

Resíduos sólidos

Geração, impactos ambientais e possibilidades

Viviane Farias Silva

Michael Douglas Sousa Leite



Rfb
Editora

Resíduos sólidos: geração, impactos ambientais e possibilidades



Todo o conteúdo apresentado neste livro é de
responsabilidade do(s) autor(es).
Esta obra está licenciada com uma Licença
Creative Commons Atribuição-SemDerivações
4.0 Internacional.

Conselho Editorial

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA
(Editor-Chefe)
Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA
Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP
Prof.^a. Dr.^a. Raquel Silvano Almeida-Unespar
Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA
Prof.^a. Dr.^a. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro
Prof.^a. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF
Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ
Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF
Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA
Prof.^a Dr.^a. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE
Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-UEL
Prof.^a Dr.^a. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA
Prof.^a Dr.^a. Dayse Marinho Martins-IEMA
Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM
Prof.^a Dr.^a. Elane da Silva Barbosa-UERN
Prof. Dr. Piter Anderson Severino de Jesus-Université Aix Marseille

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

Equipe RFB Editora

Viviane Farias Silva
Michael Douglas Sousa Leite

(Organizadores)

Resíduos sólidos: geração, impactos ambientais e possibilidades

1ª Edição

Belém-PA
RFB Editora
2023

© 2023 Edição brasileira
by RFB Editora
© 2023 Texto
by Autor
Todos os direitos reservados

RFB Editora
CNPJ: 39.242.488/0001-07
Home Page: www.rfbeditora.com
Email: adm@rfbeditora.com
Telefone: 91988857730
Belém, Pará, Brasil

Editor-Chefe:
Prof. Dr. Ednilson Souza
Diagramação:
Danilo Wothon
Revisão de texto e capa:
Organizadores

Bibliotecária:
Janaina Karina Alves Trigo
Ramos-CRB 8/9166
Produtor editorial:
Nazareno Da Luz

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)



R433

Resíduos sólidos: geração, impactos ambientais e possibilidades / Viviane Farias Silva, Michael Douglas Sousa Leite (Organizadores). – Belém: RFB, 2023.

Livro em PDF

ISBN: 978-65-5889-585-5

DOI: 10.46898/rfb.166c4338-a407-4ed6-8d01-babd9dfda259

1. Resíduos sólidos. I. Silva, Viviane Farias. II. Leite, Michael Douglas Sousa. III. Título.

CDD 354

Índice para catálogo sistemático

I. Meio ambiente.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 7

CAPÍTULO 1

**IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA QUALIDADE DA
ÁGUA E NO MEIO AMBIENTE 11**

Antonio Barbosa Gomes

Viviane Farias Silva

Michael Douglas Sousa Leite

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.1

CAPÍTULO 2

**ANÁLISE DAS POSSÍVEIS ROTAS DE DESTINAÇÃO PARA OS
RESÍDUOS SÓLIDOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE
ÁGUA..... 25**

Wanessa Alves Martins

Carlos Eduardo Pereira de Moraes

Viviane Farias Silva

Julia Soares Pereira

Miriam Souza Martins

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.2

CAPÍTULO 3

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS DE
CAULIM E SEU REAPROVEITAMENTO COMO MEIO DE SUS-
TENTABILIDADE AMBIENTAL..... 43**

Nádia Diniz de Melo

Viviane Farias Silva

Michael Douglas Sousa Leite

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.3

CAPÍTULO 4

**INTEGRAÇÃO DO DESIGN NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLI-
DOS: ESTRATÉGIAS E DESAFIOS 61**

Thiego Barros de Almeida Brandão

Viviane Farias Silva

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.4

CAPÍTULO 5

USO DE JOGOS EDUCATIVOS PARA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS 85

Robênia Nunes da Cruz

Viviane Farias Silva

Michael Douglas Sousa Leite

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.5

CAPÍTULO 6

IMPORTÂNCIA DO PADRÃO DO AUTOCUIDADO DOS AGENTES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS À LUZ DA ENFERMAGEM.....99

Francineide de Albuquerque Silva

Viviane Farias Silva

Kylvia Luciana Pereira Costa

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.6

ÍNDICE REMISSIVO 115

SOBRE OS AUTORES 116

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o livro “Resíduos Sólidos: Geração, Impactos Ambientais e Possibilidades”. Este livro reúne um conjunto diversificado de capítulos que exploram de maneira abrangente e profunda a complexa problemática dos resíduos sólidos, destacando seu impacto ambiental e as possibilidades de abordagens sustentáveis para enfrentar esse desafio global.

Os capítulos contidos neste livro representam o fruto do comprometimento e da dedicação dos alunos da Disciplina de Gestão dos Resíduos Sólidos, turma 2023.1, ministrada pela Professora Dra. Viviane Farias Silva, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGEGRN da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Sob sua orientação, os alunos mergulharam em análises e investigações, explorando tópicos diversos relacionados aos resíduos sólidos. Através dessa disciplina, foi possível reunir conhecimento e percepções valiosas, culminando na produção destes capítulos que refletem o compromisso com a pesquisa, a inovação e a busca por soluções sustentáveis em um cenário de crescentes desafios ambientais.

O livro oferece uma visão panorâmica sobre a problemática dos resíduos sólidos, abordando desde a sua geração até os efeitos negativos que causam ao meio ambiente e à saúde humana. Cada capítulo traz perspectivas e abordagens únicas, apresentando análises críticas, revisões bibliográficas aprofundadas e reflexões sobre como lidar com esse problema crescente de maneira responsável e eficaz.

O livro é dividido em seis capítulos distintos, cada um deles explorando uma faceta importante dos resíduos sólidos e suas implicações:

Impacto dos Resíduos Sólidos na qualidade da água e no meio ambiente: Este capítulo investiga os efeitos negativos dos resíduos sólidos na qualidade da água e nos ecossistemas, destacando os riscos ambientais e de saúde pública decorrentes da má gestão dos resíduos.

Análise das possíveis rotas de destinação para os Resíduos Sólidos de estações de tratamento de água. O segundo capítulo busca compreender e analisar as práticas atuais relacionadas ao tratamento dos subprodutos resultantes das operações de tratamento da água.

Impactos Ambientais causados pelos resíduos de caulim e seu reaproveitamento como meio de sustentabilidade ambiental: O terceiro capítulo explora a possibilidade de reutilização dos resíduos de caulim como uma estratégia para minimizar os impactos ambientais dessa indústria, mostrando como essa abordagem pode contribuir para práticas mais sustentáveis.

Integração do Design na Gestão de Resíduos Sólidos: Estratégias e desafios: O quarto capítulo examina como a integração do design pode ser uma abordagem promissora para uma gestão mais eficiente e sustentável de resíduos sólidos, identificando estratégias e desafios nesse processo.

Uso de Jogos Educativos para conscientização ambiental sobre Resíduos Sólidos: O quinto capítulo destaca como jogos educativos podem ser utilizados como ferramentas eficazes para promover a conscientização ambiental e incentivar práticas mais responsáveis em relação à gestão de resíduos sólidos.

Importância do padrão do autocuidado dos agentes de materiais recicláveis à luz da Enfermagem: O sexto capítulo aborda a relevância do autocuidado entre os profissionais que lidam com materiais recicláveis, destacando a importância da abordagem

holística e da colaboração entre diferentes áreas para preservar a saúde e promover um ambiente mais sustentável.

Este livro não apenas oferece uma compreensão aprofundada das diversas dimensões dos resíduos sólidos, mas também ressalta a importância de soluções inovadoras, educação ambiental e cooperação entre áreas diferentes para enfrentar esse desafio global. Esperamos que este livro inspire ações e estratégias que contribuam para um futuro mais saudável e sustentável para todos.

Desejamos a todos os leitores uma jornada enriquecedora por esses capítulos instigantes e perspicazes sobre os resíduos sólidos e suas implicações.

CAPÍTULO 1

IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO MEIO AMBIENTE

IMPACT OF SOLID WASTE ON WATER QUALITY AND THE ENVIRONMENT

Antonio Barbosa Gomes¹

Viviane Farias Silva²

Michael Douglas Sousa Leite³

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.1

1 <https://orcid.org/0009-0008-2589-8810>

2 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

3 <https://orcid.org/0000-0002-9356-1872>

RESUMO

O artigo teve como objetivo analisar o impacto dos resíduos sólidos na qualidade da água e no meio ambiente, buscando compreender os efeitos negativos que esses resíduos causam e identificar estratégias para minimizar esses impactos. A má gestão e disposição inadequada dos resíduos sólidos têm causado graves consequências ambientais e para a saúde humana. A poluição da água pelos resíduos sólidos resulta na contaminação dos corpos d'água, afetando a biodiversidade aquática e comprometendo a qualidade da água potável. Além disso, a acumulação de resíduos sólidos em áreas urbanas e rurais contribui para a degradação ambiental, como assoreamento de rios, poluição do solo e emissões de gases de efeito estufa. Os resíduos sólidos também estão associados à disseminação de doenças, como leptospirose, dengue e poliomielite. Medidas eficazes de gestão dos resíduos sólidos, incluindo redução, reciclagem e destinação adequada, são essenciais para minimizar esses impactos. A conscientização da população e a implementação de políticas públicas integradas são fundamentais para promover uma coexistência sustentável entre a sociedade e o meio ambiente, garantindo um futuro saudável e sustentável.

Palavras-chave: Água. Impactos. Meio Ambiente. Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

The article aimed to analyze the impact of solid waste on water quality and the environment, seeking to understand the negative effects that these wastes cause and identify strategies to minimize these impacts. Mismanagement and inadequate disposal of solid waste have caused serious environmental and human health consequences. Water pollution by solid waste results in the contamination of water bodies, affecting aquatic biodiversity and compromising the quality of drinking water. In addition, the accumulation of solid waste in urban and rural areas contributes to environmental degradation, such as silting up of rivers, soil pollution and greenhouse gas emissions. Solid waste is also associated with the spread of diseases such as leptospirosis, dengue and polio. Effective solid waste management measures, including reduction, recycling and proper disposal, are essential to minimize these impacts. The population's awareness and the implementation of integrated public policies are fundamental to promote a sustainable coexistence between society and the environment, guaranteeing a healthy and sustainable future.

Keywords: Water. Impacts. Environment. Solid Waste.

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos representam uma preocupação crescente devido aos diversos efeitos colaterais que podem causar no meio ambiente. Quando esses resíduos são descartados de forma inadequada, desencadeiam uma série de impactos negativos, comprometendo a qualidade ambiental e a paisagem local. Além disso, contribuem para a obstrução de vias públicas, a proliferação de vetores, o assoreamento de corpos d'água e acarretam custos significativos com limpeza e remediação (JACOBI; BESEN, 2011).

O descarte inadequado de resíduos sólidos tem se tornado uma questão crítica em muitas regiões do mundo. A falta de conscientização, infraestrutura precária e práticas ineficientes de gerenciamento resultam na poluição dos corpos d'água, comprometendo sua qualidade e os ecossistemas aquáticos. Além disso, a acumulação de resíduos sólidos em áreas urbanas e rurais contribui para a degradação ambiental, afetando negativamente a biodiversidade, a paisagem e a saúde pública.

Os resíduos sólidos urbanos, provenientes das atividades diárias dos indivíduos, são compostos por restos de alimentos, embalagens, objetos, materiais e substâncias descartadas no âmbito doméstico. Estudos realizados pela Universidade de São Paulo (USP) destacam alguns dos resíduos sólidos mais comuns que impactam negativamente o solo, como móveis, pneus, podas de árvores e resíduos da construção civil (GONÇALVES-DIAS, 2009). É importante ressaltar que grande parte desses resíduos é gerada nas áreas urbanas, sendo fundamental um adequado recolhimento e encaminhamento para locais de descarte apropriados.

Um panorama do cenário brasileiro revela um aumento preocupante na quantidade de resíduos sólidos destinados a locais

inadequados, chegando a mais de 29 milhões de toneladas anuais entre 2010 e 2019, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). No entanto, houve um aumento de cerca de 10 milhões de toneladas no mesmo período no volume de resíduos corretamente direcionados a aterros sanitários, totalizando mais de 43 milhões de toneladas em 2019 (SOBRAL; SOBRAL, 2019).

O objetivo deste estudo é analisar o impacto dos resíduos sólidos na qualidade da água e no meio ambiente, buscando compreender os efeitos negativos que esses resíduos causam e identificar estratégias para minimizar esses impactos. Pretende-se avaliar os principais problemas associados à gestão inadequada dos resíduos sólidos, bem como identificar medidas eficazes para promover a conservação dos recursos hídricos e a preservação ambiental.

Diante desse contexto, é essencial aprimorar a gestão dos resíduos sólidos, buscando reduzir a quantidade gerada, promover a reciclagem e destinação adequada, além de conscientizar a população sobre a importância dessas práticas. A análise dos efeitos causados por resíduos sólidos na água e no meio ambiente é fundamental para embasar ações e políticas efetivas visando à preservação ambiental e à sustentabilidade.

2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos, utilizou-se uma Revisão Bibliográfica sobre os impactos resíduos sólidos. Segundo Gil (2009), tem como objetivo principal situar o pesquisador no estado atual do conhecimento sobre o tema investigado, permitindo identificar lacunas, avanços, divergências e convergências existentes na literatura existente. Além disso, ela possibilita o embasamento teórico do estudo, fornecendo

subsídios para a formulação de hipóteses e construção de um arcabouço conceitual consistente.

Como busca dos artigos a fonte principal de pesquisa foi o Google Acadêmico e o Portal CAPES/MEC. A escolha dessa plataforma se deve à sua ampla gama de artigos científicos disponíveis, abrangendo diversas áreas do conhecimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É fundamental garantir a destinação adequada dos resíduos sólidos por meio de sistemas de coleta, tratamento e disposição corretos. A educação ambiental, a conscientização pública e o cumprimento de políticas e regulamentos são essenciais para prevenir e mitigar os impactos da destinação irregular de resíduos sólidos. A destinação irregular dos resíduos sólidos pode originar uma série de problemas e consequências negativas.

Nesse trabalho destacado como principais impactos negativos: poluição solo e meio ambiente, poluição da água e propagação de doenças.

3.2 Poluição do Solo e Meio Ambiente

O descarte inadequado de resíduos sólidos, como o despejo em lixões a céu aberto, pode resultar na poluição no meio ambiente, afetando os ecossistemas naturais e comprometendo a saúde da biodiversidade. Além disso, a decomposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários gera a liberação de gases poluentes na atmosfera (ABRELPE, 2020).

De acordo com Pimentel et al. (2020), um dos principais impactos da poluição ambiental pelos resíduos sólidos é o assoreamento dos corpos d'água. O acúmulo de materiais sólidos, como

plásticos e detritos, nos rios, lagos e oceanos resulta no bloqueio das vias fluviais e na redução da capacidade de retenção de água, afetando negativamente os ecossistemas aquáticos e comprometendo a qualidade da água.

A poluição atmosférica também está associada aos resíduos sólidos. Segundo Gupta et al., (2019), a queima inadequada de resíduos sólidos gera emissões de gases tóxicos e partículas finas, contribuindo para a poluição do ar. Essa poluição do ar afeta a qualidade do ar respirado pelas comunidades próximas a lixões e aterros sanitários, podendo causar problemas respiratórios e outras doenças.

Além disso, a presença de resíduos sólidos no ambiente pode afetar diretamente a biodiversidade e os ecossistemas naturais. De acordo com Schowanek et al. (2018), o acúmulo de resíduos sólidos em habitats naturais pode levar à perda de habitat, fragmentação de ecossistemas e impactos negativos na fauna e na flora locais. A contaminação dos resíduos sólidos também pode afetar animais marinhos e terrestres, causando danos à saúde e à reprodução.

A gestão adequada dos resíduos sólidos é essencial para mitigar a poluição ambiental. Segundo Wilson et al. (2019), a implementação de práticas de redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais e promover a transição para uma economia circular, onde os recursos são utilizados de forma mais eficiente e sustentável.

3.2 Poluição da Água

A poluição da água causada pelos resíduos sólidos é um problema ambiental significativo e amplamente estudado por pesquisadores especializados no assunto. Diversos estudos têm destacado os

impactos negativos que a presença de resíduos sólidos pode ter nos corpos d'água e nos ecossistemas aquáticos.

De acordo com Murray et al., (2011), a contaminação dos corpos d'água por resíduos sólidos, como plásticos, metais pesados e produtos químicos, afeta diretamente a saúde dos ecossistemas aquáticos. A presença desses materiais nos corpos d'água pode levar à redução da biodiversidade, desequilíbrios ecológicos e deterioração da qualidade da água potável disponível para consumo humano.

Colaborando, Eriksen et al., (2014), destacam que a poluição por plásticos representa uma das maiores ameaças aos ecossistemas aquáticos. Os plásticos descartados de forma inadequada podem se fragmentar em microplásticos, que são ingeridos por organismos marinhos e podem causar danos à saúde e ao funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

O estudo de Jambeck et al., (2015) enfatizam que a má gestão dos resíduos sólidos é um dos principais fatores que contribuem para a poluição da água por plásticos. A falta de sistemas eficientes de coleta, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos resulta na liberação desses materiais nos ambientes aquáticos, afetando negativamente a qualidade da água e a vida marinha.

Além disso, a presença de resíduos sólidos nas áreas costeiras também é uma questão preocupante. Segundo a pesquisa de Lebreton et al., (2017), os resíduos sólidos transportados pelos rios podem se acumular nas regiões costeiras, causando danos à biodiversidade, aos habitats costeiros e à saúde dos ecossistemas marinhos.

Os resíduos sólidos mal destinados podem contaminar as fontes de água, como rios, lagos e lençóis freáticos. Substâncias tóxicas presentes nos resíduos podem se infiltrar no solo e chegar às águas subterrâneas, causando poluição e comprometendo a qualidade da

água potável. Isso afeta não apenas a saúde humana, mas também a vida aquática e os ecossistemas dependentes da água (SILVA, 2009).

Para combater a poluição da água por resíduos sólidos, a gestão adequada dos resíduos é essencial. Segundo a pesquisa de Wilson et al., (2019), a implementação de estratégias de redução, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos pode ajudar a mitigar a poluição da água, preservando a qualidade dos recursos hídricos e protegendo os ecossistemas aquáticos.

3.3 Propagação de Doenças

A propagação de doenças por meio dos resíduos sólidos é uma preocupação significativa que tem sido amplamente estudada por especialistas na área de saúde e saneamento. O descarte inadequado de resíduos sólidos representa um risco direto para a saúde pública. Resíduos perigosos, como produtos químicos tóxicos e materiais biológicos, podem contaminar o meio ambiente e representar uma ameaça à saúde humana. A exposição a esses resíduos pode levar ao desenvolvimento de doenças respiratórias, gastrointestinais, dermatológicas e até mesmo câncer (SILVA et al., 2017).

A contaminação da água por resíduos sólidos pode levar à proliferação de patógenos e à disseminação de doenças. De acordo com a análise de Frenzel et al., (2018), a presença de resíduos sólidos em corpos d'água pode criar condições propícias para a proliferação de microrganismos patogênicos, representando um risco para a saúde humana e animal.

Segundo Silva et al., (2016), uma das principais doenças relacionadas aos resíduos sólidos é a leptospirose. Essa enfermidade é transmitida através do contato com água contaminada por urina de animais infectados, que pode ser encontrada em locais onde há

acúmulo de resíduos sólidos e esgoto a céu aberto. A leptospirose pode causar febre, dores musculares intensas, icterícia e insuficiência renal, sendo uma preocupação de saúde pública em áreas com infraestrutura precária.

Outra doença associada à contaminação dos resíduos sólidos é a dengue. De acordo com Bhatt et al., (2013), o acúmulo de resíduos sólidos, como pneus e recipientes plásticos, pode servir como criadouros para o mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue. A inadequada gestão de resíduos sólidos em áreas urbanas contribui para a proliferação do mosquito e aumenta o risco de surtos de dengue, que se caracteriza por sintomas como febre alta, dores no corpo e, em casos mais graves, pode levar à hospitalização e até mesmo à morte.

