



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ**  
**IFCE *CAMPUS* FORTALEZA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL**  
**MESTRADO ACADEMICO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL**

**ANTÔNIA LIDIANE DE SOUSA LEITÃO**

**EMBALAGENS DE AGROTÓXICO PÓS-CONSUMO EM REGIÃO SEMIÁRIDA DO  
CEARÁ: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO IRRIGADO AYRES DE SOUSA**

**FORTALEZA**

**2024**

ANTÔNIA LIDIANE DE SOUSA LEITÃO

EMBALAGENS DE AGROTÓXICO PÓS-CONSUMO EM REGIÃO SEMIÁRIDA DO  
CEARÁ: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO IRRIGADO AYRES DE SOUSA

Dissertação apresentada ao mestrado acadêmico em tecnologia e gestão ambiental do programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental. Área de Concentração: Gestão e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Titular Dr. Adeildo Cabral da Silva.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Instituto Federal do Ceará - IFCE  
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- L533e      Leitão, Antônia Lidianne de Sousa.  
             Embalagens de agrotóxico pós-consumo em região semiárida do Ceará : estudo de caso no Perímetro Irrigado Ayres de Sousa / Antônia Lidianne de Sousa Leitão. - 2024.  
             110 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental, Campus Fortaleza, 2024.  
             Orientação: Prof. Dr. Adeildo Cabral da Silva.
1. Agrotóxicos. 2. Agricultura familiar. 3. Perímetro irrigado. I. Título.

CDD 628

---

ANTÔNIA LIDIANE DE SOUSA LEITÃO

EMBALAGENS DE AGROTÓXICO PÓS-CONSUMO EM REGIÃO SEMIÁRIDA DO  
CEARÁ: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO IRRIGADO AYRES DE SOUSA

Dissertação apresentada ao mestrado acadêmico em tecnologia e gestão ambiental do programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental. Área de Concentração: Gestão e Saneamento Ambiental.

Aprovado (a) em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Titular Adeildo Cabral da Silva. (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza

---

Prof. Dr. João José Hiuy Filho

Universidade Federal do Ceará (UFC) - *Campus* Fortaleza

---

Profa. Dra. Cristiane Miranda Martins

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza

---

Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino

Universidade Federal do Ceará (UFC) - *Campus* Fortaleza

Aos meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela serenidade concedida em diversos momentos ao longo desta jornada.

À minha família, pelo incentivo e apoio.

Ao meu orientador, Adeildo Cabral da Silva, pela paciência e orientação.

À banca examinadora pela colaboração enriquecedora e pelas valiosas contribuições, que foram essenciais para o aprimoramento deste trabalho.

Aos amigos e colegas de estudo, especialmente àqueles que estiveram ao meu lado durante os últimos dois anos, compartilhando os desafios e contribuindo para que eu os superasse. Agradeço pelo carinho, o apoio, o acolhimento, a paciência, os conselhos, os ensinamentos e as palavras motivadoras. Também sou grata pelos momentos de descontração que tornaram essa jornada mais leve e prazerosa.

Aos colegas e docentes que, com suas ideias, discussões e apoio técnico, enriqueceram minha experiência acadêmica e contribuíram para o crescimento desta pesquisa.

Aos professores do IFCE, que muito contribuíram com minha formação acadêmica, agradeço os ensinamentos, as orientações, as lições de vida, a atenção.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta conquista, meu mais sincero agradecimento.

“Quando se navega sem destino, nenhum vento  
é favorável”. Sêneca

## RESUMO

A agricultura familiar desempenha um papel crucial na produção de alimentos no Brasil, garantindo a preservação da diversidade alimentar e o fortalecimento das comunidades locais. No contexto do Ceará, essa prática é particularmente destacada, impulsionada em grande medida pelos projetos públicos de irrigação, os quais desempenham um papel fundamental na economia regional. À medida que a produtividade agrícola avançou, observou-se uma crescente correlação entre a agricultura familiar e o uso de agrotóxicos, o que impõe desafios significativos. No entanto, os dados oficiais sobre a coleta de embalagens vazias de agrotóxicos no Estado ainda são insuficientes para permitir uma compreensão abrangente da situação local do sistema de logística reversa. Com o objetivo de identificar as práticas de manejo e destinação das embalagens vazias de agrotóxicos pelos irrigantes do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa (PIAS) Sobral - CE, esta pesquisa adotou uma abordagem descritiva, combinando métodos bibliográficos, documentais e de campo, com análises qualitativas e quantitativas de dados primários e secundários relacionados ao descarte adequado dessas embalagens, analisando os elos da cadeia e as respectivas responsabilidades. Os resultados revelaram o uso de agrotóxicos na região estudada, bem como a destinação inadequada das embalagens pós-consumo. Foi constatado que não existem registros de embalagens provenientes do município de Sobral na unidade de recebimento mais próxima, localizada em Ubajara, e o município também não está incluído no calendário anual das coletas itinerantes. Essa lacuna revela uma fragilidade na atuação do poder público, tanto em termos de supervisão técnica quanto de fiscalização, além de uma carência na orientação dos irrigantes ou colonos. Consequentemente, é possível inferir a existência de falhas significativas em todos os estágios da cadeia de gestão de embalagens vazias de agrotóxicos, o que impacta diretamente na destinação adequada desses resíduos. A contribuição desta pesquisa é significativa, destacando-se sua relevância para a saúde pública e ambiental. Ao revelar as práticas inadequadas de manejo de embalagens de agrotóxicos, espera-se que este estudo sensibilize e forneça visibilidade às comunidades afetadas, estimulando ações e políticas públicas voltadas para a melhoria das condições dos agricultores.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Embalagens Vazias de Agrotóxicos. Logística Reversa. Agricultura Familiar. Perímetro Irrigado.

## ABSTRACT

Family farming plays a crucial role in food production in Brazil, ensuring the preservation of food diversity and the strengthening of local communities. In the context of Ceará, this practice is particularly prominent, largely driven by public irrigation projects, which play a fundamental role in the regional economy. However, as agricultural productivity has evolved, a correlation between family farming and the use of pesticides has emerged, presenting significant challenges. Official data on the collection of empty pesticide containers in the state are insufficient to fully understand the local situation of the reverse logistics system for these containers. With the aim of identifying the handling and disposal practices of empty pesticide containers by farmers in the Ayres de Sousa Irrigated Perimeter (PIAS) in Sobral - CE, this research adopted a descriptive approach, combining bibliographic, documentary, and field methods, with qualitative and quantitative analyses of primary and secondary data related to the proper disposal of these containers, analyzing the links in the chain and their respective responsibilities. The results revealed the use of pesticides in the studied region, as well as the inadequate disposal of post-consumer containers. It was observed that there are no records of containers from the municipality of Sobral at the nearest receiving unit in Ubajara, nor is the municipality included in the annual schedule of itinerant collections. This gap reveals a weakness in the public sector's performance, both in terms of technical supervision and enforcement, as well as a lack of guidance for farmers. Consequently, it is possible to infer the existence of significant failures at all stages of the empty pesticide container management chain, which directly impacts the proper disposal of these residues. The contribution of this research is significant, highlighting its relevance to public and environmental health. By exposing inadequate pesticide container management practices, it is hoped that this study will raise awareness and provide visibility to affected communities, stimulating actions and public policies aimed at improving the conditions of farmers.

**Keywords:** Pesticides. Empty pesticide containers. Reverse logistics. Family farming. Irrigated perimeter.

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                                                                        |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1  | — Percentual de propriedades rurais que utilizam agrotóxicos, por município (2017).....                                | 22 |
| Figura 2  | — Etapas do processo produtivo do agronegócio e seus impactos na saúde do trabalhador, na população e no ambiente..... | 26 |
| Figura 3  | — Distribuição espacial do uso de agrotóxico nos estabelecimentos agropecuários do Ceará Anos 2006 e 2017.....         | 28 |
| Figura 4  | — Distribuição dos municípios prioritários no estado do Ceará, 2022.....                                               | 30 |
| Figura 5  | — Casos de intoxicação exógena por agrotóxicos, Ceará, 2011 a 2021.....                                                | 31 |
| Figura 6  | — Tipo de embalagens para envasamento de agrotóxicos.....                                                              | 34 |
| Figura 7  | — Representação do passo a passo da destinação das embalagens pós consumo.....                                         | 36 |
| Figura 8  | — Tríplex lavagem e lavagem sob pressão.....                                                                           | 37 |
| Figura 9  | — Embalagens Ecoplástica Triex, fabricadas a partir da resina reciclada das embalagens vazias restituídas.....         | 40 |
| Figura 10 | — Dinâmica do sistema logístico promovido pelo INPEV.....                                                              | 42 |
| Figura 11 | — Resumo das regulamentações referentes a agrotóxicos até a consolidação do SCL.....                                   | 43 |
| Figura 12 | — Responsabilidade compartilhada da logística reversa das embalagens de agrotóxico pós-consumo.....                    | 45 |
| Figura 13 | — Distribuição geográfica dos postos de recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos no Ceará.....                 | 51 |
| Figura 14 | — Localização do Perímetro Irrigado Ayres de Souza.....                                                                | 59 |
| Figura 15 | — Croqui de distribuição dos loteamentos do Perímetro Irrigado Ayres de Souza.....                                     | 60 |
| Figura 16 | — Evolução da armazenagem no açude Ayres de Souza.....                                                                 | 61 |
| Figura 17 | — Evolução do valor da produção nos perímetros irrigados do DNOCS no estado do Ceará.....                              | 61 |
| Figura 18 | — Demandas totais de retirada do reservatório Ayres de Souza.....                                                      | 62 |
| Figura 19 | — Fluxograma das etapas da metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa.....                                    | 63 |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 20 — Vista interna do Posto de coleta de embalagens vazias de agrotóxicos em Ubajara, Ceará, 2023.....                                      | 65 |
| Figura 21 — Painele alocado no galpão para facilitar a separação das embalagens.....                                                               | 66 |
| Figura 22 — Comprovante de devolução das embalagens vazias de agrotóxicos.....                                                                     | 67 |
| Figura 23 — Posto de coleta de Ubajara.....                                                                                                        | 68 |
| Figura 24 — Evolução do quantitativo (Kg) de embalagens de agrotóxicos retornadas no período de 2013-2022 no posto de recebimento de Ubajara. .... | 69 |
| Figura 25 — Evolução do número de agricultores atendidos no período de 2013-2022 no posto de recebimento de Ubajara.....                           | 70 |
| Figura 26 — Panfleto de divulgação da coleta itinerante das embalagens de agrotóxicos....                                                          | 71 |
| Figura 27 — Calendário da coleta itinerante de embalagens de agrotóxicos no Ceará 2024 disponível no site da ADAGRI.....                           | 72 |
| Figura 28 — Volume de venda e retorno de embalagens de agrotóxicos no Ceará (t) entre os anos 2013 a 2022.....                                     | 74 |
| Figura 29 — Operações de fiscalizações realizadas no estado no período de 2015 a 2019..                                                            | 78 |
| Figura 30 — Número de comércios de agrotóxicos registrados no estado do Ceará,2022....                                                             | 81 |
| Figura 31 — Destino de notas fiscais de agrotóxicos no estado do Ceará.....                                                                        | 82 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 — Classificação dos agrotóxicos e graus de toxicidade.....                                 | 24 |
| Tabela 2 — Lista de ingredientes ativos de grande consumo no Brasil com autorização da Anvisa ..... | 25 |
| Tabela 3 — Destinação de embalagens de agrotóxico no estado do Ceará.....                           | 31 |
| Tabela 4 — Gestão de resíduos (t ).....                                                             | 39 |
| Tabela 5 — Teste de normalidade – Teste Shapiro Wilk .....                                          | 73 |
| Tabela 6 — Teste Qui quadrado.....                                                                  | 73 |

## LISTA DE SIGLAS

|          |                                                                                          |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABNT     | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                                 |
| ABRASCO  | Associação Brasileira de Saúde Coletiva                                                  |
| ACACE    | Associação de Cooperação Agrícola do Estado do Ceará                                     |
| ACASA    | Associação do Comércio Agropecuário do Semiárido                                         |
| ADIAC    | Associação de Distribuidores e Revendedores de Insumos Agrícolas do Cariri               |
| ACRC     | <i>Agricultural Container Recycling Council</i>                                          |
| ADAGRI   | Agência de Defesa Agropecuária do Estado                                                 |
| ADECE    | Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará                                            |
| ANA      | Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico                                            |
| ANDEF    | Associação Nacional de Defesa Vegetal                                                    |
| ANVISA   | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                                                 |
| APROSOJA | Associação Brasileira dos Produtores de Soja                                             |
| AUDIPAS  | Associação dos Usuários do Distrito do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa                 |
| BPMA     | Batalhão de Polícia Militar Ambiental                                                    |
| CAGR     | <i>Compound Annual Growth Rate</i>                                                       |
| CAOMACE  | Centro de Apoio Operacional de Proteção à Ecologia, Meio Ambiente, Urbanismo, Paisagismo |
| CIPLAS   | Cooperativa dos Irrigantes do Perímetro Ayres de Souza Ltda                              |
| CGA      | <i>Cereal Growers Association</i>                                                        |
| COEX     | Polietileno Co-Extrudado Multicamada                                                     |
| COEMA    | Conselho Estadual de Meio Ambiente                                                       |
| CNA      | Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil                                         |
| COFINS   | Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social                                   |
| CONAMA   | Conselho Nacional de Meio Ambiente                                                       |
| CSCMP    | <i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>                                  |

|          |                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| CREA     | Conselho Regional de Engenharia e Agronomia                              |
| DNOCS    | Departamento Nacional de Obras Contra as Secas                           |
| EMATERCE | Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará                 |
| EMBRAPA  | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                              |
| EPA      | <i>Environmental Protection Agency</i>                                   |
| EPI      | Equipamento de Proteção Individual                                       |
| EPR      | Responsabilidade Estendida do Produtor                                   |
| FMI      | <i>Future Market Insights</i>                                            |
| FAO      | <i>Food and Agriculture Organization</i>                                 |
| GIS      | Sistemas de Informação Geográfica                                        |
| HDPE     | <i>High Density Polyethylene</i>                                         |
| IARC     | <i>International Agency for Research on Cancer</i>                       |
| IBAMA    | Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGE     | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                          |
| ICMS     | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços                       |
| IVA      | <i>Association of Companies of Agriculture Industry</i>                  |
| IFCE     | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará             |
| INCA     | Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva                 |
| INPEV    | Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias                 |
| IPEA     | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada                                 |
| IPI      | Imposto sobre Produtos Industrializados                                  |
| LO       | Licença de Operação                                                      |
| MAPA     | Ministério da Agricultura e Pecuária                                     |
| MMA      | Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima                           |
| MP       | Ministério Público                                                       |
| NBR      | Norma Brasileira                                                         |

|        |                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| ODS    | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável                            |
| OMS    | Organização Mundial de Saúde                                        |
| ONU    | Organização da Nações Unidas                                        |
| PASEP  | Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público              |
| PEA    | Programa de Educação Ambiental                                      |
| PEAD   | Polietileno de Alta Densidade                                       |
| PET    | Polietileno Tereftalato                                             |
| PCB    | <i>Pesticides Control Board</i>                                     |
| PIAS   | Perímetro Irrigado Ayres de Souza                                   |
| PIS    | Programa de Integração Social                                       |
| PNAE   | Programa Nacional de Alimentação Escolar                            |
| PND    | Plano Nacional de Desenvolvimento                                   |
| POP    | Procedimento Operacional Padrão                                     |
| RAMA   | Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental               |
| RSU    | Resíduos Sólidos Urbanos                                            |
| MPT    | Procuradoria Regional do Trabalho                                   |
| PNRS   | Política Nacional de Resíduos Sólidos                               |
| PP     | Polipropileno                                                       |
| SCL    | Sistema Campo Limpo                                                 |
| SRTE   | Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Ceará            |
| SEMA   | Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima                      |
| SEMACE | Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará                 |
| SESA   | Secretaria da Saúde do Ceará                                        |
| SEFAZ  | Secretaria da Fazenda                                               |
| SINAN  | Sistema de Informação de Agravos de Notificação                     |
| SINIR  | Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos |

|          |                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| SINITOX  | Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológica                     |
| UE       | União Europeia                                                           |
| VIGIPEQ  | Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Contaminantes Químicos      |
| VIGIAGUA | Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano |
| VSPEA    | Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos                 |
| WHO      | <i>World Health Organization</i>                                         |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|    |                  |
|----|------------------|
| t  | Toneladas        |
| ®  | Marca registrada |
| %  | Porcentagem      |
| ha | Hectare          |
| Kg | Quilograma       |

## SUMÁRIO

|               |                                                                                                  |                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>1</b>      | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                           | <b>16</b>        |
| <b>2</b>      | <b>Objetivos.....</b>                                                                            | <b>19</b>        |
| <b>2.1</b>    | <b>Geral.....</b>                                                                                | <b>19</b>        |
| <b>2.2</b>    | <b>Específicos.....</b>                                                                          | <b>19</b>        |
| <b>3</b>      | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                                                | <b>20</b>        |
| <b>3.1</b>    | <b>Agrotóxicos – Considerações Gerais.....</b>                                                   | <b>20</b>        |
| <b>3.1.1.</b> | <b><i>Agrotóxicos no Ceará.....</i></b>                                                          | <b><i>27</i></b> |
| <b>3.2</b>    | <b>Embalagens de Agrotóxicos.....</b>                                                            | <b>33</b>        |
| <b>3.3</b>    | <b>Logística reversa .....</b>                                                                   | <b>41</b>        |
| <b>3.3.1</b>  | <b><i>Logística reversa das embalagens de agrotóxico pós-consumo.....</i></b>                    | <b><i>42</i></b> |
| <b>3.3.2</b>  | <b><i>Logística reversa das embalagens de agrotóxico pós-consumo no Ceará.....</i></b>           | <b><i>47</i></b> |
| <b>3.4</b>    | <b>Experiências sobre a destinação final de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos.....</b> | <b>52</b>        |
| <b>3.4.1</b>  | <b><i>Experiências Internacionais.....</i></b>                                                   | <b><i>52</i></b> |
| <b>3.4.2</b>  | <b><i>Experiências nacionais.....</i></b>                                                        | <b><i>56</i></b> |
| <b>4</b>      | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                                                   | <b>58</b>        |
| <b>5</b>      | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                               | <b>65</b>        |
| <b>5.1</b>    | <b>Atuação do posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos de Uba-jara.....</b>      | <b>65</b>        |
| <b>5.2</b>    | <b>Atuação do poder público.....</b>                                                             | <b>76</b>        |
| <b>5.3</b>    | <b>Revendedoras.....</b>                                                                         | <b>81</b>        |
| <b>5.4</b>    | <b>Agricultores do Perímetro Irrigado Ayres de Souza.....</b>                                    | <b>83</b>        |

|          |                                                                                                                       |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                                                                                 | <b>86</b>  |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                               | <b>88</b>  |
|          | <b>APÊNDICE 1 — Questionário aplicado à ACACE/INPEV no posto de recebimento em Ubajara.....</b>                       | <b>104</b> |
|          | <b>APÊNDICE 2— Questionário aplicado aos órgãos envolvidos na devolução das embalagens vazias de agrotóxicos.....</b> | <b>105</b> |
|          | <b>APÊNDICE 3 — Questionário aplicado aos representantes dos agricultores do PIAS.....</b>                            | <b>106</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Salem (2019), pesticidas são substâncias, ou misturas de substâncias, destinadas a repelir, destruir ou controlar pragas, incluindo vetores de doenças humanas ou animais, pragas incômodas e ervas daninhas que causam danos. No contexto brasileiro, produtos químicos utilizados na agricultura para o combate a pragas são especificamente denominados agrotóxicos (Rembischevski e Caldas, 2018).

O Brasil desde 2008 se apresenta como o maior consumidor desses produtos (Instituto Nacional de Câncer, 2019). Enquanto o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190% nos últimos anos (Rigotto *et al.*, 2014). Em 2022 a comercialização ultrapassou 800 mil toneladas de ingrediente ativo com destaque maior para os herbicidas, que representaram um percentual de aproximadamente 62% (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2022).

