UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA
MESTRADO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

DOUGLAS PEREIRA FERREIRA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES, MOSSORÓ-RN

MOSSORÓ
2024

DOUGLAS PEREIRA FERREIRA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES, MOSSORÓ-RN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Modelagem ambiental e manejo de solo e água

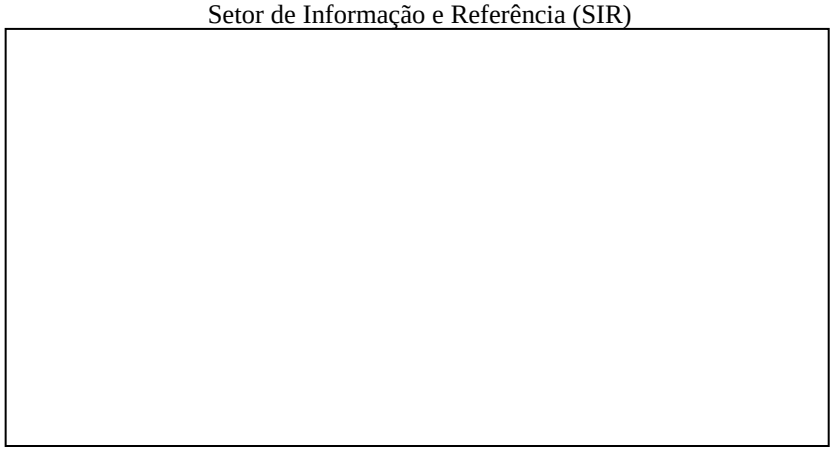
Orientador: Prof. D. Sc. Joel Medeiros Bezerra

MOSSORÓ

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)



Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

DOUGLAS PEREIRA FERREIRA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES, MOSSORÓ-RN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Modelagem ambiental e manejo de solo e água.

Defendida em: 16 / 09 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

_____
Joel Medeiros Bezerra, Prof. D. Sc. (UFERSA)
Presidente

_____
Antônio Aldísio Carlos Júnior. D. Sc. (UFERSA)
Membro Examinador

_____
Paulo Cesar Moura da Silva Prof. D. Sc. (UFERSA)
Membro Examinador

_____
Lenilton Alex de Araújo Oliveira. D.Sc (IFRN)
Membro Examinador

A meu Pai Lidinaldo Moura Ferreira, irmã Dirlene Pereira Ferreira e ao amigo e irmão Ruan Silva Conceição, exemplo de Engenheiro Ambiental.

(In Memoriam).

Dedico

À Jessica Paloma Pinheiro da Silva, então companheira, que me ajudou na caminhada de luta contra o câncer e não me deixou desistir, e à minha mãe, Lucineia Brito Pereira, que sempre acreditou em mim.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por nunca ter me dado respostas fáceis, contudo sempre me deu sabedoria e paciência para buscar as melhores soluções na vida. Agradeço ainda pela força na luta contra o câncer;

Agradeço à Liga Mossoroense de Estudos e Combate ao Câncer por toda a estrutura, atendimento e carinho durante todo o meu tratamento e acompanhamento oncológico;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), ao Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, a todos os docentes, técnicos administrativos da educação e funcionários das equipes de apoio, pela colaboração, compromisso com a excelência acadêmica, imprescindível para o processo de aprendizagem e formação profissional;

À equipe da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF), Centro de Pesquisas em Ciências Vegetais do Semiárido (CPVSA) da UFERSA, pela disponibilidade de infraestrutura e colaboração para o processo de edificação e conclusão desta pesquisa, ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Práticas Culturais e Pós-Colheitas para o Semiárido (GEPCS) por me acolherem em seus espaços e serem minha companhia diária durante o ciclo do mestrado;

Ao meu orientador, Prof. D. Sc. Joel Medeiros Bezerra, por me deixar livre para pensar e buscar soluções, pela disponibilidade em ouvir minhas dúvidas com atenção, ajudando na busca por soluções e por sempre ter compreensão diante da minha situação;

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite para participar desta defesa, contribuindo para o aperfeiçoamento deste trabalho;

Ao professor D. Sc. Rafael Oliveira Batista, pela grande disponibilidade em sempre me escultar e estar disponível a ajudar mesmo não sendo meu orientador e também pelo auxílio e pela grande capacidade de ser um facilitador de ideias, disponibilidade e indescritível paciência e sabedoria;

Às pessoas que compõem minha base de vida, minha mãe, Lucineia Brito Pereira, e meu pai, Lidinaldo Moura Ferreira (*in memoriam*), aos meus irmãos Denise, Dayane, Diego, Deyse, Dirlene (*in memoriam*), por apoiarem minhas escolhas e depositarem em mim a representatividade na hora de dar mais um passo, por tudo que me proporcionaram ao longo da vida. Ao Josevi Pedro da Silva, por ensinar que não somos árvores e não temos raízes para ficarmos fixos a lugares, pessoas e situações;

Aos amigos que a cidade de Mossoró me proporcionou, ao grande casal Rayanna Campos e Michely Santos, que foram minhas irmãs e enfermeiras na ausência e até mesmo na

presença da Jéssica, me acolhendo em sua casa e cuidando também da minha filha Rabetina (cachorrinha). Aos meus conterrâneos Pablo Almeida e Iron Dhones pelas potocas (mentiras) contadas, ao Isaac Alves por ser um amigo prestativo sempre, à Marianne por estar sempre alegre e divertida, ao time 7 da graduação em agronomia (Sidney Alves, Joaquim Filho e Glenda Justino) pela acolhida e conversas produtivas, à Cidinha por estar sempre disponível a uma conversa perdida, à Layla Borges por ser uma parceira de mestrado, ao Francisco Éder por estar sempre dando ideias para resolução de problemas criando outros, aos professores Jailma Suerda, Elizangela Cabral e Francisco Bezerra Neto pela preocupação e acolhida por esses quase três anos em Mossoró e por cuidarem da minha então esposa (Jéssica Paloma) como se fosse uma filha.

Destaque especial para Jessica Paloma Pinheiro da Silva, companheira (que amei, amo e amarei), por estar comigo nos momentos de maiores dificuldades, por ajudar-me a superar obstáculos de saúde (físico e psicológico), acadêmicos e profissionais, me proporcionando força para avançar e me apoiando para que eu nunca perdesse a direção, que, mesmo estando mergulhada nas ocupações do mestrado e doutorado, encontrou tempo para ser minha médica, enfermeira, professora, orientadora, patroa e quase uma mãe, perante minhas infantilidades da ressaca pós-quimioterapia e que sempre acreditou mais na minha cura do que eu mesmo.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização, sucesso e integridade deste trabalho e minha estadia em Mossoró.

Muitíssimo Obrigado.

Ser livre não é fazer o que se quer e bem se entende, mas fazer o que se deve, agir pelo dever.
[liberdade de não ser escravo dos seus pensamentos e desejos].

Immanuel Kant.

RESUMO

As discussões sobre gerenciamento dos resíduos sólidos no âmbito social, ambiental e sanitário resultaram na busca por respostas que resolvam, amenizem ou revertam problemas encontrados na gestão e gerenciamento dos resíduos. Inserida em tal contexto, tem-se a problemática da produção, com as consequentes dificuldades nas etapas de gerenciamento de resíduos sólidos oriundos das atividades inerentes ao meio rural. Diante desta questão levantada, a pesquisa teve como objetivo avaliar e propor soluções para o gerenciamento dos resíduos sólidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), na cidade de Mossoró. A realização da pesquisa fundamentou-se em duas técnicas metodológicas: exploratória e descritiva. A fase exploratória contou com uma revisão teórica sistemática e detalhada nas legislações ambientais vigentes, normas técnicas e literaturas acadêmicas do universo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Para a fase descritiva, foi realizado diagnóstico ambiental das áreas da fazenda, dividido em fases que incluíram o mapeamento das áreas experimentais, visitas *in loco*, identificação das fontes geradoras e caracterização dos resíduos sólidos agropecuários com base na NBR 10.004/2004. A etapa descritiva contou com identificação das etapas de gerenciamento adotadas na fazenda experimental. A revisão sistemática de literatura destacou as dificuldades encontradas para o gerenciamento de resíduos em áreas rurais no Brasil. Os principais empecilhos encontrados estão relacionados às distâncias entre os centros urbanos e comunidades rurais e o baixo nível de educação ambiental da população rural sobre processos de gerenciamento dos resíduos e os riscos para a saúde humana e meio ambiente. O mapeamento por setor proporcionou o detalhamento para a realização das visitas *in loco*. Durante as visitas, foram realizados registros fotográficos da infraestrutura, manejo de experimentos e presença de resíduos. A caracterização dos resíduos identificados no setor agrícola contou com elevada presença de resíduos recicláveis, Classe II B, provenientes do manejo de sistemas de irrigação, e resíduos Perigosos e indiferenciados Classe I, como embalagens de agrotóxicos e sobras orgânicas de experimentos. Por sua vez, no setor pecuário verificou-se reduzido volume e tipos de resíduos, contudo foram identificados EPIs descartados indevidamente e rejeitos oriundos de atividades apícolas. Quanto ao gerenciamento dos resíduos, evidenciou-se ineficiência das etapas de segregação, acondicionamento temporário dos resíduos, com destaque para a falta de recipientes adequados com ausência de rotulagem apropriada para os tipos de resíduos. A inexistência de periodicidade definida para a coleta e transporte interno também foi evidenciada, contribuindo para o acúmulo de materiais em áreas experimentais. Identificaram-se, ainda, falhas no armazenamento de resíduos perigosos, como embalagens de agrotóxicos, não seguindo as normas de segurança. O diagnóstico permitiu identificar o cenário atual de geração de resíduos, com predominância de geração e descarte de resíduos recicláveis não perigosos, Classe II A e B. Como medidas intervencionistas, a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), a capacitação contínua das equipes e o aprimoramento da infraestrutura resultariam na melhoria do manejo adequado dos resíduos na fazenda.

Palavras-chave: Controle ambiental; diagnóstico ambiental; logística reversa; Gestão de resíduos

ABSTRACT

Discussions surrounding solid waste management within social, environmental and sanitary contexts have led to a search for solutions that can resolve, mitigate, or reverse the problems encountered in waste management. Within this context, the issue of waste generation, along with the consequent difficulties in managing solid waste generated from rural activities, has emerged. Given this issue, this research aimed to evaluate and propose solutions for solid waste management at the Rafael Fernandes Experimental Farm, belonging to the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), located in the municipality of Mossoró. The research was based on two methodological techniques: exploratory and descriptive. The exploratory phase involved a systematic and detailed review of current environmental legislation, technical standards and academic literature on the universe of solid waste management. For the descriptive phase, an environmental diagnosis of the farm areas was carried out, divided into phases that included mapping experimental areas, on-site visits, identification of generation sources, and characterization of agricultural solid waste based on NBR 10.004/2004. Additionally, the descriptive stage involved identifying the management stages adopted at the experimental farm. The systematic literature review highlighted the difficulties encountered in managing waste in rural areas in Brazil. The main obstacles found are related to the distances between urban centers and rural communities and the low level of environmental education among the rural population regarding waste management processes and the risks to human health and the environment. The sectoral mapping provided the details for conducting on-site visits. During the visits, photographic records were made of the infrastructure, experiment management, and presence of waste. The characterization of the waste identified in the agricultural sector showed a high presence of recyclable waste, Class II B, from irrigation system management, and hazardous and non-hazardous waste, Class I, such as pesticide packaging and organic leftovers from experiments. In the livestock sector, a reduced volume and types of waste were observed; however, improperly discarded PPEs and waste from beekeeping activities were identified. Regarding waste management, inefficiencies were evident in the stages of segregation and temporary storage of waste, with a highlight on the lack of adequate containers and the absence of appropriate labeling for waste types. The lack of a defined periodicity for internal collection and transportation was also evident, contributing to the accumulation of materials in experimental areas. Furthermore, failures were identified in the storage of hazardous waste, such as pesticide packaging, which did not follow safety standards. The diagnosis allowed identifying the current scenario of waste generation, with a predominance of the generation and disposal of non-hazardous recyclable waste, Class II A and B. As intervention measures, the implementation of a Solid Waste Management Plan (SWMP), continuous training of teams, and the improvement of infrastructure would result in the improvement of proper waste management at the farm.

Keywords: Environmental control; environmental diagnosis; reverse logistics; Waste Management.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Figura 1 - Método proposto para seleção de literaturas base revisão sistemática..... **27**

Figura 2 – Fluxograma da seleção, inclusão e exclusão de trabalhos científicos contemplados na revisão sistemática de literatura..... **29**

Figura 3 - Evolução anual da destinação adequada de embalagens de defensivos agrícolas no Brasil..... **39**

Figura 4 - Fluxo da cadeia integrada para destinação final de embalagens de defensivos agrícolas..... **40**

CAPÍTULO II - MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

Figura 1 – Localização da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF)..... **54**

Figura 2 – Estrutura organizacional Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF). **55**

Figura 3 – Plano de voo da FERF pelo dronedeploy..... **56**

Figura 4 – Configurações avançadas do plano de voo no dronedeploy para FERF..... **57**

Figura 5 – Espacialização da Infraestrutura da FERF..... **60**

Figura 6 – Atividades experimentais realizadas nas áreas agrícolas da FERF..... **61**

Figura 7 – Resíduos recicláveis identificados em área com experimentos agrícolas da FERF..... **62**

Figura 8 – Resíduos perigosos identificados no setor de experimentos agrícolas da FERF..... **63**

Figura 9 – Resíduos sólidos indiferenciados identificados no setor de experimentos agrícolas da FERF..... **64**

Figura 10 – Resíduos sólidos identificados nas vias internas e trilhas de acesso da FERF..... **65**

Figura 11 – Resíduos originados no setor de experimentos apícolas..... **65**

Figura 12- Tipos de resíduos sólidos encontrados em áreas com atividades experimentais na FERF **66**

CAPÍTULO III – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

Figura 1 – Localização da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF) **83**

Figura 2- Fluxograma das etapas adotadas no diagnóstico de gerenciamento de resíduos..... **85**

Figura 3 - Galpão de máquinas e veículos agrícolas, bombonas de acondicionamento de resíduos..... **89**

Figura 4 – Descarte inadequado no entorno do Galpão de máquinas e veículos agrícolas da FERF..... **89**

Figura 5 - Laboratório agrícola, depósito de subsídios agrícolas e bombona de acondicionamento de resíduos..... **90**

Figura 6 – Descarte em vias internas e áreas experimentais em pousio da FERF..... **91**

Figura 7 - Casa de cera e bombonas de acondicionamento de resíduos na FERF..... **92**

Figura 8 – Resíduos indiferenciados descartados indevidamente próximo à casa de cera na FERF..... **93**

Figura 9 - Meliponário e bombonas de acondicionamento de resíduos na FERF..... **93**

Figura 10 – Armazenamento indevido de embalagens de defensivos agrícolas na área externa do abrigo de embalagens da FERF..... **94**

Figura 11 – Armazenamento indevido e organização do abrigo de embalagens na FERF..... **95**

Figura 12 – Veículo, trajeto do transporte externo e abrigo de resíduos da UFERSA Mossoró..... **96**

Figura 13 – Queima de resíduos em acondicionador metálico..... **97**

Figura 14 – Queima de resíduos diretamente no solo..... **98**

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Quadro 1 - Artigos e Resumos expandidos abordando os temas "Destinação de resíduos em áreas rurais" e "Gestão e /ou Gerenciamento de resíduos em áreas rurais" **30**

Quadro 2 - Monografias, Dissertações e Teses abordando os temas "Destinação de resíduos em áreas rurais" e "Gestão e /ou Gerenciamento de resíduos em áreas rurais" **34**

Quadro 3 - Mecanismos de viabilização da cadeia integrada de destinação final de embalagens de agrotóxicos……..... **40**

CAPÍTULO II - MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

Quadro 1 - Caracterização dos resíduos segundo a NBR 10.004 /2004 ..... **57**

Quadro 2- Caracterização dos resíduos gerados nas áreas com experimentos agropecuários na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF)..... **69**

Quadro 3 - Caracterização dos resíduos gerados no galpão de máquinas e veículos agrícolas da FERF……..... **73**

CAPÍTULO III – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

Quadro 1 – Padrão de código de cores para coleta seletiva **88**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II - MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

Tabela 1 – Especificações de locais visitados na FERF .....…..... **58**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONEDO	Congresso Nacional de Educação
DAE	Departamento de Águas e Esgotos
INPEV	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
NBR	Norma Brasileira
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSR	Programa Nacional de Saneamento Rural
RS	Resíduos Sólidos
SciELO	*Scientific Electronic Library Online*
TEDE	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

CAPÍTULO II - MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos E Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FERF	Fazenda Experimental Rafael Fernandes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
PEAB	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PET	Polietileno Tereftalato
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PP	Polipropileno

PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de Vinila
RA	Resíduos Agrícolas
RCC	Resíduos da Construção Civil
RE	Resíduos Eletrônicos
RR	Resíduos Recicláveis
TNT	Tecido Não Tecido
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

CAPÍTULO III – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ESAM	Escola Superior de Agricultura de Mossoró
FERF	Fazenda Experimental Rafael Fernandes
Ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPEV	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens
NCTA	Núcleo de Capacitação Tecnológica em Apicultura
PET	Polietileno tereftalato
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RN	Rio Grande do Norte
SNIS	Sistema Nacional de Informação de Saneamento Básico
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
UPA	Unidade de Proteção Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL 20

REFERÊNCIAS 22

CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. 24

RESUMO 24

ABSTRACT 25

1 INTRODUÇÃO 26

2 MATERIAL E MÉTODOS 27

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 28

3.1 QUANTIFICAÇÃO DA BASE DE DADOS EXPLORADA 28

3.2 DIFICULDADES PARA MANEJO DE RESÍDUOS EM ÁREAS RURAIS..... 36

3.2.1 Armazenamento e tratamento de resíduos orgânicos 37

3.2.2 Embalagens vazias de agrotóxicos 38

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 42

REFERÊNCIAS 43

CAPÍTULO II - MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES 49

RESUMO..... 49

ABSTRACT..... 50

1 INTRODUÇÃO..... 52

2 MATERIAL E MÉTODOS 52

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... 52

2.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA..... 55

2.2.1 Identificação das áreas da fazenda..... 55

2.2.2 Mapeamento ambiental e identificação das fontes geradoras de resíduos. 56

2.2.3 Classificação dos Tipos de Resíduos..... 57

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 58

3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DA FAZENDA **58**

3.2 MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS 59

3.2.1 Mapeamento ambiental por zonas 59

3.2.2 Identificação das atividades geradoras 61

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ÁREA EXPERIMETAIS AGROPECUÁRIAS 67
4 CONCLUSÃO 75
REFERÊNCIAS 75
CAPÍTULO III – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES 79
RESUMO 79
ABSTRACT 80
1 INTRODUÇÃO 81
2 MATERIAL E MÉTODOS 83
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARATERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO 83
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 84
2.2.1 Delineamento da pesquisa 84
2.2.2 Identificação das etapas do gerenciamento dos resíduos agropecuários da FERF 85
2.2.3 Análise das etapas de gerenciamento de resíduos agropecuários da FERF..... 86
2.2.4 Elaboração de propostas de intervenção 86
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 86
3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ETAPAS DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS 86
3.2 ANÁLISE DAS ETAPAS DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS 87
3.2.1 Segregação e Acondicionamento 87
3.2.1.1 Galpão de máquinas e veículos agrícolas 88
3.2.1.2 Área destinada aos experimentos agrícolas..... 90
3.2.1.3 Área destinada aos experimentos ap*ícolas* 91
3.2.2 Ações de coleta e transporte interno 93
3.2.3 Armazenamento de resíduos 94
3.2.4 Transporte Externo de resíduos 95
3.2.5 Destinação final 96
3.2.5.1 Embalagens de agrotóxicos 96
3.2.5.2 Resíduos Orgânicos 96
3.2.5.3 Resíduos Indiferenciados 97
3.2.5.4 Resíduos Recicláveis 97
3.2.5.5 Queima de resíduos 97

3.3 PROPOSTAS DE INTERVENÇÕES VOLTADAS AO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS 98

3.3.1 Segregação e Acondicionamento Adequado nas Áreas Experimentais..... 98

3.3.2 Melhoria no Transporte e Armazenamento Temporário de Resíduos..... 99

3.3.3 Transporte externo..... 100

3.3.4 Elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos agropecuários 100

4 CONCLUSÃO 101

REFERÊNCIAS 101

CONCLUSÕES GERAIS 104

1 INTRODUÇÃO GERAL

As mudanças dos hábitos de consumo e produção ocasionados pelo crescimento populacional resultaram no cenário de intensificação da geração de resíduos. As dúvidas sobre o que fazer com os resíduos gerados pelas atividades antrópicas são um problema global, podendo afetar o meio ambiente e a sociedade como um todo (Gerin, 2021). As discussões sobre destinação final dos resíduos sólidos no âmbito social, ambiental e sanitário têm o propósito de buscar amenizar e reverter situações existentes, repercutindo diretamente nos debates no domínio acadêmico, gestores públicos e sociedade (Teixeira, 2017).

O setor agropecuário do Brasil passou por complexas inovações nas últimas décadas, investimentos em pesquisas e programas de incentivos, promovendo o aumento de produtividade e a mudança do perfil e estabilização da agropecuária na economia do país (Santos e Kitajima, 2022). A modernização do campo a partir da inserção de subsídios tecnológicos de produção e o aumento do consumo nas residências têm impulsionado a geração de resíduos em áreas rurais (Britzke, 2021). Resíduos agropecuários podem ser considerados como aqueles exclusivamente gerados de atividades agropecuárias, como compostos de lavouras, palhas de atividades de zootecnia, dejetos orgânicos passíveis de tratamento e com baixo potencial de serem contaminantes (Palma *et al*., 2021).

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos foi impulsionada pela Lei nº 11.445/2007, que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico (Brasil, 2007). Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n° 12.305, estabelecendo a obrigatoriedade da implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) a diferentes tipos de empreendimentos geradores de resíduos (Brasil, 2010). Posteriormente, foi constituído o Programa Nacional de Saneamento Rural, estabelecido pela Portaria nº 3.174, de dois de dezembro de 2019, buscando incrementar ações para a universalização do acesso ao saneamento básico em áreas rurais, tal qual comunidades tradicionais (Brasil, 2019).

Gerin (2021) expressa que o PGRS é um dos componentes da gestão ambiental, sendo sustentado por normas, legislações e procedimentos próprios, de modo que sua fundamentação exige razões, modelos, propósitos e instrumentações de gestão ambiental e estrutura organizacional que ofereçam o suporte necessário para todo o sistema. Mesmo com as etapas de gerenciamento já estabelecidas, o meio rural ainda encontra inúmeros empecilhos para realizá-las, principalmente a coleta e destinação (Palma *et al*., 2021).

Logo, o manejo adequado dos resíduos sólidos agropecuários necessita de sistemas coniventes à realidade das comunidades rurais ou individuais para cada propriedade. Palma *et*

al. (2021) apontam o gerenciamento de resíduos em áreas rurais como alternativa viável, quando adotadas medidas individuais ou em cooperativas de pequenas comunidades rurais, considerando a tipologia e quantidade de resíduos, seguido da elaboração do PGRS agropecuários. Como alternativa para o gerenciamento dos resíduos em áreas rurais, tem-se a compostagem, coleta seletiva, logística reversa, reciclagem, reutilização e uso de biodigestores (Gerber; Pasquali e Bechara, 2015; Palma *et al*., 2021).