Uma doença viral grave é a poliomielite, altamente contagiosa, também pode ser disseminada por meio de resíduos sólidos contaminados. Conforme Liu et al. (2014), a poliomielite é transmitida principalmente por contato fecal-oral, sendo que resíduos sólidos mal gerenciados podem contaminar a água e os alimentos consumidos pela população. Embora a poliomielite esteja sob controle global graças às campanhas de vacinação, a propagação da doença ainda é uma preocupação em áreas com acesso inadequado a serviços de saneamento e gestão de resíduos sólidos.

A presença de vetores como mosquitos e roedores em áreas com acúmulo de resíduos sólidos também contribui para a disseminação de doenças como a malária, como apontado por Hossain et al., (2020). A falta de coleta e tratamento adequados de resíduos sólidos pode criar condições propícias para a proliferação desses vetores, aumentando o risco de infecção em comunidades vulneráveis.

A prevenção e o controle dessas doenças estão intimamente ligados à gestão adequada dos resíduos sólidos. A implementação de sistemas eficientes de coleta, tratamento e destinação final de resíduos, aliada a medidas educativas e de conscientização, são fundamentais para reduzir a propagação de doenças relacionadas aos resíduos sólidos e promover a saúde pública.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo explorou o impacto dos resíduos sólidos na qualidade da água e no meio ambiente, destacando os efeitos negativos que esses resíduos podem causar nos ecossistemas naturais e na saúde humana. A análise abrangente dos estudos realizados por autores revelou que a má gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos têm consequências significativas e abrangentes.

Verificou-se que a poluição da água pelos resíduos sólidos resulta na contaminação dos corpos d'água, afetando a biodiversidade aquática e comprometendo a qualidade da água disponível para consumo humano. Além disso, a acumulação de resíduos sólidos em áreas urbanas e rurais contribui para a degradação ambiental, causando impactos como assoreamento de rios, poluição do solo e liberação de gases de efeito estufa.

Os resíduos sólidos também têm sido associados à disseminação de doenças, como leptospirose, dengue e poliomielite. A presença de vetores e a contaminação de recursos hídricos por resíduos sólidos aumentam o risco de transmissão dessas enfermidades, representando um desafio adicional para a saúde pública.

No entanto, é importante ressaltar que medidas eficazes podem ser implementadas para mitigar esses impactos. A gestão adequada dos resíduos sólidos, incluindo a redução, reciclagem, tratamento e

destinação final adequados, desempenha um papel fundamental na minimização da poluição ambiental. Além disso, a conscientização da população sobre a importância da segregação e do descarte correto dos resíduos sólidos é essencial para promover mudanças comportamentais positivas.

A implementação de políticas públicas efetivas e o fortalecimento de infraestruturas adequadas são fundamentais para abordar o problema da poluição causada pelos resíduos sólidos. A colaboração entre governos, setor privado e sociedade civil é essencial para promover ações integradas e soluções sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/Panorama/panorama-2020.pdf>>. Acesso em junho de 2023.

BHATT, S.; et al. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.

DALGAARD, T.; et al. Environmental impacts of food waste: Learnings and challenges from a case study on UK. **Waste Management**, v. 45, p. 76-86, 2015.

ERIKSEN, M.; et al. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PloS one**, v. 9, n. 12, e111913, 2014.

FRENZEL, M.; et al. Macroplastic abundance and distribution on the inner German Bight seafloor. **Environmental Pollution**, v. 232, p. 438-445, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Catadores: uma perspectiva de sua inserção no campo da indústria de reciclagem. **Tese**. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.

GUPTA, N.; et al. Solid waste management and impact on air quality: A review. **Indian Journal of Air Pollution Control**, v. 19, n. 1, p. 24-32, 2019.

HOSSAIN, M. M.; et al. Impact of poor solid waste management on the spread of vector-borne diseases: a review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 9, p. 1-19, 2020.

JACOBI, P.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JAMBECK, J. R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

LEBRETON, L. C.; et al. River plastic emissions to the world's oceans. **Nature communications**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2017.

LIU, W.; et al. Poliovirus trafficking toward central nervous system via human poliovirus receptor-dependent and -independent pathway. **Frontiers in Microbiology**, v. 5, p. 1-10, 2014.

MURRAY, F.; et al. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 6, p. 1207-1217, 2011.

PIMENTEL, T. R.; et al. Effects of solid waste pollution in aquatic ecosystems: A review. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 231, n. 4, p. 1-16, 2020.

SCHOWANEK, S. D.; et al. Marine anthropogenic litter on British beaches: A 10-year nationwide assessment using citizen science data. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2018.

SILVA, C. L. S.; et al. Leptospirose: conceitos básicos e sua relação com o saneamento básico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 239-248, 2016.

SILVA, D. C. da. Estratégias para gerenciamento de resíduos sólidos urbanos município de Piracanjuba-GO. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2009.

SILVA, P. R. B.; et al. Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 1, p. 165-184, 2017.

SOBRAL, M. F. F.; SOBRAL, A. I. G. D. P. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 1075-1082, 2019.

WILSON, D. C.; et al. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. **Habitat International**, v. 94, 102057, 2019.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DAS POSSÍVEIS ROTAS DE DESTINAÇÃO PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

IMPORTANCE OF THE SELF-CARE STANDARD OF RECYCLABLE MATERIALS AGENTS IN THE LIGHT OF NURSING

Wanessa Alves Martins¹

Carlos Eduardo Pereira de Moraes²

Viviane Farias Silva³

Julia Soares Pereira⁴

Miriam Souza Martins⁵

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.2

1 <https://orcid.org/0000-0002-2108-2530>

2 <https://orcid.org/0000-0002-6910-9579>

3 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

4 <https://orcid.org/0000-0002-6495-1169>

5 <https://orcid.org/0000-0002-3512-4770>

RESUMO

As ETAs realizam o tratamento da água. Dessa forma, para que a produção da água potável ocorra existe à geração de resíduos originados das impurezas da água bruta e de produtos químicos. Esse resíduo é denominado lodo, e é gerado nas etapas de decantação e filtração. Assim, as companhias possuem diversos desafios, entre esses a destinação adequada desses resíduos. O presente trabalho objetivou analisar as rotas mais utilizadas para o lodo das ETAs no Brasil e elencar as diferentes formas de destinação. A partir dos resultados verificou-se que a maior parte dos municípios com ETAs e UTs concentra-se nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. Destacando o rio como principal destino para o lodo. Constatou-se que existem diversos processos e alternativas para a disposição do lodo de ETAs e UTSs, sendo que a escolha da melhor alternativa deve ser realizada considerando os aspectos econômicos e ambientais de cada localidade.

Palavras-chave: Resíduos; Sustentabilidade Ambiental; Destinação Final.

ABSTRACT

The article aims to analyze the relevance of the self-care pattern among agents of recyclable materials, from the perspective of nursing. This research adopted a qualitative approach, focusing on the execution of a bibliographical research as its primary method. The results showed the challenges faced by these professionals in terms of occupational and environmental health, considering the risks associated with the activity. Through the analysis of the Theory of Self-Care, the chapter highlights the inherent capacity of these workers to develop skills and motivation to take care of themselves. In addition, the importance of the self-care pattern of recyclable material agents in terms of nursing cannot be underestimated. This study reinforces the need for a holistic approach to the occupational health of these professionals, recognizing their self-care agency and encouraging practices that preserve their physical and mental health. Collaboration between nursing and other areas is crucial for the development of comprehensive strategies that can improve the working conditions and quality of life of recyclable material collectors, reflecting not only on their individual health, but also on the promotion of a more sustainable environment. sustainable and healthy for the community at large.

Keywords: Waste; Environmental Sustainability; Final Destination.

1 INTRODUÇÃO

Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde. É inerente que para a produção da água potável ocorra à geração de resíduos originados das impurezas da água bruta bem como da aplicação de produtos químicos. Esses resíduos apresentam características e propriedades diversas e geralmente desconhecidas, dificultando a solução do problema (ACHON, BARROSO; CORDEIRO, 2013).

Assim, verifica-se que as companhias de saneamento possuem diversos desafios, entre esses se podem destacar a destinação adequada dos resíduos oriundos das ETAs, levando em consideração os fatores econômicos, técnicos e ambientais (BITTENCOURT et al., 2012). As características quantitativas e qualitativas desse resíduo são variáveis de acordo com a qualidade da água bruta, o tipo e a quantidade de coagulante adicionado na etapa de coagulação, da eficiência dos floculadores e decantadores (MOREIRA, PAIVA; SOARES, 2017). A coagulação é a etapa que apresenta o maior consumo de produtos químicos, na qual é gerado um significativo volume de resíduos. Tais resíduos são constituídos principalmente por sólidos e precipitados químicos, com características peculiares que recebe a denominação de lodo de ETA (SILVA et al., 2012).

Os autores Boscov (2008) e Gonçalves et al., (2018) também relatam que no lodo de ETAs há a presença de produtos químicos utilizados no processo de clarificação da água, contudo, pode conter também bactérias, vírus e algas. Em decorrência do uso de produtos químicos, pode conter: cobre, zinco, níquel, chumbo, cromo, alumínio, ferro e outros metais. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) através da NBR 10.004, o lodo de ETAs é classificado como resíduo sólido, classe II não perigoso, necessitando estudo de disposição final adequado, sendo proibido seu descarte

sem tratamento prévio. Na Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, determina o correto manejo do lodo de ETA visando à proteção da saúde pública bem como do meio ambiente (BRASIL, 2007).

O lodo de ETA quando sedimentado no fundo dos corpos hídricos pode dificultar o crescimento da biota, além disso, nos peixes, por exemplo, pode acontecer a biomagnificação de metais tóxicos que afeta os seres humanos a partir da ingestão desses organismos contaminados. (ACHON, BARROSO; CORDEIRO, 2013; MERT et al., 2014). A disposição inadequada do lodo de ETA pode afetar a produtividade agrícola em decorrência da presença de sais de Alumínio (Al). Nessa perspectiva, Batista et al. (2013) afirmam que o Al afeta principalmente a as raízes das plantações, uma vez que essas possuem grandes áreas superficiais com baixa densidade, assim, estão em contato permanente com elevadas concentrações desses sais.

Já nos recursos hídricos, o lodo de ETA pode disponibilizar íons de Al e afetar a saúde dos seres humanos. Estudos apontam que elevadas concentrações de Al estão associadas a doenças neurológica que podem interferir em processos degenerativos neurofisiológicos, a exemplo da doença de Alzheimer, uma vez que portadores dessa doença apresentam grandes quantidades de Al no cérebro (BONDY, 2016). Nas ETAs são originados uma grande quantidade desse resíduo, que ficam retidos nos decantadores (DI BERNARDO, DANTAS; VOLTAN 2012). De acordo com Fernandes et al., (2018) embora existam várias alternativas de tratamento para o lodo gerado em estações de tratamento de água, grande número dessas estações ainda realizam um descarte inadequado desses resíduos.

De acordo com dados do SIDRA (2021) o Brasil dispõe de 4873 municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento e com ETAs ou UTSs (Unidades de

Tratamento Simplificado) em operação, dessas 1825 têm geração de lodo no processo de tratamento de água. Desse total, cerca de 56% do lodo gerado em ETAs e UTSs é lançado em corpos de água, e aproximadamente 13% é lançado em terreno baldio, lixão ou aterro controlado (SIDRA, 2021) essas disposições sem qualquer tratamento prévio, infringe Leis Ambientais e também acarreta problemas ambientais associados ao gerenciamento adequado do lodo. Taboni Junior, Benatti e Tavares (2018) afirmam que a disposição final desses lodos em corpos hídricos acarreta no aumento da taxa de assoreamento dos corpos hídricos, aumento da concentração de metais pesados na comunidade aquática, redução de áreas disponíveis para o lazer além dos gastos com medidas de recuperação de áreas degradadas.

A disposição de lodos em aterro sanitário de acordo com dados do SIDRA (2021) corresponde a cerca de 23% dos resíduos de ETAs e UTSs no Brasil. De acordo com Scapin (2021) poucas são as ETAs no Brasil que destinam seus lodos para aterros licenciados pelos órgãos ambientais. Ainda segundo a autora, a maioria das ETAs descarta seus resíduos nos corpos d'água próximos, provocando danos à saúde humana e ao meio ambiente. Todavia, Di Bernardo, Dantas e Voltan (2012) afirmam que tal destinação acarreta uma série de desvantagens de cunho econômico, como o elevado custo associado, bem como a possibilidade de acarretar impactos ambientais.

De acordo com Akamatsu e Ross (2017) é de vital importância ter conhecimento das características físico-químicas lodo oriundo de ETAs para que seja possível a correta destinação. Assim, reduzir os impactos ambientais negativos associados à má gerência desses resíduos. Boscov (2008) afirma que o lodo das ETAs e UTSs é majoritariamente composto por água e sólidos suspensos. Ainda de acordo com o autor, o lodo é biologicamente inerte e possui baixo teor de matéria orgânica biodegradável. Nessa perspectiva, Richter (2001)

afirma que o lodo é predominantemente inorgânico e concentração de sólidos totais no lodo derivado de tanques de decantação, na faixa de 1.000 a 40.000 mg/L e o lodo proveniente da lavagem de filtros, apresenta menor teor de sólidos, em torno de 40 a 1.000 mg/L. De forma genérica, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) varia entre 30 a 300 mg/L.

De acordo com Davis e Masten (2016) o lodo das ETAs é composto de cerca de 98% de água. Ainda segundo os autores, o programa mais lógico para o tratamento de lodo de ETAs deve seguir as seguintes etapas: a minimização da geração do lodo, a recuperação química dos precipitados, o tratamento do lodo para reduzir o volume do material e o descarte final segundo métodos seguros para o meio ambiente. Neste contexto, o presente trabalho objetivou analisar as rotas mais utilizadas para o lodo produzido em ETAs e UTSs no Brasil e elencar as diferentes formas de destinação final ambientalmente adequada para esse lodo.

2 METODOLOGIA

Como procedimento metodológico, o presente estudo utilizou o método de revisão sistêmica. Nesse tipo de metodologia são considerados dados secundários, devido as suas características, que são fundamentadas em pesquisas primárias como banco de dados (GALVÃO; PEREIRA, 2014). Conforme estes autores, a revisão sistemática tem como objetivo identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as informações importantes acessíveis, em relação a informações divergentes sobre algumas pesquisas, essa é uma das melhores formas de tornar compreensíveis as controvérsias científicas.

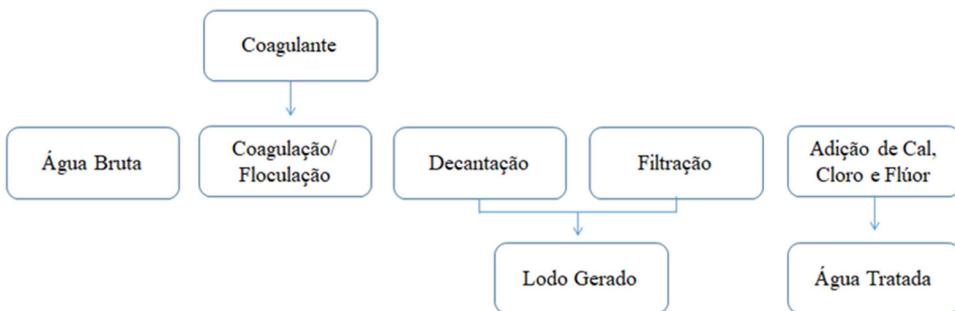
O método de revisão sistemática também pode ser considerado como bibliográfica, tendo em vista que é desenvolvida com base em

material já elaborado (PRODANOV e FREITAS, 2013). Uma das principais vantagens de ser utilizar essa metodologia consiste em permitir ao investigador uma maior abrangência dos fenômenos do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais sistemas de tratamento de água no Brasil que utilizam coagulante são: tratamento em ciclo completo, filtração direta descendente, filtração direta ascendente, dupla filtração e flotofiltração (FUNASA, 2019). Seja qual for o sistema de tratamento utilizado, o lodo é gerado nas etapas de decantação e filtração, conforme se observa na Figura 1. De acordo com Davis e Masten (2016) os dois coagulantes metálicos mais comuns no tratamento de água utilizado em ETAs e UTSs são o alumínio (Al^{3+}) e o ferro (na forma do íon férrico, Fe^{3+}).

Figura 1: Fluxograma do tratamento de água e produção de lodo.



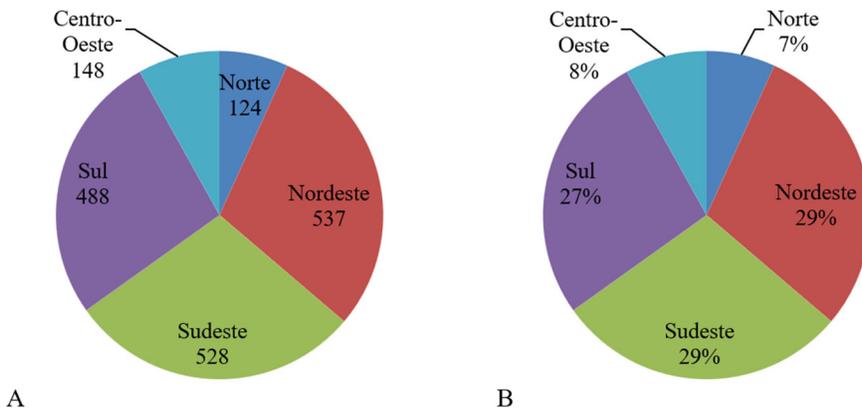
Fonte: Adaptado (CUNHA et al., 2019).

O tratamento dos resíduos gerados nos processos de transformação da água bruta em água potável requer a separação dos constituintes sólidos presentes nela, em que essa separação depende do método de descarte adotado (DAVIS; MASTEN, 2016). Nessa perspectiva, Libânio (2010) afirma que as características químicas e

físicas dos resíduos gerados na etapa de tratamento de água são influenciadas pela composição do coagulante utilizado.

Nascimento et al., (2019) afirmam que a atual gestão dos resíduos gerados nas ETAs e UTSs têm negligenciado sua significância e impactos ao meio ambiente associados. De acordo com Silva et al., (2019) qualquer que seja a destinação final do lodo é necessário observar critérios como a quantidade gerada bem como a alternativa que cause menos impacto. Na Figura 2 (A) número absoluto e 2 (B) percentual em relação ao total, é possível observar como ocorre a destinação do lodo de ETAs e UTSs no Brasil para as regiões Centro-Oeste, Norte, Nordeste, Sul e Sudeste (SIDRA, 2021).

Figura 2: Municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento e com geração de lodo no processo de tratamento de água com destino do lodo gerado em ETAs e UTSs no Brasil



Fonte: SIDRA, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2021).

Por meio da Figura 2, verifica-se que a maior parte dos municípios com ETAs ou UTSs em funcionamento com geração de lodo no processo de tratamento de água concentra-se nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste, totalizando 85% do total. Este percentual pode ser justificado pelo fato de que nessas regiões o índice populacional é maior que a disponibilidade hídrica, necessitando de um maior

tratamento para o abastecimento humano. Outra justificativa, pode estar relacionada ao fato de que a região Norte possui um baixo índice de atendimento a distribuição de água tratada por rede, enquanto a região Centro-oeste possui uma captação de água subterrânea, não necessitando assim um tratamento com a presença de coagulante.

A partir da Tabela 1, é possível observar como ocorre a distribuição dos destinos dados ao lodo gerado em ETAs e UTSs por cada região. Percebe-se que a maior parte dos municípios com ETAs ou UTSs em funcionamento que geram lodo no processo de tratamento de água destina o lodo em corpos d'água, independentemente da região. No que se refere à destinação em terreno baldio, lixão ou aterro controlado, o destaque fica para região Nordeste com aproximadamente 62% dos municípios. Enquanto que para destinação em aterro sanitário os municípios das regiões Nordeste e Sul apresentaram os maiores percentuais, representando quase 75% do total de municípios que utilizam essa destinação. No que se refere à disposição do lodo em aterro sanitário, Libânio (2010) afirma que essa alternativa apresenta elevados custos de implantação.

