos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC n. 44, de 17 de agosto de 2009. Dispõe sobre Boas Práticas Farmacêuticas para o controle sanitário do funcionamento, da dispensação e da comercialização de produtos e da prestação de serviços farmacêuticos em farmácias e drogarias e dá outras providências, Brasília, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC n. 222, de 28 de mar. de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências, Brasília, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -ABNT. NBR 16.457: Logística reversa de medicamentos de uso humano vencidos e/ou em desuso - Procedimento. Rio de Janeiro, 2022.

BRASIL. Lei 12305, 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. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 set. 2023

CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA – CFF. Resolução 415, de 29 de junho de 2004. Dispõe sobre as atribuições do farmacêutico no Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde. Brasília, 2004.

CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA – CFF. Resolução 481, de 25 de junho de 2008. Dispõe sobre as atribuições do farmacêutico nas atividades de meio ambiente, segurança no trabalho, saúde ocupacional e responsabilidade social, respeitadas as atividades afins com outras profissões. Brasília, 2004.

MONTEIRO, B. B. da S. .; SILVA, M. D. L. da. A política nacional de resíduos sólidos: problemáticas da implementação municipal. **Campos Neutrais - Revista Latino-Americana de Relações Internacionais**, Rio Grande, RS, v. 5, n. 1, p. 41–57, 2023.

OLIVEIRA, C.M. *et al.* Manual para Implantação da Logística Reversa de medicamentos domiciliares em desuso ou vencidos para farmácias e drogarias. In: *Ciência em foco: volume XII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Bruno Rodrigues de Oliveira, Jorge González Aguilera, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.*

RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA X RESPONSABILIDADE ESTENDIDA NA LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (REEE)

Data de aceite: 02/12/2023

Lúcia Helena Xavier

Luciana Marelli Mofati

Monica Regina da Costa Marques Calderari

RESUMO: O artigo pretende explicitar o pioneirismo do país com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que implementou a gestão de resíduos a partir do modelo de responsabilidade compartilhada, comparando-a com o modelo de responsabilidade estendida ao produtor – ERP, a fim de verificar como a questão é abordada internacionalmente. A justificativa para o estudo se dá em função da periculosidade e alto valor dos materiais que compõem os Resíduos Eletroeletrônicos – REEE. Ao mesmo tempo que podem conter substâncias químicas perigosas à saúde e ao meio ambiente (chumbo, cádmio etc.), também contém materiais concentrados que possuem alto valor agregado (ouro, prata etc.). O grande volume gerado, que segue em contínua expansão com a obsolescência programada e a modernização tecnológica. O alto índice de retenção em domicílios, o que evidencia

que o consumidor não sabe como dispor desse tipo de resíduo, tornando as cidades minas urbanas potenciais para a adoção de um sistema robusto de logística reversa. E são questões motivadoras da pesquisa, além das particularidades intrínsecas à gestão dos REEE, a participação dos catadores individuais e coletivos na coleta, tratamento e destinação dos resíduos. Tidos como o elo mais frágil, mas que possuem ampla distribuição espacial, capilaridade e capacidade de gerar volume na coleta, mesmo atuando de modo informal na cadeia.

PALAVRAS-CHAVE: Economia circular | Mineração urbana | Resíduos eletroeletrônicos | Responsabilidade compartilhada | EPR

ABSTRACT: The article aims to explain the country's pioneering initiative with the National Solid Waste Policy, which implemented waste management based on the shared responsibility model, comparing it with the extended producer responsibility model - ERP, to verify how the issue is addressed internationally. The justification for the study is due to the dangerousness and high value of the materials that make up Electronic Waste – WEEE. They may

contain chemical substances that are dangerous to health and the environment (lead, cadmium, etc.) and contain concentrated materials that have high added value (gold, silver, etc.). The large volume generated continues to expand with planned obsolescence and technological modernization. The high rate of household retention shows that consumers do not know how to dispose of this type of waste, making cities potential urban mines for adopting a robust reverse logistics system. The motivating questions for the research, in addition to the particularities intrinsic to the management of WEEE, are the participation of individual and collective collectors in the collection, treatment and disposal of waste. It is considered the most fragile link, but it has wide spatial distribution, capillarity and the ability to generate volume in the collection, even acting informally in the chain.

KEY WORDS: Circular economy | Urban mining | Electronic waste | Shared responsibility | EPR

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o 5º maior consumidor de eletroeletrônicos no mundo e o maior produtor de resíduos eletroeletrônicos na América Latina (Forti et al., 2020). Os REEE contêm materiais valiosos e são considerados estoques antropogênicos, dos quais podem ser recuperados materiais secundários¹. Possuem a vantagem ambiental de não se localizarem no subsolo e a locacional de estarem concentradas em áreas urbanas, mas parte significativa do resíduo é exportada para ser processada fora em novo ciclo de exploração mineral e parte se perde na ilegalidade. Alguns catadores de materiais recicláveis que atuam tanto no segmento formal quanto no informal seguem sem suporte legal e de infraestrutura para a atuação na gestão de REEE no país.

Apesar do potencial crescente, com o aumento exponencial deste tipo de resíduo, a mineração urbana dos REEE no Brasil ainda não alcançou os níveis desejados. Os novos modelos de gestão de resíduos exigem capital e tecnologia intensivos, recicladoras estão concentradas no eixo mais desenvolvidos do Sudeste e deixam de lado a parceria com atores importantes da política nacional de resíduos sólidos, os catadores individuais e coletivos. Sua participação na coleta, tratamento e destinação dos resíduos é significativa: possuem ampla distribuição espacial, capilaridade e capacidade de gerar volume na coleta, mesmo atuando de modo informal na cadeia.

Ao mesmo tempo, não há cobrança para a atuação de dos dois elos também fundamentais: o comércio e o consumidor. Falta informação, o número de pontos de entrega é insuficiente e há o receio do consumidor sobre o potencial impacto dos REEE.