Inserida neste contexto está a Fazenda Experimental Rafael Fernandes, uma extensão da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sediando pesquisas dos cursos de Pós-graduação em Fitotecnia, Manejo de Solo e Água, Produção Animal, Ciência Animal e graduação em Agronomia, Ecologia, Engenharia Florestal, Engenharia Agrícola e Zootecnia. A Fazenda abriga o Núcleo de Capacitação em Tecnologia em Apicultura – NCTA, destinada à realização de estudos e pesquisas com abelhas. Em virtude das atividades realizadas na Fazenda, existe considerável geração considerável de resíduos específicos, oriundos das atividades experimentais agropecuárias e administrativas. Linhares (2023) descreve que atividades agrícolas produzem grande quantidade de resíduos, em grande parte embalagens para controle de pragas, medicação para tratamento animal, adubos, materiais plásticos, resíduos líquidos e embalagens de graxas e óleos utilizados para tratores e maquinários.

Diante desse cenário, buscou-se a realização do presente estudo para identificar e preencher as lacunas existentes no gerenciamento de resíduos sólidos agropecuários em áreas experimentais da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Embora a PNRS forneça diretrizes gerais para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, estudos específicos abordando as particularidades do setor agropecuário, tais como estudos em regiões de clima semiárido são escassos. Além disso, a crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelo manejo inadequado de resíduos reforça a necessidade de análise crítica das práticas adotadas na Fazenda, direcionadas à promoção da sustentabilidade e à conformidade legal (Palma *et al*, 2021). Ademais, a análise detalhada dos processos de gerenciamento de resíduos na Fazenda Experimental se faz necessária para propor melhorias e soluções que possam ser replicadas em outras propriedades rurais.

Dentro do contexto das atividades supracitadas realizadas na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, o estudo pretende averiguar o panorama atual de produção e manejo dos resíduos gerados pelas atividades agrícolas e agropecuárias, propondo ações visando à otimização do gerenciamento de resíduos sólidos, considerando que o PGRS implementado na UFERSA *Campus* Mossoró no ano de 2010 não contempla os resíduos sólidos agrícolas

gerados na Fazenda Experimental, local onde há grande demanda de uso do solo, água e demais recursos naturais nos seus diversos experimentos.

A pesquisa desenvolvida teve como objetivo avaliar o gerenciamento dos resíduos sólidos agrícolas na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 3.174**, de 2 de dezembro de 2019, Programa Nacional de Saneamento Rural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2019/prt3174_04_12_2019.html. Acesso em 16 jul. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 22 nov. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **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: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso: 22 nov. 2022.

BRITZKE, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos rurais no município de Cerro Largo - RS**. 2021. 180f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Políticas Públicas). Universidade Federal da Fronteira Sul, cidade, 2021. Disponível em: https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4172. Acesso em: 23 nov. 2022.

GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F.C. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 6, n. 1, p. 293-306, 2015. https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023. Acesso em: 23 nov. 2022.

GERIN, A. C. M. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS): Estudo de Caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Revista Debates em Administração Pública – REDAP**., v. 2, n. 6, p. 01 - 33, 2021. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/redap/article/view/5917. Acesso em: 29 jun. 2024.

LINHARES, E. L. R. Problemática da coleta dos resíduos sólidos e líquidos na zona rural de Caraúbas-RN. **Anais** IX CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/100861. Acesso em: 23 jan. 2024.

PALMA, I. M.; NEVES, I. S.; LIMA, D. A.; GUIMARÃES, G. L.; MATIAS, M. I. A. S.; SANTOS, M. B.; JESUS, M. S.; SANTOS, P. O. Panorama dos Resíduos Sólidos Agropecuários da Unidade Educativa de Campo Fazenda Aldeia do IF Baiano, campus Valença. **Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 65807–65834, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-045. Acesso em: 21 jan. 2024.

SANTOS, H. S.; KITAJIMA, L. F. W. Análise de parâmetros de qualidade ambiental em propriedades rurais do oeste da Bahia para definição da sustentabilidade do negócio agropecuário. **Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente: avanços, retrocessos e novas perspectivas: Avanços, retrospectos e novas perspectivas**, São Paulo, v. 2, c. 6, p. 75-89, 2022. Disponível em: https://dx.doi.org/10.37885/220107164. Acesso em: 20 jan. 2024.

TEIXEIRA, J. C. M. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMDIRS/ Natal)**: Autores, processos, instituições e resultados. Programa de Pós Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2017. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/redap/article/view/5917. Acesso em 03 fev. 2022.

CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Considerável parcela das comunidades rurais do Brasil não é contemplada pela implementação de instrumentos previstos na Políticas Nacional de Resíduos Sólidos. Neste contexto, este estudo realiza uma revisão sistemática da literatura sobre o gerenciamento de resíduos no meio rural. A pesquisa utilizou plataformas digitais de artigos científicos, cobrindo o período de 2010 a 2023, e incluiu teses, dissertações, monografias e legislações sobre resíduos sólidos entre 2010 e 2022. Foram usados os termos "Destinação de resíduos em áreas rurais" e "gerenciamento de resíduos agropecuários". A seleção abrangeu uma tese, duas dissertações, duas monografias de especialização, quatro monografias de graduação e quinze artigos em periódicos nacionais e internacionais. Os principais resíduos encontrados em áreas rurais brasileiras incluem embalagens de agrotóxicos, óleos lubrificantes, resíduos orgânicos e domiciliares, sendo os dois primeiros os mais preocupantes, devido ao seu potencial contaminante, e os dois últimos com maior frequência de representatividade. As práticas adotadas em comunidades rurais, caracterizadas pela carência de informações adequadas, causam impactos negativos ao meio ambiente. Essa situação é agravada pela ineficiência do poder público, que não consegue atender às demandas de coleta, transporte e destinação final dos resíduos gerados no campo, comprometendo a gestão ambiental rural.

Palavras-chave: Destinação final; Programa Nacional de Saneamento Rural; meio rural; manejo.

CHAPTER I – CHALLENGES IN SOLID WASTE MANAGEMENT IN RURAL AREAS: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

A significant portion of rural communities in Brazil is not contemplated by the implementation of instruments outlined in the National Solid Waste Policy. This study conducts a systematic literature review on solid waste management in rural areas. Digital platforms of scientific articles were used, covering the period from 2010 to 2023, and included theses, dissertations, monographs, and legislation on solid waste between 2010 and 2022. The search terms "waste disposal in rural areas" and "agricultural waste management" were used. The selection encompassed one thesis, two dissertations, two specialization monographs, four undergraduate monographs, and fifteen articles in national and international journals. The main waste types found in Brazilian rural areas include pesticide packaging, lubricating oils, organic waste, and household waste. The first two are the most concerning due to their contaminant potential, while the latter two are more frequently found. The practices adopted in rural communities, characterized by a lack of adequate information, end up causing negative impacts on the environment. This situation is exacerbated by the inefficiency of the public sector, which cannot meet the demands for collection, transportation, and final disposal of waste generated in rural areas, compromising rural environmental management.

Keywords: Final disposition; National Rural Sanitation Program; countryside; management.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e as mudanças de hábitos de consumo resultaram no aumento expressivo da geração de resíduos (Morais; Costa; Seabra Filho, 2020). No meio rural, a adoção de novas tecnologias agrícolas impulsionou a produção e, consequentemente, o volume de resíduos gerados (Britzke, 2021). As dúvidas sobre o que fazer com os resíduos gerados pelas atividades antrópicas afetam o meio ambiente e a sociedade (Gerin, 2021). As discussões sociais e acadêmicas sobre destinação final dos resíduos sólidos buscam repostas para mitigar e reverter problemas de maneira direta (Teixeira, 2017).

Segundo Santos e Cordeiro (2021), o incremento de utensílios tecnológicos no campo tem intensificado a produção agrícola e melhoria de vida da população rural. Em contrapartida, a melhoria da qualidade de vida e poder aquisitivo se refletem diretamente no aumento da geração de resíduos, especificamente os de origem doméstica e resultantes das atividades agropecuárias (Linhares, 2023). Segundo Silva (2022), o setor agropecuário apresentou o maior crescimento econômico, comparado a outros setores da economia brasileira, nos últimos cinquenta anos, mantendo constância nos volumes e valores de produtividade.

Segundo Linhares (2023), atividades realizadas em comunidades rurais, pecuária bovina, grandes plantações e sistemas agrossilvopastoris, geram grandes quantidades de resíduos provenientes de suas atividades. Palma *et al*. (2021) conceituam resíduos agrícolas como aqueles provenientes de atividades agropecuárias, sendo compostos de lavouras, palhas de atividades de zootecnia embalagens de agrotóxicos, embalagens de medicação, dejetos orgânicos passíveis de tratamento e com baixa potencial contaminantes.

No Brasil, o descarte indevido dos resíduos sólidos, independentemente da sua natureza, é considerado um dos principais causadores de problemas ambientais (Simonetti *et al*., 2021). Em 2022, o Brasil coletou cerca de 77,7 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, dos quais 38,9% foram descartados de maneira inadequada, evidenciando a persistência de desafios na gestão dos resíduos (ABREMA, 2023). Buscando mitigar problemas relativos ao gerenciamento dos resíduos sólidos, foi criada a Lei n° 12.305, em dois de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), determinando que todos os resíduos devem ser processados apropriadamente, recebendo destinação final somente após o processamento (Brasil, 2010). Após a criação da PNRS, foi observada singela melhoria no gerenciamento de resíduos sólidos em âmbito nacional, especialmente em pequenas cidades (Soares, 2021).

Com o intuito de melhorar a gestão de resíduos sólidos na zona rural por meio de políticas públicas para o melhor gerenciamento dos resíduos nestas áreas, no ano de 2012 foi iniciada a elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR); em 2019, foi lançada a Portaria nº 3.174/2019, que dispõe sobre o PNSR, cuja principal finalidade é articular e incrementar ações focadas na universalização do acesso ao saneamento básico em áreas rurais, tal qual comunidades tradicionais (Brasil, 2019).

Diante desse cenário, este estudo realiza uma revisão sistemática da literatura, abordando os desafios enfrentados na gestão de resíduos sólidos no meio rural e propostas de soluções baseadas em legislações e normas técnicas vigentes.

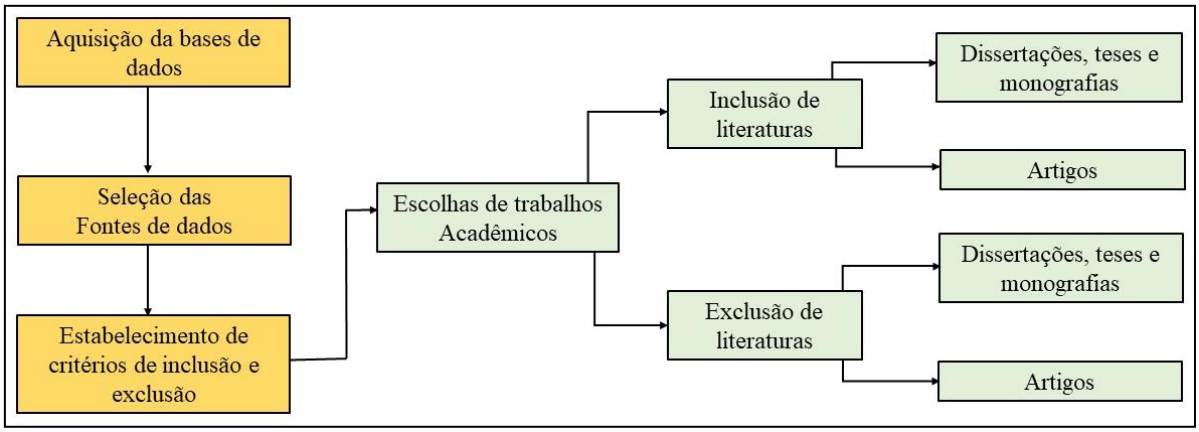
2 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão sistemática baseia-se na análise de trabalhos científicos publicados em revistas acadêmicas, anais de eventos, monografias, dissertações e teses, dentre outros. A pesquisa teórica utiliza procedimentos técnicos predominantemente bibliográficos (Bonat, 2009). Esta abordagem implica um aprofundamento e rigor substanciais para esclarecer as dúvidas iniciais relativas ao problema investigado (Gil, 2022).

Para a confecção da revisão, determinou-se consultas nas plataformas de pesquisa Google Acadêmico, Portal de Periódicos Capes, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *ResearchGate*, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, Science Direct, *Web of Science,* Scopus, abordando trabalhos publicados em periódicos acadêmicos, teses e dissertações sobre os temas “Destinação de resíduos em áreas rurais” e “Gerenciamento de resíduos agropecuários”. Foram consultados 35 trabalhos, enriquecendo a base de informações bibliográficas relativas aos seguintes assuntos “Política Nacional de Resíduos Sólidos”, “Programa Nacional de Saneamento Rural”, “Gerenciamento de resíduos sólidos” e “Logística reversa de embalagens de defensivos agrícolas”.

Após processo de leitura dos trabalhos, buscou-se estabelecer um padrão para efetuar uma seleção das obras: para produções acadêmicas, estabeleceu-se um período de 13 anos 2010 – 2023), selecionando, desse modo, artigos científicos, monografias, dissertações e teses. Para a seleção dos trabalhos, adotou-se o método utilizado por Rocha; Silva, e Batista (2023). O primeiro passo foi a análise dos títulos e resumos, com o intuito de implementar a triagem de acordo com os critérios estabelecidos da seleção dos trabalhos. Em seguida, foram realizadas a leitura e seleção dos artigos, conforme Figura 1.

Figura 1. Método proposto para seleção de literaturas base da revisão sistemática.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Após a seleção das obras pertinentes, os resultados foram consolidados e discutidos em consonância com os temas relacionados e os critérios de busca pré-estabelecidos. A caracterização geral do estudo esteve focada nas dificuldades enfrentadas para a destinação e tratamento de resíduos sólidos em comunidades e propriedades rurais, culminando na escolha da temática “problemática do gerenciamento de resíduos no meio rural”. A organização dos resultados foi estruturada em quadros, com colunas detalhando dados como autoria, ano, base de dados, periódico, idioma, método, tipo de resíduo e práticas de gerenciamento, seguindo padrões definidos para a revisão sistemática.

Quanto às legislações inerentes aos resíduos sólidos e meio ambiente, não houve periodização, mas a importância determinada para a gestão e gerenciamento legal de resíduos sólidos, considerando legislações de âmbito nacional, estadual e normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

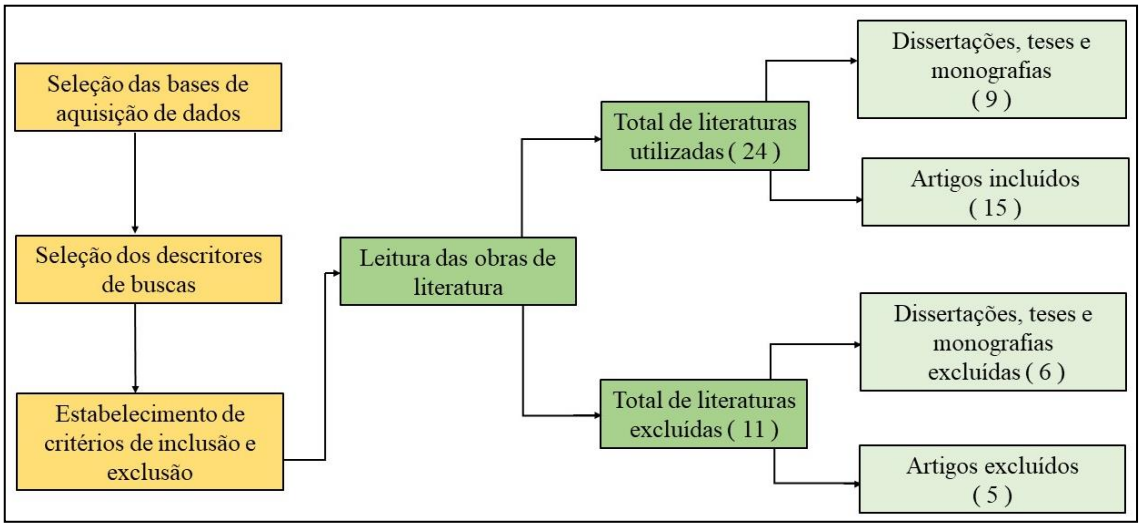
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 QUANTIFICAÇÃO DA BASE DE DADOS EXPLORADA

No primeiro momento, foram contabilizados 35 trabalhos para verificação como base de dados bibliográficos, constatando limitado volume quanto à produtividade de trabalhos técnico-científicos abordando temas como "Destinação de resíduos em áreas rurais" e "Gerenciamento de resíduos agropecuários”. Como medida compensatória ao reduzido número de produções, foram considerados também resumos expandidos e artigos publicados em Anais de congressos. Após a leitura das bases escolhidas para desenvolvimento das

pesquisas, foram selecionadas uma Tese, duas dissertações, duas monografias de especialização, quatro monografias de graduação, além de 15 artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais. O processo de seleção também contou com o preterimento de 11 bases de informações anteriormente escolhidas, conforme a Figura 2.

Figura 2. Fluxograma da seleção, inclusão e exclusão de trabalhos científicos contemplados na revisão sistemática de literatura.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Os estudos selecionados apresentaram diversas abordagens metodológicas: três revisões sistemáticas de literatura, uma revisão teórico-bibliográfica e onze de caráter experimental. As fontes utilizadas foram *Scielo*, Google Acadêmico e *ResearchGate*, com quatorze artigos em português e um em inglês. As publicações consultadas incluíram periódicos como Revista Agrogeoambiental, Revista Agronegócio e Meio Ambiente, Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Pesquisas Aplicadas e Agrotecnologia, Ciência e Sustentabilidade, Gestão e Produção, Revista Interações, Revista DAE, Revista Brasileira de Geografia Física, Revista de Ciências ambientais, *Journal of Development, Research, Society and Development*, além de artigos nos Anais do IX Congresso Nacional de educação (CONEDO), conforme Quadro 1.

Quadro 1. Artigos e Resumos expandidos abordando os temas “Destinação de resíduos em áreas rurais” e “Gestão e /ou Gerenciamento de resíduos em áreas rurais”.

N	Autor/ano	Título	Palavras-chave	Base de dados	Periódico	ISSN e-ISSN	Idioma	Método
1	Durazzini e Paradelo (2010)	Lixo rural no Brasil: a problemática da destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos e a realização de coleta seletiva	Coleta seletiva, reciclagem, resíduos sólidos, lixo rural	Google Acadêmico	Revista Agrogeoambiental	2316 - 1817	Português	Revisão teórico-bibliográfica
2	Mazza *et al*. (2014)	Gestão de resíduos sólidos em propriedades rurais de municípios do interior do estado do Rio Grande do Sul	Gestão Ambiental, Propriedades Rurais, Resíduos Sólidos	Google Acadêmico	Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA	2176 - 9168	Português	Revisão teórico-bibliográfica
3	Gerber; Pasquali e Bechara (2015)	Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais	Lixo; Coleta Seletiva; Resíduos Recicláveis	*ResearchGate*	Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais	2179 - 6858	Português	Revisão sistemática
4	Nogueira *et al*. (2015)	Destinação dos resíduos sólidos de atividade agropecuária e riscos de poluição ambiental em comunidade do município de Cascavel - Paraná	Resíduo Sólido de Serviço de Saúde Veterinário (RSSSV), Bovinocultura de leite, Logística Reversa	Google Acadêmico	Pesquisas aplicadas e Agrotecnologia	1984 - 7548	Português	Experimental
5	Freire *et al*. (2016)	A problemática da destinação dos resíduos sólidos no território rural: o caso do sítio Boi Morto	Lixo Rural. Destino Final do Lixo. Gestão Municipal	Google Acadêmico	Ciência e Sustentabilidade - CeS	2447 - 4606	Português	Experimental

6	Fão *et al*. (2018)	Gestão sustentável de resíduos sólidos em propriedades rurais do interior do RS	Resíduos Sólidos; Sustentabilidade ; Propriedades Rurais	*ResearchGate*	Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais	2179 - 6858	Português	Experimental
7	Fernandes *et al*. (2018)	Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa	Revisão sistemática; mensuração do desempenho; indicadores; logística reversa.	*Scielo*	Gestão e Produção	1806 - 9649	Inglês	Revisão sistemática
8	Cornélio *et al*. (2019)	Estudo dos resíduos sólidos domésticos da terra indígena Rio das Cobras no município de Nova Laranjeiras- PR.	comunidade indígena; meio ambiente; reciclagem; Kaingang	*Scielo*	Interações	1518 - 7012	Português	Experimental
9	Roland *et al*. (2019)	Análise comparativa da eficácia de políticas públicas de coleta de resíduos sólidos em três comunidades rurais brasileiras	Resíduos sólidos; PMGIRS; Comunidades rurais; Pesquisa qualitativa.	Google Acadêmico	Revista DAE	0101 – 6040	Português	Experimental
10	Roland *et al*. (2019)	A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico	Área rurais. Desigualdades. Políticas públicas. PNSR.	Google Acadêmico	Revista DAE	0101 - 6040	Português	Experimental
11	Medeiros; Lunardi;	Proposta de Gestão Adequada de Resíduos Sólidos Domiciliares em Comunidades Rurais	Geoprocessamento; Gestão Ambiental; Políticas Públicas;	Google Acadêmico	Revista Brasileira de Geografia Física	1984 - 2295	Português	Experimental

	Lunardi (2020)	Utilizando Análise Espacial	Sustentabilidade ; Unidades de Conservação					
12	Cordeiro *et al*. (2020)	Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais	Açaí; Aproveitamento de Resíduos; Cana-de-Açúcar; Laranja; Mandioca.	Google Acadêmico	Revista de Ciências Ambientais	1981 - 8858	Português	Experimental
13	Palma *et al*. (2021)	Panorama dos Resíduos Sólidos Agropecuários da Unidade Educativa de Campo Fazenda Aldeia do IF Baiano, campus Valença	Gerenciamento; Resíduos Agropecuários; Meio Ambiente	Google Acadêmico	*Journal of Development*,	1984 - 2295	Português	Experimental
14	Santos e Cordeiro (2021)	Manejo de resíduos sólidos na comunidade rural Boca da Mata – Jardim – CE	Zona rural; resíduos; percepção ambiental	Google Acadêmico	*Research, Society and Development*	2525 - 3409	Português	Experimental
15	Linhares (2023)	Problemática da coleta dos resíduos sólidos e líquidos na zona rural de Caraúbas-RN	Lixo, Descarte, Disposição final, Meio ambiente.	Google Acadêmico	IX CONEDO	2358 - 8829	Português	Experimental

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A proposição da “problemática do gerenciamento de resíduos sólidos no meio rural” abrange diversos desafios relacionados à geração e gestão de resíduos nas áreas rurais do Brasil. A pesquisa esteve focada no gerenciamento de resíduos domiciliares e agrícolas, destacando a ausência de políticas públicas, como a coleta seletiva, nessas regiões. Durazzini e Paradelo (2010) apontam que a falta ou morosidade na implementação da coleta seletiva é um problema recorrente no país.

A análise dos artigos no Quadro 1 evidenciou que a maioria dos trabalhos se concentra no manejo e destinação final de resíduos sólidos sob a perspectiva da gestão ambiental e reaproveitamento de materiais. Estudos como os de Durazzini e Paradelo (2010) e Freire *et al*. (2016) discutem a destinação inadequada de resíduos, como embalagens de agrotóxicos, reforçando a importância da coleta seletiva e reciclagem. Por sua vez, Nogueira *et al*. (2015) e Cordeiro *et al*. (2020) enfatizam a logística reversa e a gestão integrada de resíduos nas atividades agropecuárias.

Segundo Durazzini e Paradelo (2010) e Linhares (2023), as dificuldades na gestão adequada de resíduos rurais incluem a falta de infraestrutura e as distâncias entre as propriedades e centros urbanos, o que inviabiliza a coleta. Fão *et al*. (2018) relacionam a ausência de coleta ao descarte inadequado e à contaminação ambiental, com implicações sanitárias para as comunidades rurais. A sustentabilidade, abordada por autores como Roland *et al*. (2019), também se destaca como objetivo essencial, propondo a integração de tecnologias, políticas públicas e conscientização local.