Tabela 1 – Destino do lodo gerado em ETAs e UTSs no Brasil.

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Corpos d'água	91	237	334	270	98
Terreno baldio, lixão ou aterro controlado	11	147	33	24	23
Aterro sanitário	4	141	90	171	8
Estação de Tratamento de Esgoto - ETE	4	9	55	9	7
Uso na construção civil	1	5	1	2	-
Uso como insumo para agricultura	-	16	7	10	1
Incineração	-	-	-	-	-
Outro	16	30	58	44	13

Fonte: SIDRA, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, (2021).

Conforme se constata, no Brasil, a maior parte do lodo gerado em ETAs e UTSs é disposta em ambientes impróprios. Libânio

(2010) afirma que entre os métodos alternativos de disposição final do lodo destacam-se a aplicação no solo, o lançamento em estações de tratamento de esgoto, a incineração e a fabricação de produtos. Todavia, no que se refere à incineração do lodo, Libânio (2010) reporta que essa é uma prática pouco usual em função de seu baixo teor calórico e dos elevados custos inerentes ao processo.

Assim, a partir desse estudo se verificou diversas alternativas, entre as que têm sido implantadas mais recentes estão o desaguamento do lodo, produção de blocos cerâmico e concreto, adsorção de fósforo e uso agrícola.

Em estudo realizado por Ribeiro (2020) verificou-se que o ajuste do pH do solo, do lodo de ETA e da dose adequada desse, torna possível a utilização agrícola desse resíduo, de forma segura e sustentável. Nessa perspectiva, Barros (2015) relata que a busca de uma solução que atenda à legislação e que seja econômica e ambientalmente sustentável deve ser uma constante entre todas as esferas da sociedade. Assim, dentre as possíveis alternativas para o lodo de ETA a melhor alternativa é aquela que atenda ao tripé da sustentabilidade. Contudo, no que se refere à aplicação no solo, Libânio (2010) pondera que apesar de poder contribuir para uma maior retenção de umidade, o lodo pode acabar contaminando o solo e o lençol freático em decorrência da presença de metais.

De acordo com Sobrinho et al. (2019) no descarte do lodo, o grande problema encontra-se no seu grande volume, decorrente do elevado teor de água presente. Nessa perspectiva, Richter (2001), afirma que os processos de desidratação do lodo são necessários para facilitar o transporte, reduzir o volume e garantir uma maior concentração de sólidos. Santos et al. (2021) estudaram o leito de drenagem na recuperação de águas residuárias e redução de volume de lodo de ETA's na cidade de Ouro Branco/MG. De acordo com os autores,

o leito de drenagem é uma boa alternativa para o desaguamento de lodos provenientes de ETA's, uma vez que possibilita a redução do volume de lodo, bem como pode propiciar o reaproveitamento da água drenada, tendo em vista que essa apresenta excelentes condições de turbidez e cor. Já o sólido retido pode ser removido facilmente para seguir para destinação final e a manta geotêxtil pode ser reutilização.

Nascimento et al. (2019) reportam que o lodo das ETAs e UTSS podem ser utilizados de maneira sustentável na construção civil, pois se trata de uma forma de disposição final barata e adequada, dessa forma, contribui para redução dos impactos ambientais que são causados quando do descarte inadequado desse resíduo. Com relação à fabricação de produtos, várias pesquisas têm experimentado a incorporação de resíduos de ETAs e UTSS na fabricação de tijolos, material refratário, pavimentação de estradas e na produção de cimentos (LIBÂNIO, 2010)

Silva e Maciel (2019) estudaram a aplicação de lodos da ETA do Sacavém, São Luís - MA, na produção de blocos cerâmicos vermelhos em complementação a argila. De acordo com os autores, a partir do estudo de suas propriedades mecânicas pelos ensaios tecnológicos, os resultados demonstraram que a argila pode ser substituída, mesmo em pequenas quantidades, pelo lodo das ETA's, podendo viabilizar o processo de construção civil e minimizar a perda desse valioso recurso natural não renovável. De acordo com Libânio (2010) a adição dos resíduos na fabricação de produtos normalmente não interfere nas suas características, entretanto deve-se levar em conta os custos envolvidos no transporte até o ponto de utilização (LIBÂNIO, 2010).

Ramirez (2015) avaliou a influência da substituição de areia natural por diferentes teores lodo de ETA na produção de concretos. Os resultados apontaram que a concentração das substâncias analisadas através do ensaio de lixiviação atendeu ao limite máximo permitido.

Além disso, o autor destaca que o aproveitamento do lodo de ETA em concreto permitiu reduzir a extração de recursos naturais, além de reduzir o lançamento de lodo em corpos hídricos, bem como atender a legislação ambiental vigente.

Macluf e Ferreira Filho (2021) estudaram o uso do lodo de ETA na adsorção de fósforo. Os resultados mostraram grande capacidade adsorptiva de fósforo pelos lodos analisados, constatando-se que o reaproveitamento de resíduos gerados em ETA's pode contribuir para remoção de fósforo em estações de tratamento de efluentes.

Lima et al., (2021) em revisão sobre destinação ao lodo de ETA visando analisar alternativas de destinação final do lodo, apontam como principais processos: aplicação controlada no solo, compostagem, fabricação de material cerâmico, lançamento em sistema de tratamento de esgoto e aterro sanitário. Os autores destacam o grande potencial de valorização, e as diversas alternativas de destinação, destacando-se a utilização do lodo de ETA na fabricação de materiais cerâmicos, como a opção mais abordada e viável, além da aplicação no solo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que para a determinação de possíveis usos de lodos provenientes de ETAs e UTSs é necessário, em primeiro lugar, realizar a caracterização do lodo;

Existem diversos processos e alternativas para a disposição e reuso do lodo de ETAs, assim, para a escolha de uma dessas alternativas deve-se realizar uma análise dos aspectos econômicos e ambientais de cada localidade.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 115-122, 2013.

ABNT. **NBR 10.004**. Resíduos sólidos: Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

BARROS, G. M. de. Proposta de tratamento do resíduo descartado da ETA de Gravatá localizada em Queimadas – PB. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

BATISTA, M. F.; et al. Aluminum in corn plants: influence on growth and morpho-anatomy of root and leaf. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 177-187, 2013.

BITTENCOURT, S. et al. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, 2012.

BONDY, S. C. Low levels of aluminum can lead to behavioral and morphological changes associated with Alzheimer's disease and age-related neurodegeneration. **Neurotoxicology**, v. 52, p. 222-229, 2016.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo: Ed. Oficina de Letras. 2008.

BRASIL. **Lei Federal de nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

CUNHA, G. D.; et al. Caracterização e destinação ambientalmente corretas do lodo gerado pelas estações de tratamento de água. **Nature and Conservation**, v.12, n.2, p.19-30, 2019.

DAVIS, M. L.; MASTEN, S. J. **Princípios de Engenharia Ambiental**. Tradução: Félix Nommembacher. 3ª ed. – Porto Alegre: AMGH, 2016.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição de Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água**. São Carlos: LDiBe, 2012.

FERNANDEZ, L. P.; et al. Avaliação da incorporação do lodo de Estação de Tratamento de Água em peças de concreto intertravado. *Revista Matéria*, v.23, n.3, 2018.

FUNASA. **Manual de saneamento**. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 5. ed. Brasília: Funasa, 2019.

GALVÃO, T. F., PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

GIL, A. C. Como desenvolver projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES. F. S.; CHIARAMONTE. R.C.; MARILISE. G.; BREHM. F. A. Caracterização de lodos oriundos de estações de tratamento de água visando alternativas de reciclagem. In: 9º fórum internacional de resíduos sólidos. Porto Alegre- RS- Brasil, 2018.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo. 2010

LIMA, U. T. G. M.; et al. A. Destinações ambientalmente adequadas do resíduo gerado no processo de tratamento de água convencional. **Brazilian Journal of Development, Curitiba**, v. 7, n. 3, p. 24041-24057, 2021.

MACLUF, G. F.; FERREIRA FILHO, S. S. Avaliação da remoção de fósforo através da aplicação de lodos de tratamento de água formado

por diferentes tipos de coagulantes. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.3, p. 32136-32152 mar 2021.

MERT, R.; ALAS, A.; BULUT, S.; ÖZCAN, M.M. (2014) Determination of heavy metal contents in some freshwater Fishes. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 186, n. 11, p. 8017-8022.

MOREIRA, V. T. G.; PAIVA, G. S.; SOARES, A. F. S. Lodo de estação de tratamento de água (LETA): resíduo ou insumo? *Revista Petra*, v. 3, n. 1, p. 17-37, jan./jul. 2017.

NASCIMENTO, É. de S. do.; et al. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, Palmas/TO 17 a 19 de setembro de 2019.

PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMIREZ, K. G. Viabilidade do aproveitamento de resíduo de estação de tratamento de água (ETA) na confecção de concretos. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologias Ambientais), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

RIBEIRO, P. L. Incorporação de lodos de estações de tratamento de água: efeitos sobre atributos do solo e desempenho agrônomo de cultivos anuais. **Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

SANTOS, R. G. C.; et al. Diminuição do volume de lodo de estação de tratamento de águas usando leito de drenagem. **Revista Thema**, v. 19, n. 1, p. 71-78, 2021.

SCAPIN, J. Avaliação da utilização de mistura de solo e lodo de estação de tratamento de água como material de cobertura e de fundo em células experimentais de resíduos sólidos urbanos. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, 2021.

AKAMATSU, C.; ROSS, N. C. M. Estudo da aplicação para lodo de estação de tratamento de água na produção de tijolos ecológicos. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

SIDRA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7469>> Acesso em: 10/11/2021.

SILVA, E.; MACIEL, A. **Uso de resíduos sólidos de estação de tratamento de água como carga em blocos cerâmicos**. Cerâmica industrial, 2019.

SILVA, C. A.; et al. Classificação dos lodos formados durante o processo de coagulação/floculação da água com os coagulantes PAC e Moringa Oleifera. **Engvista**, v. 14, n. 3. p. 302-309, 2012.

SILVA, R. P. T. da; BOTTREL, S. E. C.; PEREIRA, R. de O. Possibilidades de utilização dos resíduos de estação de tratamento de água: estudo de caso ETA-JF/MG. In: **IX Congresso de Engenharias da Universidade Federal de São João Del-Rei**, Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2019.

SOBRINHO, M. A. DA M.; et al. Geração, tratamento e disposição final dos resíduos das estações de tratamento de água do estado de Pernambuco. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 24, n. 4, p. 761-771, 2019.

TABONI JUNIOR, L. R.; BENATTI, C. T.; TAVARES, C. R. G.F diagnóstico do gerenciamento de lodo na estação de tratamento de água de uma cidade do interior do Paraná. **IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP**, 26 a 29 de novembro de 2018.

CAPÍTULO 3

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS DE CAULIM E SEU REAPROVEITAMENTO COMO MEIO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY KAOLIN WASTE AND ITS REUSE AS A MEANS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Nádia Diniz de Melo¹

Viviane Farias Silva²

Michael Douglas Sousa Leite³

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.3

1 <https://orcid.org/0009-0001-8602-4534>

2 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

3 <https://orcid.org/0000-0002-9356-1872>

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo investigar o potencial de reaproveitamento dos resíduos de caulim como uma estratégia de sustentabilidade ambiental. Para tanto, foi realizada uma revisão da literatura de Teses, Dissertações, Monografias, Artigos e Capítulos de Livros, sem restrição de ano, disponíveis sites como: Web of Science e Google Acadêmico. Os resultados mostraram que os resíduos de caulim têm contribuído para a poluição do ar, do solo e da água, bem como para a degradação de ecossistemas naturais, o que demanda a busca por soluções mais sustentáveis. Diante deste cenário, o reaproveitamento dos resíduos de caulim tem se mostrado como uma alternativa promissora para minimizar os impactos ambientais dessa indústria. As pesquisas mostraram que é possível incorporar esses resíduos em diferentes aplicações, como na formulação de cimento, produção de blocos cerâmicos, como matéria-prima para tintas e argamassas e até mesmo uso na agricultura. Essas abordagens têm potencial para reduzir o descarte inadequado dos resíduos, contribuindo para uma gestão mais eficiente e responsável desses materiais.

Palavras-chave: Caulim. Reaproveitamento. Resíduos.

ABSTRACT

This article aims to investigate the potential for reuse of kaolin residues as an environmental sustainability strategy. To this end, a literature review of Theses, Dissertations, Monographs, Articles and Book Chapters was carried out, without restriction of year, available on sites such as: Web of Science and Google Scholar. The results showed that kaolin residues have contributed to air, soil and water pollution, as well as to the degradation of natural ecosystems, which demands the search for more sustainable solutions. has shown to be a promising alternative to minimize the environmental impacts of this industry. Research has shown that it is possible to incorporate these residues into different applications, such as cement formulation, production of ceramic blocks, as raw material for paints and mortars, and even use in agriculture. These approaches have the potential to reduce inappropriate waste disposal, contributing to a more efficient and responsible management of these materials.

Keywords: Kaolin. Reuse. Waste.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelas atividades industriais tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis que possam minimizar os danos ao meio ambiente. Nesse contexto, o setor de extração e beneficiamento de minerais tem sido objeto de atenção especial, visto que é uma das atividades que mais contribui para a geração de resíduos sólidos, os quais muitas vezes são descartados de forma inadequada, acarretando problemas ambientais significativos (SILVA; ANDRADE, 2017).

As discussões a respeito dos resíduos sólidos tornaram-se constantes perante o mundo nas últimas cinco décadas, principalmente devido aos seus impactos abruptos no meio ambiente, cujas consequências podem ser irreversíveis em caso de negligência, falta de planejamento e cooperação entre as diversas esferas sociais (FISCHER, 2022).

Os resíduos sólidos são uns dos maiores desafios a ser enfrentado pela sociedade contemporânea, devido ao grande acúmulo de rejeitos que poluem, lamentavelmente, os solos, rios, mares e até mesmo o ar. Esses respectivos infortúnios ambientais acarretam prejuízos incalculáveis a flora e a fauna, aspectos esses que se encontram intrínsecos e justapostos as demandas industriais do sistema capitalista amalgamadas ao consumo exacerbado, irracional/efêmero. Diante a respectiva abordagem faz-se necessário ações que tenham como objetivo minimizar os impactos ambientais pautadas em ações imersa a educação da sociedade, de modo a despertar a consciência socioambiental coletiva tornando-o em agente ativo no requisito preservação do meio ambiente, outro aspectos relevante está correlacionado as leis ambientais, que devem cumpridas de forma incondicional que permeiem, resguardem e fiscalizem possíveis crimes

ambientais, assim, inviabilizando a expansão do capital em meios a degradação da biota (MATOS; SANTOS, 2018).

Dentre os minerais de grande relevância econômica e industrial, destaca-se o caulim, uma argila constituída principalmente de silicatos de alumínio hidratados. Sua aplicação é vasta e diversificada, encontrando-se presente em setores como a indústria cerâmica, papel e celulose, plásticos, cosméticos, entre outros. Contudo, o processo de extração e beneficiamento do caulim resulta na geração de resíduos em grande quantidade, o que levanta preocupações sobre os impactos ambientais associados a essa atividade (MENDONÇA et al., 2017)

O caulim é um dos mais importantes e provavelmente um dos seis minerais mais abundantes do topo da crosta terrestre e coincidentemente versátil em função enquanto matéria-prima em diversos setores da indústria interna, desde tintas, cerâmicos, fabricação de papéis, plásticos, borrachas, tintas, adesivos, cimentos, inseticidas, pesticidas, catalisadores, absorventes, dentifrícios, clarificantes, fertilizantes, gesso, auxiliares de filtração, cosméticos, produtos químicos, detergentes e abrasivos, além de cargas e enchimentos para diversas finalidades até produtos farmacêuticos (MARTIRES, 2009).

O caulinita trata-se de um mineral de grande relevância para o mercado externo, dentro da classe de não metálicos, a China continua sendo destaque no destino das exportações, cujo caulim e outras argilas caulínicas corresponde 71,9% das exportações (BRASIL, 2022).

As principais reservas de caulim existentes no Brasil, encontram-se localizadas nos estados do Amazonas e Pará, representando 98,4% do total de reservas brasileiras, que em 2017 totalizaram aproximadamente 7,2 bilhões de toneladas. Dentre as maiores mineradoras de caulim no Brasil destacam-se a Imerys Rio Capim Caulim SA,

respondendo por 39% da produção, a Caulim da Amazônia SA (Cadam/Vale), com 31%, e a Pará Pigmentos SA (PPSA/Vale), com 24%. Outras empresas somam, juntas, cerca de 6% da extração (SILVA, 2018).

Partindo da abundante demanda para vícios econômico e comercial tanto para o setor interno como externo, surge o factível questionamento a respeito do destino referente aos resíduos proveniente do beneficiamento do caulim, visto que, impacta de forma abrupta no meio ambiente e na vida de milhares de pessoas. O caulim é uma matéria-prima de extrema importância para diversas indústrias, porém, o descarte inadequado de seus resíduos tem se mostrado prejudicial ao meio ambiente, com efeitos negativos sobre os solos, recursos hídricos e ecossistemas locais. O reaproveitamento dos resíduos de caulim pode representar uma solução para reduzir os impactos ambientais associados à sua produção, bem como oferecer oportunidades para a criação de novos produtos e processos industriais mais sustentáveis (SOUSA et al., 2021).

O objetivo geral desta pesquisa é investigar o potencial de reaproveitamento dos resíduos de caulim como uma estratégia de sustentabilidade ambiental. Para tanto, será realizada uma revisão da literatura de Teses, Dissertações, Monografias, Artigos e Capítulos de Livros, sem restrição de ano, disponíveis sites como: Web of Science e Google Acadêmico.

A importância deste estudo reside na necessidade premente de buscar alternativas sustentáveis para a gestão de resíduos industriais, especialmente no setor de mineração e beneficiamento de minerais. O reaproveitamento dos resíduos de caulim pode representar uma oportunidade significativa para reduzir os impactos ambientais negativos dessa atividade, além de contribuir para a preservação dos recursos naturais e a adoção de práticas mais sustentáveis na indústria.

2 OS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE PELOS RESÍDUOS DE CAULIM

A composição química do caulim é ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dentre outros elementos encontramos o alumínio, silício, hidrogênio e oxigênio acham-se geralmente presentes (SILVA, VIDAL; PEREIRA, 2001).

Vale salientar que, o respectivo mineral não é encontrado em puro na natureza, mas misturado com impurezas tais como, areia, quartzo, traços de mica, grãos de feldspato, óxidos de ferro e titânio, entre outros materiais. Dessa forma, entre quarenta e cinquenta por cento do material anorgânico bruto extraído dos solos acaba transformado em rejeitos minerais após o processo de beneficiamento. Por conseguinte, os respectivos resíduos sólidos são encaminhados para aterros que ultrapassam áreas fabril e são dispostos em cumes a céu aberto contendo grandes concentrações de metais como ferro, alumínio, zinco e cádmio (SILVA; VIDAL; PEREIRA, 2001).

Os resíduos de caulim, caracteriza-se por impactar diretamente no meio ambiente e modifica consideravelmente a paisagem natural, como observado na figura 1:

Figura 01: Resíduos de caulim em áreas de beneficiamento, Equador – RN.



Fonte: Acervo Pessoal, 2023.

Os resíduos estão dispersos em montes ao entorno da cidade e impacta de forma abrupta na flora e fauna nativa. Outra característica observada está relacionada ao local armazenamento dos substratos, visto não haver depósitos adequados para seu recolhimento ou até mesmo, barreiras estruturais de contenção para evitar o seu escoamento durante o período chuvoso, com a finalidade de evitar possíveis escoamentos e assim a contaminação de rios, afluentes, barragens e açudes.