A participação dos consumidores no sistema de logística reversa é uma condição fundamental para o sucesso do cumprimento das metas de coleta e destinação de resíduos. A partir de estudo de campo com consumidores de todos os estados brasileiros com a participação de 1.236 respondentes foi possível verificar que 85,6% dos consumidores possuem algum equipamento eletroeletrônico pós-consumo fora de funcionamento armazenado nas

1. Conceitua-se o aproveitamento de matérias primas a partir desses resíduos urbanos, ou fontes secundárias de insumos, de mineração urbana (XAVIER et al 2021a).

residências. Este valor é interpretado como índice de retenção e revela por um lado a preocupação dos consumidores quanto o potencial impacto dos REEE e ainda reflete a necessidade do estabelecimento de mecanismos para informar e incentivar sobre a destinação ambientalmente correta (XAVIER et al, 2023).

O alto índice de retenção é um limitador ao acesso a materiais para reuso, recuperação, reciclagem e os demais 'Rs' que garantem um ciclo mais longo de uso e recuperação de materiais em território nacional. E parte do resíduo é exportada para ser processada fora em novo ciclo de exploração mineral.

Os REEE contém materiais concentrados que possuem alto valor agregado (ouro, prata etc.), mas podem conter substâncias químicas perigosas à saúde e ao meio ambiente (chumbo, cádmio, etc.). A gestão irregular, que inclui o transporte, estocagem e separação dos materiais são as principais fontes de contaminação do ambiente e impactam a saúde humana.

A questão que se coloca é que, independente do modelo de gestão adotado pelos países, a geração de REEE supera em muito a capacidade de recirculação e destinação adequada. Forti et al (2020) afirma que o mundo produziu 53,6 Mt de REEE em 2019. Uma média de 7,3 Kg per capita. A geração global de REEE cresceu cerca de 9,2 Mt desde a construção das estimativas mundiais, em 2014, e a projeção de crescimento para 2030 é de 74,7 Mt.

Tendo em vista o exposto, o artigo pretende analisar a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que implementou a gestão de resíduos a partir do modelo de responsabilidade compartilhada, comparando-a com o modelo mais adotado entre os países, a Responsabilidade Estendida ao Produtor, que usa a sigla internacional EPR, a fim de verificar como a questão é abordada internacionalmente, trazendo um pouco mais de clareza às discussões.

2. METODOLOGIA

O estudo se baseia em uma revisão bibliográfica e no levantamento da legislação nacional relacionada à gestão de resíduos eletroeletrônicos e em uma breve revisão sistemática sobre o tema responsabilidade estendida ao produtor. Para a revisão sistemática foram aplicadas as buscas para a terminologia "Extended Producer Responsibility*" e "Shared Responsibility*" AND "waste" na base Scopus (Elsevier), entre os anos de 1983 e 2023.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Responsabilidade Estendida ao Produtor (Extended Producer Responsibility) – EPR é uma abordagem pensada com o objetivo de promover a economia circular e

reduzir impactos ambientais. Aplicada aos REEE na diretiva europeia 2008/98/EC², baseia-se no princípio do ‘poluidor-pagador’. Em resumo, compete ao produtor (fabricante, importador) a responsabilidade da coleta, tratamento e destinação do resíduo. Ao atribuir a responsabilidade ao produtor e importador sobre o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida dos produtos, inclui para estes atores, parte do impacto sobre a extração e manufatura e sobre o uso, o redesenho do produto ou serviço e a disposição final. Como a diretiva não esclarece sobre quem recairia a responsabilidade da criação de infraestrutura necessária, os países que atribuem a responsabilidade aos municípios criam um fundo com recursos das empresas. Os que atribuem a empresas trabalham com taxas e fiscalização.

Uma vez que os mecanismos de avaliação da conformidade possuem alcance local e regional, não há a responsabilização do produtor em escala global. Ou seja, países com modelos de fiscalização e controle mais flexíveis, menos embasados em princípios mais circulares e que não produzam eletrônicos localmente apresentam maior dificuldade para fiscalizar e taxar empresas. A falta de clareza e de definições harmonizadas entre os países e as diferenças intrínsecas a países produtores e países consumidores é um desafio. A responsabilidade deveria se estender globalmente, não apenas do “berço ao porto de destino” e vice-versa. Deveria levar em consideração a circularidade, a sustentabilidade e a justiça social. Os produtores e distribuidores deveriam ser globalmente responsabilizados pela retenção de valor e pela boa gestão do REEE. Pazoki e Zaccour (2019); Ma e Chang (2023), afirmam ser necessário pensar outros modelos de regulamentação e políticas que permitam compartilhar a responsabilidade ao longo da cadeia de suprimentos.

O EJATLAS³, Atlas Global sobre conflitos socioambientais, aponta inúmeros casos de envio de partes menos nobres e carcaças de resíduos eletrônicos oriundos de países desenvolvidos, além de produtos de segunda mão para países em desenvolvimento. Em março de 2023, em função do Dia Internacional das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável, o Grupo de Pesquisa de Barcelona sobre Catadores Informais lançou um mapa temático de conflitos socioambientais no Sul Global. O mapeamento e a natureza dos conflitos sociais indicam que os novos modelos de gestão de resíduos exigem muito capital e tecnologia. Também buscam a privatização da gestão, limitando o acesso a materiais recicláveis e ameaçando os meios de subsistência dos catadores.

“Os catadores e as catadoras contribuem para as economias locais e para a inclusão de grupos socialmente marginalizados, para a saúde e segurança pública e para a sustentabilidade ambiental. De acordo com a OIT, entre 19 e 24 milhões de pessoas no Sul Global sobrevivem do setor informal de reciclagem” (CALVAS, V. et al, 2023).

2. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>. Acesso em: 8/10/2022.