Essa realidade se agrava no contexto do clima semiárido, que se caracteriza por peculiaridades como altas temperaturas, baixos índices pluviométricos, chuvas irregulares e escassas, além de solos férteis em áreas isoladas, entre outros aspectos. Considerando essas especificidades do semiárido cearense e os desafios enfrentados pelas políticas públicas voltadas à produção agropecuária na região, o estado iniciou nos anos 1970, um amplo programa de agricultura irrigada a partir da implantação de perímetros públicos irrigados (Agência de Desenvolvimento do Ceará, 2013).

Dessa forma, o estado do Ceará conta com seis polos de irrigação: Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe, Cariri, Centro Sul, Ibiapaba e Metropolitano (ADECE, 2013). Sendo o Perímetro Irrigado Ayres de Souza - PIAS, localizado no município de Sobral, à margem esquerda do Rio Jaibas, um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Acaraú, implantados na década de 70.

Rigotto *et al.* (2016) constataram que o estado se mostra eficiente na instalação desses perímetros de irrigação e na criação das condições para atração de empreendimentos do agronegócio onde é comum a isenção de impostos incidentes sobre os agrotóxicos.

Uma preocupação inerente ao tema é a destinação das embalagens vazias pós-consumo, uma vez que sendo descartadas de forma inadequada configuram-se em potenciais poluidores e representam um exemplo de resíduo perigoso.

As embalagens vazias pós-consumo representam o fim do ciclo de vida dos agrotóxicos e precisam ser bem geridas, sendo a descontaminação de seus recipientes extremamente necessária. Destarte, a Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional de

Resíduos Sólidos, cita a obrigatoriedade de todos os agentes participantes da cadeia de consumo de agrotóxicos em desenvolver e implementar sistemas de logística reversa (Brasil, 2010).

O Sistema Campo Limpo - SCL<sup>1</sup> é o sistema brasileiro de logística reversa de embalagens vazias ou com sobras pós-consumo. Segundo o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - INPEV (2023), o sistema é referência mundial em logística reversa e exemplo de economia circular<sup>2</sup>.

Não obstante, Aragos *et al.* (2021) e Bernardi, Hermes e Boff, (2018) relataram que a logística reversa de embalagens de agrotóxicos no Brasil não funciona adequadamente, sobretudo devido a falhas na fiscalização. Nesse sentido, é preciso compreender e identificar o funcionamento da cadeia logística desse setor visando otimizar o cumprimento ao que versa a legislação vigente sobre o tratamento dessas embalagens.

Ademais, este estudo pode subsidiar políticas, programas e ações que possam auxiliar no cumprimento das metas da Agenda 2030 relacionando-se direta ou indiretamente com inúmeros Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da Organização da Nações Unidas - ONU. Nesse sentido, destacam-se a meta 12.4 “de alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o seu ciclo de vida, conforme marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, minimizando os impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente”. Tem-se ainda a meta 12.5 que se trata de “reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso”.

No Brasil e no estado do Ceará é notório o esforço para se avaliar os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos que chegam à mesa do consumidor<sup>3</sup>, a situação de saúde dos trabalhadores envolvidos na manipulação desses produtos químicos, o nível de contaminação dos solos, do ar e da água. Entretanto, pouco se sabe sobre a adequação à legislação vigente do manejo das embalagens vazias desses produtos nas pequenas comunidades rurais, o que motivou a realização dessa pesquisa.

---

1 Nome do programa brasileiro de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, no qual o INPEV atua como núcleo de inteligência (INPEV, 2024).

2 Modelo econômico que “se afasta do modelo atual da economia linear (fabricar – usar – dispor), em direção a um no qual os produtos, e os materiais que o compõe, são valorados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta” (*House of Commons*, 2014).

3 Criado no ano de 2001 o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), atualmente é regulamentado pela Portaria Anvisa nº 1.081, de 27 de setembro de 2023 e tem como objetivo verificar se os alimentos comercializados apresentam agrotóxicos autorizados em níveis de resíduos dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA (ANVISA, 2024).

O problema de pesquisa é a ausência de informações sobre a destinação das embalagens pós-consumo de agrotóxicos no Perímetro Irrigado Ayres de Souza - PIAS, localizado no município de Sobral, Ceará. Essa lacuna de conhecimento levanta preocupações sobre a gestão adequada dessas embalagens vazias e a conformidade com as normativas legais, especialmente no contexto da logística reversa.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Identificar as práticas de manejo e destinação das embalagens vazias pós-consumo de agrotóxicos realizadas pelos irrigantes do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa – PIAS.

### **2.3 Específicos**

- Avaliar a conformidade das práticas de manejo das embalagens vazias pós-consumo no PIAS com a legislação nacional, especialmente a Lei 12.305/2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Detectar os setores locais envolvidos na cadeia da logística reversa das embalagens de agrotóxicos.
- Identificar estratégias adotadas pelos diferentes elos da cadeia da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos para o retorno e tratamento adequado desses resíduos.
- Analisar os desafios e obstáculos enfrentados pelos elos da cadeia na logística reversa de embalagens de agrotóxicos no contexto do PIAS.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Agrotóxicos – Considerações Gerais

A Lei n. 14.785/23 conceitua agrotóxico como produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, [...] cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (Brasil, 2023).

Por sua vez, Antunes (2015) define os agrotóxicos como produtos químicos destinados ao uso na agricultura, com o objetivo de combater pragas ou aumentar a produtividade de determinadas culturas.

Essas substâncias são popularmente conhecidas como defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédios de planta ou veneno (Aguiar *et al.*, 2019). A terminologia utilizada varia conforme o posicionamento e as intenções de quem conduz a discussão (Dorfman, França e Soares, 2014). É importante mencionar que há um esforço para suavizar o impacto que o termo "agrotóxico" pode causar em contextos comerciais (Ogwa, 2019). Por essa razão, busca-se adotar uma expressão com menor conotação negativa (Fernandes, 2024).

A expressão criada, após a década de 1980, pelo movimento ambientalista brasileiro para denominar os “venenos agrícolas”, como forma de estabelecer diálogo e alertar a sociedade sobre suas graves consequências (Londres, 2011), passou a ser amplamente adotada a partir da publicação da Lei Federal nº 7.802, de 1989 (Lopes; Albuquerque, 2018).

A utilização do termo “agrotóxico” é exclusividade do Brasil. De acordo com Rembischevski e Caldas (2018), essa denominação carece dos atributos técnicos e semânticos necessários para uma aplicação legal, sendo compreendida apenas pelo contexto socioeconômico e político em que foi criada. Atualmente, não há um termo único que represente de maneira fiel todos os atributos desses produtos. Entretanto, em nível global, são utilizados termos técnicos para se referir a essas substâncias.

Conforme Dorfman, França e Soares (2014), o termo "pesticide" em inglês não é equivalente ao termo "pesticida" em português. Organismos internacionais usam "pesticide" para se referir a substâncias que eliminam pragas, incluindo roedores, fungos e outras plantas. Já "agrotóxico" corresponde aos produtos conhecidos internacionalmente como "pesticides" ou "agrochemicals".

De acordo com Pêgo e Lima (2021) essas substâncias surgiram após as grandes guerras mundiais, quando a indústria química, que antes produzia venenos usados como armas químicas, encontrou na agricultura um novo mercado para seus produtos.

A década de 1960 é marcada pela "Revolução Verde", um movimento idealizado para aumentar a produção agrícola, principalmente no Sul Global – através do uso de agrotóxicos, fertilizantes, culturas de alto rendimento e irrigação (Tygel, *et al.*, 2023).

O consumo mundial de agrotóxicos é de 2,6 milhões de toneladas ao ano. Metade das substâncias aplicadas são herbicidas, que são usados contra ervas daninhas; cerca de 30% são inseticidas, usados contra insetos que podem prejudicar as colheitas, e cerca de 17% são fungicidas contra a infestação de fungos. Em 2019, o mercado global de agrotóxicos atingiu um valor de quase 84,5 bilhões de dólares, tendo uma taxa de crescimento anual de mais de 4% desde 2015 (Tygel, *et al.*, 2023).

De acordo com Briassoulis *et al.* (2014), cerca de 60% do total dessas substâncias químicas utilizadas na agricultura na União Europeia (UE) são consumidas por França, Espanha e Itália, países que detêm grandes áreas agrícolas.

Pimentel e Burgess (2014) salientando a dependência dos Estados Unidos em relação a essas substâncias, concluíram que as principais perdas econômicas e ambientais em decorrência de seu uso massivo foram: saúde pública, 1,1 mil milhões de dólares por ano; pragas resistentes, 1,5 bilhão de dólares; perdas de colheitas, 1,4 mil milhões de dólares; perdas de aves, 2,2 bilhões de dólares; e contaminação de águas subterrâneas, 2,0 bilhões de dólares.

O cenário futuro não se mostra favorável, visto que, até 2050, prevê-se que à nível mundial o uso de pesticidas e as emissões relacionadas se intensifiquem em 8–20% com o aumento da área agrícola (Nagesh *et al.*, 2022). Segundo Tygel, *et al.* (2023) e Desrousseaux *et al.* (2022) a crise climática atua como um impulsionador do uso de agrotóxicos.

Santos e Santos (2023) relataram que uma maior demanda de uso dos agrotóxicos na produção agrícola, acarreta riscos à saúde dos consumidores e manipuladores, como também ao meio ambiente.

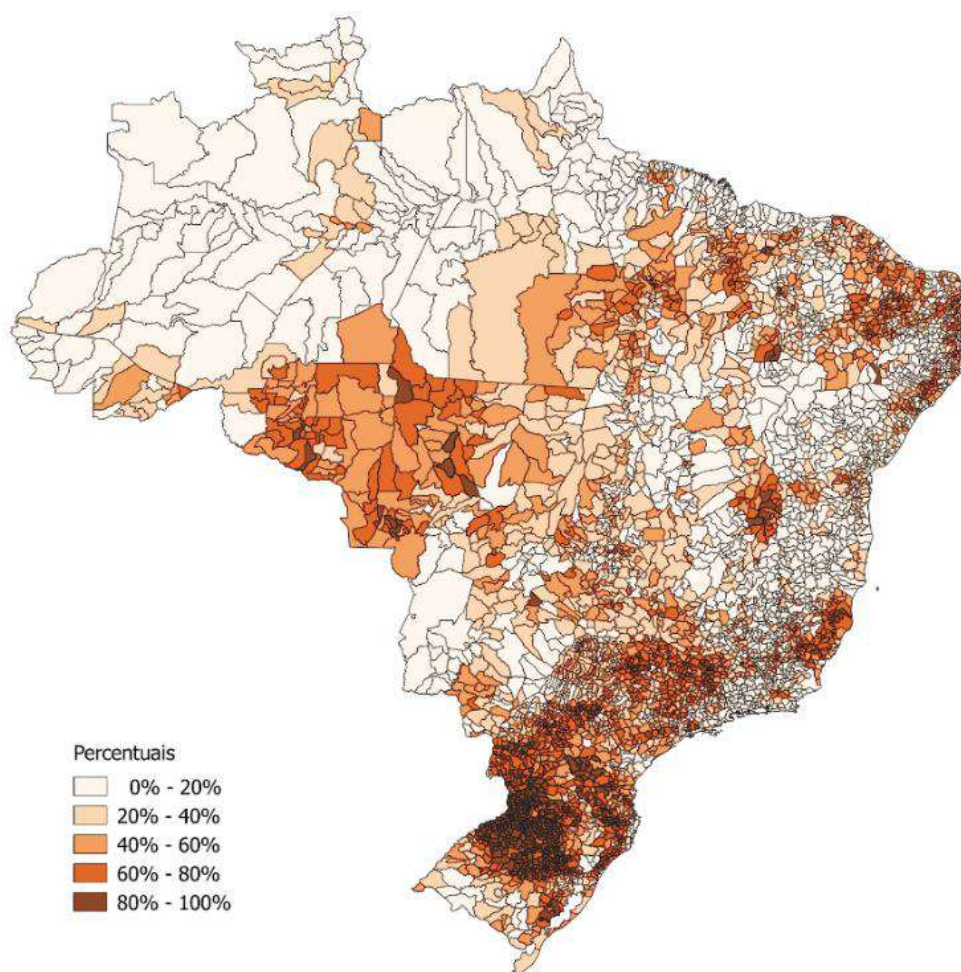
O seu uso indiscriminado é uma preocupação no que se refere à saúde pública (Aguiar; Rigotto, 2021; Sharma; Singhvi, 2017; Sharifzadeh *et al.*, 2019; Gonzaga *et al.*, 2021; Atitsogbey, 2023) e do ponto de vista ambiental (Briassoulis *et al.*, 2014; Sun *et al.*, 2018; Sultan *et al.*, 2019; Sultan *et al.*, 2023).

De acordo com Jobim *et al.* (2010), no Brasil, a política de incentivos à utilização de agrotóxicos surgiu em 1975, com o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas - PNDA. O

programa estabelecia uma cota específica de agrotóxicos como requisito para a obtenção de crédito rural, o que pressionava os agricultores a comprar esses produtos.

O uso de agrotóxicos no país intensificou-se significativamente a partir do início dos anos 1990, concentrando-se em algumas culturas específicas, como soja, milho e cana-de-açúcar, e também em regiões determinadas, especialmente no Centro-Oeste, Sul e no estado de São Paulo. Além disso, a produção de agrotóxicos é dominada por poucas empresas: os cinco maiores produtores respondem por mais de 50% do total de agrotóxicos consumidos no país (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2019). A Figura 1 detalha o uso de agrotóxicos por município, destacando o percentual de propriedades rurais que fizeram uso desses produtos.

Figura 1 — Percentual de propriedades rurais que utilizam agrotóxicos, por município (2017)



Fonte: IPEA (2019).

Segundo Londres (2011) o Brasil ultrapassou a marca de 1 milhão de toneladas, o que corresponde a um consumo médio de 5,2 kg de agrotóxico ao ano por pessoa.

Em 2019, foram registrados 262 produtos, dos quais 41% apresentavam alta ou extrema toxidez, alguns já banidos na União Europeia. Esse ritmo de liberações possui um diferencial, pois é o maior já registrado em dez anos (Damásio, 2019).

Além disso, outros fatores agravam a situação, como o aumento nas vendas de agrotóxicos ilegais, tanto falsificados quanto contrabandeados Tygel *et al.*, (2023) e uma grande adesão à aquisição de produtos à base de glifosato em ambiente virtual (Moura *et al.*, 2023).

De acordo com Martins (2023), sob o argumento de serem considerados essenciais, os agrotóxicos possuem uma redução de 60% na base de cálculo do ICMS, além da possibilidade de isenção total do imposto. No estado do Ceará, por exemplo, os agrotóxicos têm isenção total de ICMS, além de beneficiarem das isenções de IPI, PIS/PASEP e COFINS concedidas por decretos federais (Freitas; Bombardi, 2018).

É importante destacar que, em 2019, foi aprovado o novo marco regulatório dos agrotóxicos, com o objetivo de melhorar os critérios de avaliação e classificação toxicológica desses produtos no Brasil. Ocorreram mudanças nas regras de rotulagem, como uso de pictogramas com palavras de precaução, facilitando a identificação dos riscos e perigos durante o uso. Além disso, existem cinco categorias de classificação toxicológica (Tabela-1), com a inclusão do “não classificável” para produtos de baixo potencial de dano. A classificação é determinada com base nos componentes dos agrotóxicos, além de levar em consideração os danos associados a cada via de ingresso no organismo (via oral, dérmica ou inalatória) (ANVISA, 2019; INCA, 2019).

Tabela 1 — Classificação dos agrotóxicos e graus de toxicidade.

|                                   | Categoria 1                                                                         | Categoria 2                                                                       | Categoria 3                                                                         | Categoria 4                                                                          | Categoria 5                                                                           | Não Classificado                   |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                   | Extremamente Tóxico                                                                 | Altamente Tóxico                                                                  | Moderadamente Tóxico                                                                | Pouco Tóxico                                                                         | Improvável causar dano agudo                                                          | Não Classificado                   |
| Pictograma-palavra de advertência |    |  |    |    | Sem símbolo<br><br>CUIDADO                                                            | Sem símbolo<br><br>Sem advertência |
| Classes de Perigo                 |                                                                                     |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                    |
| Oral                              | Fatal                                                                               | Fatal                                                                             | Tóxico                                                                              | Nocivo                                                                               | Pode ser perigoso                                                                     | -                                  |
| Dérmica                           | Fatal                                                                               | Fatal                                                                             | Tóxico                                                                              | Nocivo                                                                               | Pode ser perigoso                                                                     | -                                  |
| Inalatória                        | Fatal                                                                               | Fatal                                                                             | Tóxico                                                                              | Nocivo                                                                               | Pode ser perigoso                                                                     | -                                  |
| Cor da Faixa                      |  |                                                                                   |  |  |  |                                    |

Fonte: Autora (2024) adaptado de INCA (2019).

Agrotóxicos são, simultaneamente, insumos agrícolas e produtos extremamente perigosos. O sistema atual de regulação ambiental não oferece mecanismos que permitam à sociedade conhecer os reais danos decorrentes da sua utilização (Aguiar *et al.*, 2019). Estas substâncias atualmente são reconhecidas como um dos seis maiores problemas de poluição do mundo que afetam a saúde humana (Pure Earth; Green Cross, 2017). Na Tabela 2, estão listados os ingredientes ativos de grande consumo no Brasil.

Tabela 2 — Lista de ingredientes ativos de grande consumo no Brasil com autorização da Anvisa

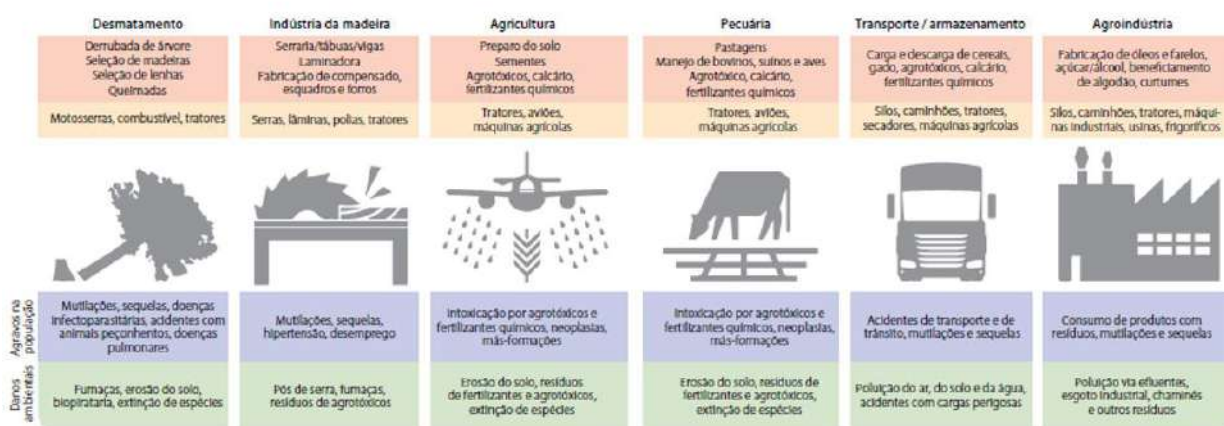
| NOME               | GRUPO      | CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA (ANVISA) | CLASSIFICAÇÃO DA CARCINOGENICIDADE                                |                                                   | RELAÇÃO COM Câncer                                              |
|--------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                    |            |                                     | IARC                                                              | USEPA                                             |                                                                 |
| <b>2,4-D</b>       | Herbicida  | Classe I                            | Grupo 2B: Possivelmente carcinogênico para Humanos                | -                                                 | Pele, Cavidade nasal, sinusal, nasofaringe, orofaringe, laringe |
| <b>ACEFATO</b>     | Inseticida | Classe III                          | ND                                                                | Possível carcinogênico para humanos               | Leucemias, Linfomas não Hodgkin, pâncreas                       |
| <b>ATRAZINA</b>    | Herbicida  | Classe III                          | Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade de em humanos | -                                                 | Linfomas não Hodgkin                                            |
| <b>CLORPIRIFÓS</b> | Inseticida | Classe II                           | ND                                                                | Ausência de carcinogenicidade para seres humanos. | Leucemias, Linfomas não Hodgkin, pâncreas                       |
| <b>DIAZINONA</b>   | Inseticida | Classe II                           | Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos                | -                                                 | Leucemias, Linfomas não Hodgkin, câncer de pulmão               |
| <b>DIURON</b>      | Herbicida  | Classe III                          | ND                                                                | Provavelmente carcinogênico para Humanos          | Neoplasia (sem localização definida)                            |
| <b>GLIFOSATO</b>   | Herbicida  | Classe IV                           | Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos                | -                                                 | Linfomas não Hodgkin                                            |
| <b>MALATIONA</b>   | Inseticida | Classe III                          | Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos                | Linfomas não Hodgkin, câncer de próstata.         | -                                                               |
| <b>MANCOZEBE</b>   | Fungicida  | Classe III                          | Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade de em humanos | -                                                 | Linfomas não Hodgkin                                            |
| <b>METOMIL</b>     | Inseticida | Classe I                            | ND                                                                | Ausência de carcinogenicidade para seres humanos  | -                                                               |

Fonte: INCA (2019).