Os resíduos de caulim são indissolúveis e a depender da quantidade disposta nas águas, torna-a imprópria ao consumo humano impossibilitando a sobrevivência de microrganismo e dos seres aquáticos, devido as propriedades do rejeito que se caracteriza por conter grandes concentrações de pesados, ou seja, elementos que propiciam alto teor de pH (potencial hidrogeniônico).

O caso mais trágico de contaminação de rios por resíduos de caulim ocorreu em 2007 no município paraense de Barcarena com 1.310,330 km² de área e com uma população estada de 129.333 habitantes. A respectiva catástrofe se deu devido ao vazamento por uma ruptura no depósito dos dejetos da fábrica. Segundo os dirigentes da empresa responsável, Imerys Capim Caulim declararam a imprensa que, o escoamento de resíduo não provocou danos significativos ao meio ambiente. Porém, nas análises feitas posteriormente pelo Instituto Evandro Chagas (IEC) da cidade de Belém, a vazão causou severo danos à fauna aquática dos igarapés Curuperé e Dendê, além de atingir o lençol freático que abastece a Vila do Conde (GIOVANAZ, 2023).

Figura 02: Resíduos de caulim em áreas de beneficiamento, Equador – RN.



Fonte: Sousa, 2016.

Outros aspectos também estão correlacionados ao crime ambiental referente às indústrias do caulim como, a liberação de quantidade excessiva de particulados em pó na atmosfera durante o transporte e armazenamento e a contaminação do ar com metais pesados (SILVA; VIDAL; PEREIRA, 2001). Dessa forma, a população que reside ou trabalha próxima as grandes empresas mineradoras tendem a conviver em um ambiente antrópico e à mercê de várias patologias como, cânceres, problemas respiratórios e de pele, complicações renais, cegueira, dentre outras doenças.

Em ocorrências a tais problemáticas que ameaçam o potencial humano e ambiental da sociedade de risco, segue a vertente de (BECK, 2001) aborda que, as riquezas podem ser possuídas em relação aos riscos “porém somos afetados, ao mesmo tempo, eles são atribuídos em termos civilizatórios” e tem prioridades em relações as ameaças causadas pelos elementos tóxicos.

Segundo Santos e Lima (2009) a extração de caulim acarreta em impactos ambientais negativos de grande magnitude. Em seu estudo na região de Juazeirinho, PB, destacou diversos fatores que evidenciam tais impactos, abrangendo aspectos físicos, biológicos,

antrópicos, estéticos e sociais. Durante a etapa de extração do caulim, os problemas mais significativos estão relacionados à segurança e saúde dos trabalhadores. Condições precárias de trabalho são comuns, com a falta de equipamentos adequados para proteção. Nas galerias das serras, a ausência de vigas de sustentação e escoramentos aumenta o risco de desmoronamentos. A iluminação, realizada com velas, não apenas é insuficiente como também pode ser utilizada para detectar a quantidade de oxigênio no ambiente (SANTOS; LIMA, 2009).

Essas condições precárias de trabalho e o manejo inadequado na extração do caulim podem causar impactos significativos à saúde dos trabalhadores e à integridade do ecossistema local, reforçando a necessidade de medidas para a melhoria das condições de trabalho e adoção de práticas sustentáveis na indústria de caulim (SANTOS; LIMA, 2009).

A extração e o beneficiamento do caulim resultam em uma significativa quantidade de resíduos, representando em torno de 80 a 90% do volume total explorado. Infelizmente, esses resíduos são frequentemente descartados de maneira inadequada, sem seguir as normas e regulamentos que recomendam a utilização de aterros apropriados. Esse descarte indiscriminado acarreta sérios danos ao meio ambiente e à saúde da população que vive nas áreas próximas aos locais de deposição desses resíduos (REZENDE et al., 2008).

A disposição imprópria dos resíduos de caulim resulta em seu ressecamento e transformação em pó, que é facilmente dispersado pelo vento, contaminando o ar, o solo e a vegetação no entorno. Esse fenômeno contribui para a poluição do ambiente e pode afetar negativamente a qualidade do ar respirado pela população local (CABRAL et al., 2009).

3 ESTUDOS SOBRE O REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CAULIM

A crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental tem impulsionado a busca por alternativas para o reaproveitamento dos resíduos de caulim, uma vez que a extração e o beneficiamento dessa argila geram grandes quantidades de materiais descartados. Diversos estudos têm sido realizados com o intuito de explorar novas aplicações para esses resíduos, visando mitigar os impactos ambientais e contribuir para a conservação dos recursos naturais.

Uma das possibilidades estudadas é o uso do resíduo de caulim como aditivo pozolânico na formulação do cimento Portland, conforme apontado por Leandro et al., (2017). Essa pesquisa demonstrou que os minerais presentes nos resíduos de caulim possuem características semelhantes às da pozolana, que é conhecida por suas propriedades ligantes no cimento. Ao substituir parcialmente o material pozolânico por 30% do resíduo de caulim, os resultados mostraram que o cimento obtido apresentou resistência mecânica satisfatória, indicando a viabilidade dessa alternativa sustentável para a indústria da construção.

Mendonça et al., (2017) analisou o aproveitamento do resíduo de caulim na produção de blocos cerâmicos. Os resultados deste estudo revelaram que é viável produzir blocos cerâmicos com a incorporação de 10% e 20% de resíduo de caulim, obtendo resistência que atende aos padrões normativos estabelecidos. Além disso, a utilização desse resíduo como matéria-prima alternativa confere valor a um material que seria indesejável em outras circunstâncias. A incorporação do resíduo de caulim nas massas cerâmicas para a fabricação de blocos possibilita uma redução significativa do descarte

inadequado desse material no meio ambiente, proporcionando uma melhor gestão ambiental.

Outro estudo relevante é o de Azevedo e Vital (2018), que investigou a utilização do resíduo de caulim na confecção de uma tinta ecológica, conhecida como geotinta, para pintura de paredes internas. O processo de tratamento do caulim, seguido pela adição de cola e água, resultou em uma tinta eficaz, livre de problemas comuns em tintas convencionais, como bolhas, descascamento e rachaduras. A aplicação da geotinta nas paredes demonstrou não apenas a viabilidade técnica do uso do resíduo de caulim, mas também sua relevância na aliança entre sustentabilidade, economia e conservação do meio ambiente.

Outro enfoque promissor é apresentado por pesquisadores da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que publicaram no *Brazilian Journal of Development* em 2021. Eles exploraram a viabilidade do resíduo de caulim como material alternativo para a produção de blocos de tijolos solo-cimento. Os resultados indicaram que a substituição da argila por teores de 40%, 60% e 70% de resíduo de caulim resultou em tijolos com resistência à compressão satisfatória, atendendo aos padrões normativos estabelecidos. Essa abordagem abre novas possibilidades para o aproveitamento do resíduo de caulim na construção civil, contribuindo para a redução do consumo de recursos naturais e para o aumento da sustentabilidade na indústria da construção (MENDONÇA et al., 2021).

No estudo de Oliveira (2010), destaca o uso o uso agrícola do rejeito de caulim, especialmente em cultivos não alimentares, como espécies florestais. Esse rejeito pode ser incorporado em substratos para produção de mudas, trazendo benefícios na melhoria das características físico-químicas e biológicas desses substratos.

Estudos têm sido conduzidos com diversas espécies florestais para avaliar o efeito do rejeito de caulim em diferentes proporções, combinado com outros componentes comumente usados na formulação de substratos, como terra de subsolo, areia, esterco e composto orgânico. Essas pesquisas visam garantir a segurança e eficácia do uso do rejeito como parte dos substratos, contribuindo para uma abordagem sustentável na agricultura e na produção de mudas florestais (SILVA, 2020; RODA et al., 20230).

A utilização adequada do rejeito de caulim representa uma oportunidade para minimizar os impactos ambientais negativos associados a esse resíduo industrial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo abordou os impactos ambientais resultantes dos resíduos de caulim gerados pela indústria de beneficiamento, ressaltando a relevância do tema dada a significativa quantidade desses rejeitos produzidos e suas consequências negativas para o meio ambiente. A extração e o descarte inadequado desses resíduos têm contribuído para a poluição do ar, do solo e da água, bem como para a degradação de ecossistemas naturais, o que demanda a busca por soluções mais sustentáveis.

Diante deste cenário, o reaproveitamento dos resíduos de caulim tem se mostrado como uma alternativa promissora para minimizar os impactos ambientais dessa indústria. Diversas pesquisas têm demonstrado que é possível incorporar esses resíduos em diferentes aplicações, como na formulação de cimento, produção de blocos cerâmicos, como matéria-prima para tintas e argamassas e até mesmo uso na agricultura. Essas abordagens têm potencial para

reduzir o descarte inadequado dos resíduos, contribuindo para uma gestão mais eficiente e responsável desses materiais.

Contudo, é importante ressaltar que o uso dos resíduos de caulim deve ser realizado com critérios e estudos prévios, garantindo a segurança e eficácia das aplicações. A composição mineralógica dos resíduos e suas características físicas devem ser consideradas ao selecionar a melhor alternativa de reaproveitamento. Além disso, é essencial avaliar os efeitos desses materiais reaproveitados em relação à qualidade dos produtos finais, bem como aos aspectos econômicos e ambientais envolvidos.

O desenvolvimento de tecnologias e pesquisas adicionais é fundamental para expandir as possibilidades de reaproveitamento dos resíduos de caulim, visando a sua utilização em percentuais mais elevados e para outras finalidades ambientalmente corretas.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, G. H.; VITAL A. A. F. M. Aproveitamento do Rejeito das Indústrias de Beneficiamento do Caulim para a Produção de Tinta Ecológica à Base de Terra. **Tecnol. Metal. Mater. Miner., São Paulo**, v. 15, n. 3, p. 242-247, 2018.

BECK, U. **Sociedade de Risco: Rumo a uma outra sociedade**. Tradução Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2001.

BRASIL. **Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas**. Agência Nacional de Mineração; coordenação técnica de Karina Andrade Medeiros. Brasília: ANM, 2022.

CABRAL, G. M. A exploração de Caulim no Cabo de Santo Agostinho: Estudos dos impactos ambientais negativos gerados durante o processo de mineração de Caulim no Município do Cabo de Santo Agostinho

-PE. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Ambientais), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

FISCHER, R. A geopolítica dos recursos hídricos no terceiro milênio: perspectiva mundial e tomada de decisões. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Geografia, 2022.

GIOVANAZ, D. **Multinacional francesa Imerys coleciona violações ambientais em produção de caulim no Pará**. Observatório da Mineração, 2023. Disponível em: <<https://observatoriodamineracao.com.br/multinacional-francesa-imerys-coleciona-violacoes-ambientais-em-producao-de-caulim-no-para/>> Acesso em julho de 2023.

LEANDRO, A. P.; et al. Estudo do Resíduo de Caulim Pegmatítico Usado como Ingrediente na Formulação de Cimento Portland. **HOLLOS**, v. 6, n. 33, 2017.

MÁRTIRES R. A. C. **Sumário Mineral, Caulim**. Série estatísticas e economia mineral, DNPM. Brasília. 2009.

MATOS, S. M. S.; SANTOS, A. C. dos. Princípios Éticos - Filosóficos Da Relação Homem - Natureza. **Rans/Form/Ação: Revista de Filosofia**, v. 41, n. 2, 2018.

MENDONÇA, A. M. G. D.; et al. Aproveitamento de resíduo de caulim na produção de blocos cerâmicos. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Campo Grande/MS, 2017.

MENDONÇA, A. M. G. D.; et al. Resíduo de caulim como material alternativo para produção de blocos de tijolos solo-cimento. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 44168-44178, 2021.

OLIVEIRA, L. S. B. de. **Rejeito de caulim na produção de mudas, uma solução para redução da poluição ambiental**. IBRAM, 2010. Disponível em: <https://ibram.org.br/noticia/rejeito-de-caulim-na-produ>

cao-de-mudas-uma-solucao-para-reducao-da-poluicao-ambiental/. Acesso em julho de 2023.

REZENDE, M. L. S.; et al. Utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação. **Revista Escola de Minas. Ouro Preto**, v. 61, n. 3, p. 1-6, 2008.

RODA, N. de M.; et al. Uso de caulim processado como técnica sustentável de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na produção agrícola. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 13, n. 1, p. 171-183, 2023.

SANTOS, E. A.; LIMA, S. M. S. Impactos Ambientais Causados pela extração de Caulim no Município de Barra de Juazeirinho. **Revista Scire**, v. 1. n. 1, p. 1-9, 2012.

SILVA, A. C.; VIDAL, M.; PEREIRA, M. G. Impactos ambientais causados pela mineração e beneficiamento de caulim. **Revista escola de Minas, Ouro Preto**, v. 54, n. 2, 2001.

Silva, C. A. D da. **Caulim e sua utilização na proteção de algodoeiros contra artrópodes-praga**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2020.

SILVA, M. L. da.; ANDRADE, M. C. K. Os Impactos ambientais da atividade mineradora. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 6, 2017.

SILVA, T. C. C. da. Geotecnologias Aplicadas ao mapeamento de áreas de garimpo em microbacias de São Félix do Xingu e Tucumã (PA). **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharel em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis), Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

SOUSA, A. P. F.; et al. Use of kaolin and proposal to recover the mined area at Sítio Galo Branco, Ecuador, RN. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 17, 2021.

SOUSA, F. **Vazamento de Caulim no Igarapé.** Água, Vida e Cia, 2016. Disponível em: <https://ferdinandodesousa.com/2016/11/28/vazamento-de-caulim-inundou-igarape/>. Acesso em julho de 2023.

CAPÍTULO 4

INTEGRAÇÃO DO DESIGN NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTRATÉGIAS E DESAFIOS

INTEGRATION OF DESIGN IN SOLID WASTE MANAGEMENT: STRATEGIES AND CHALLENGES

Thiago Barros de Almeida Brandão¹
Viviane Farias Silva²

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.4

¹ <https://orcid.org/0000-0001-8931-3609>

² <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

RESUMO

Este estudo foi realizado objetivando-se investigar a integração do design na gestão de resíduos sólidos, identificando as principais estratégias adotadas e os desafios enfrentados nesse processo. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática da literatura e de análise bibliométrica. foram observados a partir dos resultados que a integração do design na gestão de resíduos sólidos tem uma abordagem promissora para a sustentabilidade ambiental. Dentre as estratégias identificadas, destacam-se o Design para a Sustentabilidade, Design para a Economia Circular, Design para a Durabilidade. No entanto, alguns desafios significativos também foram observados, como a integração multidisciplinar de profissionais para desenvolver soluções abrangentes, a avaliação do ciclo de vida dos produtos, o design centrado no usuário, entre outros. Nesta pesquisa obteve-se como principal resultado a contribuição para o avanço do conhecimento na área, fornecendo insights importantes para profissionais, pesquisadores e tomadores de decisão interessados na integração do design na gestão de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Estratégias de design. Ecodesign. Gestão de resíduos sólidos.

ABSTRACT

This study was carried out aiming to investigate the integration of design in solid waste management, identifying the main strategies adopted and the challenges faced in this process. The research was conducted through a systematic review of the literature and bibliometric analysis. It was observed from the results that the integration of design in solid waste management has a promising approach to environmental sustainability. Among the strategies identified, we highlight Design for Sustainability, Design for the Circular Economy, Design for Durability. However, some significant challenges were also observed, such as the multidisciplinary integration of professionals to develop comprehensive solutions, the assessment of the life cycle of products, user-centered design, among others. In this research it was obtained as main result the contribution to the advancement of knowledge in the area, providing important insights for professionals, researchers and decision makers interested in the integration of design in solid waste management.

Keywords: Sustainability. Design strategies. Ecodesign. Solid waste management.

1 INTRODUÇÃO

É inegável a importância do conhecimento tecnocientífico como ferramentas poderosas nas mãos da humanidade. De tal forma, é indiscutível que o uso indiscriminado dessas ferramentas traz diversas consequências benéficas socioambientais que acompanham as mudanças tecnológicas, principalmente frente ao possível dano (ou impacto) relacionado ao esgotamento dos recursos naturais.

Esse impacto traz a reflexão sobre as contribuições de Beck, que em seu texto aborda o conceito de “sociedade de risco” descrevendo uma nova forma de organização social e política resultante dos avanços tecnológicos, da globalização e das consequências ambientais e sociais que acompanham essas mudanças. Isso faz com que as sociedades estejam cada vez mais expostas a riscos que são inseparáveis das próprias conquistas e inovações da modernidade (BECK, 2001).

Um dos grandes (e mais complexos) problemas de todo esse avanço tecnológico encontra-se na geração de resíduos. Dados do Painel da Geração de Resíduos no Brasil (2021) e do Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos (2021), referentes aos anos de 2019 revelam que o Brasil gerou 5.250.599.490,39 toneladas de resíduos sólidos. A questão dos resíduos sólidos é uma grande preocupação em todas as áreas urbanas do Brasil, desde as grandes cidades até os pequenos municípios do interior. A reciclagem desses resíduos é de importância global e, no Brasil, depende inteiramente do destino dado ao material após o descarte (PALOMBINI; CIDADE, 2022).

Mesmo com uma legislação abrangente e considerada uma das mais avançadas do mundo, o Brasil enfrenta grandes desafios na gestão adequada desses resíduos, desde a coleta até o tratamento final. De fato, há um conjunto notável de normas que visam proteger o meio ambiente e regular atividades relacionadas a ele. Uma das principais

ações que devem ser tomadas é a de reduzir o uso dos recursos naturais na produção de um novo produto, através de um profissional de Design.

Assim o design e suas áreas têm sido um meio de abordar e promover ações positivas em relação a questões sociais e ambientais, buscando contribuir no desenvolvimento de novos modelos de produção, com foco na criação de programas de prevenção e redução de resíduos, considerando todo o ciclo de vida do produto, desde sua concepção até sua destinação final.

Nesse contexto, o presente estudo se justifica como uma contribuição à literatura nos estudos sobre a redução de resíduos sólidos analisando a perspectiva da atuação do designer. Visto que o designer pode influenciar tanto na fase de produção quanto a de consumo de produtos. A abordagem tradicional para o gerenciamento de resíduos sólidos pode enfrentar desafios e limitações, como a disposição inadequada em aterros sanitários e a falta de infraestrutura para reciclagem. O design pode fornecer soluções criativas e inovadoras em relação aos resíduos, abordando questões como redução na fonte, reutilização, reciclagem e valorização dos resíduos.

Nesse sentido, o objetivo desse artigo é investigar a integração do design na gestão de resíduos sólidos, destacando as principais estratégias adotadas e os desafios enfrentados nesse processo.

Para alcançar essa finalidade, foram elencados os seguintes objetivos específicos: a) elencar as estratégias de design utilizadas na gestão de resíduos sólidos; b) analisar as abordagens de design utilizadas na gestão de resíduos sólidos em diferentes contextos; c) investigar os desafios enfrentados ao integrar o design na gestão de resíduos sólidos.

Esses objetivos específicos podem fornecer uma estrutura para investigar e abordar os principais aspectos relacionados à integração do design na gestão de resíduos sólidos. Isso inclui explorar as estratégias adotadas, os desafios enfrentados e as oportunidades de melhoria nessa área, a fim de desenvolver soluções mais eficazes e sustentáveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Contextualizando os resíduos sólidos e as abordagens tradicionais

A humanidade convive com os resíduos sólidos desde sua origem, mas por muito tempo foi considerado aceitável pela sua geração ser relacionada a atividades orgânicas (descarte de resíduos de alimentos) que o seu impacto se tornava insignificante em comparação com os tempos modernos - pós-revolução industrial (SOARES, 2021). Isso se devia principalmente aos padrões de produção e consumo menos intensos, bem como à predominância de uma economia agrícola e rural. Onde a maior parte dos resíduos era composta por materiais orgânicos, como restos de alimentos, palha, esterco e outros resíduos biodegradáveis, fechando um ciclo de nutrientes no ambiente agrícola.