3. <https://ejatlas.org>

Os catadores possuem habilidades inerentes a atividade que os permitem avaliar, reutilizar e estender a vida útil dos materiais descartados. Apresentam altas taxas de reciclagem e estão distribuídos espacialmente no território, garantindo a capilaridade na coleta e a capacidade de gerar volume, mesmo atuando de modo informal. Apesar de sua relevância, são os mais vulneráveis na cadeia de logística reversa.

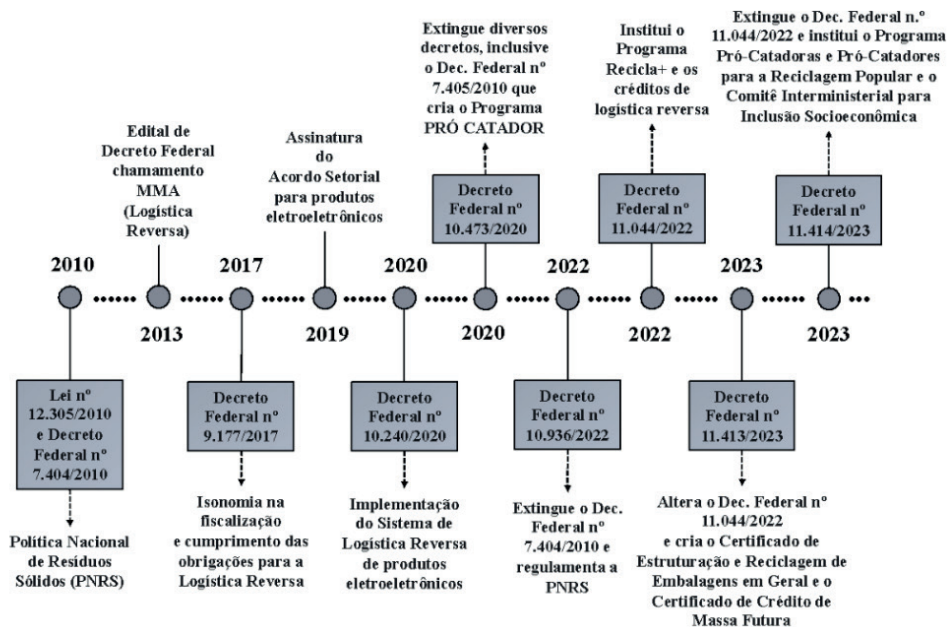
Para Xavier et al (2021b), após o descarte, os REEE tornam-se um potencial risco para a saúde humana e para o ambiente, quando direcionados para fluxos informais e gestão inadequada, por conterem substâncias perigosas (metais pesados, poluentes orgânicos persistentes etc.).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, estabeleceu a responsabilidade compartilhada sobre a gestão de resíduos, sendo os agentes envolvidos na gestão de REEE: consumidores, fabricantes e importadores, distribuidores e comerciantes, serviços públicos de limpeza urbana, e cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Com a responsabilidade compartilhada, diferentemente do EPR, toda a cadeia é responsável pela correta destinação.

Segundo o conceito de responsabilidade compartilhada apresentado pela PNRS, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são corresponsáveis por implementar o SLR, cabendo aos que não cumprirem as regras do acordo setorial penalidades severas, como suspensão de licenças de atuação e multas ambientais que podem chegar a R\$ 50 milhões (XAVIER et al, 2021a).

Uma vez que a execução se dá por um mecanismo que demanda maior diálogo entre os atores, o acordo setorial e o estabelecimento das metas demoraram 10 anos para serem concluídos. Foi somente em 2020, com o Decreto nº 10.240, de 2020 (BRASIL, 2020⁴), que houve a definição das metas, prazos para a coleta e destinação, bem como a adoção do Acordo Setorial para implantação de Sistema de Logística Reversa de REEE e seus componentes. E em 2022, o Decreto nº 10.936 de 2022 (Brasil, 2022), inclui todas as categorias de resíduos ao SLR e formaliza o Programa Nacional de Logística Reversa, que se integra ao Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - Sinir e ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares. O Organograma 1, a seguir, mostra a evolução da PNRS e a implementação do SLR no país.

4. Decreto nº 10.240, de 2020



Organograma 1 - Evolução da legislação Nacional sobre REEE. Elaboração própria.

É possível perceber uma retomada do componente social ao sistema a partir de 2023. O Decreto Federal nº 11.413/2023 introduz a categoria de catador individual ao Sistema de Logística Reversa, além de alterar o Certificado de Créditos de Reciclagem; introduz os documentos CCRLR e CERE - emitidos pela entidade gestora e obriga o esgotamento de resultados oriundos dos catadores antes de utilizar os créditos de outros operadores logísticos.

Os catadores, por meio de associações e cooperativas, iniciam um processo nacional de formalização. Muitos já possuem CNPJ e emitem Nota Fiscal, um importante passo para a rastreabilidade do grupo. Mas a inclusão da categoria do catador individual ao SLR torna-se um desafio adicional para a rastreabilidade da cadeia de REEE.

Ainda há pouca fiscalização. A Instrução Normativa IBAMA nº 8, de 20 de julho de 2021 garante que somente empresas efetuem o desmonte e a separação de componentes de REEE. Os requisitos contidos nas Normas ABNT 16.156 (Manufatura Reversa) e Norma ABNT 15.833 (específica para refrigeradores), são mencionados no Decreto Federal 10.240/2020, que implementa o Sistema de Logística Reversa de REEE, portanto, são restrições legais ao livre manuseio dos REEE.

Vem sendo amplamente divulgado nas mídias e redes sociais que parte significativa do resíduo é exportada para ser processada fora em novo ciclo de exploração mineral e parte se perde na ilegalidade (roubos de carga, de fios de cobre, entre outros). A fração que atua no segmento mais informal segue sem suporte legal e de infraestrutura e há

lacunas legais para a inclusão do catador informal, especialmente o catador individual. É preciso extensa capacitação. Mais que a capacitação. É necessário a ampla divulgação da competência atribuída especificamente ao catador e aos demais atores do SLR.