Após as análises dos artigos, seguiu-se para as consultas em teses, dissertações e monografias, com o intuito de explorar meios alternativos de pesquisas realizadas, especificando as situações das monografias, as quais possuem duas naturezas, sendo divididas em dois grupos, as que serviram de base para conclusão de cursos de graduação e para cursos de pós graduação *latu sensu* e *stricto sensu*. Ressaltamos que algumas destas pesquisas foram alicerces para publicação em periódicos (Ramalho, 2018; Bernardi, 2018; Britzke, 2021; Soares, 2021), rendendo três publicações em periódicos como artigos, dois capítulos de livros e apresentações em eventos.

Quanto à disponibilização dos trabalhos, as dissertações e Tese foram encontradas no banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – TEDE, ao passo que as monografias estavam disponíveis na base de dados do Google Acadêmico. Quanto à natureza dos trabalhos, seis são de natureza experimental e três de revisões de literatura, as bases escolhidas contemplam período de 2010-2022 (Quadro 2).

Quadro 2. Monografias, Dissertações e Teses abordando os temas “Destinação de resíduos em áreas rurais” e “Gestão e /ou Gerenciamento de resíduos em áreas rurais”.

N	Autor/ Ano	Título	Palavras-chave	Base de dados	Tipo de pesquisa	Idioma	Método
1	Pedroso (2010)	Destinação e Armazenagem de Resíduos Sólidos em Propriedades Rurais.	Resíduos sólidos; gestão de resíduos; propriedades rurais	Google Acadêmico	Monografia de graduação	Português	Experimental
2	Roversi (2013)	Destinação dos resíduos sólidos no meio rural.	Resíduos sólidos; Meio rural; Redução do lixo; Preservação ambiental	Google Acadêmico	Monografia de Especialização	Português	Revisão de Literatura
3	Ramalho (2018)	Manejo de resíduos sólidos gerados em áreas rurais por agricultores de um município de pequeno porte	Embalagens de agrotóxicos; Destinação final; Gerenciamento.	Google Acadêmico	Dissertação	Português	Experimental
4	Bernardi (2018)	Gestão de resíduos sólidos no meio rural: um levantamento em municípios do Oeste Catarinense.	Lixo; Descarte; Preservação ambiental.	Google Acadêmico	Monografia de especialização	Português	Experimental
5	Britzke (2021)	Gerenciamento de resíduos sólidos rurais no município de Cerro Largo - RS.	Políticas Públicas; Manejo de Resíduos Sólidos; Propriedades Rurais; Sustentabilidade	Google Acadêmico	Dissertação	Português	Experimental
6	Pereira (2021)	Destinação dos resíduos sólidos gerados na zona rural do município de Palmas, Tocantins	Resíduos sólidos; destinação; programa nacional de saneamento rural; propriedades rurais.	Google Acadêmico	Monografia de graduação	Português	Experimental

7	Poleze (2021)	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) de um imóvel rural: um estudo de caso.	Gestão Ambiental; Meio Ambiente; Sustentabilidade.	Google Acadêmico	Monografia de graduação	Português	Experimental
8	Soares (2021)	Avaliação da política nacional de resíduos sólidos: fundamentos, determinações e sujeitos no processo de formulação da política.	Ambiente; Resíduos sólidos; Políticas públicas; Sustentabilidade; Política Nacional de Resíduos Sólidos	TEDE	Tese	Português	Revisão sistemática de literatura
9	Silva (2022)	Revisão de literatura sobre o aproveitamento de resíduos sólidos urbanos para a produção do biogás.	Impactos ambientais; matriz energética; poluição.	Google Acadêmico	Monografia de graduação	Português	Revisão de literatura

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A análise do Quadro 2 evidencia que parcela considerável dos trabalhos acadêmicos de monografias, dissertações e teses aborda o manejo de resíduos sólidos no meio rural com foco na destinação final e nas dificuldades operacionais enfrentadas. Estudos como os de Pedroso (2010) e Ramalho (2018) destacam a importância do correto armazenamento e destinação final, principalmente das embalagens de agrotóxicos, enfatizando a necessidade de soluções práticas para o gerenciamento de resíduos em propriedades rurais.

Em paralelo, trabalhos abordando componentes da gestão dos resíduos sólidos, Britzke (2021) e Bernardi (2018) ressaltam a importância da implementação de políticas públicas focadas no manejo sustentável dos resíduos sólidos rurais. De acordo com Poleze (2021), o sucesso do gerenciamento dos resíduos em áreas ruais depende da integração eficaz entre as regulamentações governamentais e adoção das práticas locais de gestão ambiental, visando à preservação do meio ambiente e a sustentabilidade das propriedades rurais.

Abordagens mais amplas, como as estabelecidas por Soares (2021) e Silva (2022), discutem o papel das políticas públicas e das oportunidades tecnológicas, como o aproveitamento de resíduos para a produção de biogás. De maneira geral, os estudos destacaram a crescente preocupação sobre o aumento da geração de resíduos em áreas rurais e os impactos ambientais gerados, além da necessidade da geração de soluções inovadoras que considerem tanto a eficiência energética quanto a redução da poluição em áreas rurais.

3.2 DIFICULDADES PARA MANEJO DE RESÍDUOS EM ÁREAS RURAIS

Os grandes entraves para a realização de etapas de gerenciamento, como coleta, transporte e destinação, podem estar relacionados a distâncias entre a propriedade e comunidade rural e a sede municipal, como também às condições topográficas dos acessos, recursos e mão de obra. Linhares (2023) ressalta que a maior parte das comunidades rurais no Brasil não possuem sistema de coleta e tratamento. Para Pedroso (2010), o maior empecilho para o gerenciamento é o fato das comunidades rurais, em sua maioria, se encontrarem distantes das cidades.

A deficiência da educação ambiental em espaços rurais resulta no manejo inadequado de resíduos considerados perigosos, ocasionando riscos ao meio ambiente (Roland *et al*., 2019). Embora parte da população rural demonstre interesse em questões de cunho ambiental, o conhecimento sobre o assunto ainda é escasso (Fão *et al*., 2018).

Os resíduos agrícolas representam valores baixos, comparados aos volumes de resíduos em áreas urbanas, contudo a ausência de local adequado para armazenamento e a baixa instrução resultam em descartes às margens de rios, lagos e queimadas (Rocha *et al*., 2012). Durazzini e Paradelo (2010) relatam que a falta de estrutura para realizar a segregação, acondicionamento, armazenamento e transporte dos resíduos até postos públicos e privados de coleta dificulta o cumprimento legal pelos produtores.

Poleze (2021) aconselha que a coleta de resíduos agrícolas e o acondicionamento devem ser realizados separadamente. O acondicionamento deve ser realizado em recipientes de maneira salubre até o momento da coleta, com o intuito de evitar a propagação de vetores, impactos visuais/ olfativos (Santos; Cordeiro, 2021). Os resíduos como latas de alimentos, recipientes de bebidas e resíduos orgânicos deverão ser acondicionados de maneira isolada, em locais livres de fatores climáticos (Poleze, 2021). Visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização dos impactos ambientais (Gerber; Pasquali; Bechara, 2015).

3.2.1 Armazenamento e tratamento de resíduos orgânicos

Santos; Cordeiro (2021) descrevem os resíduos orgânicos no geral como resíduos úmidos. Palma *et al*. (2021) aconselham o armazenamento dos resíduos orgânicos em local impermeabilizado e coberto, protegido de insolação e ocorrência de chuva, impossibilitando possíveis contaminações de solo e lençol freático por percolação. A disposição de resíduos orgânicos a céu aberto pode acarretar impactos ambientais gravíssimos e irreversíveis, uma vez que sua decomposição gera chorume, o qual, por contato direto, ocasiona contaminação do solo, podendo alcançar corpos hídricos durante processo de percolação e/ou lixiviação (Santos; Cordeiro, 2021).

Os resíduos orgânicos são reaproveitados na maioria das propriedades rurais, sendo direcionados para tratamento, seja em processo de compostagem ou direcionados para tratamento em biodigestores (Britzke, 2021). Para Bernardi (2018), reforçado por Cornélio *et al*. (2019), os resíduos orgânicos são soluções quando direcionados à alimentação animal ou utilizados para geração de adubos. Cordeiro *et al*. (2020) apontam vantagem no uso do adubo orgânico, tendo em vista sua capacidade de fertilizar e acondicionar as propriedades físicas do solo com a inserção e estímulo da atividade microbiológica.

De acordo com Linhares (2023), as longas distâncias entre comunidades rurais e os centros urbanos tornam a logística de coleta e transporte inviáveis. Britzke (2021) diz que o transporte de resíduos orgânicos e rejeitos de áreas rurais para pontos de coleta não é

aconselhado quando considerados os custos da atividade. Diante dos desafios da destinação adequada de resíduos orgânicos, Santos; Cordeiro (2021) apontam como medida de solução a implementação de sistemas de compostagem nas próprias propriedades rurais. Linhares (2023) considera a compostagem e alimentação animal como soluções práticas e sustentáveis para destinação de resíduos orgânicos. Silva (2022) indica a instalação e uso de biodigestores para casos de elevada produção de resíduos orgânicos, como esterco animal e restos de culturas agrícolas.

3.2.2 Embalagens vazias de agrotóxicos

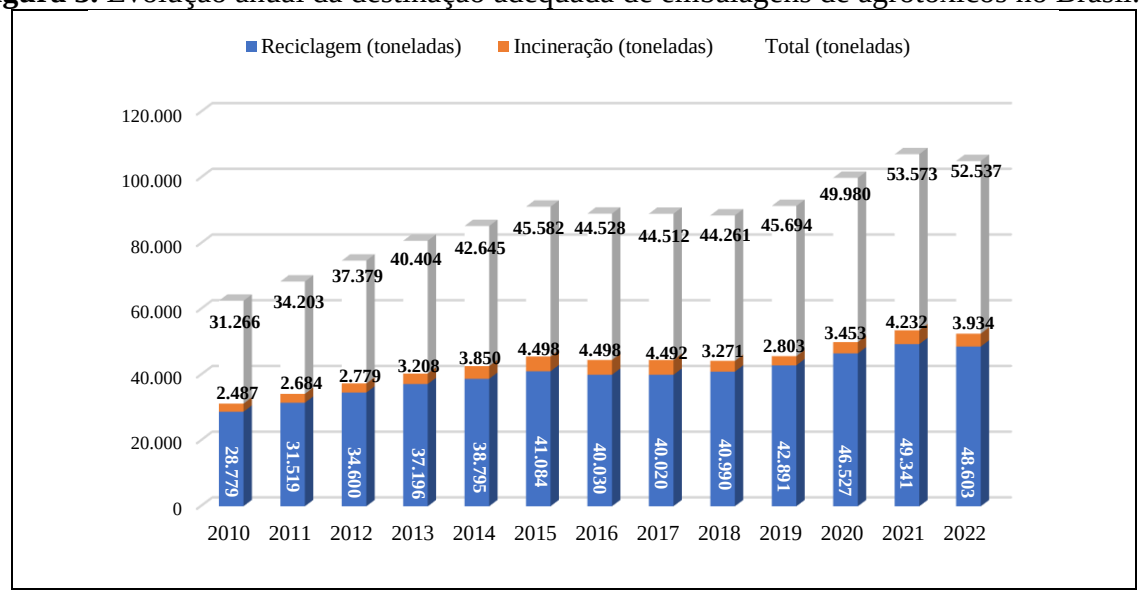
Ação diferente pode ser tomada quando se considera embalagens recicláveis e embalagens de defensivos agrícolas. Gerber; Pasquali e Bechara (2015) retratam empecilhos como as condições culturais, climáticas e logísticas que agem sobre questões atreladas à destinação de embalagens agrícolas nas áreas rurais brasileira e, levando em conta o ciclo de vida dos produtos, torna-se mais viável a reutilização de embalagens do que a reciclagem. Corroborando a ideia, Palma *et al*. (2021) destacam a reutilização de embalagens descartáveis e embalagens vazias de agrotóxicos, como recipiente para armazenamento de insumos agrícolas, servindo como principal alternativa financeira para o gerenciamento de resíduos.

A NBR 13.968/97 recomenda o emprego da Logística reversa para este tipo de embalagem, contemplando ainda as embalagens de óleo, lâmpadas, pneus e outros, estabelecendo também procedimentos para lavagem de embalagens vazias. Roversi (2013) destaca a Logística reversa como instrumento de gestão ambiental e desenvolvimento socioeconômico. Fernandes *et al*. (2018) abordam que a logística reversa promove redução de custos, menor uso de materiais e benefícios que impactam financeiramente de maneira positiva para empresas e poder público. Para Nogueira *et al*. (2015), o processo de logística reversa para resíduos agropecuários é necessário para minimizar possíveis riscos à população de áreas rurais e meio ambiente.

A disposição de embalagens produzidas a partir de resinas e polímeros apresenta potencial risco de contaminação ambiental, pois possuem lenta degradação, e quando degradadas produzem impermeabilização do solo (Durazzini; Paradelo, 2010). Como medida mitigadora e protetiva ao meio ambiente, foi criada a Lei n° 14.785, determinando que usuários de agrotóxicos e similares retornem com as embalagens vazias a seus fabricantes, com o intuito de evitar descartes indevidos ao meio ambiente (Brasil, 2023).

De acordo com o Relatório de sustentabilidade de 2022, desenvolvido pelo ainda Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), 93% de todas as embalagens plásticas são recebidas e processadas pelo sistema de reciclagem, as demais são encaminhadas para incineração (ABREMA, 2023). Buscando melhor entendimento da evolução alcançada, a Figura 3 apresenta a evolução anual da destinação adequada de embalagens de agrotóxicos no Brasil, destacando a quantidade reciclada e incinerada em toneladas para cada ano entre 2010 e 2022.

Figura 3. Evolução anual da destinação adequada de embalagens de agrotóxicos no Brasil.



Fonte: Relatórios de Sustentabilidade do INPEV (2012 a 2022).

Com o intuito de mitigar problemas associados a destinação de embalagens de agrotóxicos no Brasil, foi promulgada a Lei n° 9.974/2000, que atribui ao fabricante a responsabilidade pela destinação final da embalagem do produto após o seu consumo, dividindo os deveres entre revendedor, agricultor e governo. A Lei determina que as embalagens vazias sejam manejadas com cuidado, preservando a integridade e possibilitando seu reaproveitamento em processos posteriores de etapas da logística reversa. A legislação ainda autoriza também o reaproveitamento dos materiais das embalagens, que podem ser utilizados como matéria prima e reutilizados em outras atividades (Brasil, 2000).

Para cumprir obrigações estabelecidas pela Lei n° 9.974/2000, os fabricantes de agrotóxicos do Brasil criaram o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), uma organização destinada a oferecer suporte técnico e orientação à indústria, canais de distribuição e produtores rurais. O INPEV desenvolveu um mecanismo educativo para

auxiliar os agricultores na gestão segura e na realização correta da destinação das embalagens de defensivos agrícolas (Figura 4).

Figura 4. Fluxo da cadeia integrada para destinação final de embalagens de defensivos agrícolas.

Fonte: Adaptado de INPEV (2015).

A implementação de uma cadeia integrada para a destinação final de embalagens agrotóxicos pode ser otimizada por meio de incentivos econômicos, políticas públicas adequadas e fiscalização rigorosa (Inpev, 2015). O Quadro 3 apresenta de maneira detalhada os tipos de incentivo e políticas de fiscalização propostas para garantir o sucesso da cadeia integrada de destinação final de embalagens de agrotóxicos.

Quadro 3. Mecanismos de viabilização da cadeia integrada de destinação final de embalagens de agrotóxicos.

Mecanismos		**Descrição**
Incentivos	Créditos fiscais	São recursos destinados a agricultores e empresas, para implementação de boas práticas durante logística reversa e destinação final de embalagens de defensivos agrícolas.
	Subsídios agrícolas	São recursos que devem ser direcionados para aquisição de equipamentos para o processamento dessas embalagens, como máquinas de compactação e transporte.
	Programas de certificação ambiental	Realiza o reconhecimento das propriedades rurais ou empresas que atendam a critérios de sustentabilidade no gerenciamento de resíduos e logística reversa.
	Cooperativas e parcerias público-privadas (PPPs)	As cooperativas de produtores rurais, setor público e privado idealizam a criação de centros regionais de coleta e triagem de embalagens, com o objetivo de reduzir os custos e otimizar o transporte e a destinação adequada.
Fiscalização	Fortalecimento das legislações ambientais	A fiscalização deve incluir a exigência de devolução obrigatória das embalagens pelos agricultores aos pontos de recolha, em conformidade com o previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) e da Lei dos agrotóxicos (Lei n° 14.785/2023)
	Monitoramento contínuo	A Implementação de sistemas de monitoramento contínuo verifica o cumprimento das obrigações legais pelos agricultores, distribuidores e fabricantes, como uso de tecnologias como sistemas de rastreamento digital e georreferenciamento, otimizando o controle sobre o fluxo de embalagens.

	Sanções e defesas	Estabelecer multas e sanções rigorosas para aqueles que não cumpram as exigências da logística reversa.

Fonte: Adaptado de INPEV (2015).

Os incentivos para a melhoria da cadeia integrada de destinação de embalagens defensivos agrícolas promovem sua gestão eficiente e sustentável. Os créditos fiscais e subsídios são oferecidos a agricultores e empresas para estimular a adoção de práticas de logística reversa, assegurando o correto processamento e transporte dessas embalagens. Programas de certificação ambiental também desempenham papel relevante, monitorando propriedades e empresas que seguem critérios de sustentabilidade, fomentando boas práticas. Além disso, cooperativas e parcerias público-privadas viabilizam a criação de centros regionais de coleta, reduzindo custos e facilitando a infraestrutura necessária (Inpev, 2015).

A fiscalização, realizada pelas três esferas do poder público, é essencial para assegurar o cumprimento das atribuições legais, como as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e as responsabilidades compartilhadas previstas na Lei de Agrotóxicos. O fortalecimento dessas normas deve ser acompanhado por um monitoramento contínuo, otimizado por tecnologias de rastreamento e georreferenciamento, que garantem maior controle sobre o fluxo de embalagens. A imposição de sanções rigorosas e a retirada de incentivos para infratores reforçam essa abordagem, incentivando a adesão de todos os atores envolvidos na cadeia.

É importante destacar que a revogação da Lei n° 9.974/2000, substituída pela Lei n° 14.785/2023, não alterou o fluxo proposto para a destinação final adequada de embalagens de defensivos agrícolas, mantendo as diretrizes para o correto gerenciamento dessas embalagens.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o compilado de informações adquiridas, observa-se a carência de estudos e aplicações de políticas públicas para o manejo dos resíduos originados em áreas rurais, seja por produtores ou poderes públicos.

Constatou-se o aumento de acessos aos bens de consumo no meio rural, refletindo-se na criação de exploração de novas rendas e, consequentemente, no aumento na geração de resíduos, contudo há pouca informação sobre o real volume de resíduos sólidos produzidos nas áreas rurais do Brasil, e para melhor controle de informações torna-se necessária implementação de pesquisa e melhoria no banco de dados do assunto em questão, o que pode ocorrer a partir da incrementação de práticas de gestão dos resíduos e gerenciamento dos resíduos gerados em propriedades e comunidades rurais.

A gestão adequada dos resíduos sólidos pode permitir a implementação de processos de tratamento dos resíduos agrícolas. Estabelecer a coleta seletiva e periodização dos transportes de resíduo permitiria o melhor emprego de tratamento e destinação a dar-se para cada tipo de resíduo identificado, seja direcionado à reutilização e/ou reciclagem para embalagens recicláveis, ou ainda a compostagem e biodigestores para resíduos de origem orgânica, podendo ainda ocorrer a logística reversa para embalagens de agrotóxicos ou, quando necessário, ao aterro sanitário em casos de rejeitos.

A incrementação do processo para disposição final dos resíduos coletados em propriedades ou comunidades rurais seria uma ação buscando mitigar impactos ambientais causados pelo descarte inadequado e/ou queima destes.

Considerando estudos abordados, é compreensível entender as dificuldades encontradas por proprietários, gestores públicos e grupos de pesquisa para executar etapas de tratamento convencional e proporcionar correta destinação dos resíduos, partindo principalmente dos custos necessários para determinar a logística para tais ações.

Em geral, comumente as práticas adotadas em comunidades rurais contam com falta de informações, tornando-as lesivas ao meio ambiente, causando degradação aos recursos naturais e saúde humana, podendo ainda destacar a ineficiência do poder público para coleta, transporte e disposição final para os resíduos do campo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE - ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em 22 jan. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT**. Norma Brasileira Nº 13.968:** Embalagem rígida vazia de agrotóxico - Procedimentos de lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 8 f. Disponível em: https://pt.scribd.com/doc/30905105/Abnt-Nbr-13968-Embalagem-Rigida-Vazia-de-Agrotoxico-Procedimentos-de-Lavagens. Acesso em 17 abr. 2024

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira N° 10.004:** Sistemas de Gestão Ambiental - Classificação de Resíduos Sólidos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004 a. Disponível em: https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf. Acesso em 16 abr. 2024

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964.** Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências promulgada de 30 de novembro de 1964. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm. Acesso em 16 abr. 2024

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, 31 de agosto de 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm. Acesso em 17 abr. 2024

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993.** Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária de 25 de fevereiro de 1993, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629compilado.htm. Acesso em 18 abr. 2024

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Estabelecida em 6 de junho de 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/////LEIS/L9974.htm. Acesso em: 18 abr. 2024

BRASIL. Presidência da República. **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: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 18 abr. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14,785, de 27 de dezembro de 2023.** Altera a Lei n° 9.974 de 6 de junho de 2000. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a

embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins. Estabelecida em 27 de dezembro de 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14785.htm. Acesso em 16 abr. 2024

BRASIL. Ministério de Minas e Energia e Ministério do Meio Ambiente. **Portaria Interministerial nº 475, de 19 de dezembro de 2019.** Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n-475-de-19-de-dezembro-de-2019.-236096644. Acesso em: 25 jan. 2024.

BERNARDI, D. **Gestão de resíduos sólidos no meio rural**: Um levantamento em municípios do oeste catarinense. 2018. 42 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22800/1/gestaoresiduossolidosrural.pdf. Acesso em: 26 jan. 2024.

BRITZKE, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos rurais no município de Cerro Largo - RS**. 2021. 180 f. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Políticas Públicas) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Medianeira, 2021. Disponível em: https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4172. Acesso em: 26 jan. 2024.

BONAT, Debora. **Metodologia da pesquisa**. 3. ed. Curitiba: Inteligência Educacional e Sistemas de Ensino - IESDE Brasil S.A., 2009.

CORDEIRO, N. K.; CARDOSO. K. P. S.; MATA. T. C.; BARBOSA. J. A.; GONÇALVES JR. A. C. Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais. **Revista de Ciências Ambientais**. Canoas, v. 14, n. 2, p. 23 -24. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.18316/rca.v14i.5593. Acesso em: 11 jan. 2024.

CORNÉLIO, I.; MOURA, G. S.; STOFFEL, J.; MUELBERT, B. Estudo dos resíduos sólidos domésticos da terra indígena Rio das Cobras no município de Nova Laranjeiras, PR. **Interações**, v. 20, n. 2, p. 575-584, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1698. Acesso em: 10 jan. 2024.

DURAZZINI, A. M. S.; PARADELO, E. S. Lixo rural no Brasil: a problemática da destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos e a realização de coleta seletiva. **Revista Agrogeoambiental**, *[S. l.]*, v. 2, n. 2, p. 57 – 63, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.18406/2316-1817v2n22010274. Acesso em: 15 jan. 2024.