O volume decorrente da geração de resíduos sólidos acompanhou o desenvolvimento da sociedade, principalmente nos sistemas de produção. A produção de resíduos sólidos está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico, crescimento populacional e padrões de consumo. O avanço industrial, a urbanização acelerada e os hábitos de consumo em massa resultaram em um aumento na geração de resíduos (SOARES, 2021). Isso traz desafios significativos para o gerenciamento adequada desses materiais, especialmente em relação aos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

E toda a problemática dos resíduos sólidos vai além dos aspectos ambientais, o que afeta a qualidade de vida das comunidades, contribui para a escassez de recursos naturais, aumenta os custos associados à coleta e destinação final dos resíduos e pode criar riscos à saúde pública, especialmente quando os resíduos são manuseados de forma inadequada (FERREIRA; FERREIRA, 2021).

A gestão de resíduos sólidos envolve a coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos, visando minimizar os impactos negativos no meio ambiente e na saúde pública. No entanto, as abordagens tradicionais de gerenciamento de resíduos muitas vezes enfrentam limitações, como a disposição inadequada em lixões a céu aberto, a falta de infraestrutura para reciclagem e a falta de conscientização sobre a importância da redução na fonte e da reciclagem. No quadro 01 estão elencadas algumas abordagens tradicionais.

Quadro 01: Abordagens tradicionais para resíduos sólidos

ABORDAGEM	DEFINIÇÃO
 DISPOSIÇÃO EM LIXÕES	Abordagem que envolve o descarte de forma indiscriminada e sem controle, sem qualquer separação ou tratamento adequado.
 ATERROS SANITÁRIOS	Essa abordagem consiste na coleta dos resíduos sólidos de forma mista, ou seja, sem separação por tipo, e sua disposição final em aterros sanitários. locais planejados para receber os resíduos e minimizar os riscos à saúde e ao meio ambiente.
 COMPOSTAGEM	Abordagem específica para resíduos orgânicos, como restos de alimentos e resíduos de jardinagem. Onde os resíduos são coletados e transportados até os locais de destinação final, como aterros sanitários.
 TRIAGEM E RECICLAGEM INFORMAL	Abordagem que envolve a coleta seletiva dos resíduos, sua separação por tipo e sua posterior venda para empresas de reciclagem. Promove a valorização dos resíduos como recursos valiosos e contribui para a construção de uma sociedade mais sustentável e consciente em relação ao meio ambiente.
 INCINERAÇÃO	É uma abordagem que envolve a queima controlada dos resíduos, com o objetivo de reduzir seu volume e gerar energia térmica. É utilizada para tratar resíduos sólidos urbanos, especialmente quando não há outras opções viáveis, como a reciclagem.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Essas abordagens verificadas no quadro 01 têm sido amplamente adotadas no Brasil para lidar com os resíduos sólidos e possuem diversos desafios ou não devem ser utilizadas. É importante ressaltar que muitas dessas abordagens tradicionais estão em transição ou sendo substituídas por práticas sustentáveis, como a coleta seletiva, a reciclagem formal, a compostagem e a valorização energética (FREITAS, 2023). Há uma crescente busca por soluções sustentáveis, como a economia circular, que prioriza a prevenção na fonte, a reutilização, a reciclagem e a valorização dos resíduos como estratégias principais.

2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Conhecida como conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é um marco importante no país para a gestão dos resíduos sólidos e tem como principal objetivo de promover a sustentabilidade e a proteção do meio ambiente, a Lei Nº 12.305/2010 estabelece diretrizes e normas para a gestão adequada dos resíduos, com ênfase na redução, reutilização, reciclagem e destinação adequada (FERREIRA; FERREIRA, 2021).

A responsabilidade compartilhada entre o governo, a população e a iniciativa privada são os principais destaques da Lei. Cada um deve adotar práticas sustentáveis, buscar a redução da geração de resíduos, contribuir para a reciclagem e a destinação correta. Além disso, a Lei propôs a implementação de instrumentos operacionais, como planos estaduais para resíduos, sistemas de coleta seletiva e logística reversa. Também incentiva a criação de cooperativas e associações para reunir e articular catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, entre outros (BENTES et al., 2023).

Essa lei, em conjunto com a Política de Saneamento Básico incentiva a adoção de instrumentos econômicos. Os municípios devem demonstrar a sustentabilidade econômica da prestação dos serviços relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos em seus planos. Isso induz a cobrança de taxas municipais para garantir a sustentabilidade quando o orçamento da cidade não é suficiente para cobrir os gastos com coleta, tratamento dos resíduos e disposição final (FERREIRA; FERREIRA, 2021).

Para melhor compreensão no que foi estabelecido nessa lei (Lei N° 12.305/2010) foi criado o quadro 02, onde é possível identificar os principais pontos e a descrição da abordagem ou resumo do que a Lei aduz.

Quadro 02: Pontos da Política Nacional de Resíduos Sólidos

TÓPICO	DESCRIÇÃO
Responsabilidade compartilhada	Estabelece a responsabilidade compartilhada entre o poder público, o setor empresarial, a sociedade civil e os consumidores na gestão dos resíduos sólidos.
Hierarquia dos resíduos	Estabelece uma hierarquia de prioridades para a gestão dos resíduos sólidos, na qual a prevenção e a redução são os principais objetivos, seguidos pela reutilização, reciclagem, tratamento e, por último, a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos.
Logística reversa	Incentiva a implementação de sistemas de logística reversa, nos quais fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são responsáveis pela coleta e destinação adequada de produtos e embalagens pós-consumo.
Plano de gestão	Determina que os municípios e o Distrito Federal elaborem planos de resíduos sólidos, contendo diagnóstico da situação local, metas, programas, ações e instrumentos necessários para a gestão dos resíduos.
Catadores	Reconhece o papel dos catadores de materiais recicláveis como agentes fundamentais na cadeia da reciclagem e incentiva a inclusão social e econômica desses trabalhadores, por meio da organização em cooperativas e da sua integração nos sistemas de coleta seletiva e reciclagem.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) busca promover uma mudança de cultura em relação à gestão dos resíduos,

estimulando a sustentabilidade, a redução dos impactos ambientais e a promoção da economia circular. A implementação adequada da lei é fundamental para avançar na gestão responsável dos resíduos sólidos e na construção de um futuro mais sustentável. (FREITAS, 2023).

Vale reforçar que a PNRS é uma importante ferramenta para orientar e direcionar as ações e os esforços em prol de uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos sólidos no Brasil.

2.3 Design sustentável

Também conhecido como ecodesign (apesar de alguns estudiosos dizerem que são conceitos diferentes), design para a sustentabilidade ou design para o desenvolvimento sustentável, o design sustentável é a filosofia de projetar objetos, ambientes e serviços em conformidade com os princípios da sustentabilidade social, econômica e ambiental. É um conceito que surgiu do Design para o Meio Ambiente (DfE), iniciado pela Associação Americana de Eletrônica (AEA) que tinha como objetivo desenvolver projetos menos prejudiciais ao meio ambiente (SANTOS, 2021).

O design sustentável é uma abordagem amplamente reconhecida que tem ganhado destaque nos últimos anos, principalmente por ter se tornado um diferencial competitivo para conquistar mercados, especialmente nos segmentos mais exigentes, como o europeu. O objetivo é criar projetos economicamente viáveis, ecologicamente corretos e socialmente justos, minimizando o impacto ambiental e melhorando a qualidade de vida das comunidades afetadas durante todo o ciclo de vida do projeto (FREITAS, 2023; NARDIN, 2022; SANTOS, 2021).

O conceito de “design regenerativo” também tem sido explorado no contexto do design sustentável, indo além da simples

minimização de impactos negativos e busca ativamente criar benefícios sociais e ambientais positivos. É baseado no potencial de evolução futura, partindo da premissa de que o potencial vem da capacidade de um sistema gerar valor e contribuir para a evolução de sistemas maiores. O potencial regenerativo surge dessas particularidades, sendo descoberto ao reconhecer a essência de um lugar e como ela pode agregar valor único em seu contexto. Essa abordagem enfatiza a restauração e regeneração dos sistemas naturais, promovendo a resiliência e a sustentabilidade a longo prazo (NARDIN, 2022; BROWN et al., 2021).

A pesquisa e prática do design sustentável têm sido impulsionadas por avanços em tecnologias e materiais sustentáveis, bem como pela crescente conscientização sobre os desafios ambientais globais. A integração de princípios de sustentabilidade no design é considerada fundamental para enfrentar questões como a mudança climática, a perda de biodiversidade e a escassez de recursos (FREITAS, 2023; NARDIN, 2022; SANTOS, 2021; BROWN et al., 2021).

3 METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar e quantificar a produção científica sobre a integração do design na gestão de resíduos sólidos e levantar suas principais estratégias e desafios, foi proposto uma revisão sistemática da literatura e foi realizada uma análise bibliométrica com base nas publicações disponíveis nas principais bases de dados de indexação de periódicos utilizados no Brasil: Oasisbr, Scielo (Scientific Electronic Library Online), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações).

Foi utilizado como estratégia de pesquisa filtrar as publicações nos bancos de dados do dia 01 de janeiro de 2020 até o dia 15 de julho de

2023, usando as palavras-chave: design sustentável; design e resíduos; gestão do design; ecodesign; design regenerativo; técnicas de design; parâmetros de design; gestão de resíduos; resíduos sólidos. Foram incluídos trabalhos em todos os formatos de pesquisa (monografias, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, artigos, capítulos de livros, entre outros).

Essa metodologia utilizada permite analisar e quantificar a produção científica em uma determinada área do conhecimento. Ela se baseia na coleta e análise de dados bibliográficos, como artigos científicos, teses, dissertações, livros, entre outros, buscando identificar padrões, tendências e relações entre as publicações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível observar informações sobre cada artigo, como o título, os autores, o periódico de publicação, o ano de publicação e o número de citações recebidas. Esses dados são fundamentais para a análise bibliométrica e são verificados na tabela 01.

Tabela 01: Descritores selecionados e número de publicações encontradas

PALAVRAS-CHAVE	UNIVERSO	OASISBR	SCIELO	BDTD	TOTAL POR PALAVRAS-CHAVE
Design sustentável	<i>Total</i>	5.039	232	1.711	6.982
	<i>Recorte</i>	1.349	83	422	1.854
Design e resíduos	<i>Total</i>	7.788	788	4.227	12.803
	<i>Recorte</i>	1.495	149	635	2.279
Gestão do design	<i>Total</i>	15.010	914	4.678	20.602
	<i>Recorte</i>	3.612	291	1.121	5.024
Ecodesign	<i>Total</i>	474	18	111	603
	<i>Recorte</i>	54	4	12	70
Design regenerativo	<i>Total</i>	332	6	143	481
	<i>Recorte</i>	87	1	36	124
Técnicas de design	<i>Total</i>	296	2.231	99	2.626
	<i>Recorte</i>	68	559	29	656
Parâmetros de design	<i>Total</i>	56	1	18	75
	<i>Recorte</i>	16	1	5	22
Gestão de resíduos	<i>Total</i>	10.823	422	3.388	14.633
	<i>Recorte</i>	2.067	291	689	3.047
Resíduos sólidos	<i>Total</i>	29.263	1.353	12.348	42.964
	<i>Recorte</i>	4.537	296	1.778	6.611
TOTAL POR BASE DE DADOS	<i>Total</i>	69.081	5.965	26.723	101.769
	<i>Recorte</i>	13.285	1.675	4.727	19.687

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Foi possível identificar um total de 121.456 publicações (de acordo com os descritores), onde 19.687 publicações foram publicadas no recorte apresentado (01 de janeiro de 2020 até o dia 15 de julho de 2023), Tabela 01.

Após essa análise bibliométrica, foi realizada uma revisão sistemática da literatura para elencar as principais estratégias de design que auxiliam na redução de resíduos sólidos, conforme quadro 03.

Quadro 03: Abordagens de design para redução de resíduos sólidos

ABORDAGEM	ANÁLISE	AUTORES (ANO)	DESAFIOS
Ecodesign	Abordagem que busca integrar considerações ambientais em todas as etapas do processo de design, desde a concepção até o descarte do produto.	Schön (1983), Santos (2021).	O desafio está em incorporar considerações ambientais em todas as etapas do processo de design, desde a seleção de materiais até as decisões de produção, garantindo a viabilidade técnica e econômica dos produtos.
Design para durabilidade	Enfatiza a criação de produtos de alta qualidade, duráveis e reparáveis, visando reduzir a obsolescência e o descarte precoce.	Cooper (2000).	O desafio é conciliar a durabilidade dos produtos com as demandas e expectativas em constante evolução dos consumidores, que muitas vezes favorecem a obsolescência e a busca por novidades.
Design para sustentabilidade	Considera o ciclo de vida do produto, desde a concepção até o descarte, com foco na redução dos impactos ambientais.	McDonough e Braungart (2002).	Um dos principais desafios é a necessidade de equilibrar as considerações ambientais, sociais e econômicas ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a concepção até o descarte.
Design para desmontagem	Promove a facilidade de desmontagem e separação de componentes de um produto, facilitando a recuperação de materiais.	Munaro e Tavares (2020); Rios, Chong e Grau (2015); Desai (2003).	O desafio é projetar produtos de forma que sejam facilmente desmontados, sem comprometer a integridade estrutural, a funcionalidade e a estética, ao mesmo tempo em que sejam viáveis em termos de custos e processos de recuperação de materiais.

Design para minimização de embalagens	a Busca a redução do uso de embalagens desnecessárias e a utilização de materiais de embalagem mais sustentáveis.	Amaral (2008).	O desafio é encontrar soluções que reduzam o uso de embalagens desnecessárias sem comprometer a proteção e a integridade dos produtos durante o transporte e o armazenamento.
Design para logística reversa	a Considera a implementação de sistemas eficientes para a coleta e o retorno de produtos após o uso, visando a recuperação de materiais.	Srivastava (2008).	O desafio envolve a criação de sistemas eficientes e economicamente viáveis para coletar, transportar e reciclar produtos no final de sua vida útil, superando as dificuldades logísticas e financeiras.
Design para mudança de comportamento consumidor	a Busca a criação de produtos e interfaces que incentivem comportamentos sustentáveis, como o consumo consciente e a redução do desperdício.	Lockton et al. (2010).	O desafio é influenciar os hábitos e comportamentos dos consumidores, incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis, superando a resistência à mudança e promovendo a conscientização sobre o impacto ambiental das escolhas individuais.
Design para reparabilidade	a Prioriza a concepção de produtos que podem ser facilmente reparados, prolongando sua vida útil e evitando descartes prematuros.	Bhamra et al. (2011).	O desafio é incentivar os consumidores a valorizarem a reparação e a prolongarem a vida útil dos produtos, superando a cultura de descarte e substituição rápida.

<p>Design para a eficiência de recursos</p>	<p>Foca na otimização do uso de recursos, como energia e água, durante o ciclo de vida do produto.</p>	<p>Partidário e Alexandre (2013).</p>	<p>O desafio reside em otimizar o uso de recursos de forma abrangente, considerando fatores como a energia incorporada nos materiais, o consumo de água e a geração de resíduos durante a produção e o uso dos produtos.</p>
<p>Upcycling</p>	<p>Prática de transformar materiais descartados em produtos de maior valor ou qualidade, buscando dar um novo propósito aos materiais e evitar o descarte no ambiente.</p>	<p>McDonough e Braungart e (2013).</p>	<p>O desafio é encontrar maneiras criativas e inovadoras de transformar materiais descartados em produtos de maior valor ou qualidade, superando as limitações de acesso a materiais e a falta de aceitação comercial de produtos upcycled.</p>
<p>Design para a economia circular</p>	<p>Prioriza a criação de produtos e sistemas que permitam a reutilização, reciclagem e recuperação de materiais, eliminando a noção de "resíduo".</p>	<p>Bocken e Short. (2016).</p>	<p>O desafio consiste em superar as barreiras existentes no sistema atual, como a falta de infraestrutura de reciclagem e a resistência à mudança de modelos de negócio lineares para circulares.</p>
<p>Design para a biodegradabilidade</p>	<p>Enfatiza a utilização de materiais que podem se decompor naturalmente, reduzindo a persistência dos resíduos no ambiente.</p>	<p>Fouad Farag (2019).</p>	<p>O desafio está em encontrar materiais biodegradáveis que se decomponham de forma eficiente e segura no ambiente, garantindo ao mesmo tempo a funcionalidade e a durabilidade dos produtos.</p>

Design sustentável	Abordagem que visa integrar considerações ambientais, sociais e econômicas no processo de design, com o objetivo de criar soluções ecologicamente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis.	Bhamra e Lofthouse (2020), Santos (2021).	O desafio é integrar considerações ambientais, sociais e econômicas de forma equilibrada e eficaz, buscando soluções que sejam ecologicamente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis.
Design regenerativo	Abordagem que busca criar soluções que vão além da minimização de impactos negativos e buscam ativamente criar benefícios sociais e ambientais positivos.	Brown et al. (2021), Nardin (2022).	O desafio consiste em ir além da minimização de impactos negativos e buscar ativamente a criação de benefícios sociais e ambientais positivos, exigindo uma abordagem holística e uma mudança de mentalidade em relação ao design.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Os principais desafios encontrados estão relacionados a integrar preocupações ambientais em todas as fases do processo de design, equilibrando a durabilidade dos produtos com as necessidades dos consumidores. Durante o ciclo de vida do produto, é crucial equilibrar considerações ambientais, sociais e econômicas. Além disso, é essencial mudar os hábitos dos consumidores, promover a reparação e otimizar o uso de recursos são desafios significativos. Encontrar materiais biodegradáveis eficientes e integrar considerações

ambientais, sociais e econômicas de maneira equilibrada são objetivos a serem alcançados.

Essas são apenas algumas das maneiras pelas quais o design pode ser fundamental na redução dos resíduos sólidos. Ao adotar abordagens sustentáveis, os designers podem contribuir significativamente para a transição para uma economia circular, em que a produção e o consumo são mais conscientes e eficientes, minimizando os impactos ambientais e reduzindo a geração de resíduos.

O próprio designer como criador de manufaturas, que foi apontado como elemento executor da sustentação do consumismo, seja através do desenvolvimento de novos produtos, seja na obsolescência planejada, seja na manutenção do status, já tem o dever e obrigação de incorporar nos modelos produtivos, novos parâmetros que atendam as demandas sociais e ambientais.

O profissional também tem o papel de repensar a forma como os produtos são concebidos, produzidos, utilizados e descartados. Através de abordagens sustentáveis, contribuindo para a minimização do impacto ambiental, promovendo a economia de recursos naturais e a redução da quantidade de resíduos gerados.

Outra estratégia importante é a de incentivar mudanças de comportamento nos consumidores, promovendo o consumo consciente e responsável. Isso pode ser feito através do design de embalagens mais sustentáveis, que utilizem materiais recicláveis ou biodegradáveis, ou por meio do design de interfaces que forneça informações claras sobre a reciclagem e a disposição adequada dos produtos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa procurou-se investigar a integração do design na gestão de resíduos sólidos, destacando as principais estratégias adotadas e os desafios enfrentados nesse processo. Para tanto, aprofundou-se o conhecimento envolvendo como metodologia uma revisão sistemática da literatura e foi realizada uma análise bibliométrica.

Ao final do estudo, foram obtidos os seguintes resultados em relação aos objetivos específicos estabelecidos. Em relação ao primeiro objetivo específico, foi constatado 14 abordagens de design que podem ser utilizadas na gestão de resíduos sólidos, sendo elas: ecodesign, design para a durabilidade, design para a sustentabilidade, design para a desmontagem, design para a minimização de embalagens, design para a logística reversa, design para a mudança de comportamento do consumidor, design para a reparabilidade, design para a eficiência de recursos, upcycling, design para a economia circular, design para a biodegradabilidade, design sustentável e, por fim, o design regenerativo.