Dentre os impactos à saúde relacionados ao processo produtivo do agronegócio, os de maior relevância para a saúde humana e ambiental são as poluições e/ou contaminações e as intoxicações agudas e crônicas relacionadas à aplicação de agrotóxicos, presente em todas as etapas dessa cadeia produtiva apresentadas, conforme ilustrado na Figura 2. Essas substâncias podem deslocar-se no ambiente através dos ventos e da água da chuva para locais distantes de

onde foram aplicados. Os contatos desses poluentes com o solo ou com a água podem contaminar os lençóis freáticos (Carneiro *et al.*, 2015).

Figura 2 — Etapas do processo produtivo do agronegócio e seus impactos na saúde do trabalhador, na população e no ambiente



Fonte: Carneiro *et al.* (2015) Dossiê Abrasco.

Explicitada nas etapas do processo produtivo do agronegócio, a aplicação de agrotóxicos por meio da pulverização aérea é permitida no país por intervenção do Decreto-Lei nº 917, de 7 de outubro de 1969, que dispõe sobre o emprego da aviação agrícola no país, regulamentada pelo Decreto nº 86.765, de 22 de dezembro de 1981 (Brasil, 1969). Entretanto, é importante destacar que no Ceará a prática é vedada através da Lei Estadual N.º 16.820, de 8 de janeiro de 2019 (Ceará, 2019).

### **3.1.1 Agrotóxicos no Ceará**

O Ceará ocupa a vigésima posição no ranking de vendas de agrotóxicos no país e, na região Nordeste, ocupa a oitava posição (Ceará, 2023).

O estado possui grandes regiões que abrigam amplos projetos de irrigação<sup>4</sup>. Parte dessas regiões recebe mais atenção, seja por pesquisadores ou pelo apoio do estado, em detrimento de outras que carecem de estudos sobre agrotóxicos e suas embalagens.

A unidade federativa se destaca como o quarto estado brasileiro com o maior número de estabelecimentos de agricultura familiar, com mais de 340 mil propriedades, correspondendo a 90% das unidades rurais do estado (Nascimento, 2018). A agricultura cearense, caracterizada pela predominância da agricultura familiar, é também bastante dependente da quadra chuvosa no período de fevereiro a maio. Além disso, é dividida entre produção de sequeiro e irrigação (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022).

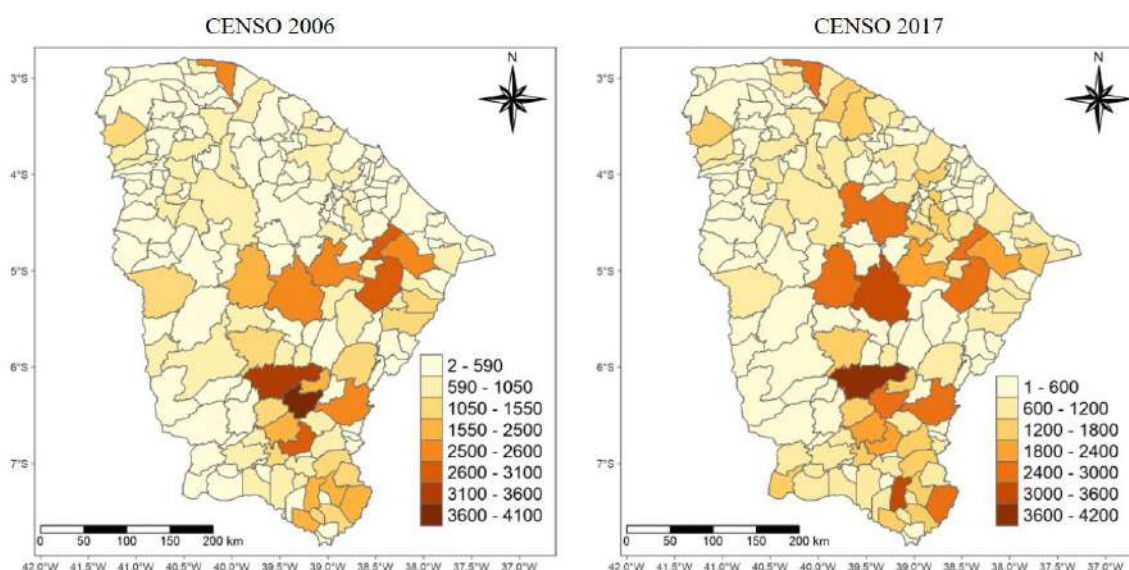
Segundo dados da Produção Agrícola Municipal 2021 do IBGE, o estado possui 1040,108 hectares de área plantada com culturas da lavoura temporária. A cultura que ocupa a maior parte da área é a do milho, com 557.785 hectares, o que corresponde a, aproximadamente, 53% de toda área plantada do estado. Além do milho, predominam as culturas do feijão e da castanha de caju (IBGE, 2022).

Conforme Nascimento (2018), seja no agronegócio ou na agricultura familiar, o uso de agrotóxicos no estado inclui produtos cuja classificação varia de pouco tóxico a extremamente tóxico. Colen (2020) constatou um aumento de 14,9% nos estabelecimentos que utilizam agrotóxicos no estado do Ceará, um crescimento superior à média do semiárido. A Figura 3 ilustra a distribuição espacial do uso de agrotóxicos nos estabelecimentos agropecuários do Ceará entre os censos realizados.

---

4 São 14 projetos de irrigação implantados pelo DNOCS no Estado do Ceará, 10 remontam na década de 70 – Ayres de Souza, Curu-Paraipaba, Curu-Petencoste, Ema, Forquilha, Icó-Lima Campos, Jaguaruana, Morada Nova, Quixabinha e Várzea do Boi –. Os outros projetos – Araras Norte, Baixo Acaraú Jaguaribe Apodi e Tabuleiros de Russas – tiveram sua operação iniciada a partir do final da década de 90 (DNOCS, 2020).

Figura 3 — Distribuição espacial do uso de agrotóxico nos estabelecimentos agropecuários do Ceará Anos 2006 e 2017 (% de estabelecimentos no município que utilizam a prática)



Fonte: Adaptado de Colen (2020).

Dados de uma série histórica do Painel de Informações sobre a Comercialização de Agrotóxicos e Afins no Brasil (série histórica 2009 - 2022), dentre os dez agrotóxicos mais vendidos no Ceará, por princípio ativo, destacam-se o 2,4-D e o glifosato. Estes estão entre os principais produtos que causam preocupação em termos de saúde humana (Aguiar *et al.*, 2019).

O Relatório da Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer - IARC, de 20 de março de 2015, concluiu que agrotóxicos permitidos no Brasil, como o herbicida glifosato, são provavelmente cancerígenos. No Brasil, os limites de segurança para o glifosato são cerca de 5000 vezes mais altos do que os recomendados pela União Europeia (Bombardi, 2019).

Na pesquisa realizada por De F. Sousa *et al.* (2019) em Limoeiro do Norte, a análise dos níveis de contaminação atmosférica decorrente do uso do herbicida glifosato revelou índices que variaram de 0,31 a 2,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Os valores obtidos foram considerados elevados e perigosos, destacando a urgência de medidas preventivas e regulatórias para mitigar os impactos negativos dessa substância na qualidade do ar e na biodiversidade local.

Viana Júnior e Lopes (2023) constataram uma queda na média de produção de mel por colmeia após o início da atuação de uma empresa do agronegócio, o empreendimento utilizava 26 tipos diferentes de substâncias distribuídas entre inseticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas e reguladores de crescimento. A pesquisa revelou um grave problema na cultura e economia apícola do território da Chapada do Apodi, em Tabuleiro do Norte/CE.

Destaca-se que, em 2022, o Ceará figurou entre os estados que apresentaram uma mistura de 27 tipos diferentes de agrotóxicos na água consumida pela população <sup>5</sup> (Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, 2022).

Apesar de o Ceará contribuir com menos de 6% em embalagens (t) destinadas ao SCL (INPEV, 2023), os dados do Boletim epidemiológico do Programa Nacional de Vigilância de Populações Expostas a Contaminantes Químicos - VIGIPEQ, bem como os dados Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas - SINITOX são alarmantes. Destaca-se, ainda, o crescimento na comercialização e no consumo de agrotóxicos em Sobral e na Zona Norte (Prefeitura de Sobral, 2023).

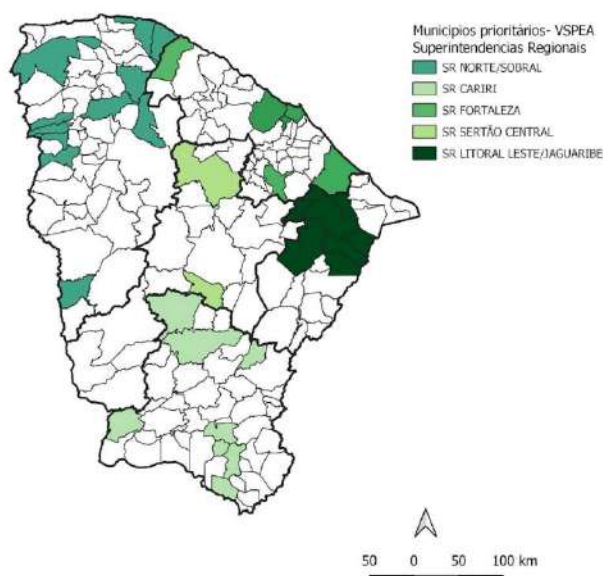
É importante ressaltar que, conforme Boletim epidemiológico da Secretaria de Estado da Saúde (2023), Sobral está entre os 34 municípios prioritários no Ceará para a implementação da vigilância de populações expostas a agrotóxicos, conforme ilustrado na Figura 4. Os municípios classificados como prioritários apresentam maior risco à saúde devido ao uso intensivo de agrotóxicos, associado a vulnerabilidades socioambientais significativas, sendo foco estratégico para a implantação da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos - VSPEA <sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> A maioria dos exames identificou uma concentração dentro do limite considerado seguro pelo Ministério da Saúde para cada tipo de substância isoladamente. Salientando que a regulação brasileira não leva em conta os riscos da interação entre os diferentes tipos de pesticidas apenas limites individuais, que juntos podem chegar a 1677,13 µg/L, enquanto nos padrões da UE é de apenas 0,5 µg/L (De Oliveira *et al.*, 2023).

<sup>6</sup> Comissão formada pela Portaria SMS 021/SMS, de 4 de abril de 2023. Tendo como partícipes, representantes ADAGRI; da Ematerce; da SEMACE, da COGERH, e de outras instituições que desenvolvam atividades que envolvam a temática. Na reunião foi apresentado os dados do relatório Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA.

Figura 4 — Distribuição dos municípios prioritários no estado do Ceará, 2022

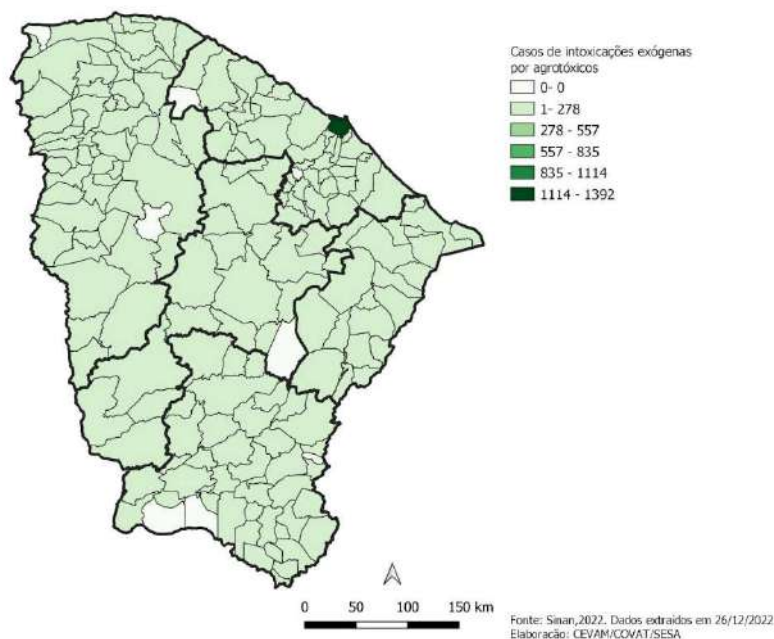


Fonte: SESA (2023).

Iniciado em 2021, esse trabalho utilizou como um dos principais critérios para a seleção de municípios as notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN. Além disso, o Estado incorporou outros critérios relevantes, como a produção agrícola, o consumo de agrotóxicos, o tamanho da população exposta, o número de casos de intoxicação exógena por agrotóxicos, o monitoramento da água para consumo humano, a produção e a existência de revendas de agrotóxicos, e a presença de perímetros irrigados.

Conforme Freitas e Bombardi (2018), o Ceará é um dos estados nordestinos com os maiores índices de intoxicações. As intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola foram registradas em 100% dos 20 municípios cearenses que possuem perímetros públicos irrigados. Os casos de intoxicação exógena por agrotóxicos no estado são ilustrados na Figura 5.

Figura 5 — Casos de intoxicação exógena por agrotóxicos, Ceará, 2011 a 2021



Fonte: SINAN (2022).

A subnotificação também representa um grande problema. Segundo Bombardi (2016), a cada caso notificado de intoxicação por agrotóxicos estima-se que existam outros 50 não notificados.

Quanto à destinação das embalagens de agrotóxicos no estado, em 2006 a maior parte era descartada de forma inadequada, conforme Tabela 3. A maioria dessas embalagens era enterrada ou queimada no próprio campo, prática que era comum à época (Gerassi, 1998). Segundo o autor, essas eram propagadas como “alternativa com restrições”.

Tabela 3 — Destinação de embalagens de agrotóxico no estado do Ceará

| <b>DESTINAÇÃO DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICO NO ESTADO DO CEARÁ (% DE ESTABELECIMENTOS RURAIS)</b> |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Jogado no Campo                                                                                 | 31,80% |
| Reaproveitado                                                                                   | 0,70%  |
| Lixo Comum                                                                                      | 5,90%  |
| Queimado/Enterrado                                                                              | 52,80% |
| Armazenado no estabelecimento                                                                   | 4,50%  |
| Devolvido/Coleta Seletiva                                                                       | 2,20%  |
| Outros                                                                                          | 4,30%  |

Fonte: Autora (2023) adaptado de IBGE (2006).

Mesmo com o advento do sistema logística reversa para essas embalagens, essa realidade persiste. A literatura (Sousa *et al.*, 2016; Quental *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2020; Amaro *et al.*, 2021) evidencia que a efetivação do SCL no estado ainda é incipiente. Práticas como o abandono de embalagens vazias a céu aberto, a queima dos recipientes ou o seu cobrimento continuam sendo comuns, bem como o desconhecimento acerca de recolhimento das embalagens e da importância da tríplice lavagem, dentre outros.

Segundo França *et al.* (2018), a gestão das embalagens pós-consumo requer uma atenção especial, principalmente devido ao significativo potencial poluente que apresentam, haja vista que cerca de 0,3% da quantidade total de produto permanece na embalagem após sua utilização.

### 3.2 Embalagens de agrotóxicos

Os agrotóxicos são distribuídos comercialmente aos consumidores em vários tipos de invólucros, sendo os mais utilizados compostos por um polímero ou copolímero ou polímero revestido (Eras *et al.*, 2017).

De acordo com o decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 embalagem de agrotóxico é conceituada como:

“Invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinado a conter, cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter os agrotóxicos, seus componentes e afins;” (Brasil, 2002).

As embalagens dos agrotóxicos e afins deverão atender, entre outros, aos seguintes requisitos:

- I - Devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo, de modo a facilitar as operações de lavagem, de classificação, de reutilização e de reciclagem;
- II - Os materiais de que forem feitas devem ser constituídos de materiais insuscetíveis de serem atacados pelo conteúdo ou de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;
- III - Devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes, de forma a não sofrer enfraquecimento e a responder adequadamente às exigências de sua normal conservação;
- IV - Devem ser providas de um lacre que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez (Brasil, 2023).

No requerimento de registro ou pós-registro, a seleção das embalagens deve considerar alguns itens relevantes, como: culturas e doses recomendadas (a fim de evitar que embalagens com volumes incompatíveis com os usos pretendidos sejam solicitadas); tipo e equipamento de aplicação do produto; miscibilidade do produto em água; tipo de formulação (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2023).

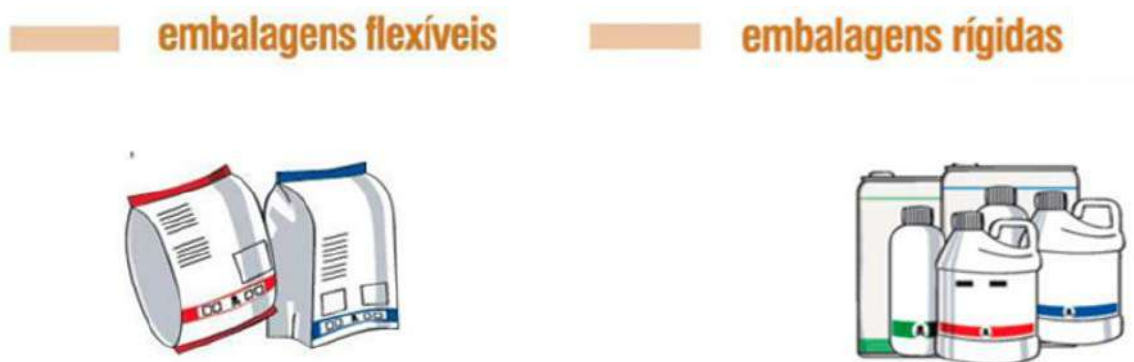
As especificações dessas embalagens são de responsabilidade das empresas produtoras de agrotóxicos e afins, e passam pela anuência dos órgãos federais dos setores da agricultura, saúde e meio ambiente, em suas respectivas áreas de competência (IBAMA, 2023).

De modo geral, esses recipientes são classificados em dois tipos: embalagens primárias, que entram em contato direto com as formulações do produto e são utilizadas para proteção e transporte, e embalagens secundárias, que não entram em contato direto com o produto transportado.

Segundo IBAMA (2023), as embalagens podem ainda ser classificadas em laváveis e não laváveis. As embalagens laváveis são rígidas e contêm formulações miscíveis ou dispersíveis em água. Já as embalagens não laváveis incluem aquelas com formulações não

miscíveis nem dispersíveis em água, bem como todas as embalagens flexíveis, as embalagens de produtos para tratamento de sementes e as embalagens secundárias. A Figura 6 ilustra a distinção entre embalagens rígidas e flexíveis.

Figura 6 — Tipos de embalagens utilizadas para envasamento de agrotóxicos



Fonte: Coperama (2022).

As embalagens são geralmente compostas de papel, plástico, linho e/ou metal. As embalagens rígidas podem ser de vidro, plástico (Polietileno de alta densidade - PEAD, polietileno co-extrudado multicamada - COEX ou polietileno tereftalato - PET), metal (aço, folha de flandres ou alumínio) e fibrolata. Entre as embalagens rígidas, apenas as de aerossóis não podem ser lavadas (McMillin, 2017).

Ainda segundo o autor, as embalagens flexíveis podem ser de papelão; papel multifolhado; cartolina (celulose); plástico (polietileno de baixa densidade - PEBD) ou mistas (papel e plástico metalizado; papel e alumínio plastificado ou papel plastificado), e não podem ser lavadas.