FÃO, J. M., KOHLER, R., ZALUSKI, F. C., OLIVEIRA, T. D., & THESING, N. J. Gestão sustentável de resíduos sólidos em propriedades rurais do interior do RS. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 5, p. 196-208, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0018. Acesso em: 16 jan. 2024.

FERNANDES, S. M.; RODRIGUEZ, C. M. T.; BORNIA, A. C. C.; TRIERWEILLER, A. C.; SILVA, S. M.; FREIRE, P. S. Revisão sistemática da literatura sobre as formas de

mensuração do desempenho da logística reversa. **Gestão & Produção,** São Carlos, v. 25, n. 1, p. 175-190, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X3177-16. Acesso em: 16 jan. 2024.

FREIRE, A. E.; ROLIM, F. S.; LUSTOSA.J. P. G.; SOUSA, J. D. A problemática da destinação dos resíduos sólidos no território rural: o caso do Sítio Boi Morto**. Ciência e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 51-62, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.33809/2447-4606.22201651-62. Acesso em: 16 jan. 2024.

GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F.C. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 6, n. 1, p. 293-306, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023. Acesso em: 16 jan. 2024.

GERIN, A. C. M. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS): Estudo de Caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Revista Debates Em Administração Pública – REDAP**., v.2, n.6. 2021. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/redap/article/view/5917. Acesso em: 29 jun. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2022. 208p.

INPEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Relatório de Sustentabilidade.** 2015. Disponível em: https://www.inpev.org.br/relatorio-sustentabilidade/2015/sobre-o-relatorio.html. Acesso em 12 abr. 2024.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2012. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas.** Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7687/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf. Acesso em: 12 jan. 2024.

LINHARES, E. L. R. Problemática da coleta dos resíduos sólidos e líquidos na zona rural de Caraúbas-RN. **Anais** IX CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/100861. Acesso em: 23 jan. 2024.

MAZZA, V. M. DE S.; MADRUGA, L. R. DA R. G.; ÁVILA, L. V.; Gestão de resíduos sólidos em propriedades rurais de municípios do interior do estado do Rio Grande do Sul. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 683-706. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2014v7n3p%25p. Acesso em: 16 jan. 2024.

MEDEIROS, F.H.F., LUNARDI, V.O., LUNARDI, D.G. Proposta de gestão adequada de resíduos sólidos domiciliares em comunidades rurais utilizando análise espacial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 02, p. 527-543. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p527-543. Acesso em: 16 jan. 2024.

MILANI, R. G.; LIZAMA, M. L. A. P.; ARAUJO JUNIOR, C. P. Destinação dos resíduos sólidos e políticas públicas: revisão da literatura e análise legislativa. 2021. **Anais** XVIII Congresso Nacional de Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG. Disponível em:https://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS%202021/435_destinao-dos-resduos-

slidos-e-polticas-pblicas-revisao-da-literatura-e-analise-legislativa.pdf. Acesso em 22 jan. 2024.

Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília, Funasa, 2019. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/programa-nacional-de-saneamento-rural-pnsr-?inheritRedirect=false. Acesso em 04 abr. 2024.

Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 3.174**, de 2 de dezembro de 2019, Programa Nacional de Saneamento Rural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2019/prt3174_04_12_2019.html. Acesso em 16 jul. 2024.

Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 3.174**, de 2 de dezembro de 2019, Programa Nacional de Saneamento Rural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2019/prt3174_04_12_2019.html. Acesso em 16 jul. 2024.

MORAIS, P. D.; COSTA, T. V.; SEABRA FILHO, G. Q. Caracterização dos resíduos sólidos do município de São José de Espinharas (PB). **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 16, n. 41, p. 163–176, Ed. Especial 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3895/rts.v16n41.11786. Acesso em: 16 jan. 2024.

NOGUEIRA, R. E. G.; DAMIN, S.; MAGGI, M. F.; LIMA, A. S.; JADOSKI, S. O. Destinação dos resíduos sólidos de atividade agropecuária e riscos de poluição ambiental em comunidade do município de Cascavel – Paraná. **Pesquisa Aplicada & Tecnologia**. v. 8, n. 3, p. 93-101, 2015. Guarapuava-PR. Disponível em: https://doi.org/10.5935/PAeT.V8.N3.11. Acesso em: 16 jan. 2024.

PALMA, I. M.; NEVES, I. S.; LIMA, D. A.; GUIMARÃES, G. L.; MATIAS, M. I. A. S.; SANTOS, M. B.; JESUS, M. S.; SANTOS, P. O. Panorama dos Resíduos Sólidos Agropecuários da Unidade Educativa de Campo Fazenda Aldeia do IF Baiano, campus Valença. **Journal of Development**, v. 7, n.7, p. 65807–65834, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-045. Acesso em: 16 jan. 2024.

PEDROSO, E. F. H. **Destinação e armazenagem de resíduos sólidos em propriedades rurais**. 2010. 46 f. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2010.

PEREIRA. V. S. **Destinação dos resíduos sólidos gerados na zona rural do município de Palmas, Tocantins**. 2021. 51 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO, 2021. Disponível em: https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3823. Acesso em: 18 jan. 2024.

POLEZE, L. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) de um imóvel rural**: um estudo de caso. 2021. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen-RS, 2021.

RAMALHO, E. V. B. M. **Manejo de resíduos sólidos gerados em áreas rurais por agricultores de um município de pequeno porte**. 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

REIS, A. S.; SILVA, N. C.; NEVES, U. M. Produção de carvão ativado a partir de casca de arroz. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 2, n° edição especial, p. 89-103, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2015v2nespp89. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROCHA, A. C.; CERETTA, G. F.; BOTTON, J. S.; BARUFFI, L.; ZAMBERLAN, J. F. Gestão de resíduos sólidos domésticos na zona rural: a realidade do município de Pranchita – PR. **Revista de Administração da UFSM**, v. 5, n. 4, Edição Especial, p. 699-714, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.5902/198346597657. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROCHA, T. A. L. C. G.; SILVA, S. S.; BATISTA, R. O. Cultivo da palma forrageira irrigada com águas residuárias: uma revisão sistemática. **Revista Macambira**, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, p. e071014, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.947. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROLAND, N.; TRIBST, C. C. L.; SENNA, D. A.; SANTOS, M. R.; REZENDE, S.; A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p. 18, nov. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.4322/dae.2019.053. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROLAND, N.; RAID, M. A. M.; SILVA, A. G.; GUIMARÃES, J.; GOMES, U. A.; REZENDE, S. Análise comparativa da eficácia de políticas públicas de coleta de resíduos sólidos em três comunidades rurais brasileiras. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 216, p. 16, jun. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.4322/dae.2019.019. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROSSOL, C. D.; FILHO, H. S.; BERTÉ, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, DANIEL; GONÇALVES JR, A. C. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 33-43, 2012. Disponível em: http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v11n4p33-43. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROVERSI, C. A. **Destinação dos resíduos sólidos no meio rural**. 2013. 49 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR, 2013.

SANTOS, L.; CORDEIRO, R. M. Solid waste management in the rural community Boca da Mata - Jardim-CE. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 16, p. e442101623342, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23342. Acesso em: 15 fev. 2024.

SIMONETTI, V. C.; MALHEIROS, I.; NERY, L. M.; ANDRADE, E. L.; SILVA, D. C. C. Análise da relação espacial entre o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos e a vulnerabilidade social. **Estudos Geográficos** (UNESP), v. 19, p. 61-76, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5016/estgeo.v19i2.15829. Acesso em: 18 fev. 2024.

SILVA, A. J. O. **Revisão de literatura sobre o aproveitamento de resíduos sólidos urbanos para a produção do biogás**. 2022. 29 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró-RN, 2022.

SOARES, L. S. V. **Avaliação da política nacional de resíduos sólidos**: fundamentos, determinações e sujeitos no processo de formulação da política. 2021. 197 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas/CCSO) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

TEIXEIRA, J. C. M. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMDIRS/ Natal)**: atores, processos, instituições e resultados. 2017. 156f. Tese (Doutorado em Administração) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

CAPÍTULO II - MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

RESUMO

O aumento da geração de resíduos no Brasil apresentou crescimento paralelo à média de crescimento populacional. No meio rural, o aumento da população e agronegócio acompanha a crescente geração de resíduos de origem doméstica e agropecuárias, necessitando de aprimoramento em processos do seu gerenciamento. Diante do exposto, a pesquisa objetiva realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos agropecuários gerados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes. Com base na análise do cenário atual, foram identificadas atividades com geração de resíduos nas áreas destinas a experimentos agropecuários, com destaque para os resíduos plásticos e embalagens de agrotóxicos. Em seguida, foi realizada a devida caracterização. Para isso, foi realizado um diagnóstico ambiental, dividido em fases que incluíram o mapeamento das áreas experimentais, visitas *in loco*, identificação das fontes geradoras e caracterização dos resíduos sólidos agropecuários com base na NBR 10.004/2004. A identificação e quantificação das áreas com a presença de atividades com potencial poder de geração de resíduos abrangeu áreas com experimentações e benfeitorias agrícolas. O mapeamento por setor proporcionou o detalhamento para a realização das visitas *in loco*. Durante as visitas, foram realizados registros fotográficos da infraestrutura, manejo de experimentos e presença de resíduos. A caracterização dos resíduos identificados no setor agrícola contou com elevada presença de resíduos recicláveis, Classe II B, provenientes do manejo de sistemas de irrigação e resíduos Perigosos e indiferenciados Classe I, como embalagens de agrotóxicos e resíduos indiferenciados compostos de sobras de experimentos, embalagens recicláveis e sobras de alimento. O setor apícola apresentou reduzido volume e tipos de resíduos, contudo foram identificados EPIs descartados indevidamente e rejeitos, compostos por colmeias. Constatou-se que maior geração de resíduos se concentra nas áreas destinadas a experimentos agrícolas, com predominância de resíduos recicláveis, como embalagens de fertilizantes, sacos de nylon, canos e conexões PVC, caracterizados como resíduos não perigosos.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental; resíduos sólidos; manejo de resíduos.

CHAPTER II- MAPPING AND CHARACTERIZATION OF WASTE GENERATED AT THE RAFAEL FERNANDES EXPERIMENTAL FARM

ABSTRACT

The increase in waste generation in Brazil has shown parallel growth to the average population growth rate. In rural areas, the growth of the population and agribusiness accompanies the increasing generation of domestic and agricultural waste, necessitating improvements in management processes. Given this context, this research aims to diagnose the agricultural solid waste generated at the Rafael Fernandes Experimental Farm. Based on the analysis of the current scenario, activities with waste generation were identified in areas destined for agricultural experiments, with a highlight on plastic waste and pesticide packaging. Subsequently, a characterization was carried out. For this, an environmental diagnosis was conducted, divided into phases that included mapping experimental areas, on-site visits, identification of generation sources, and characterization of agricultural solid waste based on NBR 10.004/2004. The identification and quantification of areas with activities with the potential to generate waste included areas with experiments and agricultural improvements. Sectoral mapping provided the detail for conducting on-site visits. During the visits, photographic records were made of the infrastructure, experiment management, and presence of waste. The characterization of the waste identified in the agricultural sector showed a high presence of recyclable waste, Class II B, from irrigation system management, and hazardous and non-hazardous waste, Class I, such as pesticide packaging and non-hazardous waste composed of experimental leftovers, recyclable packaging, and food scraps. The beekeeping sector presented a reduced volume and types of waste, however, improperly discarded PPEs and rejects, composed of hives, were identified. It was found that the highest generation of waste is concentrated in areas destined for agricultural experiments, with a predominance of recyclable waste, such as fertilizer packaging, nylon bags, PVC pipes and connections, characterized as non-hazardous waste.

Keywords: Environmental diagnosis; solid waste; waste management.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial da população mundial destaca-se como um dos principais fatores que impulsionam o aumento da geração de resíduos sólidos em escala global (Morais; Costa; Seabra Filho, 2020). Esse cenário é potencializado pela melhoria do poder aquisitivo e mudanças de hábitos de consumo, que resultam em aumento significativo da produção de resíduos (Gerin, 2021). No Brasil, entre 2010 e 2022, a taxa média anual de crescimento populacional foi de 0,52% (IBGE, 2023). Paralelamente, a geração de resíduos sólidos aumentou substancialmente, passando de 58,7 milhões para 71,7 milhões de toneladas anuais entre 2010 e 2022 (ABREMA, 2023).

Segundo Linhares (2023), o crescimento da população rural aliado ao incremento de utensílios tecnológicos no campo tem intensificado a produção de resíduos sólidos nas áreas rurais, destacando-se os resíduos de origem doméstica e aqueles resultantes das atividades agropecuárias. Ascensão de atividades como pecuária bovina, sistemas de monocultura e sistemas agrossilvopastoris são atividades particularmente notáveis na geração de grandes volumes de resíduos. Soares (2011) aponta que o aumento da quantidade e variedade de resíduos sólidos demanda constante adaptação dos processos de caracterização dos sistemas de gerenciamento desses resíduos.

A classificação e caracterização dos resíduos são etapas fundamentais para determinar os processos de gerenciamento adequado. No Brasil, a Lei Federal nº 12.305/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define resíduos sólidos como materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas, cuja destinação final é necessária em estados sólido ou semissólido, incluindo gases contidos e líquidos que não podem ser descartados em esgotos ou corpos d'água sem viabilidade técnica ou econômica (Brasil, 2010). Além disso, a NBR 10.004/2004 classifica os resíduos sólidos de acordo com sua periculosidade em "Classe I - perigosos" e "Classe II - não perigosos", subdividindo-os em "Classe II A - não inertes" e "Classe II B - inertes" (ABNT, 2004).

A caracterização de resíduos sólidos realizada conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 10.004/2004 é uma ferramenta essencial para o planejamento da gestão e gerenciamento desses resíduos, tanto para empresas quanto para gestores públicos. A identificação dos resíduos gerados em um empreendimento agrícola, seguida de sua caracterização com base em suas propriedades químicas, físicas e biológicas, é crucial para determinar práticas de gerenciamento. Palma *et al*. (2021) descrevem os resíduos sólidos agropecuários como aqueles gerados exclusivamente em atividades agropecuárias, incluindo restos de culturas, resíduos de

podas, palhas, embalagens de agrotóxicos e dejetos orgânicos, que possuam baixo potencial contaminante e são passíveis de tratamento.

Inserida na problemática da geração e gestão de resíduos sólidos no meio rural, a Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF), vinculada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), desempenha papel fundamental nas atividades de ensino, extensão e pesquisa, com foco no desenvolvimento de técnicas agropecuárias avançadas. Dentre as atividades de extensão realizadas, destacam-se a produção de mudas em viveiros, apicultura, meliponicultura, horticultura, fruticultura e estudos relacionados à salinização do solo. Essas iniciativas atendem às demandas dos distintos cursos de graduação e pós-graduação na grande área das ciências agrárias.

Nesse contexto, as operações diárias e os experimentos conduzidos na FERF produzem direta e indiretamente uma variedade de resíduos sólidos de diferentes classificações, que requerem gestão eficiente buscando minimizar possíveis impactos ambientais, promovendo ações de prevenção e proteção à saúde dos servidores e promoção da sustentabilidade. A correta gestão desses resíduos é essencial para assegurar que as práticas desenvolvidas estejam alinhadas aos princípios de responsabilidade ambiental e contribuam para o desenvolvimento sustentável da região.

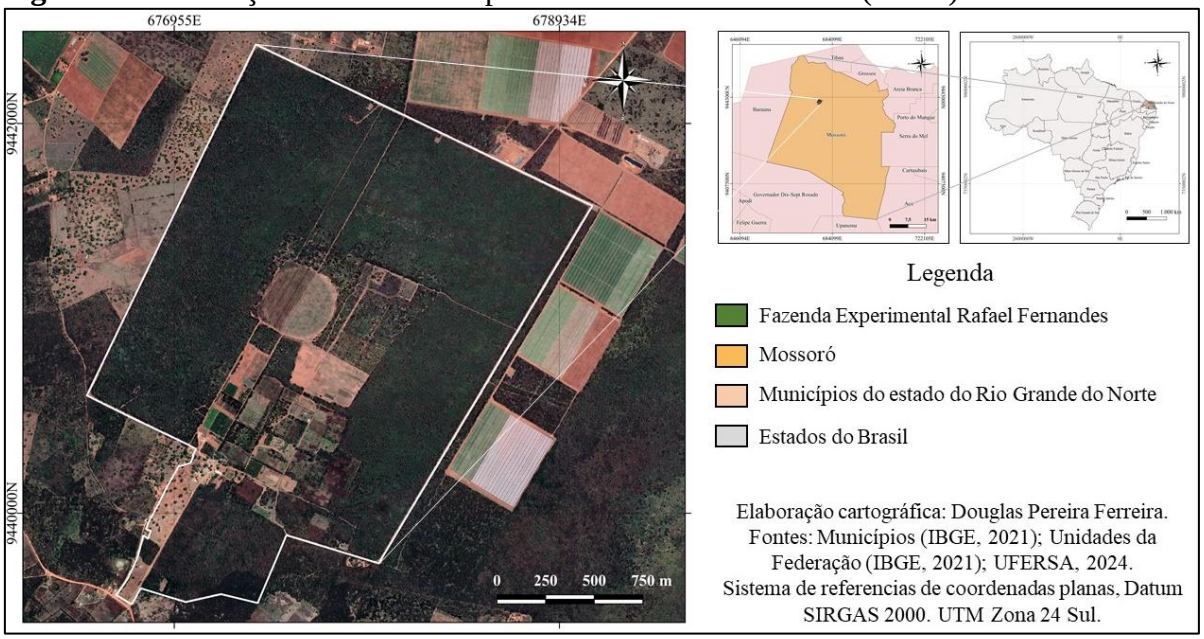
Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos agropecuários gerados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF). Com base na análise do cenário atual, foram identificadas as fontes geradoras de resíduos e realizada a devida caracterização.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo de caso foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF), unidade de pesquisa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), situada no distrito de Lagoinha, Mossoró - RN (Figura 1). A fazenda está inserida na região semiárida, apresentando características geomorfoclimáticas típicas, com clima tropical semiárido quente, estação chuvosa concentrada no verão-outono e temperatura média de 27,6 °C (IBGE, 2022). Segundo a classificação climática de Köppen, a região é do tipo BSh', caracterizada por precipitação pluviométrica anual irregular, com média de 756 mm (Alvares *et al*., 2013).

Figura 1. Localização da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF).

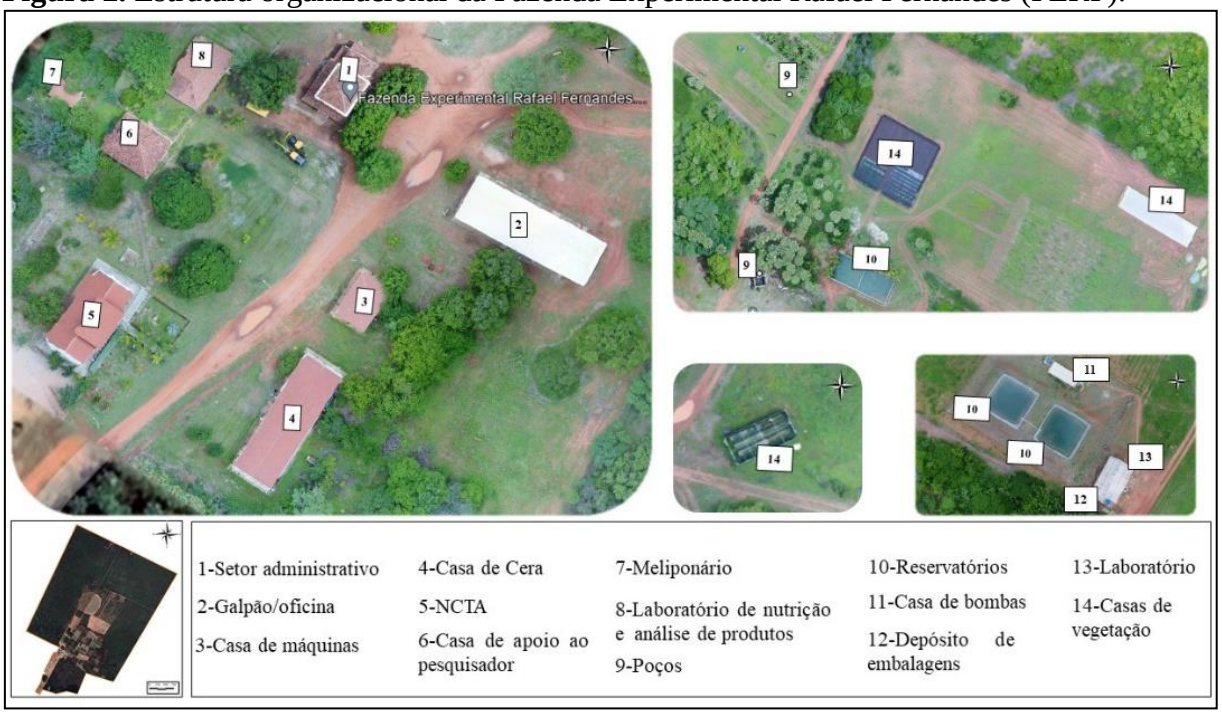


Fonte: Elaboração própria (2024).

A Fazenda Experimental possui 418,67 hectares, dos quais aproximadamente 136,86 hectares são compostos por áreas consolidadas com experimentos agrícolas e construções rurais e administrativas, cerca de 85,80 hectares são direcionados à área de Reserva legal e 281,8 hectares composto por vegetação nativa remanescente. Os principais solos da fazenda são classificados como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Típico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Argissólico e PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico Típico (Rêgo *et al*., 2016).

A infraestrutura da fazenda experimental possui estrutura organizacional diversificada, incluindo áreas administrativas, laboratórios, depósitos, casas de vegetação. A Figura 2 ilustra a disposição das principais instalações da Fazenda.

Figura 2. Estrutura organizacional da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF).



Fonte: Elaboração própria (2024).

2.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O estudo foi estruturado em duas etapas metodológicas: exploratória e descritiva. Na etapa exploratória, realizou-se uma revisão teórica detalhada baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), ABNT NBR 10.004/2004, que classifica os resíduos segundo sua periculosidade, Resoluções 307 e 313 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e literatura científica pertinente. A etapa descritiva visou a caracterizar uma população ou fenômeno específico e estabelecer relações entre variáveis (Gil, 2010). Para isso, adotou-se uma abordagem qualitativa, realizando-se diagnóstico ambiental. Martinelli *et al*. (2020) ressaltam que tal diagnóstico permite uma visão abrangente de fenômenos pouco explorados. As fases do diagnóstico incluíram a identificação das áreas da fazenda, visitas *in loco*, mapeamento das áreas experimentais, identificação das fontes geradoras e caracterização dos resíduos sólidos.

2.2.1 Identificação das áreas da fazenda

A identificação das áreas da Fazenda Experimental foi realizada a partir de consultas aos acervos documentais e à gestão vigente da unidade. A ação forneceu elementos que

permitiram efetuar o levantamento das áreas com experimentos, vias internas e edificações destinadas às atividades administrativas e armazenamento de insumos. Em seguida, foram realizadas visitas *in loco*, com o intuito de obter, validar e/ou contestar informações anteriormente repassadas. O período de visitação compreendeu a segunda semana do mês de março de 2023, especificamente nos dias seis, oito e dez, segunda, quarta e sexta-feira, respectivamente.