No que diz respeito ao segundo objetivo específico, verificou-se que a integração do design na gestão de resíduos sólidos é uma abordagem promissora para lidar com os desafios ambientais e sociais associados ao descarte inadequado de produtos e materiais.

Por fim, em relação ao terceiro objetivo específico, os resultados indicaram que os principais desafios abrangem a importância de incorporar considerações ambientais em todas as etapas do processo de design, equilibrando aspectos ambientais, sociais e econômicos. Isso inclui projetar produtos desmontáveis e viáveis em termos de custos e recuperação de materiais, reduzir o uso de embalagens desnecessárias e criar sistemas eficientes de coleta e reciclagem. Além disso,

é necessário influenciar hábitos e comportamentos dos consumidores em direção à sustentabilidade, promover a valorização da reparação e prolongamento da vida útil dos produtos, otimizar o uso abrangente de recursos e encontrar materiais biodegradáveis.

Ao longo do estudo, ficou evidente que o design desempenha um papel fundamental na concepção de produtos e sistemas mais sustentáveis, desde a fase de concepção até o descarte. Estratégias como o design para a durabilidade, a desmontagem, a reparabilidade e a minimização de embalagens têm o potencial de reduzir significativamente a geração de resíduos e a demanda por novos recursos naturais.

Além disso, o design pode contribuir para a conscientização dos consumidores sobre o impacto ambiental dos produtos que adquirem e incentivar comportamentos mais responsáveis em relação ao consumo e ao descarte. Através da colaboração entre designers, empresas e governos, é possível desenvolver soluções inovadoras para lidar com os desafios da gestão de resíduos sólidos e promover uma sociedade mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/publicacoes/>>. Acessado em julho de 2023.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/publicacoes/>>. Acessado em julho de 2023.

AMARAL, L. de A. **O ecodesign de embalagem**. UFSC, 2008. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/221901>>. Acessado em julho de 2023.

BECK, U. **Sociedade de Risco**: Rumo a uma outra sociedade. Tradução: Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2001.p.21-61

BENTES, M. F. de P.; et al. Os impactos ambientais da deposição de resíduos sólidos e a gestão ambiental no município de Iranduba-AM. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, 2023.

BEZERRA, D. E. Evolução do comportamento dos resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário sob aspectos mecânicos. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Paraíba, Brasil, 2023.

BHAMRA, T. LILLEY, D. TANG, T. Design for Sustainable Behaviour: Using Products to Change Consumer Behaviour. **The Design Journal**, v. 14, p. 427-445, 2011.

BHAMRA, T.; LOFTHOUSE, V. **Design for sustainability: a practical approach**. CRC Press, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos**. Disponível em: < <https://relatorios.sinir.gov.br/relatorios/nacional/?ano=2019>>. Acessado em julho de 2023.

BRASIL. Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Painel da Geração de Resíduos no Brasil Painel da Geração de Resíduos no Brasil**. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmViNTNiMWQtYjAxOC00YzAzLTg3NDctMjM4NmYyNjk1ZDA2IiwidCI6IjZhZTNmNWU3LTU0MTktNDJhNy04MDE1LThjMTQ5MGM3MmlyNSJ9>>. Acessado em julho de 2023.

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. Disponível em: <[81](http://www.planal-</p>
</div>
<div data-bbox=)

to.gov.br/ccivil_03 / _ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acessado em julho de 2023.

BOCKEN, N. M. P., SHORT, S. W. Towards a circular economy: Exploring the theory and praxis of circular business models. **Sustainability**, v. 8, n. 8, p. 717-727, 2016.

BROWN, P.; et al. A tool for collaborative circular proposition design. **Journal of Cleaner Production.**, v. 297, n. 1, 2021.

COOPER, T. Inadequate life: The designer's role in reducing waste. **Journal of Design History**, v. 13, n. 3, p. 205-216, 2000.

COOPER, T. Inadequate Life? Evidence of Consumer Attitudes to Product Obsolescence. **Journal of Consumer Policy**, v. 27, p. 421-449, 2004.

DESAI, A. Review of literature on disassembly algorithms and design for disassembly guidelines for product design. **International Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice**, v. 10, n. 3, p. 244-255, 2003.

FERREIRA, D. Q. G.; FERREIRA, D. S. G. Instrumentos econômicos para a redução do lixo urbano: análise dos casos brasileiros da “taxa do lixo” e do sistema de depósito-retorno das baterias automotivas. **R. BNDES, Rio de Janeiro**, v. 28, n. 56, p. 399-436, 2021.

FREITAS, F. F. Análise das políticas para geração distribuída de eletricidade a partir do biogás de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Itajubá, 2023.

FOUAD, D.; FARAG, M. **Design for Sustainability with Biodegradable Composites**. IntechOpen, 2019. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/chapters/68343>>. Acessado em julho de 2023.

HENDGES, A. S. **Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.** in EcoDebate, 2021.

LOCKTON, D., et al. Design with intent: Persuasive technology in a sustainability context. In: **Proceedings of the 3rd International Conference on Persuasive Technology**, 2010.

MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. **Notas Técnicas. Eng. Sanit. Ambient.**, v. 12, n. 3, 2007.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: remaking the way we make things.** North Point Press, 2002.

MUNARO, M. R.; TAVARES, S. F. Design para adaptabilidade e desmontagem (DfAD): uma revisão dos critérios para tornar as edificações circulares. **Rev. Augustus, Rio de Janeiro**, v. 31, n. 58, p. 57-72, 2022.

NARDIN, A. C. F. Relações entre biomimética, pensamento sistêmico e conhecimento ecológico tradicional: um guia para tomada de decisões arquitetônicas regenerativas. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo), a Universidade Federal de Santa Maria, 2022.

PALOMBINI, F. L. CIDADE, M. K. Lixo invisível: contribuição do design para recuperação de materiais problemáticos. **Mix Sustentável, Florianópolis**, v. 9, n. 1, p. 17-26, 2022.

PARTIDÁRIO, P.; ALEXANDRE, J. Contributo do DfS para a eficiência de recursos. In: **Workshop ECOPOL - Eco-inovação e a utilização eficiente de recursos na indústria portuguesa:** Boas práticas e instrumentos de política, Lisboa, Portugal, 17 setembro, 2013.

RIOS, F. C.; CHONG, W. K.; GRAU, D. Design for Disassembly and Deconstruction - Challenges and Opportunities. **Procedia Engineering**, v. 118, p. 1296-1304, 2015.

SANTOS, L. C. G. de S. Design e Sustentabilidade: Desenvolvimento de superfície super-hidrofóbicas em cerâmicas para aplicação na construção civil através de decomposição de recobrimentos sustentáveis. Tese (Programa de Pós-graduação em Design), Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

SILVA, E. M. da. Ecotoxicidade de resíduos sólidos urbanos e de lixiviado gerado em aterro sanitário. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Paraíba, Brasil, 2022.

SOARES, L. S. V. Avaliação da política nacional de resíduos sólidos: fundamentos, determinações e sujeitos no processo de formulação da política. Tese (Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas/CCSO) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

Avaliação da política nacional de resíduos sólidos: fundamentos, determinações e sujeitos no processo de formulação da política. UFMA, 2021.

SCHÖN, Donald A. **The reflective practitioner: How professionals think in action.** Basic Books, 1984.

SOH, S. L. ONG, S. K.; NEE, A. Y. C., Design for Disassembly for Remanufacturing: Methodology and Technology. **Procedia CIRP**, v. 15, p. 407-412, 2014.

SRIVASTAVA, S. K. Network design for reverse logistics. **Omega**, v.36, n. 4, p. 535-548, 2008.

CAPÍTULO 5

USO DE JOGOS EDUCATIVOS PARA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

USE OF EDUCATIONAL GAMES TO RAISE ENVIRONMENTAL AWARENESS ABOUT SOLID WASTE

Robênia Nunes da Cruz¹

Viviane Farias Silva²

Michael Douglas Sousa Leite³

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.5

¹ <http://lattes.cnpq.br/1744542081930523>

² <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

³ <https://orcid.org/0000-0002-9356-1872>

RESUMO

Este artigo aborda o emprego de jogos educativos como uma abordagem eficaz para promover a conscientização ambiental relacionada à gestão de resíduos sólidos. A conscientização sobre a importância da coleta seletiva e do tratamento adequado de resíduos ganha destaque em um cenário global de preocupações ambientais crescentes. Através de uma revisão bibliográfica abrangente de 2013 a 2023, este estudo investiga a eficácia e o impacto de jogos educativos nesse contexto. Os jogos educativos têm se tornado parte integrante da vida cotidiana, influenciando aspectos físicos, cognitivos, afetivos, morais e sociais dos jogadores. Exemplos de jogos como “Fredri no mundo da reciclagem”, “Guardiões das Águas”, “RECICLAPPSM” e “reciclage game” são examinados para ilustrar como tais ferramentas podem engajar diversos públicos de maneira lúdica, enquanto estimulam o aprendizado e a reflexão sobre a gestão responsável de resíduos sólidos. Os resultados de estudos mostram que jogos educativos podem sensibilizar e conscientizar a população, resultando em comportamentos mais responsáveis em relação à disposição de resíduos. Eles também podem ser eficazes na promoção de uma mudança cultural em relação à coleta seletiva, incentivando a participação ativa em práticas sustentáveis de gestão de resíduos. No entanto, a eficácia dos jogos educativos depende de um design bem elaborado, alinhado com objetivos educacionais específicos, além de ser integrado a estratégias mais amplas de educação ambiental. A combinação de entretenimento e aprendizado oferecida pelos jogos educativos é fundamental para construir atitudes e comportamentos em prol de um futuro mais sustentável.

Palavras-chave: Jogos Educativos. Educação Ambiental. Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

This article addresses the use of educational games as an effective approach to promote environmental awareness related to solid waste management. Awareness of the importance of selective collection and proper treatment of waste is highlighted in a global scenario of growing environmental concerns. Through a comprehensive literature review from 2013 to 2023, this study investigates the effectiveness and impact of educational games in this context. Educational games have become an integral part of everyday life, influencing physical, cognitive, affective, moral and social aspects of players. Examples of games such as “Fredy in the world of recycling”, “Guardiões das Águas”, “REICLAPPSM” and “reciclage game” are examined to illustrate how such tools can engage different audiences in a playful way, while stimulating learning and reflection on the responsible management of solid waste. The results of studies show that educational games can sensitize and educate the population, resulting in more responsible behavior in relation to waste disposal. They can also be effective in promoting a cultural shift towards separate collection, encouraging active participation in sustainable waste management practices. However, the effectiveness of educational games depends on a well-crafted design, aligned with specific educational objectives, as well as being integrated into broader environmental education strategies. The combination of entertainment and learning offered by educational games is essential to build attitudes and behaviors towards a more sustainable future.

Keywords: Educational games. Environmental education. Solid Waste.

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, a questão ambiental ganha cada vez mais destaque como uma das preocupações primordiais da sociedade global. Entre os desafios enfrentados, a gestão inadequada de resíduos sólidos se destaca como um problema de ordem ambiental e social, impactando ecossistemas, recursos naturais e qualidade de vida das comunidades. Nesse contexto, a conscientização da população acerca da importância da correta disposição e reciclagem de resíduos sólidos se torna uma necessidade premente.

A problemática do manejo dos resíduos sólidos inerente ao nosso país, assemelhando-se ao cenário global, constitui um desafio que precisa ser abordado ao longo de suas várias fases, desde a sua origem até o seu destino definitivo. Diante de múltiplas dificuldades a serem vencidas, somos confrontados com a complexa missão de fomentar diálogos relacionados à disposição dos resíduos sólidos, os quais permeiam todos os âmbitos, especialmente os contextos educacionais (MEDEIROS; ARAÚJO; PEREIRA, 2015).

Diante desse panorama, surge a relevância do uso de jogos educativos como ferramenta eficaz para promover a conscientização ambiental. Os jogos têm um apelo universal e são capazes de envolver, motivar e educar públicos de todas as idades de maneira lúdica e interativa. Ao empregar elementos de entretenimento e desafio, os jogos educativos conseguem transmitir informações complexas de forma acessível e memorável, potencializando a compreensão e retenção do conteúdo.

A educação sempre recorreu a diversas abordagens metodológicas para fomentar uma aprendizagem relevante e marcante entre crianças e adolescentes. Com a emergência de uma cultura digital, a incorporação de dispositivos tecnológicos conectados à internet passou a

fazer parte do processo educacional, tanto no nível individual quanto no âmbito curricular. Dentro das várias formas de integração entre educação e tecnologia, a utilização de jogos digitais se destaca como uma das estratégias mais promissoras. Isso ocorre porque a atividade de jogar um game exige a aplicação de diversas competências, incluindo leitura, interpretação visual, pensamento lógico, agilidade de reação e outros conhecimentos (SANTOS et al., 2020).

Uma alternativa para a incorporação de jogos digitais no cenário educacional é a criação de jogos educativos, que são elaborados em torno de um campo temático específico do conhecimento ou de um tópico particular. Contudo, a concepção de jogos educativos é vista negativamente por muitos jovens. Essa perspectiva não resulta de uma resistência à aprendizagem em si, mas sim de uma reação à qualidade questionável desses jogos, que frequentemente falham em proporcionar uma experiência de entretenimento envolvente para os usuários. Em qualquer tipo de jogo, seja de aventura, ação, esportes ou outros gêneros, está implícita uma forma de aprendizado, pois os jogadores são desafiados a resolver problemas, encontrar soluções, monitorar diversos elementos simultaneamente, responder de maneira ágil e precisa, dentre outros aspectos (SANTOS et al., 2020).

Dessa forma, torna-se evidente que o ato de jogar vai além de simplesmente apertar botões, representando, na verdade, uma rica vivência repleta de simulações e oportunidades de aprendizado (VALADARES et al., 2014). Nesse sentido, o presente estudo se propõe a explorar a importância dos jogos educativos como estratégia para conscientização ambiental sobre resíduos sólidos. A relevância dessa pesquisa reside na necessidade de desenvolver abordagens inovadoras e eficazes para disseminar conhecimento e engajar a população em práticas sustentáveis de gerenciamento de resíduos. Além disso, a abordagem de conscientização por meio de jogos

contribui para a formação de cidadãos mais informados e responsáveis, capazes de adotar comportamentos mais conscientes em relação ao meio ambiente.

Segundo a visão de Freire (1980), o conceito de conscientização engloba o processo de desenvolvimento das descobertas individuais, no qual se buscam respostas para perguntas e reflexões pessoais. A consciência humana está intrinsecamente ligada à realidade circundante e à vida cotidiana. Assim, frequentemente, as pessoas procuram resolver obstáculos que impedem uma visão clara do mundo ao seu redor. A conscientização é um trajeto que demanda empenho dos responsáveis e uma interação constante com a comunidade.

Nesse contexto, a conscientização implica na conquista da própria liberdade, permitindo que o indivíduo perceba profundamente o ambiente que o envolve. Como resultado, a consciência humana está conectada à realidade tangível, o que leva a humanidade a se tornar consciente das interações interpessoais e, conseqüentemente, o ser humano passa a compreender suas próprias ações (RHODEN RIBEIRO; SALOMONI, 2018).

Dentre as possibilidades metodológicas para um aprendizado significativo sobre resíduos sólidos, está o uso de jogos. Vygotsky (1989) ressalta a significância dos jogos e atividades lúdicas no processo de aprendizagem, argumentando que a dimensão recreativa exerce uma influência substancial no crescimento infantil. O jogo desempenha um papel fundamental ao permitir que a criança pratique a ação, desperte sua curiosidade, desenvolva a iniciativa e fortaleça a autoconfiança. Além disso, contribui para o aprimoramento da linguagem, do pensamento e da capacidade de concentração da criança. Para Prensky (2012), a aprendizagem baseada em jogos está de acordo com as necessidades e os estilos de aprendizagem da geração atual e das futuras gerações.

Nesse contexto, este trabalho objetivou investigar como a utilização de jogos educativos pode contribuir para a conscientização ambiental eficaz sobre a gestão de resíduos sólidos. A pesquisa busca compreender como a aplicação de estratégias lúdicas e interativas pode influenciar a percepção, o conhecimento e os comportamentos da população em relação ao descarte e tratamento adequado dos resíduos sólidos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados do Google Acadêmico de forma a abranger um período de 2013 a 2023. Essa janela de tempo permitirá analisar o desenvolvimento recente de estudos relacionados ao uso de jogos educativos para a conscientização ambiental sobre resíduos sólidos.

Foram incluídos na revisão bibliográfica os seguintes tipos de trabalhos: artigos científicos, monografias, dissertações, teses, livros e capítulos de livros, todos em língua portuguesa. Os trabalhos selecionados devem abordar diretamente a temática do uso de jogos educativos para conscientização ambiental sobre resíduos sólidos.

Foram excluídos trabalhos que não se enquadrem no escopo da pesquisa, que não apresentem abordagem relevante à temática ou que estejam fora do idioma de interesse.

A estratégia de busca consistiu na utilização de palavras-chave relacionadas ao tema, tais como “jogos educativos”, “conscientização ambiental”, “resíduos sólidos”, “educação ambiental”, entre outras. Essas palavras-chave foram combinadas para maximizar a abrangência dos resultados e garantir a relevância da busca.

A seleção inicial dos trabalhos foi realizada com base nos títulos e resumos encontrados na busca. Os trabalhos que não atenderem aos

critérios de inclusão serão excluídos nessa etapa. Os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra para avaliar sua relevância e contribuição para a temática do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os jogos têm se tornado uma parte integral das vidas das pessoas, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento abrangente, que abrange aspectos físicos, cognitivos, afetivos, morais e sociais, além de contribuir para a coordenação motora e a inteligência dos jogadores (BARBOZA; SANTOS, 2021).

Medeiros; Araújo e Pereira (2015) buscaram O criar um jogo de computador educacional para desenvolver a consciência ambiental nos alunos do programa de educação de adultos e educação do juventude-EJA, na Escola Municipal José Maná Júnior, localizada no município de São Gonçalo - RJ. Com base nos resultados observou-se uma efetiva sensibilização dos participantes da pesquisa. Isso evidenciou o êxito na promoção da coleta seletiva como um estágio de importância crucial, capaz de facilitar as etapas subsequentes do ciclo de reciclagem. Além disso, constatou-se uma redução na quantidade de resíduos direcionados aos aterros sanitários, contribuindo para a preservação desses locais de destinação a longo prazo.

Santos et al., (2020) desenvolveram um o jogo 'Guardiões das Águas', que apresenta uma abordagem multimodal e está acessível em duas plataformas: computadores de mesa (com suporte Kinect) e dispositivos móveis, como tablets. A distinção principal entre as versões reside nas ações desempenhadas pelo jogador durante o gameplay. Contudo, os elementos visuais, a narrativa e os objetivos permanecem inalterados. O cerne do jogo gira em torno de tópicos relacionados ao saneamento ambiental, com foco especial em questões como o asso-

reamento de rios, gestão de resíduos sólidos e o controle de dejetos químicos, entre outros temas.

Os resultados de Santos et al., (2020) mostram o jogo, além de promover uma experiência agradável lúdica, incentivou e promoveu também a aprendizagem, a reflexão e a sensibilização acerca da temática.

O trabalho de Barboza e Santos (2021) apresentou uma ideia de criação de um jogo educativo para a plataforma Android, com o propósito de educar e conscientizar crianças e adolescentes sobre a importância da prática de coleta seletiva. O conceito envolve o desenvolvimento de um protótipo em estilo arcade, utilizando gráficos bidimensionais. Nesse jogo, os jogadores assumem o papel de um operador de um robô responsável por coletar diferentes tipos de lixo de forma seletiva. A mecânica do jogo recompensa os jogadores com pontos a cada acerto na coleta de lixo adequada e impõe penalidades em caso de erros na coleta.