De acordo com Garbounis e Komilis, (2021), o plástico é o material predominante na fabricação de recipientes para essas substâncias químicas, sendo utilizado os polímeros PET, HDPE e PE (Li; Huang, 2018). Entre os materiais utilizados, o PEAD se destaca como o mais amplamente empregado (Garbounis, Komilis, 2021). As características desses polímeros estão detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1 — Características das resinas

| Resina                                    | Característica                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pead Mono (Polietileno de Alta Densidade) | Segunda resina mais reciclada no mundo. Caracteriza-se pela alta resistência a impactos e a agentes químicos.<br><br>Identificada pelas siglas HDPE (High Density Polyethylene), PE (Polietileno) ou Pead, e pelo número 2 na embalagem." |
| Coex (Extrusão em multicamadas)           | Identificada na embalagem como 7 – Outros.                                                                                                                                                                                                |
| PP (Polipropileno)                        | É identificado pela sigla PP e pelo número 5, ambos estampados no fundo das embalagens.                                                                                                                                                   |

Fonte: INPEV (2024).

O plástico foi gradualmente sendo adotado massivamente pelas indústrias, como principal material para esse uso (Marnasidis *et al.*, 2018). Estima-se que 330 mil toneladas de recipientes plásticos de pesticidas sejam produzidas anualmente (FAO, 2021). Felix *et al.* (2020) justificaram a obsolescência das embalagens de vidro com o dispendioso e altos custos e risco no processo de transporte.

As embalagens têm um papel crucial no setor agrícola, pois uma quantidade significativa de produtos agrícolas é perdida durante o manuseio, transporte e armazenamento (Future Market Insights, 2023).

Segundo Xu *et al.* (2021), entre os danos ambientais causados pela produção agrícola, está o descarte inadequado das embalagens desses insumos agrícolas. Há cerca de 240 000 toneladas de pesticidas obsoletos armazenadas na Europa Oriental, mais de 50 000 toneladas na África e mais de 30 000 toneladas na América Latina. A cada ano, apenas 30% dos recipientes inseridos no mercado global são recolhidos adequadamente (Food and Agriculture Organization, 2021).

A maioria dos materiais utilizados nas embalagens de substâncias químicas agrícolas é composta por materiais não biodegradáveis, resultando em grandes quantidades de resíduos de embalagens no ambiente (Garbounis, Komilis, 2021), resíduos estes que são difíceis de separar e degradar (Li; Huang, 2018).

Conforme artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, as embalagens de agrotóxicos são consideradas resíduos agrossilvopastoris, contemplando tanto o resíduo gerado nas atividades agropecuárias e silviculturais quanto aqueles relacionados a insumos utilizados nessas atividades (Brasil 2010). Conforme Norma Brasileira NBR 10.004, as

embalagens vazias de agrotóxicos caracterizam-se como resíduo perigoso - Classe 1, deste modo necessitam de uma atenção especial<sup>7</sup>.

De acordo com a FAO (2021), os estoques de pesticidas obsoletos e resíduos associados são frequentemente mal armazenados, gerando vazamentos de produtos químicos tóxicos no meio ambiente e contaminando a água, o solo e os alimentos.

Neste contexto, diversos cuidados são essenciais durante o uso de agrotóxicos, incluindo o armazenamento, a lavagem e o descarte correto das embalagens vazias (Figura 7). O gerenciamento adequado desse material é imprescindível.

Figura 7 — Representação do passo a passo da destinação das embalagens pós-consumo



Fonte: Autora (2023).

O usuário é responsável pela devolução do recipiente após o uso, incluindo os rótulos, tampas e caixas de papelão que acompanham os vasilhames. Antes da devolução, essas embalagens devem ser submetidas a um processo de limpeza e inutilização.

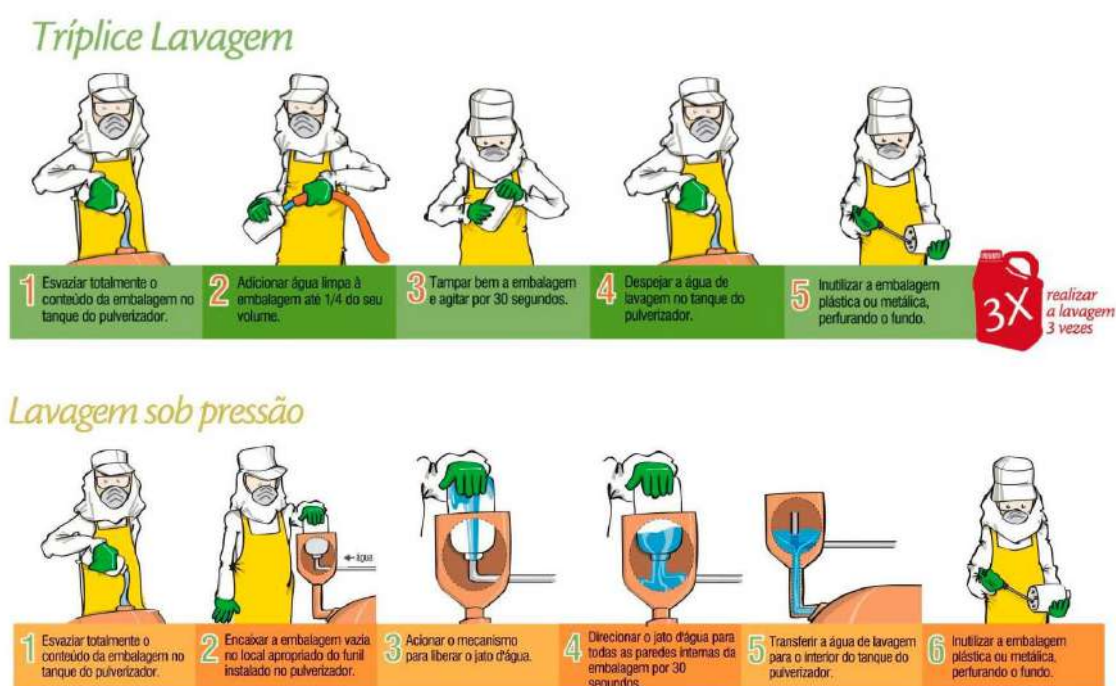
---

<sup>7</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), classifica as embalagens vazias de agrotóxicos através da NBR 10.004/2004 como: Classe 1 – resíduo sólido perigoso, exigindo procedimentos especiais para as etapas de manuseio e destinação adequada.

Após a utilização do agrotóxico, as embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem ou tecnologia equivalente, conforme normas técnicas oriundas dos órgãos competentes e orientação constante de seus rótulos e bulas (Brasil, 2023) (Figura 8).

Marnasidis *et al.* (2018) estimaram que, após o processo específico de triplo enxágue, o recipiente conterá menos de 0,1% da substância ativa (com base na massa combinada do recipiente e do resíduo de pesticida), sendo então classificado como resíduo não perigoso.

Figura 8 — Tríplice lavagem e lavagem sob pressão



Fonte: Coperama (2022)

Salem *et al.* (2019) avaliaram o potencial da biorremediação na descontaminação dessas embalagens. Os resultados obtidos a partir do enxágue com um biodetergente à base de bactérias isoladas, juntamente com o uso de um adjuvante adequado como o dimetilsulfóxido, mostraram-se superiores à lavagem tripla.

Picuno *et al.* (2020) demonstraram que a lavagem tripla foi insuficiente para a descontaminação completa dos recipientes. No entanto, uma etapa adicional de lavagem proporcionou um grau aprimorado de descontaminação, tornando-os mais adequados para reciclagem.

A limpeza inadequada das embalagens causa grande prejuízo para o INPEV e filiados, considerando a necessidade de uma matéria-prima de excelente qualidade destinadas às

recicladoras (Rodrigues *et al.*, 2018; Yanagihara; Bragagnolo, 2018). Um processo adequado de limpeza preserva a integridade e mantém o valor de mercado desse resíduo (Oliveira, Nogueira e Rodrigues, 2023).

Há uma grande demanda por inovação nas embalagens de pesticidas no mercado. Atualmente, o mercado global de embalagens de pesticidas está avaliado em US\$ 4,4 bilhões em 2023 e deverá se expandir a um *Compound Annual Growth Rate* - CAGR de 5,3. Com os avanços nas embalagens, o mercado deve alcançar US\$ 7,4 bilhões até 2033 (FMI, 2023).

A nanotecnologia, inovação que vem revolucionando também a indústria agroalimentar, vem influenciando na eficiência desses produtos. Segundo Grillo *et al.* (2016) e Nuruzzaman *et al.* (2016), o nanoencapsulamento é utilizado, proporcionando maior estabilidade, melhorando a dispersão em meios aquosos e permitindo uma liberação controlada do composto ativo. Isso aumenta a eficácia no controle de pragas, reduz as doses necessárias nas lavouras e diminui a exposição humana. Fato que impacta diretamente sobre a problemática das embalagens pós-consumo, cujo risco primordial advém da presença de resíduos do produto.

De acordo com Blanco *et al.* (2018), a aplicação da metodologia GIS para mapear os resíduos plásticos agrícolas se mostrou eficaz para monitorar e otimizar a coleta de resíduos plásticos agrícolas as áreas com alta densidade de resíduos plásticos.

Na pesquisa de Song *et al.* (2024), foi desenvolvido um material de filme para a utilização em embalagens de pesticidas, por meio de uma estratégia de esterificação em fase sólida de amido aprimorada por ativação mecânica sinérgica (MA) e combinação cooperativa de amido e álcool polivinílico (PVA). Essa abordagem foi proposta para fabricar filmes de amido (St)/PVA biodegradáveis e solúveis em água fria.

Garbounis e Komilis (2021) desenvolveram um modelo matemático para descrever a taxa de geração dessas embalagens em função de alguns parâmetros pré-definidos. Estimar a taxa de geração desses resíduos é essencial para o desenvolvimento de projetos para sua gestão (Marnasidis, 2018).

Segundo Eras *et al.* (2017), alguns aspectos devem ser considerados no fluxo desse material, a saber: o nível de agrotóxico no recipiente após o triplo enxágue, a conveniência dos limites de resíduos estabelecidos em função da utilização futura do material reciclado e a rastreabilidade na utilização de materiais reciclados provenientes dessas embalagens.

O retorno dessas embalagens é essencial, pois conforme Li e Huang (2018) sua difícil degradação leva ao acúmulo no solo. Com o tempo, esses materiais formam barreiras que

comprometem a aeração, reduzem a absorção de água pelas plantas e diminuem a disponibilidade de nutrientes, resultando em menor rendimento das culturas.

De acordo com Silva *et al.* (2015), as embalagens metálicas podem ser encaminhadas para siderúrgicas como sucata mista. Já as embalagens de vidro podem ser enviadas para indústrias vidreiras, onde serão aquecidas e fundidas a temperaturas superiores a 1.300°C.

Embora a Europa esteja na vanguarda no quesito legislação, na prática, o Brasil é líder na destinação correta das embalagens de agrotóxicos. Segundo INPEV (2023), o sistema garante a destinação ambientalmente adequada de 100% das embalagens recebidas, das quais 97% são encaminhadas para a reciclagem. Destacando-se a reciclagem das embalagens primárias plásticas rígidas (lavadas e não lavadas) que alcança 100%. O desempenho do SCL é demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 — Gestão de resíduos (t)

|                                   | NÃO PERIGOSOS* |         |         |         | PERIGOSOS** |        |        |        |
|-----------------------------------|----------------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|
|                                   | 2020           | 2021    | 2022    | 2023    | 2020        | 2021   | 2022   | 2023   |
| <b>GERAÇÃO</b>                    | 45676,2        | 48460,8 | 47382,2 | 50653,0 | 4303,5      | 5112,2 | 5155,5 | 2559,0 |
| <b>RECICLAGEM OU REUTILIZAÇÃO</b> | 45676,2        | 48460,8 | 47382,2 | 50563,0 | 850,6       | 894,1  | 1221,1 | 1185,0 |
| <b>INCINERAÇÃO</b>                | 0              | 0       | 0       | 0       | 3453        | 4218,4 | 3934,4 | 1374,0 |

Fonte: Adaptado de INPEV (2022 e 2023).

1. Todos os processos de destinação – reciclagem, preparação para reutilização e incineração – são realizados externamente, por parceiros especializados.
2. Resíduos não perigosos recuperados: aço, embalagens plásticas lavadas de polietileno coextrusado (Coex) e polietileno de alta densidade (Pead), papelão, tampas e alumínio proveniente de embalagens e grades do Intermediate Bulk Container (IBC). Resíduos perigosos recuperados: embalagens rígidas não lavadas e parcial das bombonas de reservatório IBC recicladas após processo de descontaminação.
3. Resíduos perigosos incinerados: embalagens de vidro, bombonas de reservatório IBC, hidróxido de alumínio e embalagens com sobras pós-consumo. Essas embalagens totalizaram 119 toneladas em 2021, 121 toneladas em 2022 e 116 toneladas em 2023.

Na Figura 9, é apresentada a Ecoplástica Triex, que, segundo o INPEV (2016), foi a primeira embalagem desse processo a receber a certificação UN 1 (para transporte terrestre e marítimo de produtos perigosos) no mundo. Fabricada em Polietileno de Alta Densidade, esse material é produzido a partir das embalagens vazias devolvidas através do SLC.

Figura 9 — Embalagens Ecoplástica Triex, fabricadas a partir da resina reciclada das embalagens vazias restituídas



Fonte: INPEV (2023).

A Ecoplástica possui características particulares como, Polietileno de alta densidade 100% reciclado; três camadas, oriundas do processo de coextrusão (a camada interna de resina virgem e as demais camadas, de resina pós-consumo); disponível nos volumes de 5, 10 e 20L; destinada ao envase de agrotóxicos, óleos lubrificantes e fertilizantes foliares, além de outros produtos químicos (Campo Limpo, 2023).

Segundo Silva *et al.* (2018), a ausência de expertise na área, escassez de tecnologias, falta de integração na cadeia produtiva, inexistência de incentivos legais e a incerteza quanto à viabilidade econômica são alguns dos fatores que evidenciam as dificuldades na implementação efetiva dos processos de logística reversa. Corroborando com os achados da literatura para o setor, cuja maior parte é composta por artigos teóricos, com poucos estudos empíricos sobre como efetivamente melhorar a governança desses resíduos (Li; Huang, 2018).

### 3.3 Logística reversa

A logística reversa é uma parte importante da gestão empresarial cujo objetivo é gerir e operacionalizar a devolução e reciclagem de bens materiais após sua venda e consumo (Sellito, 2018).

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP* (2023), a logística reversa constitui um segmento especializado da logística, focado na movimentação e gestão de produtos e recursos após a venda e entrega ao cliente.

Conforme (Isernia *et al*, 2019; Julianelli *et al*, 2020), trata-se do processo de movimentação de bens ou produtos dos consumidores para o fabricante para recapturar valor ou garantir o descarte de forma ecologicamente correta. A logística reversa abrange atividades como reciclagem, reforma, reparos, devoluções de produtos e descarte. Seu principal propósito é maximizar o valor extraído dos produtos devolvidos, minimizando o desperdício e o impacto ambiental (Dutta *et al.*, 2020).

No contexto brasileiro, a legislação a conceitua como o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

De acordo com Sellito (2018), a logística reversa pós-consumo está intrinsecamente ligada ao uso de embalagens retornáveis, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental. Para Couto e Lange (2017) esse processo proporciona benefícios não apenas ao meio ambiente, mas também ao entorno em que a empresa fabricante está inserida, com vantagens obtidas pela reutilização de materiais de embalagens ou matérias-primas.

Um dos principais benefícios da embalagem retornável é a contribuição para a melhoria da eficiência na cadeia de suprimentos. Por serem reutilizáveis, essas embalagens reduzem a necessidade de reabastecimento frequente e diminuem o transporte constante de novos materiais, resultando em uma cadeia de abastecimento mais simplificada e econômica (Coelho *et al.*, 2020).

A logística reversa contribui para as metas de sustentabilidade ao facilitar a transição para uma economia circular. No entanto, a análise de Sonar *et al.* (2024) sobre o desenvolvimento e o potencial da logística reversa como ferramenta de sustentabilidade revelou barreiras à sua plena adoção, especialmente a longo prazo.

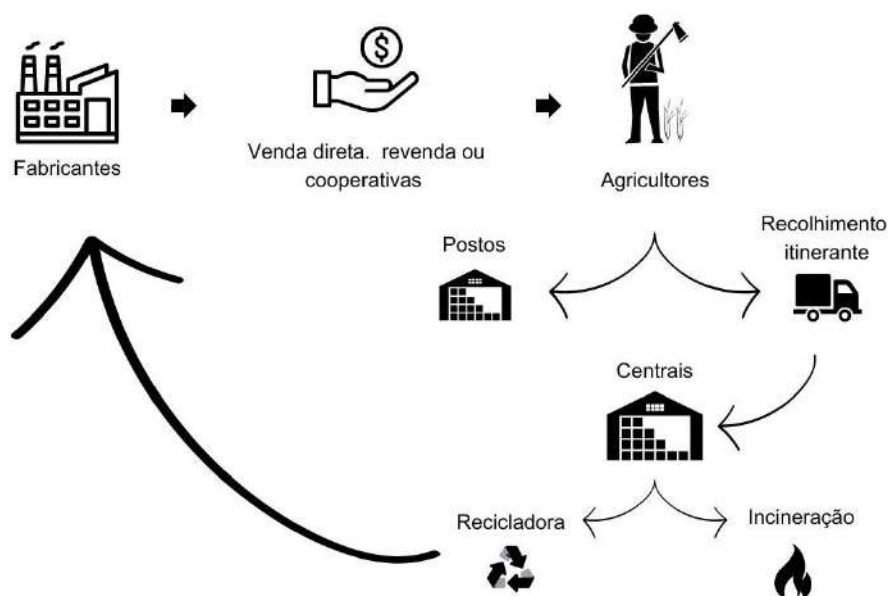
### 3.3.1 Logística reversa das embalagens de agrotóxico pós-consumo

A logística reversa de embalagens de agrotóxicos, por sua vez, consiste no processo pelo qual os fabricantes, registrantes, importadores, distribuidores, comerciantes e produtores rurais, sujeitos à responsabilidade compartilhada e encadeada, implementam seu sistema de devolução, recebimento e destinação destas embalagens (Ceará, 2017).

Conforme INPEV (2013), países com sistemas de logística reversa bem desenvolvidos, como França e Alemanha, recorreram às recicladoras parceiras do SCL interessados no modelo brasileiro.

Segundo o INPEV (2020), as embalagens retornadas dão origem a novas embalagens de agroquímicos, ou a artefatos empregados na construção civil e na indústria automotiva, energética e outras. Já os materiais que não podem ser reinseridos no processo produtivo são incinerados. Para realizar esse procedimento, é imprescindível o credenciamento dos parceiros no sistema. A Figura 10 ilustra a dinâmica do sistema logístico promovido pelo INPEV.