2.2.2 Mapeamento ambiental e identificação das fontes geradoras de resíduos

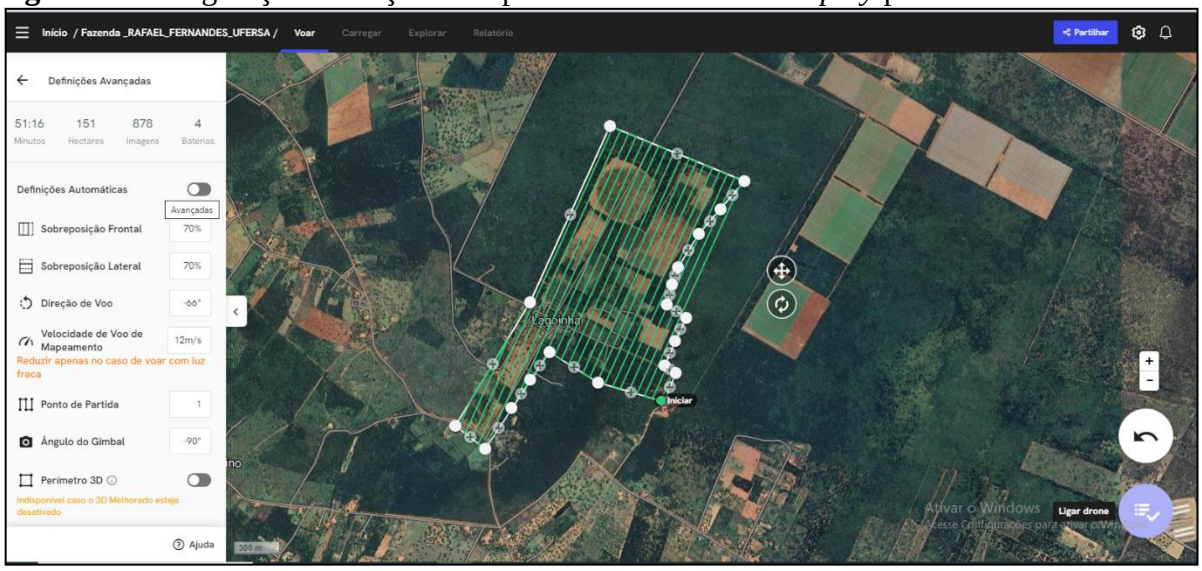
Para a etapa, foi realizado o mapeamento das áreas de interesse utilizando Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) para a captura de imagens detalhadas da fazenda. Segundo Silva; Silva e Oliveira Júnior (2020), o uso do VANT oferece vantagens na detecção de alterações na cobertura vegetal, erosões, defeitos em infraestruturas e demais adventos que possam representar riscos ambientais. As imagens obtidas foram processadas e combinadas para a criação de ortofotomosaicos de alta resolução no *software* QGIS 3.28.12 LTR, o que possibilitou a geoespacialização precisa das áreas, a identificação das fontes geradoras e locais com presença de resíduos acumulados em superfície, contribuindo também na geração e abastecimento de um banco de dados com imagens georreferenciadas.

Para fins de levantamento, foi empregado o equipamento RPA da DJI *Phantom* 4 *Advanced*, com plano de voo previamente determinado por meio do *software dronedeploy* em escritório com os seguintes dados, conforme Figuras 3 e 4:

Figura 3. Plano de voo da FERF pelo *dronedeploy*.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 4. Configurações avançadas do plano de voo no *dronedeploy* para FERF.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Para a identificação da infraestrutura da fazenda, foi realizado o mapeamento ambiental por zonas, detalhando a infraestrutura estabelecida no plano diretor da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, representando os perímetros das edificações, vias de acesso, Unidade de Preservação Ambiental e as áreas destinadas a experimentos agropecuários.

2.2.3 Classificação dos Tipos de Resíduos

A classificação dos resíduos sólidos baseada na origem e periculosidade respeitou as diretrizes da PNRS. Para a caracterização dos resíduos identificados, foram seguidos os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 10.004/2004. As classes de classificação e as respectivas descrições estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização dos resíduos segundo a NBR 10.004 /2004.

Resíduos	Classificação	Descrição	Exemplos
Perigosos	Classe I	São aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade, toxicidade, carcinogenicidade etc. apresentam significativo risco à saúde pública ou a qualidade ambiental.	Óleos lubrificantes usados ou contaminados, baterias à base de chumbo, equipamentos descartados contaminados com óleos e graxas, efluentes líquidos, lâmpadas fluorescentes etc.
	Classe II A: Não	Biodegradabilidade	Resíduos comuns, originários de escritório, restaurante, materiais
		Solubilidade em água	

Não perigosos	inertes	Combustibilidade	têxteis, resto de madeira etc.
	Classe II B: Inertes	Resíduos que quando submetidos ao contato dinâmico e estático com a água destilada ou deionizada, sob temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor	Entulho de demolição, sucata de ferro, areia, pedra etc.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10004/2004.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DA FAZENDA

Com base nos dados coletados em consultas documentais e informações fornecidas pela gestão atual da Fazenda Experimental, foram realizadas identificação e quantificação das áreas onde são realizadas atividades com potencial poder de geração de resíduos. O levantamento abrangeu áreas com realizações de experimentações, benfeitorias agrícolas e demais atividades realizadas, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações de locais visitados na FERF.

Áreas visitadas		Atividades desenvolvidas e benfeitorias	Quantidade de áreas
Experimentos agropecuários	Agrícolas	Experimentos agrícolas	13
		Pousio	11
		Casas de vegetação	3
		Bananeiras	1
		Coqueiros	1
		Parreiras	1
		Sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth)	1
	Pecuários	Trilhas de polinização	1
		Meliponário	1
		Casa de cera	1
Edificações		Setor administrativo (CASA)	1
		Guarita	1
		Núcleo de Capacitação Tecnológica em Apicultura	2
		Casa do Pesquisador	1
		Galpão de máquinas	1
		Casa de bombas	1
		Depósito	1
		Laboratório	2

	Pivô central	1
	Reservatórios	3
	Abrigo de embalagens	1
Mananciais	Poços	2
Vias	Vias internas	1
	Trilhas	3
Total	----------	58

Fonte: Elaboração própria (2024).

A Tabela 1 apresenta de maneira detalhada as áreas identificadas e visitadas na FERF; para melhor exposição, as áreas foram divididas em quatro categorias principais, estas sendo experimentos agropecuários, edificações, vias e mananciais. A organização e classificação ocorreram considerando os tipos de atividades realizadas e edificações, totalizando 58 atividades e benfeitorias com potencial de geração de resíduos. A identificação detalhada dessas áreas é ferramenta essencial em um diagnóstico, pois oferece informações precisas das fontes de geração de resíduos, permitindo a adoção de estratégias de gestão ambiental mais eficientes (Palma *et al*., 2021).

As áreas destinadas a experimentos agropecuários destacam-se por sua maior diversidade e quantidade de atividades e benfeitorias, somando 34 áreas. Dentre estas, os experimentos agrícolas foram predominantes, com 13 áreas, seguido de 11 áreas de pousio e três casas de vegetação. Quanto às atividades relacionadas ao cultivo específico, como bananeiras, coqueiros, parreiras e sabiá, cada uma representou uma área. Além disso, a fazenda conta com três áreas destinadas à apicultura, sendo uma dedicada à meliponicultura, uma para trilhas de polinização e uma casa de cera, refletindo a diversidade das atividades agropecuárias desenvolvidas.

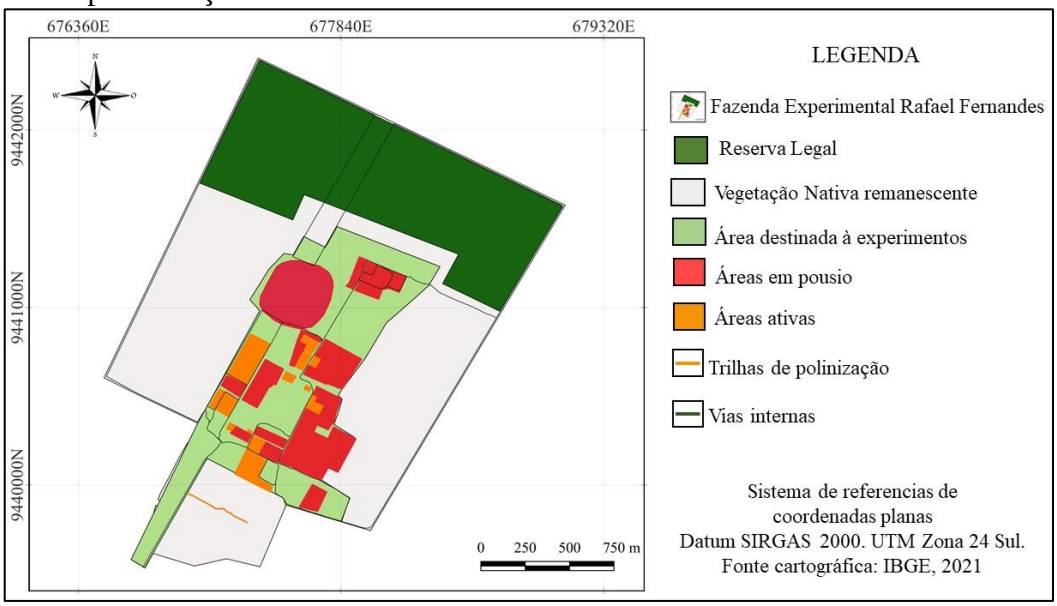
As áreas contendo as edificações totalizaram 15 áreas/estruturas, compostas por Setor administrativo, laboratórios e infraestruturas essenciais de suporte paras as atividades da fazenda, como reservatórios, casa de bombas, galpão de máquinas e depósitos. Quanto aos mananciais e vias, a fazenda possui dois poços e quatro trilhas/vias internas que facilitam o acesso às diversas áreas experimentais. Estas estruturas são cruciais para o suporte das atividades experimentais e operacionais da FERF, além de constituírem potenciais geradores de resíduos, tanto no cotidiano quanto em atividades específicas.

3.2 MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS

3.2.1 Mapeamento por zonas

Para ilustrar o zoneamento adotado na FERF, foi elaborado um mapa temático detalhando a espacialização da infraestrutura e a distribuição espacial das diferentes áreas de manejo e experimentação (Figura 5). O mapa temático apresenta a divisão da área de estudo em diversos setores funcionais, com cada zona de uso destacada por cores distintas, o que facilita a compreensão da organização e utilização do espaço, tal como seu ordenamento e gerenciamento ambiental.

Figura 5. Espacialização da Infraestrutura da FERF.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Na figura 5, observa-se a extensão da Unidade de Preservação Ambiental, composta majoritariamente por floresta nativa da Caatinga, destacada em verde escuro e ocupando parte significativa da área da fazenda, conforme estabelecido no Plano Diretor da FERF, totalizando 85,8 ha e representando 20,5% da área total da fazenda. Essa área atende aos requisitos do Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651/2012, para reservas legais em propriedades rurais, estando superior à determinação mínima estabelecida para Reserva legal em áreas campos gerais, 20% (Brasil, 2012).

A área destinada a experimentos possui cerca de 136 ha, comportando áreas como vias internas, trilhas, reservatórios, áreas verdes e algumas edificações, havendo, contudo, destaque para a abrangência e dominância das áreas em pousio e áreas com experimentos ativos. O manejo sustentável do solo por meio da prática de pousio reflete a prática de deixar o solo descansar, essencial para a recuperação da fertilidade do solo e a redução da pressão sobre os recursos naturais (Rodrigues *et al.*, 2024). O pousio permite a recuperação da qualidade física

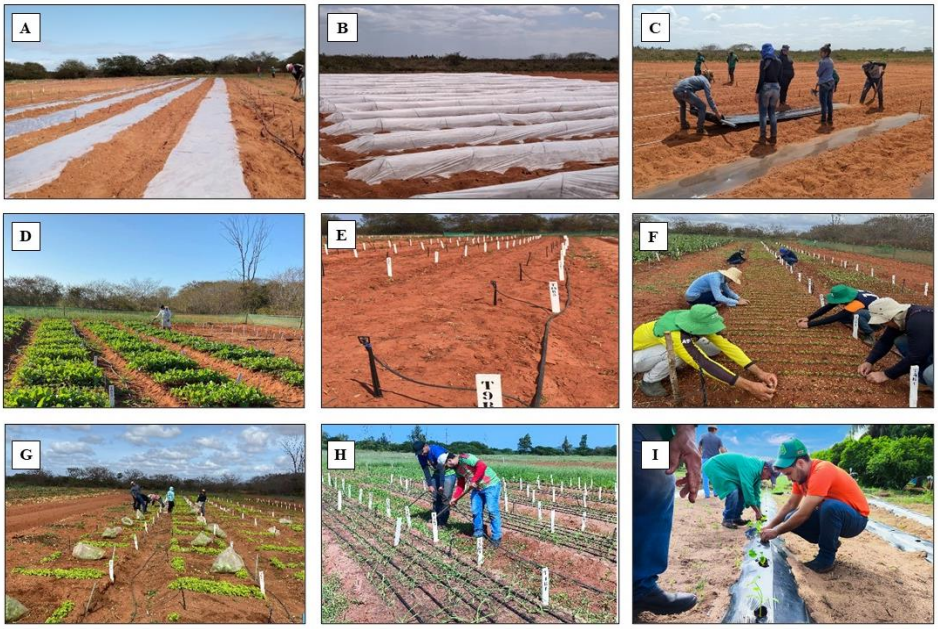
do solo, restauração do diâmetro médio geométrico dos agregados, aumento dos níveis de carbono, maior estabilidade do solo e redução da susceptibilidade erosiva (Lintemani *et al*., 2020).

Ressalta-se que a concentração das áreas em pousio e ativas ao centro da propriedade da FERF pode favorecer a promoção de ações de coleta e acondicionamento de seus resíduos em um único local, ou segregado por locais estratégicos. Portela (2022) afirma que a instalação de pontos de coleta seletiva em locais estratégicos ajuda na conscientização ambiental das pessoas, se refletindo diretamente no aprimoramento de ações de destinação de resíduos pelos indivíduos.

3.2.2 Identificação das atividades geradoras

Durante as visitas *in loco* em áreas com experimentos ativos, foram identificadas atividades geradoras de resíduos. Essas áreas são majoritariamente destinadas a culturas de ciclos curtos, como olerícolas, e a culturas de ciclos médios ou longos, como melão e algodão. A geração de resíduos está diretamente associada às implementações de experimentos e práticas de manejo, como capina, controle de plantas daninhas, uso de *mulching* e filme plástico PVC termoencolhível (Figura 6). Palma *et al*. (2021) destacam que as atividades agrícolas e o uso de insumos no campo são fontes significativas de resíduos agropecuários.

Figura 6. Atividades experimentais realizadas nas áreas agrícolas da FERF.



Fonte: Elaboração própria (2024). A-Solarização com Filme plástico PVC termo encolhível; B-Manta na cultura do melão; C- Instalação de *mulching*; D-Aplicação de defensivos agrícolas; E- Instalação de sistema de irrigação; F- Desbaste da cultura do coentro; G- Colheita de Alface; H- Controle de plantas daninhas; I- Transplantio demudas de melão.

A Figura 6 ilustra diversas atividades experimentais realizadas na FERF, abrangendo desde o preparo do solo até o controle de pragas e a colheita. Práticas como a solarização com filme plástico PVC e o uso de *mulching* são essenciais para o manejo do solo, pois combatem nematoides e fitoparasitas, além de auxiliarem no controle de plantas daninhas nas camadas superiores do solo (Amaral; Araujo, 2021). Tais práticas refletem uma abordagem integrada de manejo, fundamental para a sustentabilidade na agricultura moderna (Embrapa, 2018).

A setorização por zoneamento e a organização dos experimentos na fazenda resultam em uma geração de resíduos com características e composições variadas, dependendo do tipo e setor de atividade. As visitas técnicas às áreas experimentais agrícolas permitiram a identificação e o registro fotográfico da presença de resíduos ao redor de experimentos ativos, em áreas de pousio e ao longo de vias e trilhas que conectam os diferentes experimentos. A Figura 7 exemplifica uma variedade de resíduos recicláveis gerados pelas atividades agrícolas.

Figura 7. Resíduos recicláveis identificados em área com experimentos Agrícolas da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024). A- Sementeira de Isopor; B- Filme plástico PVC termoencolhível; C- Lona plástica; D- Rede Plástica; E- Canos e conexões; F- Tela Plástica ou tela mosquiteiro.

A Figura 7 ilustra a presença de resíduos recicláveis localizados ao redor de áreas agrícolas e de pousio na FERF. A presença desses resíduos em áreas de pousio resulta de descartes inadequados, frequentemente associados a experimentos abandonados, conforme relatado pela gestão da fazenda. Apesar de serem considerados não perigosos, os resíduos recicláveis são classificados como Classe II A, indicando que são não inertes, mas podem

apresentar solubilidade em seus constituintes quando expostos à água destilada ou deionizada, sob temperatura ambiente (ABNT, 2004).

Figura 8. Resíduos perigosos identificados no setor de experimentos agrícolas da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024). A- Embalagem vazia de Formicida; B- Embalagens de fertilizantes; C- Embalagem de insumo orgânico; D- Embalagem fechada de inseticida; E- Equipamento de Proteção Individual; F- Embalagem de herbicida.

Na Figura 8, observa-se o descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos, próximos a experimentos olerícolas, incluindo venenos para controle de pragas como formigas, cupins e fungos. Segundo Simonetti *et al*. (2021), o descarte irregular de resíduos perigosos não só representa riscos à saúde humana, como também pode causar sérios danos ambientais, como a contaminação do solo e da água. Freire *et al*. (2016) destacam que embalagens de venenos descartadas no meio ambiente estão diretamente ligadas à contaminação de recursos naturais e ao risco à saúde das comunidades rurais.

A presença de EPIs descartados inadequadamente sugere falha na capacitação dos funcionários da fazenda e pesquisadores sobre os riscos ambientais e de saúde associados a esses equipamentos, classificados como resíduos perigosos de Classe I. O uso correto de EPIs é essencial para proteger os trabalhadores contra riscos no ambiente de trabalho e minimizar os efeitos de acidentes (Neto *et al*., 2021). EPIs contaminados com produtos químicos ou substâncias tóxicas devem ser devidamente acondicionados e identificados como resíduos de Classe I (Palma *et al*., 2021).

Figura 9. Resíduos sólidos indiferenciados identificados no setor experimentos agrícolas da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024). A- Mistura de sobras de experimentos agrícolas; B- Mistura de resíduos descartáveis e embalagens com alimentos; C- embalagens de substrato contendo substratos e restos de alimento + Filme plástico PVC termoencolhível; E- Embalagem de monofosfato de amônia contendo resíduos plásticos e resto de alimentos.

A geração de resíduos indiferenciados nas áreas experimentais (Figura 9) evidencia a necessidade de aprimoramento dos processos de separação e manejo de resíduos na FERF. Foi constatado que essas áreas não dispõem de recipientes adequados, como contêineres ou bombonas devidamente identificadas para o armazenamento segregado dos diferentes tipos de resíduos. Vale ressaltar que a ausência de locais apropriados ao acondicionamento temporário não justifica a prática do descarte a céu aberto, porém ela pode contribuir para tal realização. A NBR 10.004 determina que os Resíduos indiferenciados, ou rejeitos, devido à falta de tecnologias viáveis para reciclagem ou ao alto custo associado, sejam destinados a aterros sanitários (ABNT, 2004).

Durante a visita *in loco*, no mês de março de 2023, entre as áreas experimentais, foi realizada identificação de resíduos nas distintas classes nas vias internas e trilhas de acesso entre experimentos (Figura 10).

Figura 10. Resíduos sólidos identificados nas vias internas e trilhas de acesso da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024). A- Carcaça de monitor; B e C- Resíduos de construção civil; D- Embalagens de sementes; E- Embalagem alimentícia (iogurte).

Na Figura 10, foram identificados diversos tipos de resíduos, incluindo Resíduos Agropecuários (RA), como embalagens de sementes e marcadores de solo para semeio, e Resíduos Recicláveis (RR), como embalagens de alimentos possivelmente descartadas por usuários das áreas experimentais. Também foram observados Resíduos Eletrônicos (RE) de origem não especificada. Alguns resíduos eletrônicos podem conter na composição metais pesados como chumbo, cádmio e mercúrio (Simonetti *et al*., 2021). Esses metais, quando liberados em determinadas condições, apresentam riscos significativos ao meio ambiente e à saúde humana (Ricardo; Morais; Zanella, 2016).

Adicionalmente, foram encontrados Resíduos de Construção Civil (RCC), resultantes da substituição de canaletas de concreto e de obras de cercamento na fazenda. A Resolução n° 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define os RCC como materiais oriundos de construções, reformas, reparos e demolições, bem como da preparação de terrenos (CONAMA, 2002). Os RCC são classificados como não perigosos e podem ser categorizados como Classe II A - inertes ou Classe II B - não inertes, dependendo de alterações nas características do material sob a ação de fenômenos intempéricos (ABNT, 2004).

Figura 11. Resíduos originados no setor com experimentos pecuários (colmeias).

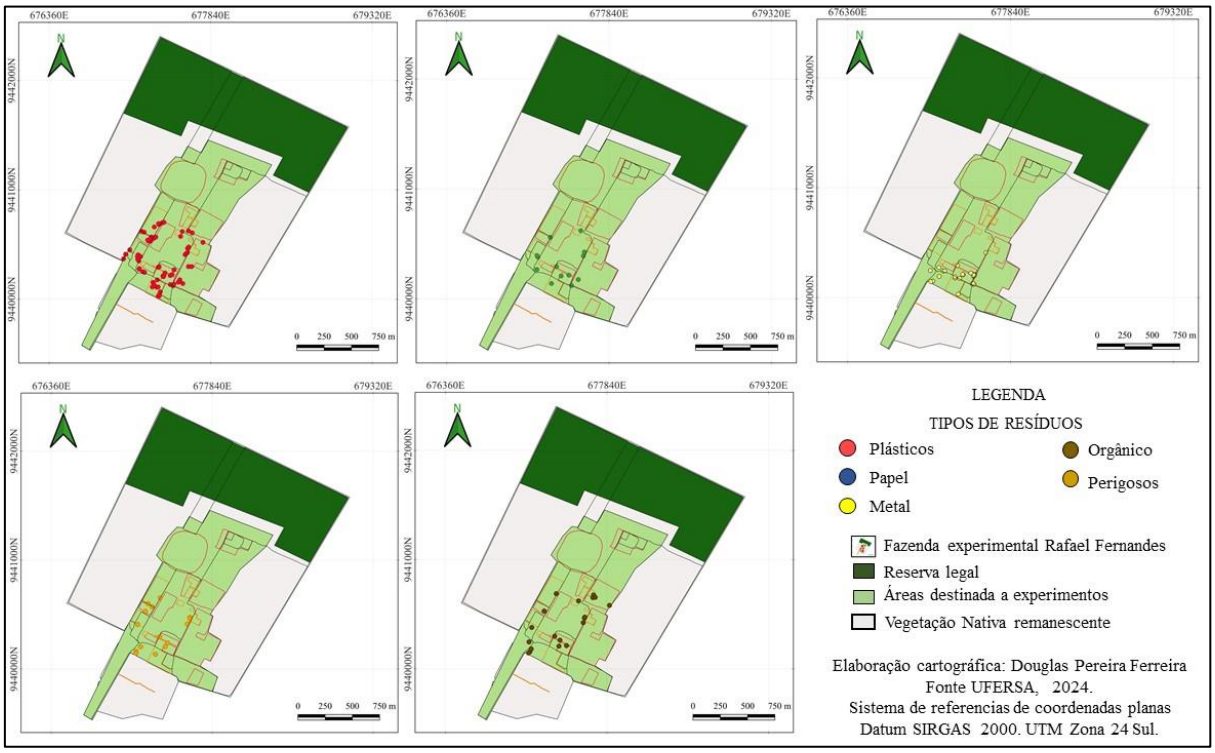
Fonte: Elaboração própria (2024).