Os resultados desse estudo mostraram que foi possível desenvolver por meio do jogo a conscientização da educação ambiental. Para os autores a educação ambiental tem a capacidade de estimular o senso de responsabilidade socioambiental na população, possibilitando a criação de novas ações voltadas para a melhoria nas condições de saneamento, reduzindo problemas relacionados a resíduos, como excesso de produção, coleta e transporte irregular (BARBOZA; SANTOS, 2021).

No estudo conduzido por Skalee et al., (2017), é introduzido o jogo educativo denominado “Fredy no mundo da reciclagem”. Este jogo conta com um protagonista, controlado pelo jogador, que navega por ambientes variados, com o objetivo de efetuar a coleta seletiva de resíduos. À medida que o jogador progride nos níveis do jogo, os

cenários se transformam, oferecendo uma experiência dinâmica. O jogador é recompensado com pontos a cada escolha correta de coleta, os quais são essenciais para avançar para níveis subsequentes.

A análise dos resultados das validações demonstrou que a ferramenta criada possui potencial para apoiar os educadores nos procedimentos de ensino e aprendizagem relacionados à reciclagem durante os anos iniciais da educação. Isso destaca a relevância das ferramentas digitais para enriquecer e aprimorar a qualidade da educação, proporcionando uma abordagem educacional mais abrangente e de qualidade (SKALEE et al., 2017).

No estudo de Vestena e Bem (2020), destacam o desenvolvimento do Jogo REICLAPPSM, desenvolvido através do software Construct 2 no estilo 'arrastar e soltar', o jogo tem como propósito educar crianças sobre o correto descarte de resíduos, levando em conta sua toxicidade e perigo. Uma tradução literal do termo 'drag and drop' seria 'arrastar e largar'. O jogo foi experimentado com alunos dos primeiros anos de uma escola pública municipal, revelando seu potencial para promover a compreensão científica, ambiental e tecnológica, especialmente em relação ao manejo adequado e tratamento dos resíduos gerados pela sociedade.

Por fim, o estudo de Araújo e Soares (2022), apresentou o jogo *reciclage game*, que se trata de um jogo em formato digital 2D que aborda a temática da coleta seletiva. Foi desenvolvido utilizando ferramentas da web, tendo o JavaScript, HTML e CSS como suas principais linguagens de programação. O jogo representa a fase inicial de um projeto abrangente, cujo objetivo é introduzir a prática da coleta seletiva na escola. O *Reciclagem Game* demonstrou ser uma ferramenta interativa e dinâmica, notavelmente eficaz para capturar a atenção dos alunos e envolvê-los com a temática proposta.

Esses estudos demonstram como jogos educativos podem ser poderosas ferramentas de conscientização e educação ambiental, engajando públicos diversos por meio de experiências interativas e eficazes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conscientização ambiental sobre resíduos sólidos é um tema de importância crucial no contexto atual, em que os desafios ambientais e as preocupações com a sustentabilidade são mais evidentes do que nunca. A gestão inadequada de resíduos sólidos resulta em impactos negativos profundos nos ecossistemas, na saúde pública e nos recursos naturais, exigindo ações concretas para mudanças de comportamento e atitudes.

A educação ambiental se destaca como um meio eficaz de promover essa mudança. O uso de jogos educativos oferece uma abordagem inovadora, capaz de engajar e sensibilizar diferentes faixas etárias de maneira eficaz e lúdica. Através dos exemplos de jogos apresentados neste estudo, fica evidente que jogos como “Fredy no mundo da reciclagem”, “Guardiões das Águas”, “RECICLAPPSM” e “reciclage game” têm o potencial de despertar interesse, proporcionar aprendizado e estimular a reflexão sobre a importância da coleta seletiva e do tratamento adequado dos resíduos sólidos.

Além de sua capacidade de informar e educar, os jogos educativos também podem ser ferramentas eficazes na formação de cidadãos mais conscientes e responsáveis. Eles oferecem a oportunidade de vivenciar situações e decisões relacionadas ao meio ambiente de forma virtual, permitindo que os jogadores compreendam as consequências de suas ações e tomem decisões mais informadas no mundo real.

No entanto, é importante ressaltar que o sucesso do uso de jogos educativos para conscientização ambiental depende de diversos fatores, incluindo o design cuidadoso do jogo, a integração eficaz com os objetivos educacionais e o engajamento dos jogadores. Além disso, é fundamental que tais iniciativas sejam integradas a estratégias mais amplas de educação ambiental, visando maximizar seu impacto.

Nesse sentido, este estudo evidenciou que os jogos educativos representam uma abordagem promissora para promover a conscientização ambiental sobre resíduos sólidos. Através da combinação de entretenimento e aprendizado, eles têm o potencial de construir atitudes e comportamentos em relação à gestão responsável de resíduos sólidos, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável e saudável para as gerações vindouras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. C. H.; SOARES, F. L. C. Educação ambiental e uso de jogos digitais: Sensibilização sobre resíduos sólidos para implementação da coleta seletiva na EEEP Rita Aguiar Barbosa, Itapipoca/CE. **Seminários Docentes**, Bienal do Internacional do Livro do Ceará, 2022.

BARBOZA, L. D.; SANTOS, D. A. dos. Proposta de jogo educativo para ensino e conscientização da coleta seletiva de lixo. In: **Trilha de Educação – Artigos Curtos - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGAMES)**, v. 20, 2021.

DIAS, L. R. C.; et al. **Mapeamento de jogos didáticos sobre resíduos sólidos**: Um auxílio pedagógico para construção do campo educativo-ambiental. In: **Desafios da educação na contemporaneidade 4**. Denise Pereira, Karen Fernanda Bortoloti (organizadoras). – Ponta Grossa: Aya, 2022.

FREIRE, P. **Conscientização**. São Paulo: Moraes, 1980.

MEDEIROS, H. B. de.; ARAÚJO, M. S. da S.; PEREIRA, M. V. R. Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma proposta interdisciplinar de conscientização em educação ambiental atrelado a um jogo computacional. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 10, p. 52-64, 2015.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.

RHODEN, V.; RIBEIRO, L. B.; SALOMONI, S. E. Relatos de atividades de conscientização e educação ambiental sobre o destino correto dos resíduos sólidos em São Borja-RS. **Extensio: R. Eletr. de Extensão, Florianópolis**, v. 15, n. 28, p. 77-86, 2018.

SANTOS, P. R.; et al. Conscientização ambiental em construtos digitais de aprendizagem: a experiência do jogo “Guardiões das Águas”. **Debates em Educação, Maceió**, v. 12, n. 27, 2020.

SKALEE, A. A.; et al. Fredi no mundo da reciclagem: jogo educacional digital para conscientização da importância da reciclagem. **Renote**, v. 15, n. 1, p.1-11, 2017.

VESTENA, R. de F.; BEM, R. M. de. O Jogo Digital ‘RECICLAPPSM’ na educação ambiental e tecnológica das crianças. **REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Norte do Paraná Cornélio Procópio**, v. 4, n.1, p. 34-48, 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

CAPÍTULO 6

IMPORTÂNCIA DO PADRÃO DO AUTOCUIDADO DOS AGENTES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS À LUZ DA ENFERMAGEM

IMPORTANCE OF THE SELF-CARE STANDARD OF RECYCLABLE MATERIALS AGENTS IN THE LIGHT OF NURSING

Francineide de Albuquerque Silva¹

Viviane Farias Silva²

Kylvia Luciana Pereira Costa³

DOI: 10.46898/rfb.9786558895855.6

1 <https://orcid.org/0009-0001-5395-5068>

2 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

3 <https://orcid.org/0000-0001-9441-6135>

RESUMO

O artigo tem como objetivo analisar a relevância do padrão de autocuidado entre os agentes de materiais recicláveis, sob a perspectiva da enfermagem. Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, centrando-se na execução de uma pesquisa bibliográfica como seu método primordial. Os resultados mostraram os desafios enfrentados por esses profissionais em termos de saúde ocupacional e ambiental, considerando os riscos associados à atividade. Através da análise da Teoria do Autocuidado, o capítulo ressalta a capacidade inerente desses trabalhadores de desenvolver habilidades e motivação para cuidar de si mesmos. Além disso, destaca-se a importância do padrão de autocuidado dos agentes de materiais recicláveis à luz da enfermagem não pode ser subestimada. Esse estudo reforça a necessidade de um enfoque holístico na saúde ocupacional desses profissionais, reconhecendo sua agência de autocuidado e incentivando práticas que preservem sua saúde física e mental. A colaboração entre a enfermagem e outras áreas é crucial para o desenvolvimento de estratégias abrangentes que possam melhorar as condições de trabalho e a qualidade de vida dos catadores de materiais recicláveis, refletindo não apenas em sua saúde individual, mas também na promoção de um ambiente mais sustentável e saudável para a comunidade em geral.

Palavras-chave: Agentes. Autocuidado. Resíduos Sólidos. Materiais Recicláveis. Enfermagem.

ABSTRACT

The article aims to analyze the relevance of the self-care pattern among agents of recyclable materials, from the perspective of nursing. This research adopted a qualitative approach, focusing on the execution of a bibliographical research as its primary method. The results showed the challenges faced by these professionals in terms of occupational and environmental health, considering the risks associated with the activity. Through the analysis of the Theory of Self-Care, the chapter highlights the inherent capacity of these workers to develop skills and motivation to take care of themselves. In addition, the importance of the self-care pattern of recyclable material agents in terms of nursing cannot be underestimated. This study reinforces the need for a holistic approach to the occupational health of these professionals, recognizing their self-care agency and encouraging practices that preserve their physical and mental health. Collaboration between nursing and other areas is crucial for the development of comprehensive strategies that can improve the working conditions and quality of life of recyclable material collectors, reflecting not only on their individual health, but also on the promotion of a more sustainable environment. sustainable and healthy for the community at large.

Keywords: Agents. Self-care. Solid Waste. Recyclable Materials. Nursing.

1 INTRODUÇÃO

O problema dos resíduos sólidos é uma questão ambiental crucial nos tempos atuais. Lidar inadequadamente com esses resíduos tem consequências negativas para o meio ambiente e a saúde pública, especialmente para os trabalhadores que lidam diretamente com esses materiais - os catadores de materiais recicláveis (MOURA; DIAS; JUNQUEIRA, 2018).

De acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações, os catadores são profissionais encarregados de coletar, selecionar, preparar e vender materiais recicláveis. Essa categoria profissional foi oficializada desde 2002 (BRASIL, 2020). Apesar de desempenharem um papel crucial na cadeia de reciclagem, os catadores enfrentam desafios significativos em suas vidas e trabalho, encontrando-se em situações de marginalização e expostos a diversos riscos devido às condições precárias em que atuam, incluindo riscos químicos, biológicos e acidentes (MOURA; DIAS; JUNQUEIRA, 2018)."

De acordo com Zolnikov et al., (2018), estima-se que aproximadamente 15 milhões de cidadãos em todo o mundo exercem essa profissão de coleta seletiva. Os autores também afirmam que esses profissionais possuem um baixo poder aquisitivo, sofrem com a falta moradia digna e que 300 mil pessoas realizam esse trabalho no Brasil.

Considerando o exposto, é evidente que essa população está engajada em uma atividade insalubre, enfrentando diversos riscos, como o desenvolvimento de doenças, acidentes de trabalho e exaustão, em virtude de jornadas de trabalho que frequentemente excedem 8 horas diárias. De acordo com o artigo 189 da CLT, atividades ou operações insalubres são aquelas que submetem os empregados a agentes prejudiciais à saúde, ultrapassando os limites de tolerância

estabelecidos quanto à natureza, intensidade e duração da exposição a esses agentes (COELHO, 2018).

Nesse contexto, é compreensível que os agentes de materiais recicláveis enfrentem dificuldades no acesso à saúde, negligenciando o autocuidado e aumentando os riscos de doenças e acidentes. O autocuidado é um conceito estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que se refere à capacidade da população de promover e manter sua própria saúde, bem como prevenir e lidar com doenças.

Dorothea Orem (1991) destaca a teoria do autocuidado como uma das mais importantes teorias de Enfermagem, sendo seu uso relevante na pesquisa, constituindo um modelo capaz de melhorar o autocuidado dos indivíduos. Essa teoria é composta por três núcleos interdependentes: Teoria do Autocuidado, Teoria dos Déficits de Autocuidado e Teoria dos Sistemas de Enfermagem.

De acordo com a teoria de Dorothea Orem (1991), o autocuidado refere-se às atividades que o indivíduo inicia e executa em seu próprio benefício, visando a manutenção da vida, da saúde e do bem-estar. Essas ações, seguindo um modelo específico, contribuem para a integridade, funções e desenvolvimento humano.

Observamos um aumento na classe de catadores associados a empresas de reciclagem, o que se deve ao desemprego e à desigualdade social, indicando a necessidade de atenção governamental para a construção ou evolução de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade e saúde desses trabalhadores. A realidade empírica transforma as desigualdades sociais em desigualdades de saúde (MOURA; DIAS; JUNQUEIRA, 2018).

Os colaboradores estão ainda mais expostos a doenças e acidentes de trabalho, uma vez que desempenham atividades exaustivas, desgastantes, mal remuneradas e desvalorizadas, prin-

principalmente imigrantes e outras minorias similares (COELHO, 2018). Nesse contexto, os catadores se adaptam a essa realidade. As políticas públicas devem ser elaboradas para atender às suas necessidades reais, como alimentação, habitação, educação, renda, ambiente de trabalho, emprego, lazer e acesso aos serviços de saúde.

O objetivo geral deste estudo é analisar a relevância do padrão de autocuidado entre os agentes de materiais recicláveis, sob a perspectiva da enfermagem.

A realização deste estudo se justifica pela necessidade de compreender melhor a importância do autocuidado entre os agentes que trabalham com materiais recicláveis. Esses profissionais enfrentam condições de trabalho desafiadoras e muitas vezes insalubres, que podem impactar negativamente sua saúde e bem-estar. A perspectiva da enfermagem é crucial para examinar como práticas de autocuidado podem contribuir para a saúde e qualidade de vida desses agentes, considerando não apenas os riscos físicos, mas também os aspectos emocionais e psicossociais envolvidos.

Ao explorar essa temática por meio de um estudo bibliográfico, poderemos reunir informações e conhecimentos já existentes na literatura para identificar abordagens eficazes de autocuidado que podem ser implementadas para melhorar as condições de saúde e trabalho desses profissionais. Além disso, esse estudo pode oferecer insights valiosos para a enfermagem e outras áreas de saúde, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de intervenção e apoio voltadas para a promoção da saúde e bem-estar dos agentes de materiais recicláveis.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, centrando-se na execução de uma pesquisa bibliográfica como seu método primordial. A pesquisa bibliográfica envolverá uma análise de uma variedade de fontes, tais como artigos, monografias, dissertações, teses e livros, disponíveis na plataforma do Google Acadêmico. Ao não restringir o período de tempo, será possível compilar uma ampla gama de recursos que tratem do autocuidado dos agentes de materiais recicláveis, considerando perspectivas históricas até as mais contemporâneas.

Primeiramente, foram delimitados os termos de busca que sejam pertinentes à temática, tais como “autocuidado”, “agentes de materiais recicláveis”, “saúde ocupacional” e “enfermagem”. A partir desses termos, a pesquisa foi realizada na plataforma do Google Acadêmico, visando reunir uma variedade de materiais que se relacionem diretamente com o tema proposto. A escolha de não impor restrição de tempo permitirá uma compreensão mais abrangente e aprofundada do assunto.

Uma vez selecionadas as fontes relevantes, estas foram submetidas a uma leitura crítica e analítica. A partir dessa análise, serão extraídas informações e insights relacionados às abordagens, conceitos e recomendações referentes ao autocuidado dos agentes de materiais recicláveis. Essas informações foram então organizadas no tópico abaixo, com o objetivo de construir uma discussão coerente sobre o papel crucial do autocuidado nesse contexto específico.

3 AUTOCUIDADO E BEM-ESTAR DOS AGENTES DE RECICLAGEM

A promoção e proteção da saúde dos trabalhadores, incluindo os agentes de reciclagem, é destacada como uma questão importante pela Organização Pan-Americana da Saúde e pelo Ministério da Saúde. Isso envolve a vigilância dos riscos ambientais e das condições de trabalho, bem como o diagnóstico, tratamento e reabilitação integrados dos agravos à saúde desses trabalhadores, dentro do contexto do Sistema Único de Saúde (SUS) (BRASIL, 2001).

O tema aborda situações que muitas vezes passam despercebidas pela comunidade, tornando os agentes de reciclagem vulneráveis e até invisíveis para determinadas camadas da sociedade. Embora existam várias cooperativas de materiais recicláveis que fornecem suporte a esses colaboradores, é necessário conscientizar a sociedade sobre a importância do descarte correto dos resíduos sólidos. Diversos autores destacam que os resíduos sólidos podem ser considerados um problema de saúde pública, uma vez que a atividade de coleta e reaproveitamento desses materiais em condições insalubres apresenta alto risco de doenças infecciosas (MOURA; DIAS; JUNQUEIRA, 2018).

Segundo informações do Ministério do Trabalho, estima-se que existam entre 300.000 e 1.000.000 de catadores trabalhando na coleta de resíduos sólidos, muitos dos quais estão privados de recursos necessários para exercerem sua atividade de sobrevivência, como instrumentos de trabalho e capacitação profissional. Essa situação é evidenciada pela falta de infraestrutura e condições adequadas de trabalho (COLEHO, 2018).

Os trabalhadores envolvidos na coleta de materiais recicláveis enfrentam carências significativas em termos de medidas de segurança diante dos perigos inerentes ao seu ofício (MOURA; DIAS;

JUNQUEIRA, 2018). A situação de vulnerabilidade social em que estão imersos torna complexo o acesso aos serviços de saúde adequados. Além disso, é observado que essa população nem sempre adota práticas de autocuidado de maneira eficaz, o que aumenta os riscos associados à sua atividade (MOURA; DIAS; JUNQUEIRA, 2018).

Na literatura nacional e internacional, são destacadas várias doenças e riscos associados à atividade dos catadores de materiais recicláveis. Esses achados incluem a ocorrência de anemia, principalmente ligada a fatores como gênero, infecção por HIV e tempo de atuação como catador (ROZMAN et al., 2010). Também são identificadas dores como um problema prevalente (ALMEIDA et al., 2009). Doenças abrangendo sistemas como o respiratório, digestivo e nervoso, como infecções respiratórias, diarreia e condições crônicas, foram encontradas em estudos (GÓMEZ-CORREA; AGUDELO-SUÁREZ; RONDA-PÉREZ., 2008). Soroprevalências do HIV, Hepatites B e E foram observadas em alguns estudos (ROZMAN et al., 2008; MARTINS et al., 2014). Além disso, foram relatadas incidências de hipertensão arterial, diabetes, dislipidemia e obesidade (AULER; NAKASHIMA; CUMAN, 2014). A infecção por parasitas como o *Toxocara* também foi documentada (COELHO, 2018).

Os catadores de materiais recicláveis frequentemente enfrentam adversidades adicionais, como preconceito e estigma associados ao seu trabalho com resíduos. Isso resulta em marginalização e dificuldade para obter apoio de políticas de saúde eficazes (COELHO; BECK, 2016; COELHO, 2018).

Apesar de serem essenciais para a construção de uma cadeia produtiva sustentável, os catadores sofrem com privações materiais, carência de apoio social, financeiro e emocional, além da falta de reconhecimento em relação à sua relevância na sociedade. É de suma importância que o foco da produção de conhecimento seja direcionado

a esses trabalhadores e suas realidades, com o propósito de melhorar suas condições de vida e aumentar sua visibilidade (COELHO, 2018).