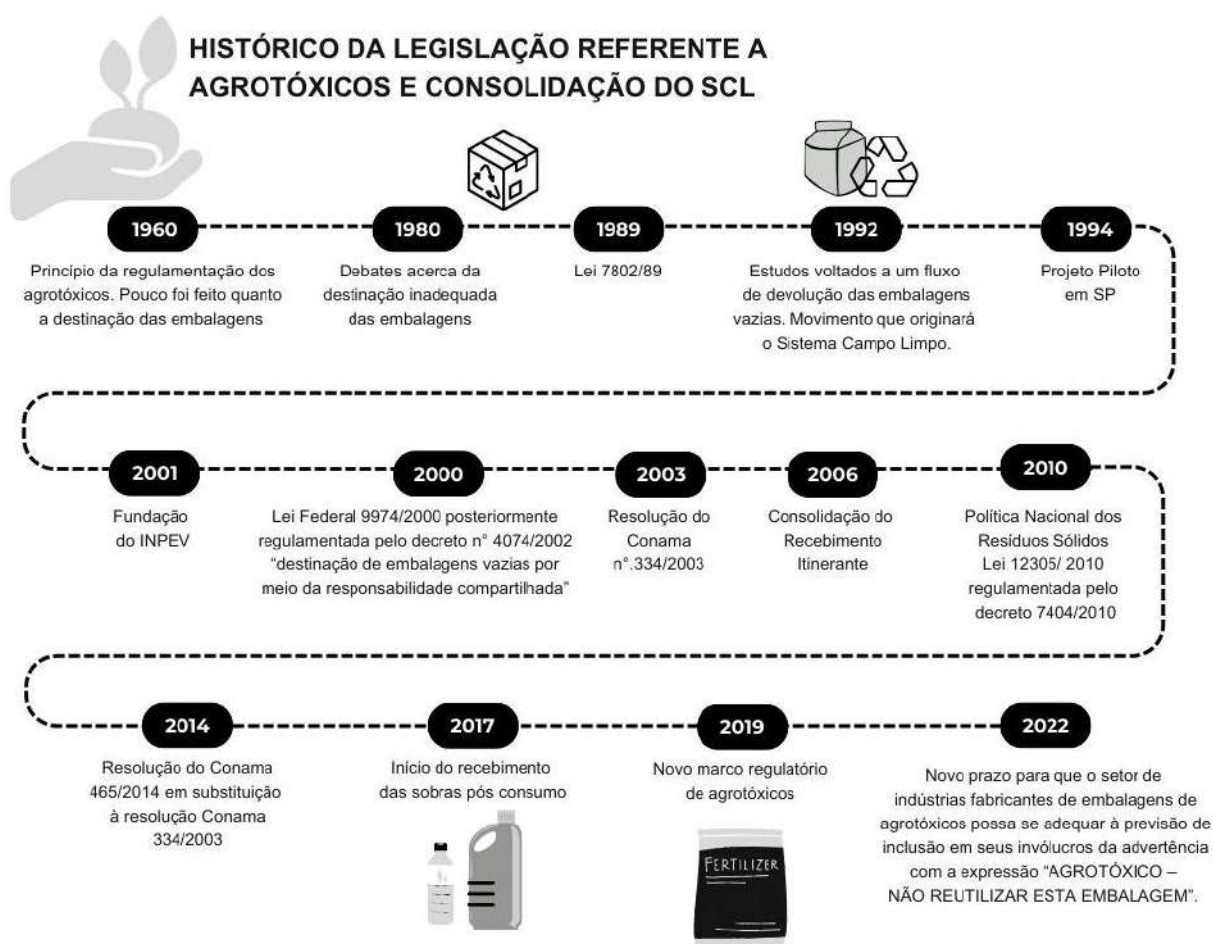
Figura 10 — Dinâmica do sistema logístico promovido pelo INPEV



Fonte: Autora (2023).

Normativos anteriores já abordavam, de forma indireta, elementos iniciais relacionados ao uso de produtos que ainda não recebiam a denominação de agrotóxicos. Entre esses marcos estão o Decreto nº 24.114, da Defesa Sanitária Vegetal do Ministério da Agricultura, e a Portaria nº 7, de 1981, que instituiu o receituário agrônomo. A Figura 11 apresenta uma linha do tempo com o resumo das regulamentações sobre agrotóxicos até a consolidação do SCL.

Figura 11 — Resumo das regulamentações referentes a agrotóxicos até a consolidação do SCL.



Fonte: Autora (2023) adaptado de INPEV (2020).

Somente com a promulgação da Lei 7.802, em 11/06/1989, popularizada como a Lei dos Agrotóxicos, o Brasil alcançou um marco significativo no registro e regulamentação desses produtos (Brasil, 1989). O Brasil foi pioneiro, pois foi o primeiro país do mundo a ter legislação específica acerca de procedimentos a serem realizados antes da disposição final desses resíduos e suas embalagens.

Segundo o INPEV (2021), em 1992 foi realizado o primeiro estudo para entender o fluxo das embalagens de agrotóxicos, promovido pela Associação Nacional de Defesa Vegetal - ANDEF. Dois anos depois, em 1994, foi implantado um projeto-piloto em Guariba - SP, que originou o que atualmente é conhecido como SCL, sistema que entrou oficialmente em operação em 2002.

O empenho nessa evolução é conduzido pelos principais fornecedores desses compostos químicos (*Basf, Bayer e Dow Chemicals*), juntamente com instituições influentes no Congresso Nacional, como a Associação Brasileira dos Produtores de Soja (APROSOJA) e a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Essas organizações atuam como membros efetivos ou conselheiros do INPEV (Oliveira, Nogueira e Rodrigues, 2023).

O SCL está devidamente estruturado para receber embalagens com sobras daqueles produtos regularmente fabricados e comercializados, segundo prevê a Resolução Conama nº 465/2014.

Conforme a Resolução CONAMA 465/2014:

- Posto: unidade que se destina ao recebimento, controle e armazenamento temporário das embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos, até que as mesmas sejam transferidas à central ou diretamente à destinação final ambientalmente adequada;
- Central: unidade que se destina ao recebimento, controle, redução de volume, acondicionamento e armazenamento temporário de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos, que atenda aos consumidores, estabelecimentos comerciais e postos, até a retirada das embalagens e resíduos para a destinação final ambientalmente adequada.

O INPEV também colabora com as autoridades na destinação de produtos ilegais e os obsoletos, aqueles proibidos por lei desde 1985 (Portaria nº 329 do Ministério da Agricultura) e que eventualmente ainda possam ser encontrados no campo (INPEV, 2020). Em 2023, cerca de 400 toneladas de produtos contrabandeados e falsificados e suas embalagens foram incinerados (INPEV, 2023).

Até 2001, o usuário era o único responsável pelo descarte dos resíduos de agrotóxicos. No entanto, com a publicação da Lei nº 9.974/2000, os usuários passam a ter novas responsabilidades. Essas responsabilidades foram posteriormente atualizadas pela Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023:

Artigo 41, § 2º Os usuários de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, suas tampas e eventuais resíduos pós-consumo dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até 1 (um) ano, contado da data de compra, ou da data de vencimento, ou prazo

superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centrais de recebimento, bem como por ações de recebimento itinerantes, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente. (Brasil, 2023).

Os referidos normativos também conferiram aos agricultores, fabricantes, comerciantes e ao poder público responsabilidades, com o objetivo de garantir o destino ambientalmente correto das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil.

Silva *et al.* (2016) concluíram que o modelo de responsabilidade compartilhada adotado pelo setor é uma excelente abordagem para ser replicada em outros setores produtivos, possibilitando a implementação de ciclos fechados para os resíduos sólidos.

Macedo *et al.* (2015) reforçaram que o sucesso desse sistema depende diretamente do cumprimento das responsabilidades por cada elo da cadeia; caso algum elo falhe, a logística reversa das embalagens ficará comprometida.

A responsabilidade compartilhada é composta por etapas distintas, nas quais todos os envolvidos desempenham sua função, conforme ilustrado na Figura 12:

Figura 12 — Responsabilidade compartilhada da logística reversa das embalagens de agrotóxico pós-consumo

| <i><b>Fabricantes</b></i>                                                   | <i><b>Setor de comercialização</b></i> | <i><b>Poder público:<br/>Municipal,<br/>Estadual e Federal</b></i> | <i><b>Agricultor</b></i>               |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Indicação do local para a devolução na NF de venda.                         |                                        |                                                                    |                                        |
| Gestão de Unidades de Recebimento.<br>Emissão de comprovantes de devolução. |                                        |                                                                    |                                        |
| Conscientização e Educação.                                                 |                                        |                                                                    |                                        |
|                                                                             |                                        | Fiscalização e licenciamento.                                      |                                        |
| Destino final.                                                              |                                        |                                                                    | Lavagem e devolução no local indicado. |

Fonte: INPEV (2014).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT elaborou diversas normas pertinentes a esse tema. O quadro 2 destaca algumas dessas normas:

Quadro 2 — Normas ABNT referentes a agrotóxicos e a destinação final de suas embalagens vazias

| <b>NORMA</b>          | <b>OBJETIVO</b>                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABNT NBR nº13075/2019 | Especifica os requisitos de segurança para manipulação de agrotóxicos e fins em laboratório.                                                                                                                                                                |
| ABNT NBR nº13968/1997 | Estabelece os procedimentos para a adequada lavagem de embalagens rígidas vazias de agrotóxicos que contiveram formulações miscíveis ou dispersáveis em água, classificadas como embalagens não perigosas, para fins de manuseio, transporte e armazenagem. |
| ABNT NBR nº14719/2001 | Estabelece os procedimentos para a destinação final das embalagens rígidas, usadas, vazias, adequadamente lavadas.                                                                                                                                          |
| ABNT NBR 14935/2003   | Estabelece procedimentos para destinação final de embalagem vazia de agrotóxico não lavada.                                                                                                                                                                 |
| ABNT NBR nº9843/2019  | Estabelece os requisitos para o armazenamento de agrotóxicos e afins, de modo a garantir a segurança e a saúde das pessoas e preservar o meio ambiente e o produto.                                                                                         |

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

De acordo com Santiago *et al.* (2020), a atual disposição das embalagens ainda não segue um ciclo ideal direcionado para a sua imaterialização, mas sim, está centrada na sua destinação como resíduo, sem priorizar uma utilização mais eficiente desse material. Concluindo assim que, para melhorar o desempenho da cadeia logística de forma abrangente, seria vantajoso adotar um sistema no qual as embalagens retornem às indústrias de origem, percorrendo um ciclo algumas vezes antes de serem submetidas aos processos de reciclagem.

Atualmente, o INPEV aprova 38 artefatos que podem ser fabricados a partir de resina pós-consumo, como tubos de esgoto para a construção civil, postes de sinalização para o setor de transportes e cruzetas para postes de energia, entre outros. Esses itens, com maior valor agregado em relação à resina, geram mais renda para os parceiros quando comercializados (INPEV, 2023).

Segundo Eras *et al.* (2017), uma quantidade considerável de substância pode permanecer na matriz polimérica, mesmo após a realização da limpeza padrão. Dependendo do uso futuro desses polímeros, o produto resultante do processo de reciclagem pode apresentar riscos. Por essa razão, é necessário desenvolver métodos confiáveis para avaliar o perigo associado a esses materiais.

### ***3.3.2 Logística reversa das embalagens de agrotóxico pós-consumo no Ceará***

Em dezembro de 1993, a Lei nº 12.228 dispôs sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como sobre a fiscalização do uso de consumo do comércio, do armazenamento e do transporte interno desses produtos (Ceará, 1993).

Em seguida, com o advento do Decreto nº 23.705, de 08 de junho de 1995, foi regulamentada a lei estadual de agrotóxicos (Ceará, 1995).

A Resolução nº 08, de 28 de maio de 1998, do Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA, aprovou o Regimento Interno da Comissão Estadual de Agrotóxicos, com a finalidade de elaborar e analisar anualmente o Plano Estadual de Ação Conjunta em Agrotóxicos (Ceará, 1998).

A lei nº 16.032, de 20 de junho de 2016, instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos no Estado do Ceará. Nesse normativo, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos passaram a ser obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos (seus resíduos e embalagens) após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (Ceará, 2016).

Por fim, em agosto de 2010, a Lei nº 14.779/2010 instituiu o dia estadual de luta e combate ao uso abusivo de agrotóxicos no calendário oficial de eventos do Estado, a ser comemorado no dia 21 de abril (Ceará, 2010).

A Secretaria de Meio Ambiente – SEMA, no ano de 2016, visando uma política para disciplinar e monitorar a utilização de agrotóxicos no estado, coordenou fiscalizações conjuntas com o objetivo de fortalecer e otimizar os esforços despendidos até o momento complementando as ações do MP/CAOMACE<sup>8</sup>.

A metodologia das ações considera, como primeiro critério, as Macrorregiões Estaduais de Planejamento. Já a seleção dos municípios a serem fiscalizados dentro de cada macrorregião se dá com base no Plano Estadual de Ação Conjunta em Agrotóxicos, elaborado pela referida Secretaria, conforme a classificação destes quanto à criticidade e vulnerabilidade

---

<sup>8</sup> Órgão de apoio da atividade funcional do Ministério Público do Ceará, instituído pelo Provimento nº 02/1998 e reestruturado pelo Provimento nº 70/2008, competindo-lhe a função de orientar e auxiliar os Membros do interior e da capital que atuam na defesa do meio ambiente, por meio de assistência técnico-jurídica sem caráter vinculativo, bem como estabelecendo a integração e o intercâmbio permanente com entidades ou órgãos públicos ou privados na área ambiental MPCE (2024).

em relação aos agrotóxicos, de acordo com os seguintes parâmetros: a) Existência de atividade agrícola; b) Existência de perímetro irrigado; c) Relatos/queixas da população, d) Intoxicação por agrotóxicos, e) Existência de revendas de agrotóxicos, f) Resíduos de agrotóxicos em alimentos, g) Resíduos de agrotóxicos em água, h) Consumo de agrotóxicos i) Destinação de embalagens vazias de agrotóxicos para uma unidade credenciada (SEMA, 2024).

As ações têm como objetivos:

- Fiscalizar a comercialização, o armazenamento de produtos agrotóxicos, seus componentes e afins em estabelecimentos comerciais;
- Fiscalizar o uso de produtos agrotóxicos, seus componentes e afins em propriedades rurais;
- Fiscalizar a destinação final de embalagens vazias de produtos agrotóxicos, seus componentes e afins;
- Fiscalizar as condições de trabalho relativas às atividades de aplicação de produtos agrotóxicos, seus componentes e afins nas propriedades rurais;
- Fiscalizar as condições de trabalho relativas às atividades de comercialização de produtos agrotóxicos, seus componentes e afins nos estabelecimentos comerciais;
- Fiscalizar o exercício profissional na área da agronomia.

Estas ações têm como instituições participantes:

- Realização: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMA
- Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE;
- Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará – ADAGRI;
- Superintendência Federal da Agricultura no Ceará – SFA – CE/MAPA;
- Secretaria da Saúde do Estado do Ceará – SESA
- Secretaria Estadual da Fazenda – SEFAZ;
- Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Ceará – SRTE – CE/MTE
- Procuradoria Regional do Trabalho da 7ª Região – MPT
- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA – CE;
- Batalhão de Polícia Militar Ambiental – BPMA
- Ministério Público Estadual com as promotorias dos municípios a serem fiscalizados.

Em dezembro de 2017, o INPEV, as associações de distribuidores e o Governo do Ceará, por meio da SEMA, da SEMACE e ADAGRI, assinaram um termo de compromisso para a Logística Reversa de Embalagens Vazias de Agrotóxicos (Ceará, 2017). O objetivo desse acordo foi aprimorar a destinação correta das embalagens vazias pós-consumo no estado, estabelecendo compromissos específicos entre os elos da cadeia, garantindo o cumprimento efetivo da responsabilidade compartilhada e fortalecendo a logística reversa desses resíduos.

O termo de compromisso está alinhado com a Política Nacional e com a Legislação Estadual de Resíduos Sólidos, que determinam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, e faz parte do Programa Nacional Campo Limpo.

Tendo em vista os compromissos específicos do Termo de Compromisso para a Logística Reversa de embalagens vazias de Agrotóxicos, apresentam-se a seguir as responsabilidades dos participantes do sistema:

Por meio da SEMA:

- a) Supervisionar o cumprimento dos compromissos e disposições previstas no instrumento;
- b) Incluir nos programas estaduais de educação ambiental desenvolvidos pela SEMA, a orientação sobre o adequado descarte de embalagens de agrotóxicos;
- c) Incluir no Plano Estadual de Resíduos Sólidos diretrizes e orientações aos órgãos estaduais e municipais relativas à responsabilidade pós-consumo de embalagens de agrotóxicos;
- d) Apoiar estratégias, mecanismos, instrumentos econômicos e medidas de incentivos fiscal para fomentar a indústria de reciclagem e produtos confeccionados com material reciclado, bem como os demais elos da cadeia de responsabilidade compartilhada das embalagens de agrotóxicos;
- e) Colaborar, sempre que possível, com os partícipes do sistema na implantação de programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à devolução das embalagens vazias pelos usuários;
- f) Propor estratégias, mecanismos e instrumentos para: desenvolvimento e busca de alternativas para a destinação do resíduo pós-consumo e promoção de programas de estímulo à pesquisa e desenvolvimento na área da reciclagem.

Por meio da SEMACE:

- a) Envidar esforços para assegurar que os procedimentos e atos administrativos sob sua responsabilidade, bem como licenciamentos e autorizações, permitam a execução e a expansão do sistema;
- b) Fiscalização efetiva da logística reversa das embalagens de agrotóxicos, assegurando que os responsáveis por cada etapa do sistema cumpram com as obrigações legais;
- c) Aplicar sanções decorrentes de seu poder de polícia administrativa, especialmente em relação às empresas passíveis do licenciamento no âmbito, de suas atribuições, não aderentes e que não operacionalizam um sistema de logística reversa nos termos da legislação;

Por meio da ADAGRI:

- a) Apoiar ações referentes aos recebimentos itinerantes de embalagens vazias desencadeadas pelo sistema, através da fiscalização junto aos produtores, universalizando informações sobre a importância e obrigatoriedade da devolução das embalagens vazias;
- b) Apoiar na divulgação dos calendários dos recebimentos itinerantes emitidos pelas associações, junto aos produtores, escolas, rádios e redes sociais;
- c) Executar ações de educação sanitária incluindo temas sobre armazenagem de embalagens, devolução das embalagens vazias e triplíce lavagem;
- d) Fiscalizar as condições de aplicação do agrotóxico, a utilização do produto, armazenagem das embalagens e as comprovações de suas devoluções, assim como o receituário agrônomo, e aplicar medidas cautelares e apreensão de produtos e multas.

Por meio do INPEV:

- a) Operar o sistema de acordo com a legislação vigente [...];
- b) Divulgar o sistema entre seus associados (fabricantes, registrantes, importadores), conscientizando-os e orientando-os das responsabilidades previstas [...];
- c) Realizar o transporte das embalagens vazias recebidas das Unidades de Recebimento para destino final e promover o destino ambientalmente correto;
- d) Realizar os programas educativos [...];

- e) Informar à SEMA relação atualizada de todos os fabricantes e importadores associados.

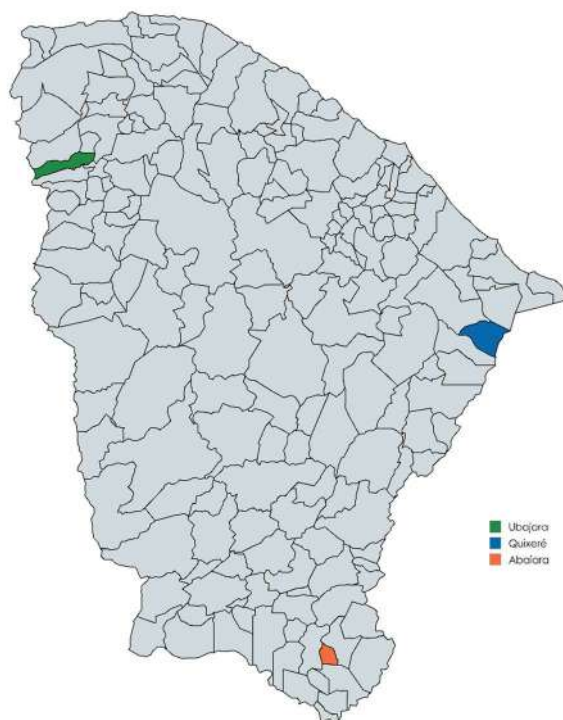
A Associação de Cooperação Agrícola do Estado do Ceará - ACACE, Associação do Comércio Agropecuário do Semiárido - ACASA e Associação de Distribuidores e Revendedores de Insumos Agrícolas do Cariri- ADIAC são associações representativas do comércio de agrotóxicos e participam ativamente da logística reversa em parceria com o INPEV, sendo também signatárias do termo de compromisso.

A resolução nº 2, de 11 de abril de 2019, que dispõe sobre os procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito SEMACE, em seu artigo 7º, determina que os estabelecimentos comercializadores e aplicadores de produtos agrotóxicos deverão solicitar os seguintes registros junto à SEMACE:

- I - Registro de Estabelecimento Comercializador de Agrotóxico: concedido aos estabelecimentos que realizem o comércio de produtos agrotóxicos, seus componentes e afins. O prazo de validade ou renovação deste registro será de 02 (dois) anos;
- II - Registro de Estabelecimento Aplicador de Agrotóxico: concedido a pessoa jurídica de direito público ou privado, que executa trabalho de prevenção, destruição e controle de seres vivos, considerados nocivos, aplicando agrotóxicos, seus componentes e afins com finalidade fitossanitária. O prazo de validade ou renovação deste registro será de 02 (dois) anos;
- III - Cadastro de Produtos Agrotóxicos: concedido aos produtos agrotóxicos, seus componentes e afins, comercializados no território do estado do Ceará. O prazo de validade ou renovação deste cadastro será de 05 (cinco) anos.

O Ceará possui três postos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos, localizados em Abaiara, Quixeré e Ubajara (Figura 13). Essa infraestrutura, em conjunto com os normativos citados, visa mitigar os impactos ambientais associados ao descarte inadequado dessas embalagens, promovendo a sua destinação correta.