O volume de resíduos identificado nas áreas de experimentos pecuários (Figura 11) é relativamente baixo, possivelmente em virtude do limitado número de experimentos realizados

na casa de cera e no meliponário, juntamente com a menor quantidade de insumos e áreas necessárias à condução de experimentos apícolas, em comparação às atividades agrícolas realizadas da FERF. Os resíduos de cera produzidos são classificados como indiferenciados e classificados como resíduos não perigosos, Classe II A. Por outro lado, os resíduos provenientes das casas nacionais ou colmeias, com base na sua composição, também são classificados como indiferenciados e não perigosos, mas são categorizados como Classe II B (ABNT, 2004).

A Figura 12 elenca as áreas com experimentos agrícolas juntamente com os tipos de resíduos identificados nestes locais, devido ao número de experimentos e à diversidade dos resíduos gerados.

Figura 12. Tipos de resíduos sólidos encontrados em áreas com atividades experimentais na FERF.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A distribuição espacial dos locais com presença de resíduos sólidos na FERF (Figura 12) destaca os diferentes tipos de resíduos conforme sua classificação. Observa-se que a maior parte dos resíduos identificados é composta por plásticos, representando 48,20% dos locais com descarte, o que sugere predominância deste material nas práticas agrícolas e experimentais da fazenda. Essa alta incidência de resíduos plásticos pode ser atribuída ao uso frequente de materiais como *mulching* e manta de Tecido Não Tecido (TNT) agrícola durante os processos agrícolas de experimentos com meloeiros e uso de Filme plástico PVC durante as práticas de solarização. Segundo Amaral e Araujo (2021), a solarização proporciona a desinfestação de

solos e substratos antes do plantio. As sacolas e outros produtos descartáveis têm sua presença associada ao acondicionamento de produtos alimentícios por pessoas que realizam o manejo dos experimentos.

Além dos plásticos, constatou-se a presença de outros resíduos passíveis de reciclagem e reaproveitamento. A Figura 12 revela a presença de resíduos metálicos e de papel, correspondendo, respectivamente, a 17,27% e 9,35% dos locais com descarte, normalmente relacionados a embalagens metálicas. Este tipo de resíduo pode estar associado a equipamentos agrícolas, embalagens, ferragens e outros elementos metálicos utilizados nas atividades diárias da fazenda, ao passo que os resíduos de papel podem ser decorrentes de embalagens, rolos de Filme plástico PVC, *mulching* e até mesmo material de anotações de campo. Simonetti *et al*. (2021) relatam que a presença dos resíduos plásticos está relacionada a práticas inadequadas e recorrentes da população em um habitat.

Resíduos orgânicos, embora menos predominantes, ainda representam parcela relevante, 13,67% dos locais de descarte. A presença de resíduos orgânicos pode estar relacionada ao descarte de restos de culturas e resíduos alimentares e amostras de experimentos descartadas. Por fim, resíduos perigosos, que compreendem 15,51% dos locais de descarte, indicam uma preocupação com a gestão de materiais potencialmente nocivos, como produtos químicos e outros compostos utilizados nos experimentos e operações da fazenda. Palma *et al*. (2021) apontam a importância de adotar práticas de gerenciamento para resíduos perigosos e tóxicos no meio rural, uma vez que as particularidades agrícolas demandam grande uso de recursos naturais, que pode ocasionar danos ambientas em curto, médio e longo prazo.

A problemática dos resíduos agrícolas é uma realidade rural brasileira, que exige a cada dia de um olhar mais cuidadoso sobre as formas de gestão e de implementação de processos de gerenciamento e destinação adequadas dos resíduos gerados em suas atividades (Virgolin; Silva; Santos, 2016; Junges; Campos, 2022). A identificação e o mapeamento das áreas agrícolas são cruciais para a implementação de práticas de gestão de resíduos mais eficientes, visando a minimizar o impacto ambiental e promover a sustentabilidade na fazenda.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ÁREA EXPERIMETAIS AGROPECUÁRIAS

A partir do diagnóstico realizado na fazenda experimental, foi efetuada a identificação de locais com presença de resíduos e depois efetuado o levantamento dos tipos de resíduos seguindo a caracterização. O Quadro 2 apresenta tipos de resíduos gerados e/ou presentes nas

áreas com experimentos agropecuários da FERF, observando-se uma diversidade de tipos de resíduos derivados tanto das atividades agrícolas quanto apícolas. A categorização dos resíduos foi realizada de acordo com a ABNT NBR 10.004, categorizando as diferentes classes de periculosidade e potencial de reciclagem.

Quadro 2. Caracterização dos resíduos gerados nas áreas com experimentos agropecuários na Fazenda Experimental Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF).

Origem dos resíduos		**Tipo de resíduos**	**PNRS**	**Caracterização (ABNT NBR 10.004)**
Resíduos Agrícolas	Experimentos agrícolas	Embalagens de fertilizantes	Reciclável	Classe II B
		Sacos de nylon	Reciclável	Classe II A
		Sementeiras plásticas	Reciclável	Classe II A
		Embalagem de sementes	Reciclável	Classe II A
		Sacolas plásticas (PEAD)	Reciclável	Classe II A
		Latas de alumínio	Reciclável	Classe II B
		Embalagem alimentícia (Isopor)	Reciclável	Classe II B
		Rolo de tela, rolo de lona, caixa (Papel e papelão)	Reciclável	Classe II A
		Sementeiras de isopor (PS)	Reciclável	Classe II B
		Copos descartáveis (PS)	Reciclável	Classe II A
		Embalagem de iogurte (PP)	Reciclável	Classe II A
		Restos de experimentos misturados	Indiferenciado	Classe I
		Embalagens de agrotóxicos (herbicidas e inseticida)	Perigoso	Classe I
		Embalagem de óleo lubrificante, pasta lubrificante	Perigoso	Classe I
		Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Filme plástico PVC termoencolhível, *mulching*	Reciclável	Classe II A
		Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) contaminados	Perigoso	Classe I
		Tela metálica, arame metálico	Reciclável	Classe II A
		Lona (PEBD)	Reciclável	Classe II A
		Marcador para semeio (madeira)	Indiferenciado	Classe II A
		Micro aspersores, fita plástica de (PP), tela plástica ou tela mosquiteiro	Reciclável	Classe II A
		Caixas d’água (PEAD)	Reciclável	Classe II A
		Garrafas (PET), garrafões (PP)	Reciclável	Classe II A
		Ferramentas (inchadas, rastelo)	Reciclável	Classe II B
		Embalagens de fertilizantes	Reciclável	Classe II B
		Sacos de nylon	Reciclável	Classe II A
		Sementeiras plásticas	Reciclável	Classe II A

	Pousio	Embalagem de sementes	Reciclável	Classe II A
		Sacolas plásticas (PEAD)	Reciclável	Classe II A
		Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Garrafas (PET)	Reciclável	Classe II A
		Garrafas de vidro	Reciclável	Classe II B
		Tela plástica ou tela mosquiteiro	Reciclável	Classe II A
		Copos descartáveis (PS)	Reciclável	Classe II A
		Embalagem de iogurte (PP)	Reciclável	Classe II A
		Lona (PEBD)	Reciclável	Classe II A
		Marcador para semeio (madeira)	Indiferenciado	Classe II A
		Filme plástico PVC termo encolhível	Reciclável	Classe II A
		Micro aspersores, fita plástica de (PP)	Reciclável	Classe II A
		Latas de alumínio	Reciclável	Classe II B
		Carrinho de mão	Reciclável	Classe II B
		Pneu	Reciclável	Classe II B
		Embalagem alimentícia (alumínio e isopor)	Reciclável	Classe II A
		Ferramentas (inchadas, rastelo)	Reciclável	Classe II B
		Estaca de concreto armado	Reutilizável	Classe II B
		Restos de experimentos	Indiferenciado	Classe I
		Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) contaminados	Perigoso	Classe I
		Tampa de caixas d’água (PEAD)	Reciclável	Classe II B
	Casas de vegetação	Embalagens de fertilizantes	Reciclável	Classe II B
		Sacos de nylon	Reciclável	Classe II A
		Sementeiras plásticas	Reciclável	Classe II A
		Embalagem de sementes	Reciclável	Classe II A
		Sacolas plásticas (PEAD)	Reciclável	Classe II A
		Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Caixas d’água (PEAD)	Reciclável	Classe II A
	Bananeiras	Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Resto de poda (palhas, folhas)	Orgânico	Classe II A
		Copos descartáveis (PS)	Reciclável	Classe II A

		Garrafas (PET)	Reciclável	Classe II A
		Embalagem alimentícia (isopor)	Reciclável	Classe II B
		Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) contaminados	Perigoso	Classe I
	Coqueiros	Ferramentas (inchadas, rastelo)	Reciclável	Classe II A
		Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Resto de poda (palhas, folhas)	Orgânico	Classe II A
		Estaca de concreto armado	Reutilizável	Classe II B
	Parreiras	Garrafas (PET)	Reciclável	Classe II A
		Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Embalagens de fertilizantes	Reciclável	Classe II A
		Sacolas plásticas (PEAD)	Reciclável	Classe II A
	Sabiá	Sacos de nylon	Reciclável	Classe II A
		Baldes plástico, peneira plástica	Reciclável	Classe II A
		sacolas plásticas (PEAD)	Reciclável	Classe II A
		Canos e conexões de PVC	Reciclável	Classe II B
		Copos descartáveis (PS)	Reciclável	Classe II A
		Estaca de concreto armado	Reutilizável	Classe II B
		Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) contaminados	Perigoso	Classe I
		Garrafas (PET)	Reciclável	Classe II A
Pecuários	Trilhas de polinização	Resto de poda e limpeza das trilhas (palhas, troncos e folhas)	Orgânico	Classe II A
	Meliponário	Caixa nacional (colmeia)	Indiferenciado	Classe II A
	Casa de cera	Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)	Perigoso	Classe I
		Caixa nacional (colmeia)	Indiferenciado	Classe II A
		Cera	Indiferenciado	Classe II A

EPI: Equipamento de Proteção Individual. PEAB: polietileno de alta densidade. PEBD: polietileno de baixa densidade PET: polietileno tereftalato. PP: Polipropileno. PS: Poliestireno PVC: Policloreto de Vinila

Fonte: Elaboração própria (2024); ABNT NBR 10.004/2004; Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A partir dos dados apresentados no Quadro 2, é possível identificar que os experimentos agrícolas geram uma variedade considerável de resíduos, incluindo embalagens de fertilizantes, sacos de nylon, copos descartáveis, restos de experimentos e embalagens de agrotóxicos. A maioria desses resíduos sólidos é classificada como recicláveis e não perigosos, onde os resíduos caracterizados como não perigosos não inertes, Classe II A, apresentam dominância no quadro, confirmando as distribuições espaciais apresentadas anteriormente na Figura 11.

A PNRS, em seu Art. 7°, determina como objetivos a não geração de resíduos; redução da produção de resíduos; reutilização; reciclagem; tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010), o que implica adoção de medidas preventivas e/ou corretivas para os resíduos gerados na Fazenda Experimental.

Nesse contexto, a significativa geração de resíduos plásticos e de outros materiais compostos por papel e metal na FERF evidencia o potencial para o desenvolvimento de processos de reaproveitamento e/ou projetos de reciclagem. Além do plástico, materiais como papel, metal e vidro também possuem alto potencial para reciclagem (T'Ing *et al*., 2020).

A reciclagem pode ser realizada de diversas formas, incluindo métodos mecânicos, térmicos ou químicos. Essas abordagens possibilitam a criação de subprodutos a partir da reciclagem, permitindo agregar valores, além de contribuir para a redução dos impactos ambientais (Rangel *et al*., 2023). Além disso, a adoção do método de despolarização química de materiais compostos de polipropileno e polietileno gera monômeros iniciais que, polimerizados em polímeros de alta qualidade, podem ser utilizados na produção de blocos de construção (Camargo; Saron, 2020).

Ainda sobre o Quadro 2, a presença de resíduos perigosos (Classe I), como embalagens de agrotóxicos e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), destaca a necessidade de um manejo adequado para evitar riscos ambientais e à saúde humana, uma vez que a NBR 10004/2004 determina que os resíduos caracterizados como perigosos, como embalagens de agroquímicos, devam ser armazenados separadamente, em ambientes fechados e impermeabilizados. Bernardi, Hermer e Boff (2018) alertam que o armazenamento indevido de embalagens de agrotóxicos pode ocasionar contaminação do solo e dos rios, além de ocasionar acidentes com os indivíduos que manipulam estes produtos.

A identificação dos resíduos gerados nas atividades pecuárias, especificamente na casa de cera e no meliponário, revelou que, embora representem uma parcela menor, os resíduos presentes são majoritariamente classificados como indiferenciados ou rejeitos, sendo não perigosos e não inertes, de Classe II A. Esses resíduos não são diretamente recicláveis, exigindo estratégias específicas para seu manejo ou descarte.

Durante a realização das visitas, foram identificados resíduos perigosos Classe I e não perigos Classe II A, segregados e acondicionados no galpão de máquinas e veículos agrícolas da FERF e descartados no entorno. Os tipos de resíduos estão listados no Quadro 3.

Quadro 3. Caracterização dos resíduos gerados no galpão de máquinas e veículos agrícolas da FERF.

Origem dos resíduos	**Tipo de resíduos**	**PNRS**	**Caracterização (ABNT NBR 10.004)**
Galpão de máquinas veículos agrícolas	Pneus	Reciclável	Classe II A
	Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)	Perigoso	Classe I
	Embalagem de óleo lubrificante	Perigoso	Classe I
	Embalagem de graxa e pasta lubrificante	Perigoso	Classe I
	Copos descartáveis (PS)	Reciclável	Classe II A
	Ferramentas	Recicláveis	Classe II B
	Resíduos de varrição	Indiferenciado	Classe II A
	Fusíveis	Recicláveis	Classe II A
	Lâmpadas, pilhas, bateria	Perigoso	Classe I
EPI: Equipamento de Proteção Individual. PS: Poliestireno			

Fonte: Elaboração própria (2024); ABNT NBR 10.004/2004; Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Embora o galpão de máquinas e veículos agrícolas não se configure estritamente como um setor agrícola, ele desempenha papel crucial na gestão de diversas operações relacionadas ao setor. Este espaço abriga uma gama de equipamentos utilizados para transporte de funcionários, preparação do solo, movimentação de materiais e coleta de resíduos em áreas experimentais, dentre outras funções. É fundamental que os resíduos gerados durante a manutenção dos equipamentos, como embalagens de óleos lubrificantes, fusíveis e pilhas, sejam encaminhados para a logística reversa. Além disso, os pneus desgastados devem ser destinados a borracharias especializadas que realizam a reciclagem adequada (Palma *et al*., 2021).

Apesar da capacitação informada pela gestão da fazenda quanto ao uso de EPIs durante atividades necessárias, foi observado descarte inadequado desses materiais quando estão em desuso, sendo encontrados resíduos próximos às áreas experimentais. A gestão adequada desses resíduos, classificados como perigosos, requer atenção especial e adoção de práticas de descarte apropriadas, conforme preconizado pela PNRS e a NBR 10.004/2004. Portanto, é de responsabilidade da UFERSA monitorar os passivos ambientais identificados e, com base nas diretrizes da PNRS, estabelecer metas de redução, implementar coleta seletiva e promover a

reciclagem, alinhando-se às diretrizes de gestão responsável e gerenciamento de resíduos sólidos (Brasil, 2010).

Embora o método de caracterização adotado não tenha quantificado precisamente os resíduos gerados nas áreas experimentais, os resíduos agropecuários identificados podem servir como base para a elaboração de um inventário anual de resíduos sólidos, como recomendado pela Resolução CONAMA 313, de 2002.

4 CONCLUSÃO

O diagnóstico realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes mostrou-se eficaz, sendo possível identificar as principais fonte de geração de resíduos agropecuários.

O mapeamento realizado na Fazenda permitiu o detalhamento dos setores funcionais, sendo identificadas, a partir dos registros fotográficos realizados nas visitas *in loco*, as formas de acondicionamento de resíduos, constatando-se deposição inadequada nas áreas experimentais, vias, trilhas e áreas em pousio.

Além do mais, durante as visitas *in loco*, foi possível constatar que maior geração de resíduos se concentra nas áreas destinadas a experimentos agrícolas, com predominância de resíduos com potencial para reciclagem, como plásticos diversos, metais e papeis, caracterizados predominantemente como não perigosos não inertes, Classe II A, e não perigosos inertes, Classe II B.

Apesar de não ter maior representatividade, identificou-se geração de resíduos perigosos, como EPI's e embalagens de agrotóxicos em quase todos os setores funcionais da Fazenda Experimental.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; PAROVEK, G. Koppen'sclimate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.

AMARAL, L. S.; ARAUJO, E. O. **Biocontrole de fitonematóides: atualidades e perspectivas**. São Paulo: Editora Dialética, 2021. 264 p.

Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA S TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira N° 10.004:** Sistemas de Gestão Ambiental - Classificação de Resíduos Sólidos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004 a. Disponível em: https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.

BERNARDI, A. C. A.; HERMES, R.; BOFF, V. A. Manejo e destino das embalagens de agrotóxicos. **Revista Perspectiva**, v. 42, n. 159, p. 15-28, 2018. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/159_719.pdf. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 12 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 12.651, de 25 maio de 2012**. **Código Florestal Brasileiro.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm?itid=lk_inline_enhanced-template. Acesso em: 12 jun. 2024.

CAMARGO, R. V. de; SARON, C. Mechanical–Chemical Recycling of Low-Density Polyethylene Waste with Polypropylene. **Journal of Polymers and the Environment,** v. 28, n. 3, p. 794-802, 23 dez. 2019. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s10924-019-01642-5. Acesso em: 12 jun. 2024.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução n° 313 de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263. Acesso em 10 jan. 2023.

EMBRAPA. **Controle de Plantas Daninhas:** Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Maurilio Fernandes de Oliveira, Alexandre Magno Brighenti. 1° ed. Brasilia, DF, 2018.

FREIRE, A. E.; ROLIM, F. S.; LUSTOSA.J. P. G.; SOUSA, J. D. A problemática da destinação dos resíduos sólidos no território rural: o caso do Sítio Boi Morto**. Ciência e Sustentabilidade – CeS**, v. 2, n. 2, p. 51-62, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.33809/2447-4606.22201651-62. Acesso em: 13 jun. 2024.

GERIN, A. C. M. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS): Estudo de Caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Revista Debates Em Administração Pública – REDAP**., v. 2, n. 6, p. 1 – 31, 2021. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/redap/article/view/5917. Acesso em: 29 jun. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. Ed São Paulo: Atlas, 1994. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. **Mossoró - RN**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama. Acesso em: 26 nov. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PIB varia 0,1% no 3º trimestre de 2023.** Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/38535-pib-varia-0-1-no-3-trimestre-de- 2023. Acesso em: 10 ago. 2024.

JUNGES, V. C; CAMPOS, S. A. P. IES promovendo o desenvolvimento local sustentável por meio de projetos de reciclagem: o papel de uma IES no interior do RS. **Revista Diálogo**, n. 50, p. 1-14, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.18316/dialogo.v0i50.9838. Acesso em: 10 jul. 2024.

LINHARES, E. L. R. Problemática da coleta dos resíduos sólidos e líquidos na zona rural de Caraúbas-RN. **Anais** IX CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/100861. Acesso em: 23 jan. 2024.

LINTEMANI, M. G.; LOSS, A.; MENDES, C. S.; FANTINI, A. C. Long fallows allow soil regeneration in slash-and-burn agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 3, p. 1142-1154, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jsfa.10123. Acesso em: 24 jan. 2024.

MARTINELLI, A.; OLIVEIRA FILHO, A. J. de.; GUIHERME, C. D.; DOURADO, F. F. M.; SAMUDIO, F. F. M. Análise de Metodologias para Execução de Pesquisas Tecnológicas. **Brazilian Applied Science Review**. Curitiba, v. 4, n. 2, p. 468–477, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.34115/barsv4n2-006. Acesso em: 25 jan. 2024.

MORAIS, P. D.; COSTA, T. V.; SEABRA FILHO, G. Q. Caracterização dos resíduos sólidos do município de São José de Espinharas (PB). **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 16, n. 41, p. 163-176, ed. especial 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3895/rts.v16n41.11786. Acesso em: 26 jan. 2024.

NETO, C. F. M. A.; OLIVEIRA, A. C. S.; BRITO, A. P.; SILVA, E. S. Treinamento sobre uso e descarte de equipamentos de proteção individual em casos suspeitos ou confirmados do novo coronavírus em uma Unidade Básica de Saúde no Município de Uruará-PA / Treinamento sobre uso e descarte de equipamentos de proteção individual em casos suspeitos ou confirmados de o novo coronavírus em uma Unidade Básica de Saúde de Uruará-PA. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7, n. 1, p. 3286–3296, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-222. Acesso em: 27 jan. 2024.

PALMA, I. M.; NEVES, I. S.; LIMA, D. A.; GUIMARÃES, G. L.; MATIAS, M. I. A. S.; SANTOS, M. B.; JESUS, M. S.; SANTOS, P. O. Panorama dos Resíduos Sólidos Agropecuários da Unidade Educativa de Campo Fazenda Aldeia do IF Baiano, campus Valença. **Journal of Development**, v. 7, n.7, p. 65807–65834, Bahia, Brasil. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-045. Acesso em:

PORTELA, V. M. **Resíduos da construção civil nos Ecopontos da cidade de São Luís**: destinação final. 2022. 40 f. Monografia (Bacharelado em engenharia Civil) – Faculdade Edufor – Maranhão, São Luís, 2022.

RANGEL, A. M.; STARK, F. W.; PEREIRA, P. B.; RANGEL, E. M.; CASTRO, A. S. 3Rs' aplicados ao plástico: Uma revisão sobre a Redução, Reutilização e Reciclagem do plástico

em tecnologias ambientais. **Rev. C&Trópico**, v. 47, n. 2, p. 127-146, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2(2023)art8. Acesso em: 29 jan. 2024.

RÊGO, L. G. S.; MARTINS, C. M.; DA SILVA, E. F.; DA SILVA, J. J. A.; DA SILVA LIMA, R. N. Pedogênese e classificação de solos da fazenda experimental "Rafael Fernandes" no município de Mossoró, RN**. Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n430rc. Acesso em: 31 jan. 2024.

RICARDO, E.; MORAIS, C. B.; ZANELLA, L. F. T. Logística reversa: um estudo sobre o descarte do lixo eletrônico em Fraiburgo, SC. **Unoesc & Ciência – ACSA**. v. 7, n. 1, p. 85-92, 2016. Disponível em: https://periodicos.unoesc.edu.br/acsa/article/view/6834. Acesso em 12 jun. 2024.

RODRIGUES, J. I. M.; MARTINS, W. B. R.; SILVA, L. L.; CASTRO, J. C.; OLIVEIRA, F. A. Agricultura itinerante na Amazônia: importância, impactos e perspectivas futuras. **Nativa**, *[S. l.]*, v. 12, n. 3, p. 419–427, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.31413/nat.v12i3.17428. Acesso em: 30 jan. 2024.

SIMONETTI, V. C.; MALHEIROS, I.; NERY, L. M.; ANDRADE, E. L.; ALVARES, D. C. C. Análise da relação espacial entre o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos e a vulnerabilidade social. **Estudos Geográficos** (UNESP), v. 19, p. 61-76, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5016/estgeo.v19i2.15829. Acesso em: 15 jun. 2024.