A Teoria do Autocuidado destaca que todos os indivíduos possuem a capacidade de desenvolver suas habilidades intelectuais e práticas por meio da motivação pessoal, que é um fator fundamental para a prática do autocuidado. Essa teoria ressalta a responsabilidade individual em relação à própria saúde e enfatiza a importância do apoio da enfermagem e da educação em saúde para promover ações que incentivem o autocuidado (OREM, 1991).

Nesse contexto, a teoria abarca diversos conceitos-chave, incluindo o próprio autocuidado, ações de autocuidado, fatores básicos condicionantes e a demanda por autocuidado terapêutico.

O termo “autocuidado” refere-se à prática de realizar atividades diárias que visam manter a saúde, o bem-estar e a própria vida. Sua função primordial é preservar o equilíbrio, a integridade estrutural e o funcionamento do organismo. Orem destaca que, dentro do contexto da vida cotidiana e em contextos sociais, as pessoas realizam ações aprendidas e sequências de ações que visam atender a requisitos específicos que afetam ou influenciam seu funcionamento ou desenvolvimento pessoal. Essas ações visam contribuir para a continuidade da vida, a automanutenção, a saúde pessoal e o bem-estar. Tais requisitos são chamados de requisitos de autocuidado, que podem ser universais (essenciais para todos os seres humanos e fundamentais para a manutenção da vida, como ar, água, alimentos e descanso), de desenvolvimento (ajustados dos requisitos universais conforme diferentes fases da vida ou modificações no corpo) e de desvio de saúde (necessários em situações de doença ou lesão) (OREM, 1991).

As ações de autocuidado podem ser compreendidas como um conjunto de práticas ou atividades empreendidas pelas pessoas

visando preservar sua vida, saúde e bem-estar (COELHO, 2018). Orem (1991) destaca que os seres humanos têm a capacidade de desenvolver habilidades intelectuais e práticas e de manter a motivação necessária para o autocuidado. Esse potencial humano de prover os próprios cuidados é chamado de “agência de autocuidado”, que engloba motivação, conhecimento e capacidade para realizar tais cuidados.

À medida que as pessoas vivenciam diferentes experiências ao longo da vida, elas adquirem conhecimentos sobre como praticar o autocuidado. A operacionalização refere-se às ações que as pessoas deliberadamente executam para cuidar de si mesmas. Já a adequação diz respeito à comparação entre as ações de autocuidado e as necessidades reais de saúde (SILVA et al., 2011). Portanto, entender a agência de autocuidado de um indivíduo envolve não apenas identificar sua motivação e ações praticadas, mas também avaliar se essas ações atendem aos requisitos de autocuidado estabelecidos.

A promoção do autocuidado entre os agentes de reciclagem surge como uma estratégia fundamental para mitigar esses riscos e melhorar seu bem-estar geral. O autocuidado envolve a adoção de práticas que visam preservar a própria saúde, incluindo ações preventivas, cuidados com a higiene, descanso adequado e busca de atendimento médico quando necessário. No entanto, a falta de conscientização sobre a importância do autocuidado e as barreiras socioeconômicas podem dificultar a implementação eficaz dessas práticas.

A enfermagem desempenha um papel vital nesse contexto, uma vez que os profissionais de enfermagem possuem conhecimentos e habilidades para educar e orientar os agentes de reciclagem sobre a importância do autocuidado e fornecer informações sobre medidas de proteção à saúde no ambiente de trabalho. Além disso, a enfermagem pode colaborar na identificação de estratégias que incentivem a adoção

de práticas de autocuidado, considerando as condições e desafios específicos enfrentados por essa população.

Centenaro et al., (2022) buscaram promover o autocuidado de catadores de material reciclável a partir da aplicação da Teoria dos Déficits de Autocuidado. Os resultados desse estudo mostraram que os indivíduos demonstraram ter ações intencionais e motivos para praticar o autocuidado. Contudo, exibiram lacunas notáveis, principalmente em relação a comportamentos que os colocavam em situações de risco ocupacional. Durante sessões de apoio e educação em grupo, os participantes exploraram as áreas em que careciam de autocuidado e elaboraram estratégias para atenuar essas deficiências. A pesquisa teve um impacto positivo nas condições de trabalho, no entanto, alguns desafios de autocuidado persistiram.

Oliveira (2011) analisou como os catadores de materiais recicláveis percebem os riscos associados ao seu trabalho; traçar o perfil socioeconômico relacionado à saúde e ocupação; detalhar as atividades laborais e a maneira como os catadores de materiais recicláveis percebem os riscos ocupacionais em uma Cooperativa na cidade de Salvador, estado da Bahia. Os resultados mostraram que, para os catadores, a realização da coleta seletiva nas áreas públicas da rua é percebida como algo arriscado, enquanto a sede da Cooperativa e o trabalho em equipe conferem um sentimento de segurança. A percepção de risco está ligada à proximidade do evento, sendo mais acentuada para aqueles mais expostos, e essa percepção se relaciona inversamente com a satisfação profissional. Apenas os riscos tangíveis e visíveis são mencionados. Os principais perigos reconhecidos pelos trabalhadores incluem acidentes envolvendo materiais cortantes, ocorrência de dermatoses, exposição a substâncias em pó como alumínio, serra e vidro, bem como o manejo manual de objetos pesados. A abordagem em relação ao risco envolve a tomada de decisões que se

tornam uma forma de enfrentamento, proporcionando aos catadores um senso de poder, superação e conquista.

A implementação de programas de promoção do autocuidado entre os agentes de reciclagem pode contribuir não apenas para a melhoria de sua saúde física, mas também para o fortalecimento de sua saúde emocional e psicológica. Esses programas podem incluir a capacitação para o reconhecimento de riscos no ambiente de trabalho, a oferta de orientações sobre medidas de proteção, o estímulo ao descanso adequado e a conscientização sobre a importância da busca por atendimento médico regular.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo demonstrou que esses profissionais enfrentam uma série de desafios relacionados à saúde e à segurança no exercício de suas atividades. A partir da compreensão das práticas de autocuidado, fica evidente que esses trabalhadores não apenas desempenham um papel vital na promoção da sustentabilidade ambiental, mas também enfrentam dificuldades consideráveis em manter sua própria saúde e bem-estar.

A teoria do autocuidado, embasada nos conceitos de motivação, conhecimento e capacidade, emerge como um alicerce sólido para compreender as ações e as necessidades dos agentes de materiais recicláveis. Ao reconhecer que esses indivíduos são capazes de desenvolver habilidades intelectuais e práticas para preservar sua saúde, a enfermagem pode desempenhar um papel fundamental ao fornecer orientação e educação em saúde que empodere esses profissionais a adotar medidas de autocuidado mais eficazes.

É notório que os catadores de materiais recicláveis enfrentam diversos riscos ocupacionais e de saúde, desde exposição a substâncias

prejudiciais até a falta de acesso a serviços de saúde adequados. No entanto, a implementação de estratégias de promoção do autocuidado pode oferecer uma mudança significativa nesse cenário. Ao compartilhar conhecimento sobre medidas de proteção, prevenção de doenças e promoção da saúde mental, a enfermagem pode contribuir para um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para esses profissionais.

A partir dos resultados e reflexões apresentados, é possível perceber que os catadores de materiais recicláveis estão em uma encruzilhada onde desempenham um papel crucial na cadeia de reciclagem, porém, muitas vezes, são subvalorizados e enfrentam dificuldades significativas em sua jornada. A enfermagem, como parte integrante da equipe de cuidados de saúde, tem a oportunidade de fornecer orientações práticas, promover educação em saúde e advogar por melhores condições de trabalho para esses trabalhadores essenciais.

A importância do padrão de autocuidado dos agentes de materiais recicláveis à luz da enfermagem não pode ser subestimada. Esse estudo reforça a necessidade de um enfoque holístico na saúde ocupacional desses profissionais, reconhecendo sua agência de autocuidado e incentivando práticas que preservem sua saúde física e mental. A colaboração entre a enfermagem e outras áreas é crucial para o desenvolvimento de estratégias abrangentes que possam melhorar as condições de trabalho e a qualidade de vida dos catadores de materiais recicláveis, refletindo não apenas em sua saúde individual, mas também na promoção de um ambiente mais sustentável e saudável para a comunidade em geral.

REFERÊNCIAS

AULER, F.; NAKASHIMA, A. T. A.; CUMAN, R. K. N. Health Conditions of Recyclable Waste Pickers. *J. Community Health.*, v. 39, p. 17-22, 2014.

BRASIL. **Classificação Brasileira de Ocupação - CBO**. Ministério do Trabalho e Emprego, 29 de setembro de 2020. Disponível em: www.mte.gov.br. Acesso em: 28 jul. 2023.

BRASIL. **Doenças relacionadas ao trabalho**: Manual de procedimentos para os serviços de saúde. Organização Pan-Americana da Saúde e Ministério da Saúde, Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2001.

CENTENARO, A. P. F. C.; et al. Autocuidado de catadores de material reciclável: ações de Enfermagem à luz da Pesquisa Convergente-Assistencial. **Escola Anna Nery**, v. 26, 2022.

COELHO, A. P. F. Autocuidado de Catadores de Material Reciclável: Estudo Convergente-Assistencial. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Enfermagem), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2018.

GÓMEZ-CORREA, J. A.; AGUDELO-SUÁREZ, A. A.; RONDA-PÉREZ, E. Condiciones Sociales y de Salud de los Recicladores de Medellín. **Rev. Salud Pública.**, v. 10, n. 5, p. 706- 15, 2008.

MARTINS, R. M. B.; et al. Seroprevalence of hepatitis E antibodies in a population of recyclable waste pickers in Brazil. **Journal of Clinical Virology.**, v. 59, p. 188-91, 2014.

MOURA, L. R.; DIAS, S. L. F. G.; JUNQUEIRA, L. A. P. Um olhar sobre a saúde do catador de material reciclável: uma proposta de quadro analítico. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018.

OLIVEIRA, D. A. M. Percepção de Riscos Ocupacionais em Catadores de Materiais Recicláveis: Estudo em uma Cooperativa em Salvador-Bahia. **Dissertação** (Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho) Universidade Federal da Bahia, 2011.

OREM, D.E. **Nursing**: concepts of practice. 4 ed. St. Louis: Mosby; 1991.

ROZMAN, M.A.; et al. Anemia em catadores de material reciclável que utilizam carrinho de propulsão humana no município de Santos. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v. 13, n. 2, p. 326-36, 2010.

SILVA, V. S.; et al. **Teoria de Enfermagem do Déficit do Autocuidado - Dorothea Orem**. In.: BRAGA, C.G.; SILVA, J.V. Teorias de Enfermagem. p. 85-103.1. ed. São Paulo: Iátria, 2011.

ZOLNIKOV, T.R.; et al. Continued medical waste exposure of recyclable collectors despite dumpsite closures in Brazil. **Journal of Health & Pollution**, v. 9, n. 23, 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 12, 17, 39, 40, 59

Ambiental 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 21,
22, 37, 44, 48, 51, 53, 54, 57, 58, 62,
70, 78, 80, 81, 86, 88, 89, 91, 92, 93,
94, 95, 96, 97, 100, 102, 111

Autocuidado 8, 100, 103, 104, 105, 107,
108, 109, 110, 111, 112

B

Brasil 29, 38, 47, 56, 81, 82, 102, 106, 113

D

Desafios 7, 8, 23, 26, 28, 46, 62, 64, 65,
66, 68, 71, 77, 79, 80, 88, 95, 100,
102, 110, 111

G

Gestão 8, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 33,
44, 48, 54, 56, 62, 64, 65, 66, 67, 68,
69, 70, 71, 72, 79, 80, 81, 86, 88, 91,
93, 95, 96

P

Produtos 18, 19, 26, 28, 35, 36, 47, 48, 56,
62, 65, 77, 78, 79, 80

Projeto 70, 94

R

Reciclagem 12, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 39,
64, 65, 67, 68, 78, 79, 86, 88, 92, 93,
94, 95, 97, 102, 103, 106, 109, 111,
112

Resíduos 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32,
33, 36, 37, 39, 41, 44, 46, 47, 48, 49,
50, 52, 53, 55, 56, 62, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80,
81, 83, 84, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93,
94, 95, 96, 97, 102, 106, 107

S

Saúde 7, 8, 9, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20,
21, 29, 30, 52, 67, 95, 100, 102, 103,
104, 105, 106, 107, 108, 109, 110,
111, 112, 113

Sólidos 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
20, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 32, 35,
38, 39, 41, 46, 49, 62, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80,
81, 83, 84, 86, 88, 89, 90, 91, 93, 95,
96, 97, 102, 106

T

Tratamento 8, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,
26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38,
39, 40, 41, 54, 64, 67, 69, 86, 91, 94,
95, 106

SOBRE OS AUTORES

Viviane Farias Silva

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2013), Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2015) e Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2017). Pós Doutora em Recursos Naturais (2017-2019). Professora do Magistério Superior da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal na área de ciências básicas, Engenharia e Tecnologia Rural do CSTR da Universidade Federal de Campina Grande. É Vice coordenadora do Programa de Pós graduação em Engenharia e Gestão dos Recursos Naturais (2021-atual) do CTRN/UFCG.

Michael Douglas Sousa Leite

Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - UFCG. Mestre em Gestão e Sistema Agroindústrias - PPGSA/UFCG. Pós-graduado em Docência do Ensino Superior. Pós-graduado em Administração Financeira. Bacharel em Administração pela UFCG. Licenciado em Matemática pela Cruzeiro do Sul. Foi professor do Curso de Administração da Faculdade Católica Santa Teresinha - FCST e Coordenador e Professor do Instituto Nacional de Cursos. Atualmente é supervisor de Ensino do Novo Ensino Médio, vinculada a Secretária de Educação do Estado da Paraíba. Tem experiência na área de Metodologia da Pesquisa, Ensino de Matemática, Administração Financeira, Gestão Ambiental, Gestão de Pessoas e Empreendedorismo.

Antonio Barbosa Gomes

Graduação em Tecnologia em Gestão Pública pelo Centro Universitário Internacional (2019), Especialização em Inovação Em Gestão Pública pelo Centro Universitário Internacional (2019), e Mestre em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Atualmente é Chefe do Setor de Telecomunicação e Informática do CSTR/UFCG, exercendo a função como Técnico em Telecomunicação. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações. Atuando principalmente nos seguintes temas: Telefonia, Núcleo de Pesquisas para o Desenvolvimento do Semiárido, na Cidade de Patos PB.

Wanessa Alves Martins

Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2017). Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2014). Engenheira de Segurança do Trabalho pelas Faculdades Integradas de Patos - FIP (2017). Atualmente, desenvolve pesquisas na área de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental, com ênfase em gerenciamento de resíduos sólidos.

Carlos Eduardo Pereira de Morais

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2016). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, na área de concentração Saneamento Ambiental. Doutor em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, na área de concentração Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Possui experiência nas áreas de Saneamento Ambiental e Tratamento de

Efluentes domésticos e industriais com vistas ao reuso, Qualidade da Água e Recursos Hídricos.

Julia Soares Pereira

Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola pela mesma instituição na área de Monitoramento e Controle da Degradação Ambiental. Docência Assistida nas disciplinas de Recuperação de Áreas Degradadas e Sensoriamento Remoto. Pesquisa na área de Gestão Ambiental, Degradação Ambiental, Impacto Ambiental, Educação Ambiental e Geotecnologias.

Miriam Souza Martins

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2019). Mestranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - UFCG. Tem experiência na área de Educação.

Nádia Diniz de Melo

Graduada em História pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Especialista em História do Brasil e da Paraíba pela Faculdade Integrada de Patos - FIP. Bacharel em Arquitetura e Urbanismo com Pós-Graduação em Design de Interiores pela Unifacisa. Especialista em Patrimônio Histórico e membro do grupo de pesquisa GRUPAL (Arquitetura e Lugar) da UFCG. Mestranda em Gestão de Recurso Naturais - UFCG. Perita Judicial com ênfase em avaliação de imóveis e sócia da empresa de Arquitetura M|N Lighting Design e Arq. com atuação em relevantes projetos em todo país.

Thiago Barros de Almeida Brandão

Tecnólogo em Design de Interiores pelo IFPB, MBA em Gestão Estratégica de Pessoas pelo UNIRN. Especialista em Docência na Educação Profissional e Tecnológica, pelo SENAI/CETIQT, MBA em Desenvolvimento de Startups pela Faculdade Descomplica, Especialista em Educação e Jogos para Aprendizagem pela Faculdade Descomplica. Mestre em Design pela UFCG, Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela UFCG. Coordenador da WorldSkills Competition. Embaixador do Conecta Startup Brasil Líder de comunidade do Inovativa. Mentor da Abstartups, Mentor da Salto Aceleradora, Mentor do Instituto Joule, Facilitador da Fundação Wadhvani. Criador do Sinergia, programa de incubação de soluções do SENAI Paraíba. Foi professor e coordenador do curso de Design de Interiores da Faculdade Rebouças. Foi professor do curso de Design de Interiores da Infogenius Centro Técnico de Ensino. Foi Instrutor de Nível Superior do SENAI Paraíba.

Robênia Nunes da Cruz

Licenciada em Ciências Biológicas pela UEPB, Licenciada em Pedagogia pela UFCG, Pós-graduada em Educação Ambiental pela UEPB e Coordenação Pedagógica pela UFPB, Mestre em Recursos Naturais pela UFCG. Foi professora da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA/UNAVIDA. Tem experiência na área de Educação e Meio Ambiental com ênfase em Currículo, Avaliação, Gestão da Aprendizagem, Ensino de Ciências e Educação Ambiental, atuando principalmente como professora, na formação continuada de educadores, coordenação pedagógica e coordenação de projetos.

Francineide de Albuquerque Silva

Graduação em Pedagogia pela UVA (Universidade Estadual Vale do Acaraú). Pós graduação em Psicopedagogia pela FURNE. Bacharela em Enfermagem pela UNIFACISA. Pós graduação em UTI em formação pela CBPEX Academy. Curso de Formação em Ventosaterapia Pelo Instituto Yang. Curso de formação em Terapias Integrativas (acupunturista em formação) Pela Vital cursos. Técnico administrativo pela UFCG. Técnica em enfermagem no HUAC. Aluna Especial em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - UFCG. Experiência em UTI adulto.

Kylvia Luciana Pereira Costa

Tecnóloga do curso de Segurança do Trabalho pela Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná (UniFatecie). Bacharel em Enfermagem pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Especialista em Gestão em Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e em Saúde do Trabalhador e Gestão de Pessoas pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI). Mestra em Gestão e Sistema Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande - PB. Servidora do Governo do Estado da Paraíba ligada a Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia (SEECT). Foi professora Bolsista do curso de Segurança do Trabalho do MEDIOTEC/PRONATEC, ministrando as disciplinas de Ferramentas de Gestão I e II, e Gestão Estratégica. Preceptora de Estágio Supervisionado II do Ensino Profissionalizante do Curso Técnico em Enfermagem pela Instituição Colégio e Curso Masters Gold de Cajazeiras-PB. Atua como Tutora EAD da Universidade Federal de Paraíba - UFPB, no curso de Pós-Graduação do Técnico de Enfermagem.

Resíduos sólidos: geração, impactos ambientais e possibilidades

Este livro reúne um conjunto diversificado de capítulos que exploram de maneira abrangente e profunda a complexa problemática dos resíduos sólidos, destacando seu impacto ambiental e as possibilidades de abordagens sustentáveis para enfrentar esse desafio global.

O livro oferece uma visão panorâmica sobre a problemática dos resíduos sólidos, abordando desde a sua geração até os efeitos negativos que causam ao meio ambiente e à saúde humana. Cada capítulo traz perspectivas e abordagens únicas, apresentando análises críticas, revisões bibliográficas aprofundadas e reflexões sobre como lidar com esse problema crescente de maneira responsável e eficaz.

RFB Editora
CNPJ: 39.242.488/0001-07
Home Page: www.rfbeditora.com
Email: adm@rfbeditora.com
Telefone: 91988857730
Belém, Pará, Brasil