Uma breve revisão sistemática comparativa entre o EPR e a Responsabilidade Compartilhada

Apesar das inúmeras questões, o EPR é o modelo de gestão de resíduos mais adotado. Mesmo o número de produções científicas levantadas a partir de consultas a base Scopus mostra que muitos países percebem a gestão de REEE a partir da EPR. Entre 1993 e 2023 foram levantadas 1.336 produções científicas distribuídas globalmente conforme apontado no Gráfico 1. Sendo que no Brasil aparecem 11 produções, mesmo que o modelo de gestão adotado seja o da responsabilidade compartilhada.

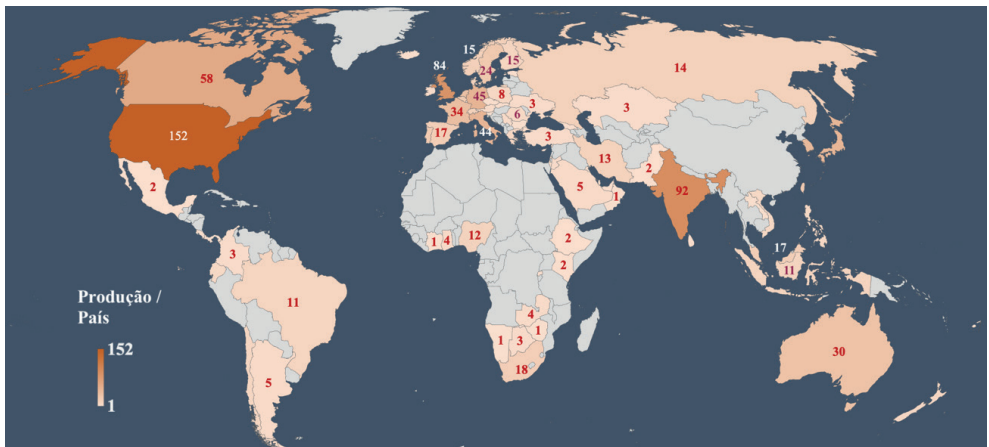


Gráfico 1: Produção de artigos científicos que citam EPR por país entre 1996 e 2023. Dados: Base Scopus, 2023.

O EPR está direcionado ao resíduo. De modo a utilizar parâmetros mais semelhantes, considerando que a literatura internacional usa frequentemente os termos ‘solid waste’ para resíduos sólidos e ‘e-waste’ para REEE, adotou-se a terminologia de busca “Shared Responsibility” AND “waste” para verificar as produções acadêmicas relacionadas à responsabilidade compartilhada do resíduo.

Como resultado, aparecem 92 produções científicas, distribuídas globalmente conforme apontado no Gráfico 2, a seguir, sendo o Brasil o país com o maior número de produções. Chama a atenção o segundo país com mais produções, especificamente por praticar a responsabilidade estendida ao produtor em seu SLR. Os estudos dos EUA apontam, relacionados a “Shared Responsibility” AND “waste”, palavras-chave relacionadas a ‘environmental’ ou ambiental E ‘protection’(proteção), ‘pollution’ (poluição),

‘policy’ (política), ‘planning’ (planejamento), ‘management’(gestão), ‘legislation’ (legislação), ‘impact assesment’ (avaliação de impacto), ‘footprint’ (pegada), ‘exposure’ (exposição) e ‘responsability’ (responsabilidade). Palavras com uma conotação mais inclusiva para a gestão responsável e para o meio ambiente.

Quando a busca para EPR nos EUA, segundo país mais citado seguido da China, trás palavras-chave de cunho mais técnico e econômico, ainda que voltadas para questões ambientais com ênfase na gestão de resíduos, sendo as mais citadas: ‘recycling’(reciclagem), ‘waste management’ (gestão de resíduos), ‘sustainable development’ (desenvolvimento sustentável), ‘environmental impact’ (impacto ambiental), ‘electronic waste’ e ‘equipment’ (resíduo eletrônico e equipamentos), ‘waste disposal’(disposição de resíduos), ‘life cycle’ (ciclo de vida), ‘circular economy’ (economia circular), ‘product design’(design de produto), ‘supply chains’(cadeias de suprimento), ‘remanufacturing’ (remanufatura).

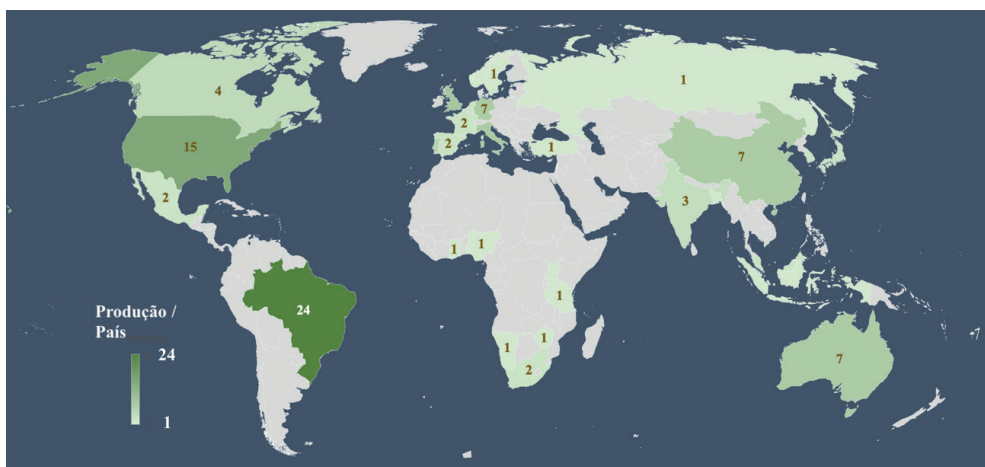


Gráfico 2: Produção de artigos científicos que citam “Shared Responsibility” AND “waste” por país entre 1983 e 2023. Dados: Base Scopus, 2023.