Figura 13 — Distribuição geográfica dos postos de recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos no Ceará



Fonte: Autora (2024).

O Estado dispõe, ainda, das chamadas unidades volantes, que consistem em uma modalidade itinerante de recebimento. Essa iniciativa, promovida pelo canal de distribuição, visa o aumento de capilaridade do SCL em áreas onde não se justifica a instalação de uma unidade fixa de recolhimento. Nesse sentido, é montada uma estrutura mínima de recebimento em locais com infraestrutura deficitária, que dificultam o retorno adequado das embalagens vazias de agrotóxicos.

### 3.4 Experiências sobre a destinação final de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos

#### 3.4.1 Experiências internacionais

Nos últimos anos, visando minimizar o impacto causado pelo descarte inadequado de embalagens vazias e em conformidade com os princípios da logística reversa, muitos governos e instituições públicas passaram a aprovar leis e a estabelecer regulamentos para desenvolver sistemas de recuperação e reciclagem das embalagens de polímeros utilizadas para comercialização dos agrotóxicos (Eras *et al.*, 2017).

Segundo a FAO (2021), desde 1994, a organização tem colaborado com 72 países por meio do programa de gestão de resíduos agroquímicos. Até 2021, a FAO apoiou o desenvolvimento de esquemas nacionais para a gestão de embalagens, auxiliou na análise de contaminação e na remediação do solo, e eliminou 9.742 toneladas de pesticidas obsoletos. Mencionando a existência de 57 esquemas de gerenciamento de embalagens em operação.

De modo geral, na Europa, é comum o depósito desses recipientes, após o enxágue, em aterros sanitários juntamente aos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU (Garbounis; Karasali; Komilis, 2022).

Na França, a aliança sem fins lucrativos ADIVALOR, composta por partes interessadas na proteção das culturas, é um exemplo de colaboração entre agricultores, fabricantes e distribuidores, que compartilham a responsabilidade conjunta pelos pesticidas ao longo de seu ciclo de vida. A *National Crop Protection Association* cobra uma taxa ecológica, que cobre as despesas da ADIVALOR com a coleta, transporte e reciclagem de resíduos e embalagens de pesticidas. A organização coleta mais de 85% dos contêineres e recicla mais de 80% deles (FAO, 2021).

Pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos resíduos sólidos, a Alemanha, desde 2013, com o PRÉ-SYSTEM RIGK, oferece uma solução para o manejo de resíduos de pesticidas e outros produtos químicos, garantindo aos usuários finais do setor agrícola um descarte seguro e ecologicamente correto. Esta iniciativa é promovida pela *Association of Companies of Agriculture Industry - IVA*, a associação de fabricantes de produtos fitofarmacêuticos e fertilizantes na Alemanha (Rigk, 2024).

Existem disparidades entre os estados-membros da UE; enquanto o sistema francês classifica e trata as embalagens plásticas de agrotóxicos, após a tríplice lavagem, como resíduos não perigosos, o sistema espanhol adota uma abordagem distinta para a classificação e o manejo desses resíduos (Silva, 2018).

Nos Estados Unidos, existe o programa conhecido como *Agricultural Container Recycling Council* - ACRC, responsável por coletar e reciclar todas as embalagens vazias de agrotóxicos, com o auxílio de fazendeiros e aplicadores de agrotóxicos. Atualmente, o ACRC coleta cerca de 11 milhões de libras (ACRC, 2023).

Ponce-Caballero *et al.* (2022) registraram na cidade do México diferentes formas de descarte, como queima, descarte em terrenos, abandono nos campos, dentre outras. Em todos os casos, os agricultores não seguiram as normas estabelecidas no país.

Há poucas informações específicas sobre o manejo de embalagens de agroquímicos nos países latino-americanos, com exceção de nações como Argentina, Chile e Brasil, que já possuem redes de coleta e sistemas de gestão para resíduos agroquímicos.

O estudo de Palmisano (2023) destacou a adoção gradual de melhores práticas para o armazenamento e descarte de pesticidas e seus recipientes nos vales andinos do Chile e da Argentina.

Na Argentina, a CampoLimpio iniciou suas operações em outubro de 2013 para gerenciar as embalagens de agrotóxicos e fertilizantes e garantir seu destino final seguro. Atualmente, a associação inclui mais de 95 empresas e implementa um Plano de Gestão de Embalagens que cobre todo o país, envolvendo importadores, fabricantes, distribuidores, aplicadores e agricultores. A CampoLimpio opera uma rede com 23 Centros de Coleta distribuídos nacionalmente (CampoLimpio, 2024).

O projeto chileno teve início em 2001 e cresceu progressivamente (FAO/WHO, 2008). Gonzalez (2018) examinou os desafios específicos enfrentados pelo Chile na implementação de políticas de Responsabilidade Estendida do Produtor - EPR, com foco na gestão de resíduos de embalagens. O estudo explorou questões como lacunas regulatórias, dificuldades de fiscalização e as barreiras financeiras e de infraestrutura enfrentadas por produtores e órgãos governamentais. Coria e Elgueta (2022) discutiram os esforços e desafios relacionados à promoção do uso mais seguro de pesticidas no país, enfatizando a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa, melhores práticas de manejo e maior conscientização entre os agricultores para reduzir os riscos associados à aplicação de pesticidas.

Na Bolívia, por sua vez, há uma situação complexa em face de uma má gestão dessas embalagens. Cerca de 93% das embalagens vazias são descartados em locais vulneráveis, grande parte da população desconhece o processo da tripla lavagem, e 31% das embalagens vazias detêm resíduos de agrotóxicos em seu interior (Huici *et al.*, 2017).

Na Colômbia, a logística reversa encontra barreiras associadas à falta de integração entre os agentes da cadeia, além da evidência de uma deficiente formação dos produtores

(Rodríguez; David, 2017). Para Valbuena, Santos e Obregón (2021), existem lacunas de informação sobre essas substâncias, a pesquisa apontou para a necessidade de uma maior transparência de dados, melhor fiscalização regulatória e o desenvolvimento de práticas agrícolas mais seguras, a fim de mitigar os riscos associados à exposição aos pesticidas no país.

Na Venezuela, as pesquisas sobre essa temática são escassas e o pouco controle no uso de pesticidas é evidenciado pelo aumento de resíduos sólidos observados nos terrenos e cursos de água (Araújo *et al.*, 2019). Palomares *et al.* (2023), ao analisar a viabilidade de um plano para o manejo e a disposição adequada dos envases de agrotóxicos, demonstraram que há interesse por parte dos agricultores e das empresas de comercialização de agrotóxicos em implementar medidas adequadas.

A África representa apenas 2% do mercado mundial de pesticidas. No entanto, o uso desses produtos no continente ocorre com pouco ou nenhum controle (Masumbuko *et al.*, 2024). O Egito, por exemplo, acumula cerca de 20 milhões de embalagens vazias de pesticidas e apresenta o desenvolvimento de práticas muito ruins relativas ao manejo desses resíduos (FAO, 2021).

Para Boateng *et al.* (2023), em Gana, embora os agricultores afirmem ter um conhecimento adequado sobre pesticidas, essa compreensão não se reflete em práticas efetivas. A maioria deles exibe práticas inadequadas no armazenamento, aplicação e descarte desses produtos.

No Malawi, o *Pesticides Control Board* - PCB, autoridade reguladora de pesticidas local, enfrenta uma série de desafios, que incluem a falta de instalações adequadas para analisar pesticidas e a escassez de pessoal capacitado para realizar avaliações de risco desses produtos (Kosamu; Kaonga; Utembe, 2020).

Na Austrália, o sistema nacional de gestão de embalagens vazias de agrotóxicos foi lançado em 1998 e é denominado DrumMuster. Trata-se de um programa nacional de gestão de resíduos, apoiado por fabricantes, partes interessadas da indústria, incluindo associações agrícolas e seus membros, além de governos estaduais e locais. Desde a sua criação, o programa reciclou mais de 40 milhões de recipientes (DrumMuster, 2022).

Na China, o governo formulou uma série de políticas e medidas e estabeleceu algumas províncias piloto de reciclagem dos resíduos embalagens de pesticidas, mas ainda não há um sistema unificado de reciclagem (Li *et al.*, 2023). O plano de trabalho governamental instituído em 2018 visa o desperdício zero, com a proposta da promoção da produção agrícola

verde em cidades piloto e a utilização total dos principais resíduos sólidos agrícolas, incluindo as embalagens de pesticidas, entre outros (Cong *et al.*, 2023).

### 3.4.2 Experiências Nacionais

Programas de gestão voltados para recipientes vazios de agroquímicos foram desenvolvidos globalmente, sendo geralmente implementados por organizações sem fins lucrativos sob supervisão governamental. O Brasil teve um papel significativo na reciclagem e no tratamento de embalagens de pesticidas residuais, influenciando esquemas de gestão semelhantes em diversos países europeus (FAO/WHO, 2008).

Comparado a outros países, o Brasil destaca-se na destinação correta desses resíduos. Entretanto, apesar de todo o aparato normativo, ainda há falhas na logística reversa das embalagens (Aragos *et al.*, 2021; Bernardi, Hermes e Boff, 2018).

Marques *et al.* (2016), ao analisar uma região em São Paulo, concluiu que a logística reversa enfrenta problemas no primeiro elo da cadeia. O estudo constatou que 83% dos entrevistados não devolvem as embalagens e/ou não cumprem as obrigações legais, enquanto as revendedoras afirmaram cumprir os normativos, desde que o material seja devolvido a elas. O autor também indica alterações para otimizar o controle das devoluções.

No estudo de Rodrigues, Lopes e Silva (2021), realizado no estado do Piauí, foi demonstrada uma discrepância no tratamento dado às embalagens de produtos agroquímicos. Enquanto os agricultores familiares frequentemente queimavam as embalagens após o uso, os representantes do agronegócio costumavam devolver as embalagens rígidas (laváveis).

Panta *et al.* (2023), em estudo realizado em Minas Gerais, observaram um aumento do consumo dos agrotóxicos, enquanto a devolução das suas embalagens permaneceu em baixos índices. Neste sentido, os autores concluíram ser fundamental conscientizar os agricultores sobre a importância das boas práticas de descarte e manejo das embalagens.

De Lima Junior *et al.* (2023), ao analisarem a logística reversa de embalagens de agrotóxicos no Rio Branco/Acre, indicaram a necessidade de aumentar a conscientização e a educação dos consumidores dos produtos visando estimular a devolução das embalagens. O estudo revelou que apenas 37,5% dos clientes realizam o descarte de forma correta.

Em estudo realizado no entorno de perímetros irrigados no Ceará, Silva (2018) verificou que o lixão é a opção de descarte usual adotada pelos produtores locais, seguida da queima. Com relação às empresas revendedoras de agrotóxicos, apenas 38% afirmaram receber embalagens vazias quando devolvidas pelos produtores.

A pesquisa de Lima *et al.* (2015), realizada no Ceará, verificou que, mesmo com orientação e demonstração técnica das formas corretas de descarte, um grande percentual dos

produtores procede o descarte no solo, queimam junto ao lixo doméstico, e até reutilizam as embalagens no seu dia a dia.

Paiva e Santos (2018) concluíram que a quantidade de informações e dados oficiais sobre coleta de embalagens vazias de agrotóxicos no estado do Ceará é insuficiente para compreender a real situação local do sistema de logística reversa, ao passo que os riscos intrínsecos ao tema se alargam, dificultando uma abordagem eficaz para a gestão desse material.

A pesquisa de Carvalho (2018) revelou a baixa adesão dos pequenos agricultores ao sistema de logística reversa, destacando os procedimentos inadequados adotados para o descarte de embalagens. Com frequência, a lavagem tripla não é realizada, e as embalagens ainda contendo resíduos de agrotóxicos não são inutilizadas corretamente, sendo comum sua reutilização. Os dados evidenciaram as dificuldades enfrentadas no Ceará para a efetivação do sistema de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos.

Moreira (2023) concluiu que a maioria dos agricultores desconhece a existência dos postos de coleta e, com frequência, armazena e lida com as embalagens de forma inadequada. Além disso, a pesquisa destacou a reutilização das embalagens como prática comum pelos usuários.

De acordo com Santos (2016), o SLC é amplamente reconhecido por sua estrutura sólida e destaque global. No entanto, ainda existem oportunidades de melhoria que precisam ser ativamente abordadas para aperfeiçoar o processo continuamente.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Classificação da pesquisa, coleta e análise de dados**

Para uma compreensão do tema, adotou-se uma abordagem metodológica multidisciplinar. Para além do levantamento bibliográfico, o estudo realizado tem natureza exploratória, documental, de campo, com aspectos qualitativo e quantitativo.

Com o objetivo de encontrar soluções práticas para um problema específico, esta pesquisa se enquadra na categoria de pesquisa aplicada, conforme a classificação proposta por Gil (2010).

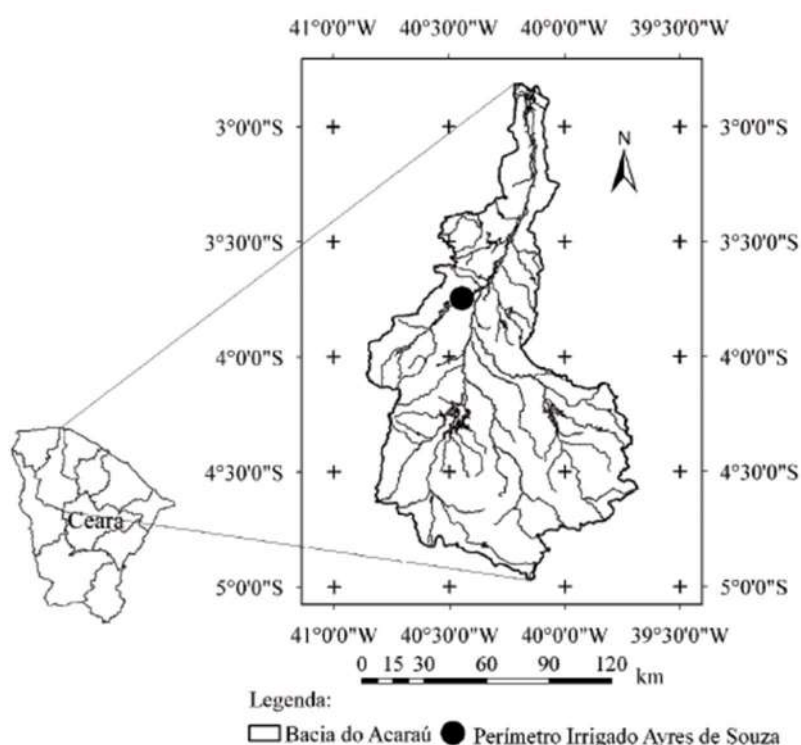
A realização de visita técnica, participação em reuniões e participação em eventos objetivando a obtenção de dados configuram uma pesquisa de campo. De acordo com Andrade (2010), nessa abordagem, a coleta de dados é realizada diretamente no local onde os fenômenos se manifestam. Essa metodologia é especialmente útil quando se busca captar a dinâmica real e as nuances do ambiente ou do comportamento em estudo.

A análise, exploratória e descritiva, apoia-se em dados primários e secundários coletados visando averiguar a efetividade do Sistema Campo Limpo em região semiárida do Ceará. A coleta de dados quantitativos trata da devolução de embalagens vazias do setor produtivo e produtores atendidos pelo posto de recebimento de Ubajara data do período de 2013 a 2022. A análise dos dados foi realizada no Microsoft® Excel®. Foi empregada a estatística descritiva, além de testes de normalidade e o teste qui-quadrado, sendo este último utilizado para verificar a associação entre as variáveis “volume de embalagens retornadas” e “produtores atendidos”

## 4.2 Área de estudo

A Figura 14 apresenta a área de estudo, correspondente ao Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, localizado no município de Sobral, nas coordenadas geográficas 3° 45' S e 40° 27' W. A implantação do perímetro teve início em 1974, com sua operação iniciada em 1978. A área apresenta 7.980 ha de áreas de sequeiro (Carneiro Neto *et al.*, 2008). O sistema de irrigação aplicado é por superfície, com o método gravitário sendo o adotado (Sousa, 2005).

Figura 14 — Localização do Perímetro Irrigado Ayres de Souza



Fonte: Adaptado de Carneiro Neto *et al.* (2008).

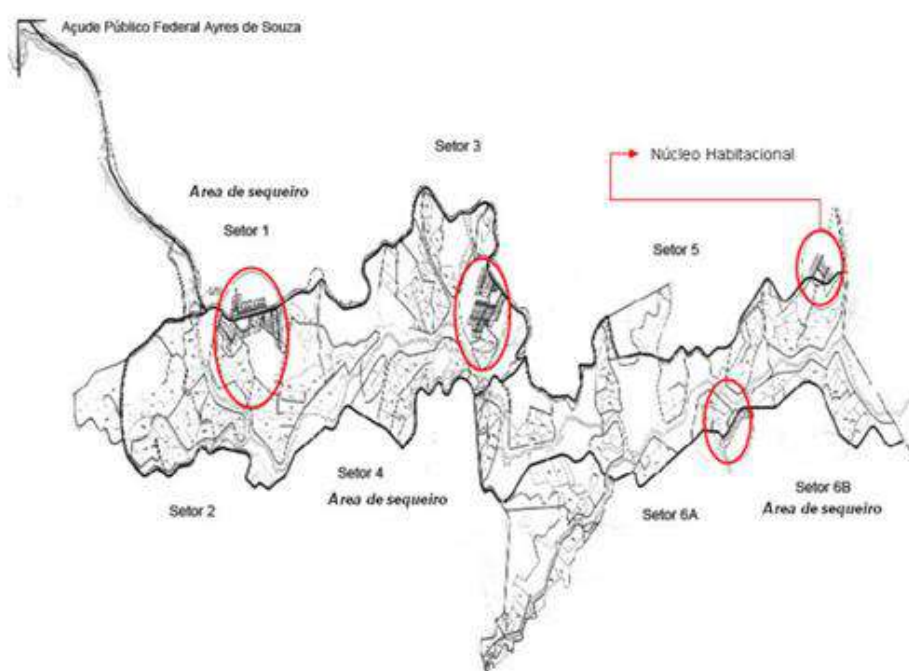
De acordo com a COGERH (2023), a principal fonte hídrica do perímetro é a água represada na barragem construída sobre o Rio Jaibaras, um afluente direto do rio Acaraú. Essa barragem, edificada em 1930, é composta de terra e possui uma capacidade de acumulação de 104.430.000 m<sup>3</sup>. Popularmente conhecida como Açude Ayres de Sousa, está tecnicamente desativado em decorrência da última crise hídrica.

Segundo o DNOCS (2020), o PIAS foi um dos primeiros projetos de irrigação do Ceará, abrangendo 36% da área irrigada do estado (12.673 ha). Inicialmente, seu objetivo era reduzir

as tensões sociais no campo e apoiar agricultores e posseiros desassistidos. Atualmente, é classificado como eminentemente social, com lotes pequenos, em média de 2,8 ha por família.

O perímetro é dividido em seis setores distintos (I, II, III, IV, V e VI), conforme ilustrado na Figura 15. Três localizados à margem direita do rio e três à margem esquerda, com base no tipo de solo e na cultura a ser desenvolvida (Ximenes, 2020). Esses setores apresentam semelhanças e diferenciações entre si.

Figura 15 — Croqui de distribuição dos loteamentos do Perímetro Irrigado Ayres de Souza



Fonte: DNOCS (1972).

Segundo Ximenes (2018), os Setores I e III receberam toda a infraestrutura promovida pelo governo, incluindo acompanhamento técnico, enquanto os Setores II, IV e VI não tiveram o mesmo suporte. O Setor V é cedido à EMBRAPA e não é ocupado por famílias. No Setor VI, destaca-se a autonomia e o protagonismo dos colonos, que utilizam motores bombas para irrigar suas terras com água do rio Jaibaras.

Entre 2015 e 2019, os projetos de irrigação no Ceará enfrentaram um período prolongado de baixa pluviosidade, resultando na redução do volume de água em todos os açudes do estado. De acordo com DNOCS (2020), os projetos de irrigação no Ceará funcionaram normalmente até 2012, quando a escassez hídrica levou a planos de racionamento, restrições à expansão e interrupção das culturas sazonais.