SILVA, C. V. T.; SILVA, C. L. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, H. S. Uso de VANT no monitoramento de áreas de mineração no agreste pernambucano. In: ANAIS DA III SEMANA DAS ENGENHARIAS QUÍMICA, AMBIENTAL E SANITÁRIA DO OESTE POTIGUAR (SEQUAS), 11., 2020, Pau dos ferros. **Anais...** Mossoró: Editora Edufersa, 2022. v. único.

SOARES, L. S. V. **Avaliação da política nacional de resíduos sólidos**: fundamentos, determinações e sujeitos no processo de formulação da política. 2021. 197 f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas/CCSO) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

T'ING, L. C. *et al*. Determinants of Rs behaviour in plastic usage: A study among Malaysians. **Heliyon,** v. 6, n. 12, p. e05805, 1º dez. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e0580. Acesso em: 10 jul. 2024.

VIRGOLIN, I. W. C.; DA SILVA, E. M. T.; DOS SANTOS, R. A. Relato de experiência sobre o projeto profissão catador: O lixo como fonte de trabalho e cidadania. **Revista Diálogo**, n. 31, p. 13-29, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.18316/2238-9024.16.21. Acesso em: 10 jul. 2024.

CAPÍTULO III – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROPECUÁRIOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL RAFAEL FERNANDES

RESUMO

O aumento da geração de resíduos sólidos nas áreas rurais, particularmente em atividades agropecuárias, tem despertado preocupações quanto ao manejo adequado e sustentável desses materiais. A falta de infraestrutura e práticas inadequadas de gerenciamento podem resultar em impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública. O objetivo deste estudo foi realizar a identificação e análise das etapas de gerenciamento de resíduos sólidos gerados durante a instalação e manejo de experimentos agropecuários da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e elaborar propostas de intervenção para melhoria do sistema de gerenciamento de resíduos. No delineamento da pesquisa, foi realizada revisão teórica detalhada que considerou os aspectos técnicos, científicos e legais vigentes relacionados ao tema.. Em seguida, foi realizado um diagnóstico com abordagem quali-ilustrativa, incluindo visitas às áreas experimentais agropecuárias e registros fotográficos do manejo dos resíduos sólidos e identificação de passivos ambientais. Os resultados evidenciaram a ocorrência de ineficiência nas etapas de segregação e acondicionamento temporário dos resíduos, com destaque para a falta de recipientes adequados e a ausência de rotulagem apropriada para identificação da tipologia dos resíduos. A inexistência de uma periodicidade definida para a coleta e transporte interno também foi evidenciada, contribuindo para o acúmulo de materiais em áreas experimentais. Identificaram-se, ainda, falhas no armazenamento de resíduos perigosos, como embalagens de agrotóxicos, que não seguiam as normas de segurança. Portanto, há necessidade de implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), capacitação contínua das equipes e aprimoramento da infraestrutura, o que resultaria no potencial melhoramento do manejo adequado dos resíduos na fazenda.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental; passivos ambientais; manejo de resíduos.

CHAPTER III – AGRICULTURAL SOLID WASTE MANAGEMENT RESEARCH AT RAFAEL FERNANDES EXPERIMENTAL FARM

ABSTRACT

The increasing generation of solid waste in rural areas, particularly in agricultural activities, has raised concerns about the adequate and sustainable management of these materials. Lack of infrastructure and inadequate management practices can result in negative impacts on the environment and public health. This study aimed to identify and analyze the solid waste management stages during the installation and management of agricultural experiments at the Rafael Fernandes Experimental Farm (FERF) of the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA) and to develop intervention proposals to improve the waste management system. A detailed theoretical review was conducted, considering the current technical, scientific and legal aspects related to the topic. Subsequently, a qualitative diagnostic was carried out, including visits to agricultural experimental areas and photographic records of solid waste management and identification of environmental liabilities. The results highlighted the inefficiency in the stages of segregation and temporary storage of waste, with emphasis on the lack of adequate containers and the absence of appropriate labeling for waste identification. The lack of a defined periodicity for internal collection and transportation was also evident, contributing to the accumulation of materials in experimental areas. Furthermore, failures were identified in the storage of hazardous waste, such as pesticide packaging, which did not follow safety standards. Therefore, the implementation of a Solid Waste Management Plan (SWMP), continuous training of teams, and the improvement of infrastructure are necessary, which would result in the potential improvement of proper waste management at the farm.

Keywords: Environmental diagnosis; environmental liabilities; waste management.

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola do Brasil viveu inovações nas últimas décadas, investimentos em pesquisas e programas de incentivos, promovendo o aumento de produtividade e a mudança do perfil e estabilização da agropecuária como molas motrizes da economia do país (Santos; Kitajima, 2022). A modernização do campo por meio de inserção de subsídios tecnológicos de produção e o aumento do consumo nas residências têm impulsionado a geração de resíduos em áreas rurais (Britzke, 2021).

A implementação de políticas públicas para gestão dos resíduos sólidos no Brasil tornou-se uma ferramenta de suma importância. Britzke (2021) enfatiza que a mudança do comportamento social e cultural no Brasil e criação de mecanismos legais se mostraram necessárias, no que se refere às práticas de gerenciamento de resíduos sólidos.

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos foi impulsionada com a criação da Lei nº 11.445/07, que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico (Brasil, 2007). Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n° 12.305, estabelecendo a obrigatoriedade da implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) a diferentes tipos de empreendimentos geradores de resíduos (Brasil, 2010). Posteriormente, foi instituído o Programa Nacional de Saneamento Rural, estabelecido pela portaria nº 3.174, de 02 de dezembro de 2019, buscando incrementar ações para a universalização do acesso ao saneamento básico em áreas rurais, tal qual comunidades tradicionais (Brasil, 2019).

O aumento da geração de resíduos sólidos nas áreas rurais, particularmente em atividades agropecuárias, tem despertado preocupações quanto ao manejo adequado e sustentável desses materiais. É relatado que em virtude das remotas distâncias de áreas rurais aos centros urbanos os serviços de coleta de resíduos em áreas rurais tendem a ser ineficientes, como resultado o atendimento tende a ser mais precário (SNIS, 2019), afetando diretamente etapas de gerenciamento, dificultando a logística de acesso à coleta, tratamento e destinação pública/coletiva (Palma *et al*., 2021). Outra adversidade é a escassez de literaturas nacionais e internacionais abordando manejo de resíduos no campo (Gerber; Pasquali; Bechara, 2015).

Inserida neste contexto está a Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF), uma extensão da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde são desenvolvidas pesquisas dos cursos de Pós-graduação e graduação na área das Ciências Agrárias. A Fazenda abriga o Núcleo de Capacitação em Tecnologia em Apicultura (NCTA), focado na realização de estudos e pesquisas com compostos. Em virtude das atividades realizadas na Fazenda, existe

uma geração considerável de resíduos específicos, oriundos das atividades experimentais agropecuárias e administrativas. Linhares (2023) descreve que atividades agrícolas produzem grande quantidade de resíduos, em grande parte embalagens para controle de pragas, medicação para tratamento animal, adubos, materiais plásticos, resíduos líquidos e embalagens de graxas e óleos utilizados para tratores e maquinários.

Embora a PNRS forneça diretrizes gerais para o manejo, estudos específicos abordando as particularidades do setor agropecuário em regiões de clima semiárido são escassos. Além disso, a crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelo manejo inadequado de resíduos reforça a necessidade de análise crítica das práticas adotadas na Fazenda, direcionadas à promoção da sustentabilidade e a conformidade legal (Palma *et al*., 2021). Portanto, a análise detalhada dos processos de gerenciamento de resíduos na Fazenda Experimental se faz necessária para propor melhorias e soluções que possam ser replicadas em outras propriedades rurais.

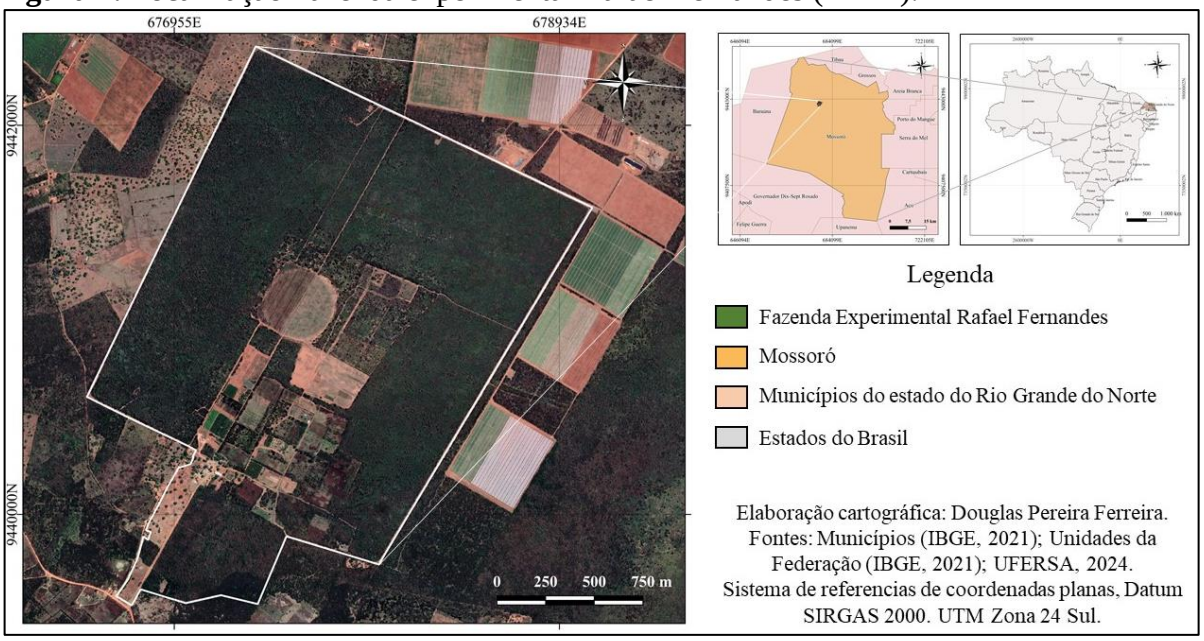
O presente trabalho tem como objetivo realizar a identificação e análise das etapas do gerenciamento de resíduos sólidos gerados durante a instalação e manejo de experimentos agropecuários da Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, permitindo elaborar propostas de intervenção para melhoria do sistema de gerenciamento de resíduos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARATERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Fazenda experimental Rafael Fernandes (FERF), uma unidade destinada ao desenvolvimento de atividades experimentais agropecuárias pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, distante 20 km da sede do Mossoró – RN (Figura 1). A Fazenda Experimental possui 418,67 hectares de área total, sendo 85,8 hectares área de Reserva legal, 136,86 ha destinados a experimentos agrícolas e construções rurais e administrativas e 281,8 hectares compostos por vegetação nativa remanescente.

Figura 1. Localização Fazenda experimental Rafael Fernandes (FERF).



Fonte: Elaboração própria (2024).

O clima da região é tropical semiárido muito quente e com estação chuvosa ocorrendo no verão-outono, com temperatura média de 27,6°C, a classificação climática de Köppen Geiger é BSwh' (Beck *et al*., 2018). Dispõe de precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 756 mm (Alvares *et al*., 2013). Os solos predominantes na fazenda são classificados como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Típico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Argissólico e PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico Típico (Rêgo *et al*., 2016).

As primeiras pesquisas na área ocorreram na década de 1970, ainda na antiga Escola Superior de Agronomia de Mossoró (ESAM), atual UFERSA, as quais eram direcionadas à produção de combustível a partir do sorgo para geração de álcool. Atualmente, são realizadas atividades de extensão, como projetos de produção de mudas em viveiros, apicultura, meliponicultura, além de pesquisas envolvendo adubação verde em espécies Olerícolas, com adubos preparados a partir de espécies espontâneas e invasoras coletadas no bioma Caatinga, pesquisas de melhoramento genético em fruticultura, controle de espécies daninhas, aplicação de tecnologia para melhoramento de produção de meloeiros, dentre outros contemplando as demandas dos programas de graduação em Agronomia, Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Florestal e Zootecnia, e programas de pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Fitotecnia, Ciência Animal e Produção Animal.

A equipe de colaboradores da Fazenda Experimental é composta por um gestor responsável pela coordenação das atividades e por nove funcionários contratados por meio de empresa prestadora de serviços terceirizados. As atribuições desses funcionários incluem a realização de tratos culturais, podas, montagem e manutenção de sistemas de irrigação, além de um operador de máquinas pesadas responsável pelo manuseio de equipamentos agrícolas.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.2.1 Delineamento da pesquisa

A pesquisa foi estruturada em duas etapas metodológicas: exploratória e descritiva. Para a etapa exploratória, foi realizada revisão teórica detalhada baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), Resolução n° 275/2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e leituras sobre normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e leituras acadêmicas, considerando estruturação e análise de etapas e procedimentos abordando o gerenciamento de resíduos agropecuários.

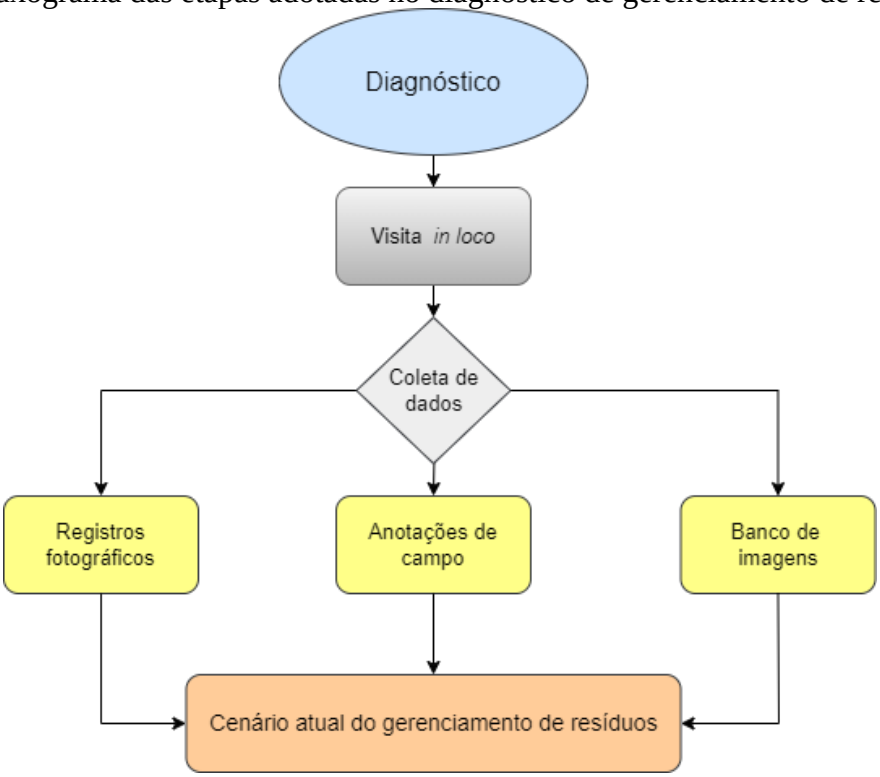
De acordo com Gil (2010), a pesquisa descritiva visa a caracterizar uma população ou fenômeno específico e estabelecer relações entre variáveis. Na fase descritiva, aconteceu o detalhamento das etapas do gerenciamento de resíduos gerados nas áreas experimentais da FERF por meio de um diagnóstico com abordagem quali-ilustrativa.

2.2.2 Identificação das etapas de gerenciamento dos resíduos agropecuários da FERF

Para identificar as práticas adotadas no manejo dos resíduos gerados pelas atividades experimentais da FERF, foi realizado diagnóstico nas áreas com experimentos agropecuários. A ação forneceu elementos que permitiram a identificação das etapas de gerenciamento de resíduos, as fases do diagnóstico incluíram consultas à gestão vigente da unidade sobre a gestão e forma de manejo dos resíduos adotados na fazenda e visitas *in loco.*

As visitas *in loco* possuem o intuito de obter, validar e/ou contestar informações anteriormente repassadas, sua condução aconteceu por meio de observação direta nas áreas experimentais agropecuárias, seguida de coleta de dados quali-ilustrativos sobre as práticas atuais de manejo de resíduos, por meio de realização de registros fotográficos e elaboração de um banco de imagens e identificando o cenário atual das etapas de gerenciamento de resíduos. O período de visitação compreendeu os meses de março e maio de 2023, especificamente nos dias seis, oito e dez do mês de março e oito, dez e doze de maio, segundas, quartas e sextas-feiras, respectivamente.

Figura 2. Fluxograma das etapas adotadas no diagnóstico de gerenciamento de resíduos.



Fonte: Elaboração própria (2024).

2.2.3 Análise das etapas de gerenciamento de resíduos agropecuários da FERF

A análise foi realizada por meio de uma revisão sistemática dos processos de gerenciamento de resíduos agropecuários adotados pela Fazenda Experimental Rafael Fernandes (FERF), considerando a existência e qualidade de execução das etapas estabelecidas pela PNRS para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. O escopo de etapas passa pela coleta, segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010). Além disso, foram revisadas as normativas ambientais e sanitárias brasileiras para identificar as melhores práticas aplicáveis na Fazenda.

2.2.4 Elaboração de propostas de intervenção

As propostas de intervenção sobre o atual cenário do gerenciamento dos resíduos Agropecuários da FERF foram elaboradas com base nos problemas identificados nas etapas de gerenciamento, visando à implementação de medidas práticas e ambientalmente adequadas para a melhoria do gerenciamento dos resíduos sólidos nas áreas experimentais, bem como as ações de proteção ao meio ambiente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ETAPAS DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS

Com base nas informações adquiridas junto à gestão da Fazenda Experimental, atualmente, o gerenciamento de resíduos sólidos agropecuários na FERF ocorre sem a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), embora a criação de tal instrumento seja uma exigência legal estabelecida pela Lei nº 12.305/2010, que obriga os empreendimentos geradores de resíduos a adotar medidas formais de controle e destinação adequada dos materiais descartados (Brasil, 2010). Ainda que não exista um PGRS formalmente implementado, as práticas de gerenciamento de resíduos são adotadas conforme as necessidades identificadas e a partir de solicitações das equipes e dos docentes responsáveis

pelos experimentos. Foi detalhado que o processo inclui as etapas de coleta nas áreas experimentais, transporte interno, armazenamento de embalagens de agroquímicos, inseticidas e óleos lubrificantes, além da destinação final dessas embalagens, resíduos orgânicos e resíduos indiferenciados gerados durante as atividades experimentais.

Durante as visitas *in loco*, validou-se a ocorrência de processos de segregação e acondicionamento dos resíduos pelas equipes responsáveis pelas atividades, porém elas são realizadas de maneira independente. Além disso, foi registrado o uso de caminhões para a coleta de resíduos nas áreas experimentais. Adicionalmente, identificou-se espaço destinado ao armazenamento temporário de embalagens que apresentam potencial risco de contaminação. Por fim, foram observadas práticas de reutilização de materiais recicláveis e a destinação final de resíduos indiferenciados, bem como o tratamento e aproveitamento de resíduos orgânicos.

3.2 ANÁLISE DAS ETAPAS DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS

3.2.1 Segregação e Acondicionamento

Durante as análises dos processos de gerenciamento, foi constatada ausência de sistema eficaz de segregação de resíduos na fonte, assim como a falta de recipientes adequados para o recebimento e acondicionamento dos diferentes tipos de resíduos nas áreas destinadas aos experimentos agropecuários. Observou-se que, em diversos setores, os resíduos gerados são frequentemente misturados, o que compromete significativamente o potencial de reaproveitamento e reciclagem. As práticas adotadas, sem orientações pertinentes, são um dos principais empecilhos para gestão adequadas de resíduos em ambientes rurais (Komatsu; Santos; Sousa, 2019). Tal prática está em desacordo com os princípios estabelecidos pela PNRS, que preconiza a segregação dos resíduos sólidos na origem, de modo a facilitar o gerenciamento subsequente e assegurar sua destinação final de forma ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Durante as visitas *in loco*, identificou-se a existência de apenas 14 bombonas plásticas de 200L destinadas à coleta de resíduos, número insuficiente considerando a extensão total das áreas experimentais agropecuárias, que abrangem aproximadamente 160 hectares. Este déficit de pontos de coleta constitui obstáculo relevante para o correto manejo dos resíduos, dificultando sua segregação adequada. Adicionalmente, verificou-se a ausência de identificação visual nas bombonas plásticas, em desacordo com a Resolução CONAMA nº 275/2001, que

define a utilização de códigos de cores padronizados para a coleta seletiva, a fim de discriminar as tipologias dos resíduos e garantir a sinalização correta dos coletores, sobretudo em áreas de uso público e de grande circulação (CONAMA, 2001).

O Quadro 1 apresenta o código de cores determinado pela CONAMA para a coleta seletiva, conforme regulamentado pela legislação vigente.

Quadro 1. Padrão de código de cores para coleta seletiva.

COR DOS COLETORES	TIPOS DE RESÍDUOS
AMARELO	METAL
AZUL	PAPEL E PAPELÃO
BRANCO	AMBULATÓRIO E SERVIÇO E SAÚDE
CINZA	NÃO RECICLÁVEIS E INDIFERENCIADOS (REJEITOS)
LARANJA	PERIGOSO
MARROM	ORGÂNICO
VERDE	VIDRO
VERMELHO	PLÁSTICO EM GERAL

Fonte: CONAMA (2001).

3.2.1.1 Galpão de máquinas e veículos agrícolas

Durante as visitas, foram identificados resíduos perigosos (Classe I) e não perigosos não inertes (Classe II A), não segregado ou segregados de forma indevida. Os resíduos perigosos mais frequentes incluíam baterias, pilhas, embalagens de óleo, estopas, graxas e resíduos de óleo resultantes da manutenção de máquinas. Esses materiais eram armazenados separadamente em bombonas plásticas de 200L e lacrados e, quando necessário, transportados ao campus central, onde recebiam destinação adequada conforme o PGRS da UFERSA campus Mossoró, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 450/2012.

Resíduos não perigosos e com potencial de reciclagem, como copos descartáveis, embalagens PET e componentes eletrônicos (fusíveis), eram temporariamente armazenados e encaminhados ao abrigo de embalagens. Os Resíduos indiferenciados, compostos por folhas de árvores e lenços de papel e demais resíduos gerados em atividades de limpeza, eram acondicionados em sacos plásticos e transportados ao campus da UFERSA Mossoró durante a coleta de resíduos domésticos realizada pela empresa prestadora de serviços.

A Figura 3 ilustra a estrutura do Galpão de máquinas e veículos agrícolas, à esquerda, e os recipientes onde são acondicionados os resíduos gerados no setor.

Figura 3. Galpão de máquinas e veículos agrícolas, bobonas de acondicionamento de resíduos.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Na vista, foi constatado que, apesar da realização parcial de triagem e acondicionamento de resíduos no setor de Galpão de máquinas e veículos agrícolas, existe no entorno do galpão a presença de embalagens de alimentos (marmitas de alumínio e isopor), latas de alumínio, copos descartáveis e embalagens de óleo lubrificantes indevidamente descartados, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Descarte inadequado no entorno do Galpão de máquinas e veículos agrícolas da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A presença de resíduos indevidamente descartados no entorno do galpão de máquinas da FERF (Figura 4) pode ter sido favorecida por falhas no sistema de coleta e acondicionamento de resíduos, aliada à falta de conscientização e treinamento dos funcionários quanto ao descarte adequado desses materiais. No caso das embalagens alimentícias de alumínio e copos descartáveis, classificados como resíduos não perigosos Classe II A, além de causar poluição visual, podem liberar substâncias contaminantes no solo, dependendo das condições de degradação. Segundo Simonetti *et al*. (2021), as embalagens de óleo lubrificante apresentam

maior risco, com potencial para contaminar tanto o solo quanto os aquíferos, devido à presença de substâncias tóxicas e de difícil remoção.