A revisão não se pretendeu ser exaustiva, mas buscou apontar as diferenças entre os conceitos abordados nos sistemas de gestão. Ambos apresentam falhas no que diz respeito a inclusão dos atores informais da cadeia de logística reversa e se desenvolvem em meio a inúmeros conflitos socioambientais.

4. CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES

A Responsabilidade Estendida ao Produtor (Extended Producer Responsibility, EPR) é uma abordagem pensada com o objetivo de promover a sustentabilidade e reduzir os impactos ambientais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por sua vez, estabeleceu no Brasil, ainda em 2010, a responsabilidade compartilhada sobre a gestão

de resíduos para consumidores, fabricantes e importadores, distribuidores e comerciantes, serviços públicos de limpeza urbana, e catadores de materiais recicláveis. Com a responsabilidade compartilhada, diferentemente do EPR, toda a cadeia é responsável pela correta destinação. Mas ambos os modelos apresentam falhas no que diz respeito a inclusão dos atores informais da cadeia de logística reversa e se desenvolvem em meio a inúmeros conflitos socioambientais. A atuação de catadores por meio de associações e cooperativas encontra-se regulamentada no país, no entanto, a Instrução Normativa nº 8 de 2021 do IBAMA faculta aos catadores apenas as atividades de recebimento, triagem e estocagem, limitando a desmontagem em razão do pontencial de risco que representam. A estruturação de instrumentos regulamentadores viabilizando a desmontagem e triagem de peças, partes e componentes que não representem significativo impacto ambiental ou ocupacional poderiam viabilizar a consolidação de novos modelos de negócio com a participação dos catadores.

É necessário ampliar o alinhamento de estratégias e regulamentações sobre a gestão dos resíduos eletroeletrônicos a fim de aumentar a eficiência do processo e gerar ganhos para o país. Mais do que isso, é fundamental discutir o papel dos catadores individuais e coletivos para o atingimento das metas estabelecidas e para o acesso a coleta em escala municipal para todo o território brasileiro.

A fim de compreender sua lógica e eficácia para a remuneração dos operadores logísticos, em especial as cooperativas, por serviços ambientais prestados à sociedade, torna-se necessário avançar na análise dos agentes envolvidos na cadeia de LR de REEE, na compreensão do panorama legal e dos mecanismos de rastreabilidade concebidos pelo sistema. Os REEE são fontes de geração de valor mas representam um risco à saúde humana e ao meio ambiente e talvez por isso requeiram uma legislação mais rigorosa e uma estrutura mais robusta, com capacitação e suporte a fim de se tornar mais inclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto Nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta a implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm. Acesso em: 20/09/2023.

BRASIL. Decreto Nº 11.413, de 13 de fevereiro de 2023. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11413.htm. Acesso em: 20/09/2023.

Calvas, V. Clausager, Cleere, R. Demaria, F. Dwarkasing, C. Todt, M. Pai, J. Stoisser, M. Catadores e catadoras em risco: Novas políticas de gestão de resíduos prejudicam o setor informal de reciclagem no Sul Global. Parceria ICTA-UAB e WIEGO-GlobalRec. Em: Environmental Justice Atlas, EJATLAS. Disponível em: <https://ejatlas.org/featured/wastepickers?translate=en>. Acesso em: 15/09/2023.

Forti, V., Baldé, C.P., Kuehr, R, Bel. G., 2020. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and the Circular Economy Potential, United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) - co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Instrução Normativa 8, de 20 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/>. Acesso em: 20/09/2023

Ma, Y., Cheng, S. Channel coordination in a closed-loop supply chain with fairness concerns under further extended producer responsibility. In: Managerial and Decision Economics, 2023.

Pazoki, M., Zaccour, G. Extended producer responsibility: Regulation design and responsibility sharing policies for a supply chain. In: Journal of Cleaner Production, 2019.

Xavier, L.H. Ottoni, M. Lepawsky, J. Circular economy and e-waste management in the Americas: Brazilian and Canadian frameworks. Em: Journal of Cleaner Production 297, 2021.

Xavier, L.H., Ottoni, M. (org). Mineração Urbana: Conceitos e análise do potencial dos resíduos eletroeletrônicos. 1ª ed. Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia Mineral, CETEM/MCTI. 2021.

Xavier, L.H.; Contador, L.; Freitas, E.S.; Mofati, L.M.; Silva, R.S.; Fontes, A. Diagnóstico da Mineração Urbana dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil: projeto MINARE. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2023.

RESTAURAÇÃO DO ECOSSISTEMA AQUÁTICO DO RIO POMBA APLICANDO OS RESÍDUOS DA PEDRA PADUANA EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Data de aceite: 02/12/2023

Cristiane Andrade de Lima

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

RESUMO: Santo Antônio de Pádua é um polo de produção de rochas ornamentais, inserida no APL de Rochas Ornamentais do Noroeste Fluminense, e até fim do Século XX havia lançamento de resíduos finos no Rio Pomba, acarretando o assoreamento do mesmo. Restaurar o ecossistema do rio e aproveitar os resíduos era imprescindível. Então, o processo de pavimentação asfáltica, que utiliza 95% de agregados minerais foi uma solução viável para absorver o resíduo local. Os resultados indicaram o enquadramento do resíduo às normas DNIT, que pôde ser aplicado na construção da estrada que liga Pádua e Pirapitinga, com resistência mecânica de 180%. A água do Rio Pomba foi monitorada em um intervalo de 10 anos e com o fim do lançamento de resíduos de rochas, observou-se a restauração do ecossistema aquático.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Rochas Ornamentais; Pavimentação; Assoreamento.