A Figura 16 apresenta a evolução do volume de água do reservatório que abastece o projeto irrigado ao longo dos anos.

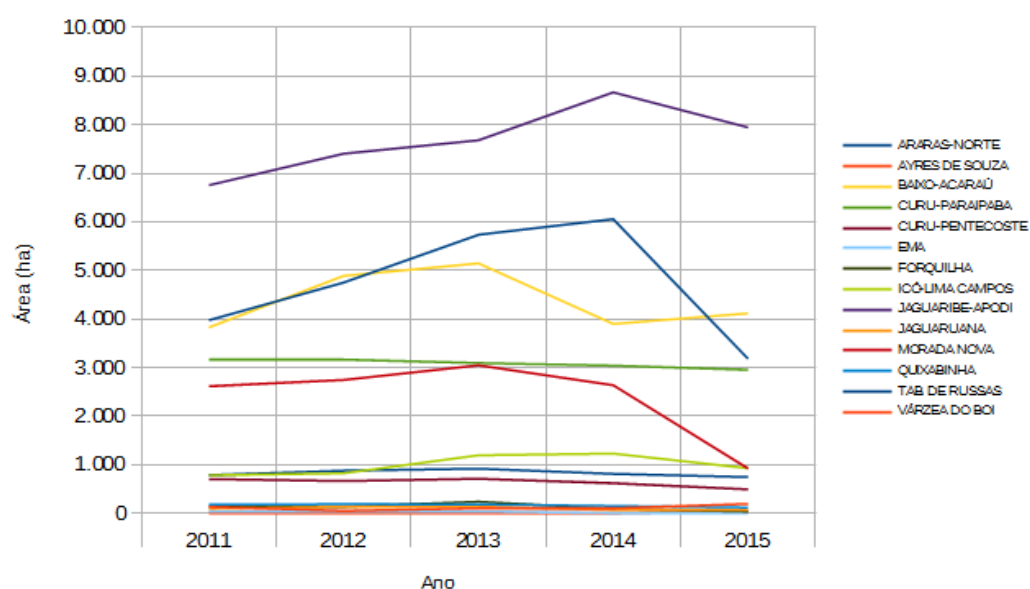
Figura 16 — Evolução da armazenagem no açude Ayres de Souza



Fonte: CORGHER (2023).

Apesar das adversidades, os colonos do Ayres de Souza mantêm bons índices de produtividade (Figura 17).

Figura 17 — Evolução da área irrigada nos perímetros irrigados do DNOCS no estado do Ceará



Fonte: DNOCS (2020).

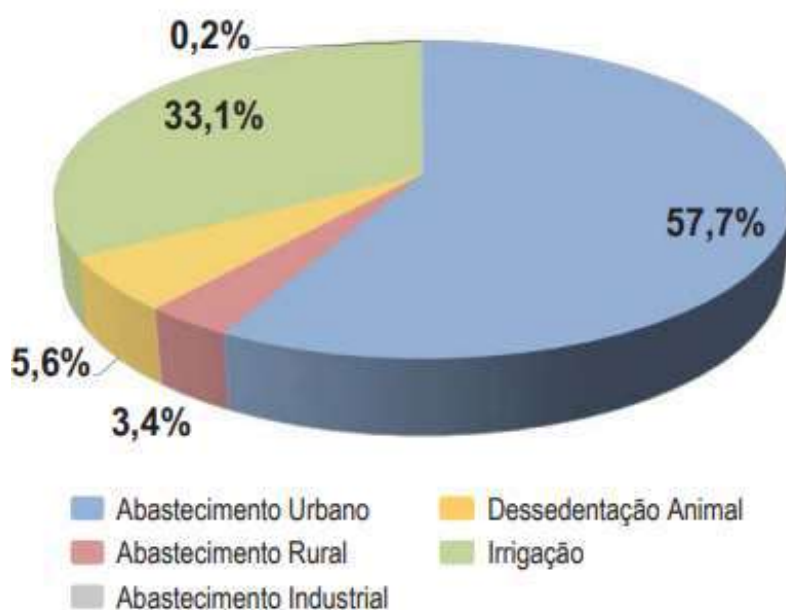
Segundo Ximenes (2018), no referido perímetro, as principais atividades econômicas incluem a produção de feijão, milho, frutas e hortaliças. Quanto à comercialização, os colonos

vendem seus produtos diretamente aos atravessadores ou aos mercados consumidores. Eles mantêm relações comerciais tanto com a iniciativa privada, especialmente com comerciantes de Sobral, quanto com a iniciativa pública, por meio de programas do governo federal voltados para a agricultura familiar.

O perímetro mostrou-se tão importante para a sobrevivência dessas famílias que foram criadas a cooperativas dos irrigantes, atualmente, a Associação dos Usuários do Distrito do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa (AUDIPAS), busca promover uma melhor organização, operação e manutenção desse território.

A Figura 18 demonstra as demandas totais de retirada do reservatório Ayres de Souza / CE que alimenta o PIAS.

Figura 18 — Demandas totais de retirada do reservatório Ayres de Souza

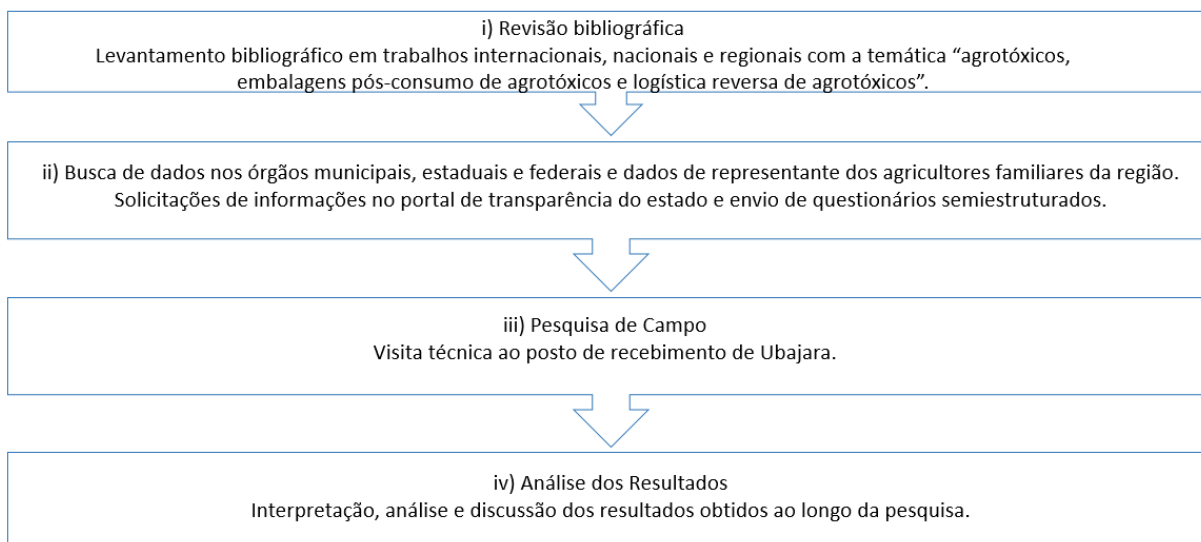


Fonte: ANA (2017).

### 4.3 Etapas da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida por meio de diversas etapas, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 — Fluxograma das etapas da metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa



Fonte: Autora (2023).

A pesquisa iniciou-se com a busca e análise de artigos relacionados ao tema central, utilizando palavras-chave específicas como agrotóxicos, pesticidas, agroquímicos, suas embalagens e a logística reversa das embalagens pós-consumo. A busca foi conduzida em bases de dados, como o Portal CAPES, *SciELO*, *Scopus* e *ScienceDirect*. Foram selecionados artigos publicados em inglês, português e espanhol, com ênfase nos mais recentes, priorizando os artigos publicados nos últimos cinco anos. Na triagem inicial, foi realizada a leitura do título, do resumo e das palavras-chave de cada artigo, eliminando-se aqueles que não se alinhavam ao escopo da pesquisa. Os artigos selecionados nesta etapa passaram por uma leitura integral, permitindo uma análise detalhada e a identificação de contribuições significativas para os objetivos do estudo. Foram excluídos artigos puramente teóricos, que não apresentassem abordagens práticas ou estratégias concretas para a melhoria da governança dos resíduos. A seleção priorizou estudos que abordassem os seguintes aspectos: volume e quantificação dos resíduos; educação e conscientização dos usuários; inovação e pesquisa, com foco no aprimoramento do reprocessamento de polímeros por meio de novas tecnologias; e desafios relacionados à descontaminação de embalagens pós-consumo. Além da análise de artigos científicos, foram consultados normativos e documentos técnicos do setor agrícola, assim como estudos nacionais e regionais que fornecessem dados relevantes para a temática.

A segunda etapa envolveu a busca de dados secundários disponibilizados pelos órgãos competentes, além de solicitações de informações no portal de transparência do estado, direcionadas à Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará - ADAGRI, à Secretaria de Meio Ambiente do Estado - SEMA, à Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará - EMATERCE e à Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará - ADECE. Em seguida, foi enviado um questionário (Apêndice 2) aos órgãos diretamente envolvidos no processo de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos no estado. A etapa também incluiu a aplicação de um questionário semiestruturado aos representantes dos agricultores familiares da região (Apêndice 3), como a Cooperativa Agropecuária dos Agricultores e Agricultoras Familiares de Sobral e Região Ltda. – COOPSOL, o representante do Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares de Sobral, e a presidência da AUDIPAS.

A terceira etapa consistiu em visita técnica ao posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos em Ubajara-CE, a unidade mais próxima do PIAS. Na ocasião, foram coletados dados quantitativos e aplicado um questionário junto à secretaria executiva da ACACE (Apêndice 1), associação que representa o comércio de agrotóxicos e mantém parceria com o INPEV no estado.

É relevante destacar que a pesquisa teve origem no trabalho de mestrado realizado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE. Nesse estudo, Ribeiro (2022) identificou o uso significativo de agroquímicos e o descarte inadequado de suas embalagens pelos irrigantes do PIAS, especificamente no setor I.

Após a coleta dos dados e informações, foi iniciada a análise dos resultados obtidos durante a pesquisa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Atuação do posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos de Ubajara

O posto de recebimento situado em Ubajara encontra-se a aproximadamente 76,5 km do PIAS, sendo a unidade de coleta mais próxima da região analisada. Assim, em 2023, foi realizada visita técnica ao posto de Ubajara-CE.

A cidade recebeu a primeira unidade de recebimento de embalagens de agrotóxicos no Ceará, e a unidade atual foi inicialmente projetada para operar como uma central. No entanto, devido à baixa quantidade de embalagens recolhidas, a unidade foi reclassificada como um posto de recebimento. O posto funciona às segundas, quartas e sextas-feiras e, dependendo do volume a ser entregue, é necessário realizar o agendamento eletrônico por meio do sistema do INPEV.

A visita ao posto permitiu observar que as embalagens que passaram pela tríplice lavagem são separadas, classificadas e pesadas, conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 20 — Vista interna do Posto de coleta de embalagens vazias de agrotóxicos em Ubajara, Ceará, 2023



Fonte: Autora (2023).

Observou-se que o posto opera de maneira organizada, segregando e acondicionando as embalagens plásticas conforme o tamanho e o tipo. Inicialmente, é realizada uma triagem, na qual as embalagens são classificadas como primárias ou secundárias e como laváveis ou não laváveis.

Verificou-se a presença de um painel afixado no galpão para auxiliar os trabalhadores na identificação e segregação do material (Figura 21).

Figura 21 — Painel alocado no galpão para facilitar a separação das embalagens



Fonte: INPEV/ACACE (2023).

Segundo a Resolução CONAMA 465/2014, para estar habilitado, o posto ou central de recebimento já em operação deverá requerer adequação da licença ambiental vigente ou o licenciamento ambiental, mediante apresentação de plano específico ao órgão competente. O posto de Ubajara-CE opera sob Licença de Operação (LO) da SEMACE, além de possuir licença sanitária emitida pela vigilância sanitária de Ubajara, cadastro rural, certificado de conformidade do corpo de bombeiros e certificação emitida pelo CREA.

A unidade atende produtores de pequeno e grande porte e encaminha as embalagens recebidas para a central de Teresina (Piauí) para a prensagem do material e posterior destinação final do material. Embalagens devidamente lavadas seguem para reciclagem, não lavadas e impróprios seguem para incineração.

Após a contagem do material recebido, é emitido um recibo para o agricultor (Figura 22).

Figura 22 — Comprovante de devolução das embalagens vazias de agrotóxicos

**ACACE** Associação do Comércio Agropecuário do Ceará

**COMPROVANTE DE DEVOLUÇÃO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS**

**inpev** Instituto Nacional de Promoção ao Tratamento de Resíduos

|              |                  |       |  |  |
|--------------|------------------|-------|--|--|
| <b>DADOS</b> | Data de Entrega: | Fone: |  |  |
|              | Produtor:        |       |  |  |
|              | CPF/CNPJ:        |       |  |  |
|              | Endereço:        |       |  |  |
|              | Município:       |       |  |  |

|                                     |                                                      |            |         |       |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|------------|---------|-------|
| <b>LAVÁVEIS Lavada</b>              | Tipo de Embalagem (plástica, metálica, vidro, papel) | Quantidade | Revenda | Nº NF |
|                                     | Plásticas de 1 Litro                                 |            |         |       |
|                                     | Plásticas de 5 Litros                                |            |         |       |
|                                     | Plásticas de 10 Litros                               |            |         |       |
|                                     | Plásticas de 20 Litros                               |            |         |       |
|                                     | Metálica de 20 Litros                                |            |         |       |
|                                     |                                                      |            |         |       |
|                                     |                                                      |            |         |       |
| <b>Total de Embalagens Lavadas:</b> |                                                      |            |         |       |

|                                                                                   |                        |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|--|--|
| <b>LAVÁVEIS Não Lavada</b>                                                        | Plásticas de 1 Litro   |  |  |  |
|                                                                                   | Plásticas de 5 Litros  |  |  |  |
|                                                                                   | Plásticas de 10 Litros |  |  |  |
|                                                                                   | Plásticas de 20 Litros |  |  |  |
|                                                                                   | Metálica de 20 Litros  |  |  |  |
|                                                                                   |                        |  |  |  |
|                                                                                   |                        |  |  |  |
|                                                                                   |                        |  |  |  |
| <b>Total de Embalagens Não Lavadas:</b>                                           |                        |  |  |  |
| * Entregue _____ embalagem(ns) em desacordo com a Lei 9.974/00 e Decreto 4.074/02 |                        |  |  |  |

|                                          |                   |  |  |  |
|------------------------------------------|-------------------|--|--|--|
| <b>NÃO LAVÁVEIS</b>                      | Plásticas rígidas |  |  |  |
|                                          | Flexíveis         |  |  |  |
|                                          | Metálicas         |  |  |  |
|                                          | Papelão           |  |  |  |
|                                          |                   |  |  |  |
|                                          |                   |  |  |  |
| <b>Total de Embalagens Não Laváveis:</b> |                   |  |  |  |

ACACE-ASSOCIAÇÃO DO COMÉRCIO AGROPECUÁRIO DO CEARÁ  
Rodoviária Ce187 - km 157 - CEP: 62.350-000 - Fones: (88) 9 9638-0303

**OBSERVAÇÕES:**

CONSIDERO NESTE ATO ENTREGUE O VOLUME DE EMBALAGENS DESCRITAS À REFERIDA UNIDADE DE RECEBIMENTO.

Nome e Assinatura do Produtor ou Responsável pela devolução

ACACE

Fonte: INPEV/ACACE (2023).

Durante a visita, constatou-se que o posto estava operando em sua capacidade máxima, conforme observado na Figura 23. Foi informado que essa situação é atípica, pois, após a

unidade atingir 1500 kg no sistema, um caminhão da rota é acionado. Habitualmente, o material não é acumulado devido às suas características e à limitação do espaço.

Figura 23 — Posto de coleta de Ubajara



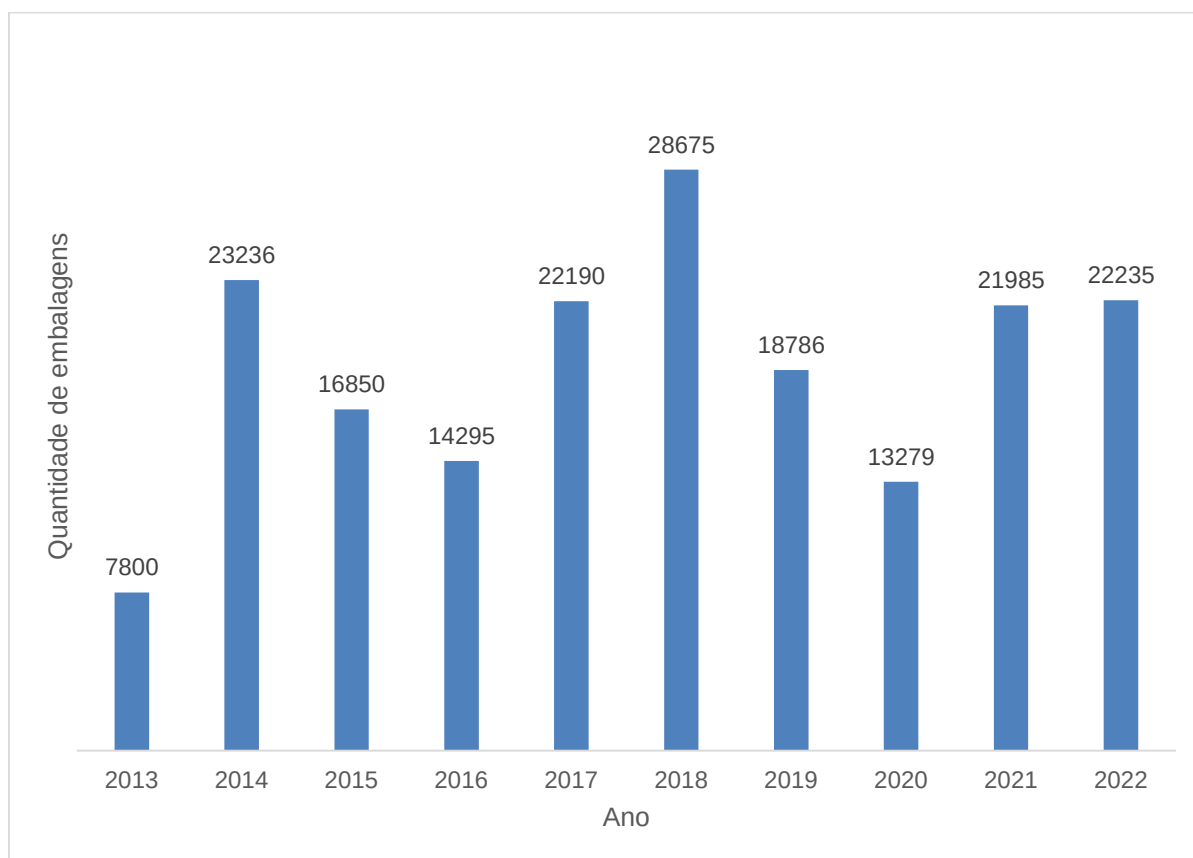
Fonte: Autora (2023).

Em meio ao material armazenado verificou-se a presença da embalagem Triex de 20L, segundo secretaria executiva da ACACE, a presença deste tipo de embalagens na unidade de recebimento representa resultado favorável ao SCL e demonstra a sua eficácia.

No ato do recebimento é importante que as embalagens vazias, estejam lavadas e perfuradas, entretanto ocorre também na unidade o recebimento de impróprios, material com registro cancelado ou sobras dentro da validade. Constatou-se que esse material é armazenado em barriquetes, em local separado e com sinalização de segurança adequada. As sobras consideradas impróprias para reciclagem também são transferidas às incineradoras com serviço custeado pelo INPEV.

A Figura 24 demonstra a evolução do volume de embalagens de agrotóxicos pós-consumo retornadas à unidade de Ubajara, evidenciando uma distribuição heterogênea.

Figura 24 — Evolução do quantitativo (Kg) de embalagens de agrotóxicos retornadas no período de 2013-2022 no posto de recebimento de Ubajara



Fonte: Autora (2024). Dados fornecidos pela Acace (2023).

Paiva e Aquino (2023) atribuíram essa oscilação à interferência da estiagem na região. A pesquisa de Garbounis e Komilis (2021) mencionaram que a área de cultivo, o tipo de cultivo e o método de aplicação influenciam as taxas de geração desses resíduos.