3.2.1.2 Área destinada aos experimentos agrícolas

O setor de experimentos agrícolas possui a maior extensão dentre as destinadas às atividades experimentais, 160 hectares, e maior quantidade de experimentos sendo executados simultaneamente e alternadamente durante o ano. Atualmente, os resíduos gerados nas áreas experimentais agrícolas não possuem segregação na origem, e apenas uma bombona plástica foi identificada, a qual era destinada ao armazenamento de resíduos diversos, dificultando a execução de etapas posteriores de gerenciamento.

A Figura 5 apresenta a imagem do galpão com o Laboratório agrícola, portão à esquerda, Depósito de subsídios agrícolas, portão à direita, e a bombona de acondicionamento de resíduos identificada no setor de experimentos agrícolas.

Figura 5. Laboratório agrícola, depósito de insumos agrícolas e bombona de acondicionamento de resíduos.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A inexistência de recipientes apropriados ao armazenamento temporário nas proximidades das áreas experimentais compromete a implementação de práticas de segregação dos resíduos no momento da geração, bem como o adequado acondicionamento dos materiais descartados pelas equipes de pesquisa. A carência de coletores estrategicamente posicionados pode fomentar a destinação inadequada dos resíduos (Simonetti *et al.*, 2021), a ausência de infraestrutura para a disposição correta tende a estimular a prática de descarte irregular em lotes e áreas verdes, resultando em impactos ambientais adversos e dificultando a gestão sustentável dos resíduos.

Durante a visita *in loco* nas vias internas e áreas com experimentos agrícolas em pousio, foi possível identificar o cenário ocasionado pela ausência de coletores e abandonos de experimentos, conforme Figura 6.

Figura 6. Descarte em vias internas e áreas experimentais em pousio da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

O descarte irregular nas vias internas e áreas de pousio da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, conforme evidenciado na Figura 6, é reflexo da ausência de um sistema eficiente de coleta e gestão de resíduos. A falta de coletores adequados e o abandono de experimentos demonstram falhas no manejo e comprometem a qualidade ambiental do espaço, com riscos de contaminação do solo, proliferação de vetores e degradação visual.

Para reverter tal cenário, poderia ser estabelecida a realização de campanhas de educação ambiental para conscientizar pesquisadores e funcionário da FERF, além de manutenção e limpeza periódicas das áreas experimentais. Outra opção essencial seria a instalação de coletores em pontos estratégicos, unida à conscientização dos colaboradores. Segundo Portela (2022), a distribuição estratégica de coletores se reflete diretamente no aprimoramento de ações de destinação de resíduos pelos indivíduos. Além disso, o reaproveitamento de materiais e a reciclagem podem ser incentivados para reduzir os impactos ambientais.

3.2.1.3 Área destinada aos experimentos pecuários

As atividades no setor de experimentos pecuários incluem o Meliponário e a Casa de Cera. A segregação dos resíduos ocorre durante a manutenção dos experimentos. Parte dos

resíduos, considerados rejeitos, é destinada à coleta e transporte ao campus UFERSA Mossoró junto com resíduos domésticos e administrativos. Resíduos perigosos, como Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) da Casa de Cera, são acondicionados e encaminhados ao abrigo de embalagens para destinação ambientalmente adequada. Foram identificadas cinco bombonas, contudo nenhuma possuía rotulagem ou cores conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.

A Figura 7 apresenta a imagem da edificação da casa de cera e bombonas de acondicionamento de resíduos.

Figura 7. Casa de cera e bombonas de acondicionamento de resíduos na FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A Figura 7 apresenta a má segregação e acondicionamento inadequado dos resíduos na Casa de Cera, especialmente no que se refere aos resíduos perigosos, como os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Palma *et al*. (2021) informam que os EPIs contaminados com produtos químicos ou substâncias tóxicas representam riscos à saúde pública e devem ser devidamente acondicionados e identificados como resíduos de Classe I.

A exposição das bombas metálicas e das bombonas plásticas sem tampas aumenta a probabilidade de contaminação do solo, água e ar, além de deixarem os resíduos acessíveis a insetos, animais e fenômenos intempéricos, colocando em risco os trabalhadores que manuseiam esses resíduos. A ausência de identificação e rotulagem adequada dificulta a gestão correta dos resíduos, estando em desconformidade com a Resolução CONAMA nº 275/2001.

Durante a visita *in loco*, foi identificada a presença de resíduos indiferenciados no entorno da Casa de cera descartados indevidamente, tendo sido capturados registros fotográficos de carteiras, casas nacionais, conforme a Figura 8.

Figura 8. Resíduos indiferenciados descartados indevidamente próximo à casa de cera na FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

No Meliponário, resíduos perigosos, como EPIs, são armazenados e designados, seguindo para o abrigo de embalagens para destinação adequada. Apenas uma bombona foi identificada para acondicionamento de resíduos de maneira geral, não possuindo identificação adequada por rótulo ou cor, como estabelecido pela Resolução CONAMA nº 275/2001, além de frequentemente conter resíduos de varrição e poda (Figura 9).

Figura 9. Meliponário e bombonas de acondicionamento de resíduos na FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2.2 Ações de coleta e transporte interno

Os resíduos armazenados nas bombonas e sacos plásticos das áreas experimentais são recolhidos manualmente pela equipe da Fazenda e transportados por veículos internos, conforme solicitação das equipes de pesquisa ou designação da gestão da FERF. Não existe periodicidade estabelecida para a coleta e transporte. Embalagens com potenciais contaminantes são direcionadas a abrigo de embalagens, ao passo que os resíduos recicláveis e rejeitos seguem para o campus UFERSA Mossoró, junto com os resíduos domésticos gerados.

Durante a visita, verificou-se que todos os funcionários envolvidos no processo de coleta e transporte interno dos resíduos utilizavam Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

adequados, incluindo botas, luvas, calças compridas, camisas de tecido resistente e máscaras respiratórias, atendendo às premissas da Lei n° 6.514/77, que determina a disponibilização e o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (Brasil, 1977). A gestão da Fazenda informou que os funcionários responsáveis pelo manejo de resíduos receberam treinamento específico, embora a periodicidade dessas formações não tenha sido mencionada.

3.2.3 Armazenamento de resíduos

Os resíduos gerados nas atividades agropecuárias são acondicionados em dois locais distintos, de acordo com o planejamento da gestão. Os resíduos indiferenciados são levados para o Galpão de máquinas e veículos agrícolas, estando acondicionados temporariamente e aguardando o serviço de coleta externa, sendo direcionados para abrigo de resíduos da UFERSA Mossoró. Os resíduos com potencial de periculosidade, como embalagens de agrotóxicos, embalagens de óleo lubrificantes, embalagens de fertilizantes, embalagens de formicidas, EPIs em geral etc. são direcionados para o abrigo de embalagens da Fazenda Experimental, um cômodo localizado dentro do Laboratório agrícola.

Foram identificadas falhas no processo de armazenamento, em que parte das embalagens agrícolas estava acondicionada em recipiente indevido na área externa do abrigo de embalagens. A deposição de embalagens de defensivos agrícolas pode representar potencial risco de contaminação no solo (Palma *et al*., 2021). Embalagens de defensivos e venenos descartadas indevidamente no meio ambiente promovem risco à qualidade dos recursos naturais e à saúde das comunidades rurais (Freire *et al*., 2016).

Na Figura 10, observa-se acondicionamento de embalagens de defensivos agrícolas na área externa do abrigo da FERF.

Figura 10. Armazenamento indevido de embalagens de defensivos agrícolas na área externa do abrigo de embalagens da FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Outro problema identificado durante as visitas foi o armazenamento indevido de insumos agrícolas, como marcadores de parcelas para plantio, sementeiras plásticas e mangueiras de sistemas de irrigação junto a embalagens plásticas armazenadas para reciclagem e embalagens de agrotóxicos, destacando a desorganização do ambiente e falta de controle no manejo das embalagens (Figura 11).

Figura 11. Armazenamento indevido e organização do abrigo de embalagens na FERF.

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2.4 Transporte Externo de resíduos

O transporte externo dos resíduos recicláveis e indiferenciados é realizado por caminhão, por meio de empresa terceirizada contratada pela UFERSA. Esses resíduos são encaminhados ao abrigo de resíduos do campus Mossoró em bombonas de 200L fechadas, passando por um processo de triagem e sendo preparados para a destinação final de acordo com as normas ambientais. A Figura 12 apresenta o veículo, trajeto adotado entre a fazenda experimental e a UFERSA campus Mossoró e abrigo de resíduos da UFERSA Mossoró.

Figura 12. Veículo, trajeto do transporte externo e abrigo de resíduos da UFERSA Mossoró.

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2.5 Destinação final

3.2.5.1 Embalagens de agrotóxicos

As embalagens de agrotóxicos com potenciais contaminantes são enviadas para a Central de Embalagens Vazias de Agrotóxicos do INPEV em Mossoró. Segundo informações fornecidas pela gestão da Fazenda, o transporte dessas embalagens ocorre conforme a necessidade, sem periodicidade definida.

3.2.5.2 Resíduos Orgânicos

Os resíduos orgânicos resultantes das podas em áreas de bananeiras e coqueiros, onde a produção de biomassa é mais intensa, são reutilizados como cama de palha com cobertura morta nas mesmas culturas. Esses resíduos atuam como cobertura de solo, reduzindo os impactos da irrigação e, após decomposição, contribuem para o aumento da concentração de matéria orgânica e dos nutrientes no solo.

3.2.5.3 Resíduos Indiferenciados

Os resíduos indiferenciados ou rejeitos, após o transporte, são encaminhados ao abrigo de resíduos da UFERSA no campus de Mossoró, de onde são destinados ao aterro sanitário municipal de Mossoró.

3.2.5.4 Resíduos Recicláveis

Os resíduos recicláveis transportados ao campus da UFERSA em Mossoró passam por um processo de triagem, sendo posteriormente destinados à cooperativa de reciclagem parceira. No entanto, observa-se que parte das embalagens plásticas, como garrafas PET de 2 L, é reutilizada pelos funcionários da Fazenda para diferentes propósitos, como o armazenamento de grãos de feijão e a produção de mudas.

3.2.5.5 Queima de resíduos

Durante as visitas, foram identificados dois locais onde ocorria a queima inadequada de resíduos sólidos. Nas áreas com experimentos agropecuários, verificou-se a queima de resíduos gerados na Casa de Cera, realizada em um recipiente metálico, que em outro momento era utilizado para acondicionamento de resíduos de varrição (Figura 13).

Figura 13. Queima de resíduos em acondicionador metálico.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A segunda constatação aconteceu na área destinada a experimentos agrícolas, onde a queima de resíduos era realizada diretamente sobre o solo (Figura 14). Devido ao avançado

estado de carbonização constatado no local, tornou-se impossível a identificação precisa dos tipos de resíduos queimados. Segundo Alves e Dantas (2023), a queima de resíduos com composição variada resulta na liberação de particulados contaminantes, os quais podem acarretar diversos problemas de saúde para a população exposta à poluição.

Figura 14. Queima de resíduos diretamente no solo.

Fonte: Elaboração própria (2024)

3.3 PROPOSTAS DE INTERVENÇÕES VOLTADAS AO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS

Para a melhoria das etapas de gerenciamento dos resíduos agropecuários na FERF, com base nas deficiências identificadas, propõem-se as seguintes ações de intervenção, visando à otimização dos processos e à conformidade com as normativas ambientais vigentes, com especial atenção à Lei n° 12.305/2010, que institui a PNRS.

3.3.1 Segregação e Acondicionamento Adequado nas Áreas Experimentais

A deficiência na segregação dos resíduos nas áreas experimentais, como identificado no setor agrícola, compromete o gerenciamento adequado e sustentável dos resíduos gerados. Recomenda-se a aquisição e instalação de recipientes devidamente identificados e segregados por tipo de resíduo (orgânico, reciclável e perigoso) em pontos estratégicos das áreas experimentais, evitando a exposição a condições extremas de intempéries. Além disso, a adoção de coletores identificados conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001, priorizando os resíduos perigosos e recicláveis, considerando maior distribuição de descarte e perspectiva de

volume, de modo a facilitar a segregação na fonte e reduzir a contaminação cruzada, aumentando as chances de reciclagem e tratamento adequados.

Outra proposta para melhoria para da segregação e acondicionamento seria a simples realocação das 14 bombonas de 200 L identificadas em toda a fazenda e reorganização da sua distribuição de maneira estratégica, com adequações para atender aos parâmetros da resolução CONAMA n° 275/2001. Considerando o número reduzido, fica mantida a ideia da simples segregação, com bombona para acondicionamento de resíduos perigosos, recicláveis e orgânicos, funcionando apenas como medida temporária considerando a possibilidade de não aquisição de outros recipientes adequados.

Além disso, propõe-se a elaboração de um manual de boas práticas no manejo de resíduos agropecuários, adaptado do "Resíduos Sólidos: Manual de Boas Práticas no Planejamento" da ABRELPE (atualmente ABREMA), ajustado à realidade rural da Fazenda.

Campanhas de educação ambiental e treinamentos para funcionários e pesquisadores são recomendadas, além da criação de materiais informativos, como folhetos e cartilhas, visando à conscientização e sensibilização sobre a segregação e descarte corretos dos resíduos.

No Galpão de máquinas e veículos agrícolas, recomenda-se a aquisição de recipientes adequados e lacrados para o armazenamento dos resíduos perigosos Classe I. A área deve ser organizada com sinalização clara para a coleta seletiva, especialmente para resíduos de alto risco, como embalagens de óleo. Sugere-se o monitoramento contínuo da área para evitar descartes inadequados e exposição dos resíduos ao meio ambiente.

3.3.2 Melhoria no Transporte interno e Armazenamento Temporário de Resíduos

Foi constatada a falta de periodicidade definida para a coleta e transporte de resíduos, somada à ausência de infraestrutura adequada para o armazenamento temporário. Como medida mitigadora, sugere-se a criação de rota regular de coleta interna de resíduos, considerando a demanda de perspectiva de volume gerado em cada área experimental, bem como estabelecimento do monitoramento por meio de registros periódicos.

Para mitigar as deficiências encontradas no abrigo temporário de embalagens, como desorganização e mistura de resíduos perigos e não perigosos. É proposta a readequação da infraestrutura de armazenamento temporário, instalando abrigo de resíduos adequados e devidamente organizados, separados por categorias de risco (perigosos e não perigosos).

Visando a assegurar a qualidade do armazenamento, propõe-se implementar um sistema de monitoramento regular no abrigo temporário de embalagens, para garantir que sejam utilizadas corretamente e evitar acúmulo ou descarte inadequado.

Além disso, a instalação de unidades de armazenamento temporário em locais de fácil acesso para os funcionários e equipes de pesquisa, com capacidade para comportar os volumes gerados e devidamente equipados para realizar o manejo adequado de resíduos perigosos, recicláveis e indiferenciados, deve ser implementada.

3.3.3 Transporte externo

Assim como no transporte interno, o transporte externo de resíduos também não possui periodicidade definida. Propõe-se a definição de uma periodicidade regular para o transporte externo, a fim de garantir a remoção constante dos resíduos da Fazenda, aliviando, desse modo, os espaços destinados ao armazenamento, como ao abrigo temporário de embalagens.

Além disso, sugere-se o aprimoramento da frota de veículos, com a aquisição de modelos adequados, equipados com recipientes internos protegidos contra intempéries, minimizando o risco de contaminação durante o transporte.

3.3.4 Elaboração de um Plano de gerenciamento de resíduos sólidos agropecuários

A inexistência de um PGRS constitui uma lacuna crítica no gerenciamento dos resíduos agropecuários da fazenda experimental. A criação e implementação desse plano é uma medida essencial e obrigatória, conforme estabelecido pela PNRS, para garantir o correto manejo e disposição final dos resíduos gerados. O PGRS deve detalhar a segregação, acondicionamento, transporte, armazenamento e destinação final de cada tipo de resíduo, especialmente aqueles classificados como perigosos (Classe I) e recicláveis (Classe II A). A formalização desse plano possibilitará o monitoramento contínuo das práticas de gestão e o cumprimento das normas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 450/2012.

4 CONCLUSÃO

Com o diagnóstico, foram constatadas ineficiências significativas nas etapas de segregação e acondicionamento temporário, em resposta à ausência de recipientes adequados e estrategicamente posicionados.

Evidenciou-se a falta de periodicidade na coleta e transporte interno dos resíduos, o que resulta em acúmulo indesejado nas áreas experimentais e sobrecarga no transporte até os pontos de destinação final.

Verificou-se falhas na etapa de armazenamento de resíduos perigosos no abrigo de embalagens, as quais revelam a necessidade de ajustes, especialmente quanto à rotulagem e segregação.

As deficiências identificadas no processo de gerenciamento de resíduos contribuem para a criação de passivos ambientais. A incineração inadequada e o descarte direto no solo, aliados à gestão ineficaz de resíduos perigosos, intensificam os impactos negativos sobre o meio ambiente, comprometendo a sustentabilidade das atividades agropecuárias e exigindo a adoção urgente de medidas corretivas.

Faz-se necessária a criação de mecanismos estratégicos de Educação Ambiental com o intuito de conscientizar e sensibilizar a comunidade que utiliza a Fazenda Experimental e criação de mecanismos de gestão adequada realidade da fazenda, como um PGRS para resíduos agropecuários.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen'sclimate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

ALVES, J. B.; DANTAS, T. M. Avaliação de riscos e vulnerabilidades relacionados aos resíduos sólidos em calçadas, ruas e terrenos baldios em bairros periféricos da cidade de Patos-PB. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, *[S. l.]*, v. 15, n. 9, p. 9326–9345, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.55905/cuadv15n9-073.

BECK, H. E. *et al*. Data descriptor: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977.** Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras

providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm. Acesso em: 04 ago. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso: 10 ago. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 450, de 06 de março de 2012.** Altera os arts. 9°, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução n° 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=654. Acesso em: 01 set 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: Acesso: 10 jan. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Brasil, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRITZKE, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos rurais no município de Cerro Largo - RS**. 2021. 180 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Políticas Públicas) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Medianeira, 2021. Disponível em: https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4172. Acesso em: 03 fev. 2024.

FREIRE, A. E.; ROLIM, F. S.; LUSTOSA, J. P. G.; SOUSA, J. D. A problemática da destinação dos resíduos sólidos no território rural: o caso do Sítio Boi Morto**. Ciência e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 51-62, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.33809/2447-4606.22201651-62. Acesso em: 03 fev. 2024.

GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F. C. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais,** Aquidabã, v.6, n.1, p. 293-306, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023. Acesso em: 02 fev. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. Ed São Paulo: Atlas, 1994. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010.

KOMATSU, R. K.; SANTOS, C. H. P.; SOUSA, J. C. Gestão de Resíduos: Hábitos de descarte de Resíduos derivados da Produção Agrícola das propriedades em Assentamentos Rurais. **Rev. Mult. Psic**., v. 13, n. 44, p. 700-722, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.14295/idonline.v13i44.1645. Acesso em: 31 jan. 2024.

LINHARES, E. L. da R. **Problemática da coleta dos resíduos sólidos e líquidos na zona rural de Caraúbas-RN.** Anais IX CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/100861. Acesso em: 23 jan. 2024.

Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 3.174, de dois de dezembro de 2019**. Programa Nacional de Saneamento Rural. Diário Oficial da União, Brasília, 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2019/prt3174_04_12_2019.html. Acesso em: 16 jul. 2024.

PORTELA, V. M. **Resíduos da construção civil nos Ecopontos da cidade de São Luís**: Destinação Final. 2022. 40 f. Monografia (Bacharelado em engenharia Civil) – Faculdade Edufor – Maranhão, São Luís, 2022.

SANTOS, H. S. dos; KITAJIMA, L. F. W. Análise de parâmetros de qualidade ambiental em propriedades rurais do oeste da Bahia para definição da sustentabilidade do negócio agropecuário. In: KITAJIMA, L. F. W.; SANTOS, H. S. (org.). **Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente: avanços, retrocessos e novas perspectivas**: Avanços, retrospectos e novas perspectivas. São Paulo. Editora cientifica digital., 2022. v. 2, c. 6, p. 75-89. Disponível em: https://dx.doi.org/10.37885/220107164. Acesso em: 30 jan. 2024.

SIMONETTI, V. C.; MALHEIROS, I.; NERY, L. M.; ANDRADE, E. L.; ALVARES, D. C. C. Análise da relação espacial entre o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos e a vulnerabilidade social. **Estudos Geográficos** (UNESP), v. 19, p. 61-76, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5016/estgeo.v19i2.15829. Acesso em: 20 jan. 2024.

PALMA, I. M.; NEVES, I. S.; LIMA, D. A.; GUIMARÃES, G. L.; MATIAS, M. I. A. S.; SANTOS, M. B.; JESUS, M. S.; SANTOS, P. O. Panorama dos Resíduos Sólidos Agropecuários da Unidade Educativa de Campo Fazenda Aldeia do IF Baiano, campus Valença. **Journal of Development**, Bahia, Brasil, v. 7, n. 7, p. 65807–65834, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-045. Acesso em: 11 jan. 2024.

RÊGO, L. G. S.; MARTINS, C. M.; DA SILVA, E. F.; DA SILVA, J. J. A.; DA SILVA LIMA, R. N. Pedogênese e classificação de solos da fazenda experimental "Rafael Fernandes" no município de Mossoró, RN**. Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n430rc. Acesso em: 10 jan. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Resíduos Sólidos – 2019.** Disponível em: http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica. Acesso em: 17 jan. 2024.

CONCLUSÕES GERAIS

1. Foi observada carência de estudos e aplicações de políticas públicas para o manejo dos resíduos originados em áreas rurais, seja por produtores ou poderes públicos. Constatou-se que as práticas adotadas em comunidades rurais carecem de divulgação de informações, tornando-se lesivas ao meio ambiente, causando degradação aos recursos naturais e saúde humana. Pode-se ainda destacar a ineficiência do poder público no que diz respeito à coleta, transporte e disposição final dos resíduos do campo, tornando necessária implementação de pesquisas e melhorias nos bancos de dados do assunto em questão, o que pode ocorrer por meio da incrementação de práticas de gestão dos resíduos e gerenciamento dos resíduos gerados em propriedades e comunidades rurais.
2. O diagnóstico realizado nas áreas experimentais permitiu identificar o cenário atual de geração de resíduos nas áreas com atividades experimentais agropecuárias na Fazenda Experimental Rafael Fernandes. O mapeamento desenvolvido apresentou detalhadamente os setores funcionais, os registros fotográficos realizados durante as visitas *in loco* foram eficazes para a identificação de resíduos descartados inadequadamente na área de estudo. A maioria dos resíduos identificados é reciclável, abrangendo embalagens de fertilizantes, sacos de nylon, sementeiras plásticas e outros materiais plásticos e metálicos, classificados predominantemente como não perigosos Classe II A. Embora o método de caracterização adotado não tenha quantificado precisamente os resíduos gerados nas áreas experimentais, os resíduos agropecuários identificados podem servir como base para a elaboração de um inventário anual de resíduos sólidos, como recomendado Resolução CONAMA 313, de 2002.
3. A avaliação revelou falhas importantes nas etapas de gerenciamento, principalmente a ausência de recipientes adequados e estrategicamente posicionados, comprometendo a correta separação dos resíduos e dificultando a implementação de práticas sustentáveis, como a reciclagem. Além disso, a falta de periodicidade na coleta e transporte interno de resíduos contribui para o acúmulo em áreas experimentais. Foram observadas também deficiências no armazenamento de resíduos perigosos, como a falta de rotulagem e segregação adequadas, o que representa risco ao meio ambiente. A implementação de um PGRS, capacitação periódica das equipes e a melhoria da infraestrutura são propostas fundamentas para otimização do sistema de gerenciamento de resíduos da Fazenda Experimental Rafael Fernandes.