ABSTRACT: St. Antônio de Pádua is a center for the production of ornamental rock and until the end of the 20th century; fine residues were released into the Pomba River, causing it to become silted. Restoring the river's ecosystem and harnessing the waste was inevitable. The asphalt paving process, which uses 95% of mineral aggregates, was a viable solution, absorbing the local residue. The results indicated the compliance of the residue to the DNIT standards, which could be applied in the construction of the road that connects Pádua and Pirapitinga, with a mechanical resistance of 180%. The Pomba River was monitored for 10 years and the end of the release of rock residues, the reappearance of fish and the restoration of the aquatic ecosystem was observed.

KEYWORDS: Dimension Stone Waste; Paving; Silting.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos gerados na lavra e beneficiamento de rochas ornamentais representam perdas de matéria-prima que são da ordem de 70%. Para produzir 330 m² de chapas (média obtida de um bloco de 10 m³), são extraídos, em média, 30 m³

de rocha do maciço. Desses, 20 m³ ficam na pedreira na forma de resíduos. A maioria deles são grossos, normalmente blocos fora de padrão, irregulares e com defeitos, pedaços de blocos, lascas de rochas e casqueiros do aparelhamento dos blocos que se constituem em estoques remanescentes, pois podem ter utilização direta na produção de chapas ou ladrilhos de menor valor ou decorativas (CAMPOS et al., 2014).

Com uma produção extremamente alta, segundo CHIODI FILHO (2018), em torno de 200.000 toneladas/ano, além do passivo estocado em aterros, tornam-se necessários métodos que utilizassem um volume em grande escala de uma só vez. Nesse contexto, surge o setor de pavimentação asfáltica, que utiliza em média 95% de agregados minerais em sua composição e com consumo de cerca de 10.000 toneladas de agregados a cada quilômetro de estrada pavimentada (ANEPAC, 2017). Tal aplicação seria a mais viável para gerir de forma sustentável o aproveitamento total dos resíduos (estocados nas serrarias, nos aterros e oriundos do fundo do Rio Pomba e seus afluentes) e restaurar os ecossistemas locais proporcionando o bem estar da sociedade com a construção de estradas tecnicamente adequadas, sustentáveis e com boa relação custo-benefício, acarretando simultaneamente benefícios ambientais, sociais e econômicos.

2. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi a aplicação integral dos resíduos oriundos das pedreiras e serrarias de Santo Antônio de Pádua como agregado de base e sub-base da pavimentação asfáltica do trecho Pádua-Pirapitinga com fins de recuperação do ecossistema do rio Pomba.

3. METODOLOGIA

Os resíduos de rochas foram caracterizados segundo às normas estabelecidas pelo DNIT para agregados para pavimentação (DNIT ME 035/98, DNITME 083/98, ME 081/94 e ME 084/94, DNIT 136/2010).

A qualidade da água do Rio Pomba foi avaliada por meio da avaliação de risco à saúde humana e risco ecológico segundo padrões da CETESB, 2001- Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e US EPA. “*Guidelines for Ecological Risk Assessment*”, 1998, respectivamente.

4. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA PRÁTICA

4.1. Caracterização do resíduo e geração da rodovia

A avaliação preliminar do resíduo indicava valores adequados segundo o DNIT, com abrasão Los Angeles de 22%, forma cúbica e densidade de 2,65 g.mL⁻¹. Com relação aos resultados de resistência à compressão diametral a mistura asfáltica apresentou um valor de RRT de 180% indicando que o pavimento gerado apresenta altíssima resistência mecânica e a adequação do resíduo às normas exigidas pelo (> 80%).

4.2 Avaliação de Risco Ambiental

Os resultados análises das amostras de água do Rio Pomba, coletadas nos anos de 2004 (durante a intervenção) e de 2014 (após a intervenção), foram comparados inicialmente com os padrões de qualidade para águas doces, Classes I e II, estabelecidos na Resolução Conama 357/2009, tal qual apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados analíticos da qualidade da água do Rio Pomba.

Substâncias Químicas Analisadas	Valor Máximo (Res. Conama 357/2005) (mg.L ⁻¹)	Resultados analíticos (mg.L ⁻¹)			
		2004		2014	
		P1	P2	P1	P2
Alumínio	0,1	408,3	15,6	2,4	3,2
Bário	0,7	0,15	0,84	0,011	0,03
Ferro	0,3	50,2	18,6	1,54	0,85

Foram realizadas também medições dos valores de pH da água e verificou-se o valor de 12 em 2004 e cerca de 7 em 2014. O valor extremamente alto em 2004 estava relacionado com o despejo da lama abrasiva das serrarias contendo sulfatos de cálcio, alumínio, etc.

4.3 Avaliação de Risco à Saúde Humana

Os valores de risco à saúde humana calculados encontram-se resumidos na Tabela 5, cujas contribuições de cada uma das vias de exposição podem ser observadas nas Figuras 1 a 4.

Como se pode observar na Tabela 2, após 10 anos os valores de risco foram reduzidos consideravelmente, tendo atingido níveis considerados aceitáveis após a intervenção na área.

Tabela 2: Sumário dos resultados do risco à saúde humana. Fonte: Própria

.Parâmetros	HI Residentes (Risco Não carcinogênico)			
	Crianças 2004	Adultos 2004	Crianças 2014	Adultos 2014
Alumínio	3,8E+01	1,8E+01	3,0E-01	1,4E-01
Bário	1,6E-02	2,1E-02	2,0E-03	7,6E-04
Ferro	1,3E+00	5,8E-01	4,1E-02	1,8E-02

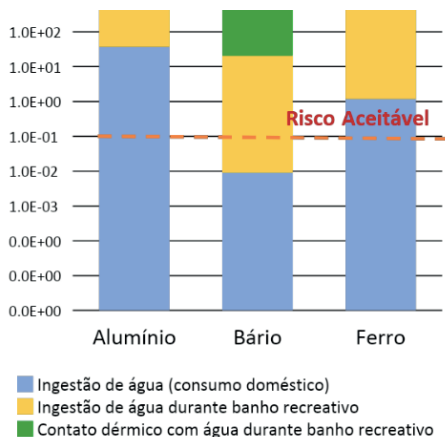


Figura 1: Risco População do Entorno (crianças), Rio Pomba – 2004. Fonte: Própria.

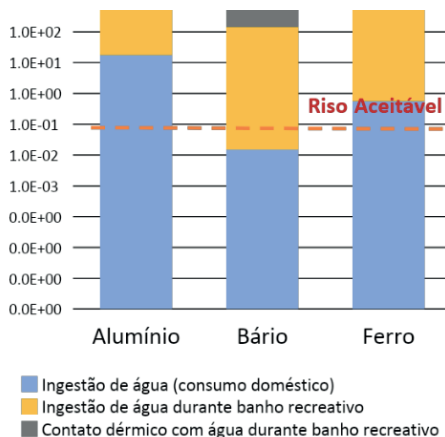


Figura 2: Risco População do Entorno (adultos), Rio Pomba – 2004. Fonte: Própria.

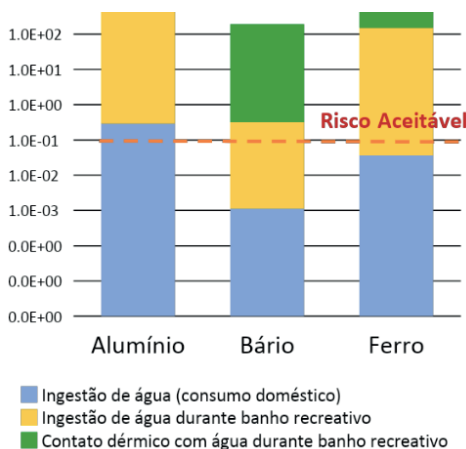


Figura 3: Risco População do Entorno (crianças), Rio Pomba – 2014. Fonte: Própria.

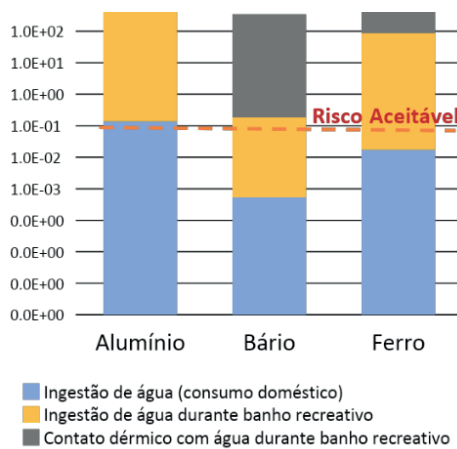


Figura 4: Risco População do Entorno (adultos), Rio Pomba – 2014. Fonte: Própria.

4.4 Avaliação de Risco Ecológico

Os valores da avaliação de risco ecológico calculados para os receptores aquáticos avaliados encontram-se resumidos na Tabela 3, onde se verifica que durante a intervenção na área os riscos para os receptores ecológicos eram bastante elevados, sendo que nestes níveis a estrutura e composição da comunidade aquática poderiam ser alteradas, essencialmente por meio de mudanças nas taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução dos organismos aquáticos. No entanto, após a intervenção os níveis de risco foram reduzidos consideravelmente, permanecendo para todas as substâncias avaliadas abaixo de 10, ou seja, abaixo do nível considerado crítico para saúde desses receptores.

Tabela 3: Sumário dos resultados do risco ecológico.

Risco para Peixes

Substâncias Químicas	VTR (mg/L) Peixes ⁽¹⁾	Concentração na água (mg/L)		Quociente de Perigo (HQ) - Peixes ⁽²⁾	
		2004	2014	2004	2014
Alumínio	3,288	408,00	3,20	124,09	0,97
Bário	nd	0,84	0,03	nc	nc
Ferro	1,3	50,20	1,54	38,62	1,18

Risco para Invertebrados

Substâncias Químicas	VTR (mg/L) Invertebrados ⁽¹⁾	Concentração na água (mg/L)		Quociente de Perigo (HQ) - Invertebrados ⁽²⁾	
		2004	2014	2004	2014
Alumínio	1,9	408,00	3,20	214,74	1,68
Bário	nd	0,84	0,03	nc	nc
Ferro	0,158	50,20	1,54	317,72	9,75

Risco para Algas

Substâncias Químicas	VTR (mg/L) Algas ⁽¹⁾	Concentração na água (mg/L)		Quociente de Perigo (HQ) - Algas ⁽²⁾	
		2004	2014	2004	2014
Alumínio	0,46	408,00	3,20	886,96	6,96
Bário	nd	0,84	0,03	nc	nc
Ferro	nd	50,20	1,54	nc	nc

	HQ entre 1 e 10
	HQ > 10

(1) Suter (1996), padrões para efeito na biota aquática

(2) HQ = Concentração medida / Valor de Toxicidade de Referência

nd - não disponível

nc - não calculado (VTR não disponível)

Atualmente, as serrarias da região, em geral, estão enquadradas às legislações ambientais, não havendo lançamentos de resíduos no Rio Pomba e seus afluentes, há recirculação de mais de 95% de água nas serrarias e os resíduos são direcionados a aterros regularizados.

O Rio Pomba não apresenta assoreamento devido às atividades de corte e beneficiamento das rochas ornamentais e as condições da água encontram-se adequadas em termos de pH e turbidez. Houve restauração do ecossistema aquático, constatando-se o reaparecimento de peixes.

A estrada que liga Pádua a Pirapitinga apresenta boas condições de uso, facilitando o tráfego de pessoas e mercadorias na região Noroeste do Estado.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que os resíduos gerados na lavra e no beneficiamento da Pedra Paduana podem ser utilizados como agregados minerais para a pavimentação asfáltica, gerando um pavimento contendo 95%, em massa de resíduos, e com resistência à compressão diametral de 180%, valor este muito acima do recomendado pelo DNIT (>80%). A pavimentação da estrada ligando as cidades de Pádua e Pirapitinga e das estradas vicinais de Pádua, utilizando resíduos das serrarias, não foi só responsável pela mitigação do impacto ambiental, mas proporcionou a melhoria na circulação das pessoas e mercadorias, principalmente mercadorias agrícolas que se estragavam pela falta de pavimentação nas estradas vicinais.

O monitoramento da qualidade da água do Rio Pomba realizado nos anos de 2004 e 2014 indicou que no ano em que ainda eram realizados lançamentos de lama abrasiva no curso d'água (2004), os teores de alumínio, bário e ferro ultrapassavam os valores aceitáveis de risco à saúde humana e ecológico, além do assoreamento do rio e seus afluentes ser extremamente grave. Posteriormente, após uma nova avaliação, em 2014, quando as serrarias já não lançavam mais a lama abrasiva, e os resíduos já tinham sido removidos do sedimento do rio e de seus afluentes, os valores de risco tanto a saúde humana quanto ecológicos encontravam-se dentro dos limites considerados aceitáveis. Tal fato, configura a restauração do ecossistema aquático da região, pois a água não apresentava mais o índice de turbidez tão elevado, o pH encontrado era de 7,3 e o índice de oxigenação da água aumentou, e os peixes e algas voltaram a aparecer substancialmente na região, permitindo a utilização do Rio Pomba novamente para pesca, agricultura e pecuária.

Vale ressaltar que o apoio da prefeitura local foi responsável pela criação de aterros controlados para deposição dos resíduos das serrarias e pedreiras, que já classificados tecnicamente, foram britados e moídos para a aplicação pelo DNIT nas pavimentações da região.

Por fim, é importante salientar que a ação conjunta de órgãos governamentais, centros de pesquisas e universidades, permitem estudos de aplicações viáveis que melhoram as condições ambientais, sociais e econômicas de uma comunidade, como é o caso de Santo Antônio de Pádua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEPAC.- Associação Nacional das Entidades Produtoras de Agregados para Construção (2017). Disponível em <http://www.anepac.org.br/agregados/mercado>.

CAMPOS, A. R.; RIBEIRO, R.C.C.; CASTRO, N. F.; AZEVEDO, H. C.A. E CATABRIGA, L. (2014). Resíduos: tratamento e aplicações industriais, capítulo do livro tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Vidal, F.V.; Azevedo, H.C.A.; Castro, N. F. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. ISBN: 987-85– 8261-005-3. p 433 – 492.

CARVALHO, E. A., CAMPOS, A.R., PEITER, C.C. e ROCHA, J.C. (2004) APROVEITAMENTOS DOS RESÍDUOS FINOS DAS SERRARIAS DE S.ANTÔNIO DE PÁDUA/RJ, palestra SIMAGRAM 2004.

CEIVAP (2006) Plano de recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Caderno de Ações Bacia do Rio Pomba. Comitê de integração das águas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Brasil.

CETESB (Companhia e Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo). (2013). Planilhas de Avaliação de Risco.

DNIT 136/2010 – ME Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes, Brasil, ME 035/98 – Agregados – Determinação de abrasão Los Angeles, Rio de Janeiro, p. 6, 1998.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes, Brasil, ME 081/94 – Agregado – Determinação de densidade relativa, Rio de Janeiro, p.3, 1998.

LIMA, C.A. (2004). Quantificação do decréscimo do risco associado à biorremediação de solo contaminado por hidrocarbonetos de petróleo – Tese de Mestrado, Escola de Química/UFRJ, RJ.

LIMA, C.A. (2009). Avaliação de risco ambiental como ferramenta para o descomissionamento de uma indústria de metalurgia de zinco – Tese de Doutorado, Escola de Química/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ.

PEITER, C. C.; CARRISSO, R. C. C.; PIRES, D. C. B. (2011). O Arranjo Produtivo Local de Santo Antônio de Pádua. In: FERNANDES, F. R.C.; ENRIQUEZ, M. A. e ALAMINO, R. C. J. (Eds.). Recursos Minerais e Sustentabilidade Territorial: v. 2, p.177-198. Grandes Minas e Comunidades Locais, CETEM, Rio de Janeiro – RJ.

SEBRAE-RJ. (2010). APL de rochas ornamentais em Santo Antônio de Pádua. <http://www.sebraerj.com.br/data/Pages/SEBRAEABRIE.htm>. Acesso em: 25 set. 2010.

US EPA (United States Environmental Protection Agency). Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Human Health Evaluation Manual: Part A. July 1989.

US EPA Exposure Factors Handbook. USEPA - Region III. August, 1997.

US EPA Guidelines for Ecological Risk Assessment. USEPA EPA/630/R095/002F. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, 175 pp. 1998.

US EPA (United States Environmental Protection Agency). Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Human Health Evaluation Manual: Part E, Supplemental guidance for dermal risk assessment. Julho 2004.

VIDAL, F.W.H.; AZEVEDO, H.C.A.; CASTRO, N. F. (2014). Lavra de Rochas Ornamentais, Capítulo 4 do Livro tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. ISBN: 987-85– 8261-005-3. p 153 – 257.

Anais do 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Masterplan**
ENGENHARIA CONSULTIVA E AMBIENTAL

 **Atena**
Editora
Ano 2023

Anais do 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Masterplan**
ENGENHARIA CONSULTIVA E AMBIENTAL

 **Atena**
Editora
Ano 2023