Como se observa, o ano de 2018 registrou um incremento no recolhimento na referida unidade, representando cerca de 47,64% das embalagens restituídas em todo o estado.

Carvalho (2018) justificou o aumento da coleta com a intensificação das fiscalizações, ações educativas de conscientização e a expansão das coletas itinerantes no estado. Paiva (2017) destacou uma atuação mais efetiva do INPEV na região. O aumento ocorre um ano após a assinatura do termo de compromisso em 12 de dezembro de 2017 que resultou na implementação efetiva da logística reversa desses resíduos no estado.

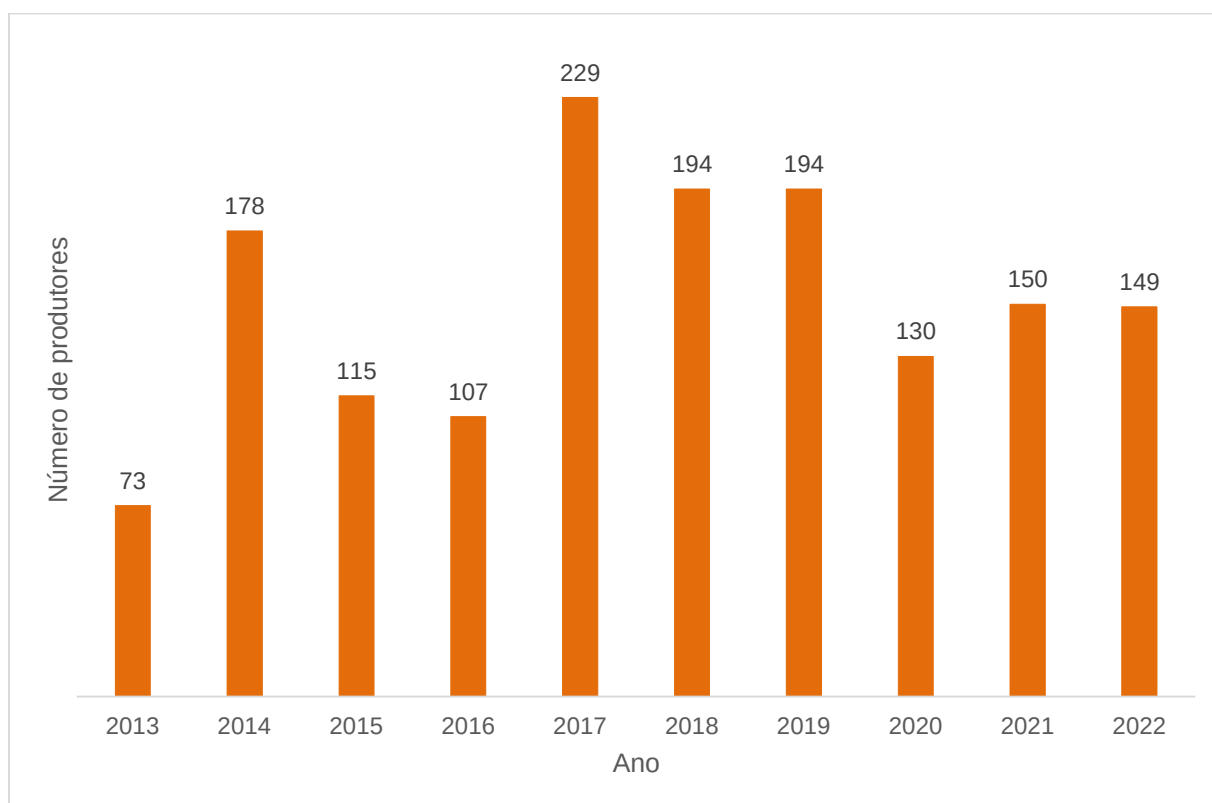
Após o ano onde se registrou o maior recolhimento de embalagens vazias é possível observar um decréscimo na quantidade recolhida. Segundo a ACACE a redução deu-se pelo advento de novas tecnologias nas atividades agrícolas. O trabalho de Carvalho (2018) apontou

que a ausência de chuvas diminui a produção, o consumo de agrotóxicos e consequentemente a geração de embalagens a serem descartadas.

De acordo com a ACACE, o Ceará representa 0,18% do total das embalagens de agrotóxicos retornadas ao INPEV, um valor que destoa quando verificados os impactos negativos na população exposta ao uso de agrotóxicos na região, conforme Barbosa *et al.* (2019) e Duarte *et al.* (2022).

A figura 25 demonstra a participação dos produtores no posto de recebimento de Ubajara no período de 2013-2022. A participação foi expressiva em 2017, com 229 produtores devolvendo suas embalagens. Contudo, este número representa apenas cerca de 0,06% dos estabelecimentos agropecuários do estado.

Figura 25— Evolução do número de agricultores atendidos no período de 2013-2022 no posto de recebimento de Ubajara



Fonte: Autora (2024). Dados fornecidos pela Acace (2023).

O posto de Ubajara recebe tanto a carga proveniente dos produtores quanto dos recolhimentos itinerantes. Os recebimentos itinerantes são responsáveis por 25% do total recebido no estado e atendem 70% dos cerca de mil agricultores segundo informações divulgadas pela ADAGRI em 27/04/2022.

A coleta itinerante de embalagens no estado do Ceará atende a mais agricultores do que o referido posto de recebimento, com uma média anual de 599 e 152, respectivamente, indo ao encontro dos objetivos da proposta e consolidando-se como uma ação estratégica para o sistema. De acordo com Frota *et al.* (2015) essas ações foram importantes para amenizar a condição precária do recolhimento do material no estado.

A divulgação da coleta itinerante ocorre principalmente pelas mídias sociais. No entanto, há um trabalho conjunto com as lojas, a ADAGRI, as prefeituras, as secretarias, e apoio dos agentes de saúde. São informados as datas, horários e locais das coletas, com o objetivo de fixar o hábito na população (Figuras 26 e 27).

Figura 26 — Panfleto de divulgação da coleta itinerante das embalagens de agrotóxicos

| DEMONSTRATIVO |  |
|---------------|--|
| Produtor:     |  |
| CPF/CNPJ:     |  |
| Endereço:     |  |
| Município:    |  |

| Tipo de embalagem     | Quantidade |
|-----------------------|------------|
| Plástica de 1 litro   |            |
| Plástica de 5 litros  |            |
| Plástica de 10 litros |            |
| Plástica de 20 litros |            |
| Metálica              |            |
| Flexíveis             |            |
| Papelão               |            |
| Total:                |            |

Fonte: INPEV/ACACE (2023).

De acordo com a ACACE, as embalagens recebidas no posto de recebimento de Ubajara são, em sua maioria, provenientes dos municípios da Serra de Ibiapaba. Não há coletas itinerantes no município de Sobral, primeiramente porque a demanda não é oficialmente comunicada ao instituto, nem há acionamento por parte do poder público. Além disso, a ausência de comércios devidamente registrado para essa atividade na região<sup>9</sup> impede o credenciamento de estabelecimentos no município junto à unidade de recebimento de embalagens vazias.

<sup>9</sup> Informação verificada em <https://www.SEMACE.ce.gov.br/florestal/controle-de-agrotoxicos/consulta-de-agrotoxicos/empresa/> consulta para verificação das empresa com situação “registrada, vencida ou cancelada” no dia 15/08/2023

Figura 27 — Calendário da coleta itinerante de embalagens de agrotóxicos no Ceará 2024 disponível no site da ADAGRI

| <div> <div>CALENDÁRIO</div> <div>RECEBIMENTO ITINERANTE</div> <div>CEARÁ - 2024</div> </div> |                     |            |                                                                                            |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Nº                                                                                           | MUNICÍPIO           | DATA       | LOCAL                                                                                      | HORÁRIO           |
| 1                                                                                            | Aracati             | 13/03/2024 | Estação experimental da Syngenta                                                           | 08:00 às 12:00hrs |
| 2                                                                                            | Ibiapina            | 07/03/2024 | Em frente ao Estádio Municipal                                                             | 08:00 às 11:30hrs |
| 3                                                                                            | Ibiapina            | 14/03/2024 | Alto Lindo - Campo de futebol do Cruzeiro                                                  | 08:00 às 11:30hrs |
| 4                                                                                            | São Benedito        | 21/03/2024 | Próximo ao Cemitério Municipal                                                             | 08:00 às 11:30hrs |
| 5                                                                                            | Varjota             | 22/03/2024 | DIPAN - Perímetro Irrigado                                                                 | 08:00 às 11:30hrs |
| 6                                                                                            | Ubajara             | 04/04/2024 | Distrito de Jaburuna - ao lado do campo do Noroeste                                        | 08:00 às 11:30hrs |
| 7                                                                                            | Tianguá             | 11/04/2024 | Próximo a Escola de Ensino Médio Miguel Carneiro da Cunha, localizado no Sítio Cajuacu     | 08:00 às 11:30hrs |
| 8                                                                                            | Ubajara             | 18/04/2024 | Santa Luzia - Próximo a igreja católica                                                    | 08:00 às 11:30hrs |
| 9                                                                                            | Viçosa do Ceará     | 26/04/2024 | Vambira - Estufa Betânia                                                                   | 08:00 às 11:30hrs |
| 10                                                                                           | Viçosa do Ceará     | 26/04/2024 | Quatiguaba - Estufa São Francisco                                                          | 14:00 às 16:30hrs |
| 11                                                                                           | Jaguaribara         | 26/04/2024 | Distrito de Irrigação de Curupati                                                          | 08:00 às 12:00hrs |
| 12                                                                                           | Ibiapina            | 02/05/2024 | Comunidade do Taquaratis, próximo a residência do Sr. Raimundo José - (Kilo)               | 08:00 às 11:30hrs |
| 13                                                                                           | Mombaça             | 14/05/2024 | Praça do Lions                                                                             | 08:00 às 11:30hrs |
| 14                                                                                           | Acopiara            | 14/05/2024 | Arco da Santa                                                                              | 14:00 às 17:00hrs |
| 15                                                                                           | Iguatu              | 15/05/2024 | Secretaria de Agricultura de Iguatu                                                        | 08:00 às 11:30hrs |
| 16                                                                                           | Marco               | 17/05/2024 | DIBAU - Distrito de Irrigação Baixo Acaraú                                                 | 08:00 às 12:00hrs |
| 17                                                                                           | Ipú                 | 07/06/2024 | Baixa Larga, próximo ao campo de futebol do Serrano                                        | 08:00 às 11:30hrs |
| 18                                                                                           | Croata              | 07/06/2024 | Betânia - Novo Bosque de Betânia                                                           | 14:00 às 16:30hrs |
| 19                                                                                           | Guaraciaba do Norte | 21/06/2024 | Lateral da Quadra Esportiva - Escola EJA                                                   | 08:00 às 12:00hrs |
| 20                                                                                           | Aratuba             | 27/06/2024 | Rua Augusto Cordeiro, SN - Entrada de Aratuba                                              | 08:00 às 11:30hrs |
| 21                                                                                           | Paraipaba           | 28/06/2024 | Segunda Etapa - Setor GH                                                                   | 08:00 às 11:30hrs |
| 22                                                                                           | Barro               | 02/07/2024 | Quadra de Micena Pereira de Sousa - Sítio Prazeres                                         | 08:00 às 11:30hrs |
| 23                                                                                           | Barro               | 02/07/2024 | Fazenda Wagner Silveira<br>ao Lado da Arena Silveira<br>Próxima da Br 116 - Baratão Móveis | 14:00 às 17:00hrs |
| 24                                                                                           | Mauriti             | 03/07/2024 | Parque de Exposição Agropecuario                                                           | 08:00 às 11:30hrs |
| 25                                                                                           | Brejo Santo         | 04/07/2024 | Avenida de acesso ao parque de eventos                                                     | 08:00 às 11:30hrs |
| 26                                                                                           | Viçosa do Ceará     | 09/07/2024 | Em frente ao Estádio Municipal de Viçosa do Ceará                                          | 08:00 às 11:30hrs |
| 27                                                                                           | Quixeramobim        | 11/07/2024 | Av. Geraldo Bizarria de Carvalho - FATEC                                                   | 08:00 às 11:30hrs |
| 28                                                                                           | Ubajara             | 08/08/2024 | Nova Veneza - Próximo ao Guifertil                                                         | 08:00 às 11:30hrs |
| 29                                                                                           | Ubajara             | 15/08/2024 | Distrito de Jaburuna - ao lado do campo do Noroeste                                        | 08:00 às 11:30hrs |
| 30                                                                                           | Tianguá             | 12/09/2024 | Assentamento Val Paraíso                                                                   | 08:00 às 11:30hrs |
| 31                                                                                           | Ibiapina            | 19/09/2024 | Jurema, em frente ao Jurema clube                                                          | 08:00 às 11:30hrs |
| 32                                                                                           | São Benedito        | 10/10/2024 | Próximo ao Cemitério Municipal                                                             | 08:00 às 11:30hrs |
| 33                                                                                           | Morada Nova         | 07/11/2024 | Secretaria de Agricultura                                                                  | 08:00 às 12:00hrs |
| 34                                                                                           | Marco               | 08/11/2024 | DIBAU - Distrito de Irrigação Baixo Acaraú                                                 | 08:00 às 12:00hrs |
| 35                                                                                           | Russas              | 21/11/2024 | Distar - Distrito de Irrigação Tabuleiro de Russas no NH1                                  | 08:00 às 12:00hrs |
| 36                                                                                           | Guaraciaba do Norte | 06/12/2024 | Lateral da Quadra Esportiva - Escola EJA                                                   | 08:00 às 11:30hrs |
| 37                                                                                           | Beberibe            | 18/12/2024 | Associação Palmeira                                                                        | 08:00 às 12:00hrs |



Fonte: ADAGRI (2024).

De acordo com Paiva e Aquino (2023), alguns municípios foram excluídos do cronograma devido à baixa adesão dos agricultores, comprometendo a gestão adequada desses

desses resíduos, pois não haverá dados oficiais sobre a geração e o recolhimento das embalagens em certas áreas. Os autores também destacaram a escassez de dados oficiais em muitos municípios.

Diante do exposto, é essencial priorizar a continuidade das ações de educação ambiental para os agricultores, a expansão do recebimento itinerante nos municípios não atendidos e a intensificação das fiscalizações, com o objetivo de garantir um melhor cumprimento da legislação que regula o descarte de embalagens vazias de agrotóxicos.

A literatura (Rodrigues Lopes e Silva, 2021; Oliveira, Nogueira e Rodrigues, 2023) indica que as devoluções de embalagens pós-consumo são realizadas em sua grande maioria pelos representantes do agronegócio. Considerando essa premissa os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas.

Com os dados obtidos foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. A normalidade dos dados foi confirmada pelo referido teste, com um nível de confiança de 95% e significância de 0,05, tanto para as embalagens recolhidas quanto para os produtores atendidos (Tabela 5).

Tabela 5 — Teste de normalidade – Teste Shapiro Wilk

| Item                         | Hipótese aceita | Tam. Amostra | SW     | Nível de confiança | Sign. | p-valor |
|------------------------------|-----------------|--------------|--------|--------------------|-------|---------|
| <b>Embalagens recolhidas</b> | H <sub>0</sub>  | 10           | 0,965  | 95%                | 0,05  | 0,8412  |
| <b>Produtores atendidos</b>  | H <sub>0</sub>  | 10           | 0,9809 | 95%                | 0,05  | 0,9697  |

Fonte: Autora (2024).

Ao aplicar o teste Qui-quadrado (Tabela 6), a análise revelou um valor de P inferior a 0,05, indicando a rejeição da hipótese nula. Isso demonstra que houve uma diferença estatisticamente significativa na influência do volume de embalagens retornadas em relação ao número de produtores atendidos, indicando que os dados estão associados.

Tabela 6 — Teste Qui-quadrado

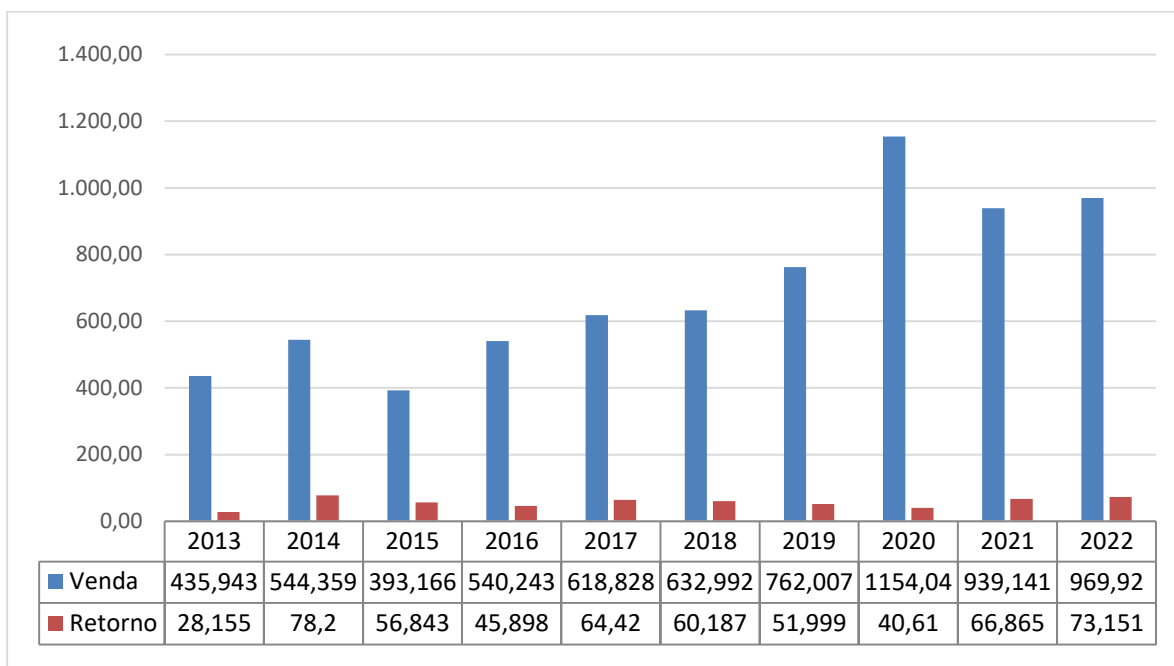
| Hipótese aceita      | Gl | A    | X <sup>2</sup> | p-valor |
|----------------------|----|------|----------------|---------|
| <b>H<sub>1</sub></b> | 9  | 0,05 | 51,809         | P<0.001 |

Fonte: Autora (2024).

A Figura 28 evidencia a discrepância entre o volume de agrotóxicos vendidos e o retorno das suas embalagens em território cearense. Observa-se uma tendência crescente

desses produtos no mercado, enquanto o retorno da sua embalagem apresenta uma distribuição mais uniforme, porém significativamente inferior.

Figura 28 – Volume de venda e retorno de embalagens de agrotóxicos no Ceará (t) entre os anos 2013 a 2022



Fonte: Autora (2024). Adaptado de dados do Ibama (2024) e dados fornecidos pela Acace (2023).

Em 2020, é demonstrado um aumento significativo nas vendas de agroquímicos, totalizando 1.154,04 t. Com o maior volume de recolhimento no estado ocorrendo em 2014. No posto de Ubajara, no entanto, o maior recolhimento aconteceu em 2018 (Figura 24).

É importante destacar que há uma limitação em estabelecer uma relação direta entre o volume comercializado e o retorno das embalagens vazias pós-consumo, uma vez que o comércio dessas substâncias ocorre tanto na forma de ingrediente ativo quanto de produto formulado. Os ingredientes ativos são importados como insumos para as indústrias de formulações nacionais (Shattuck *et al.*, 2023).

Isso torna a tarefa de rastrear o fluxo das embalagens ou de relacionar a quantidade de embalagens introduzidas e retiradas do mercado bastante complexa. Os dados fornecidos pelo IBAMA são apresentados em termos de ingrediente ativo, enquanto os dados do INPEV desconsideram questões como a devolução de embalagens após mais de um ano da aquisição, além do problema do contrabando. Essa lacuna de dados evidencia a dificuldade em obter estimativas precisas sobre a eficiência da gestão desses resíduos.

As evidências apresentadas corroboram a afirmação de Garbounis e Komilis (2021), Shattucck *et al.* (2023), Marnasidis *et al.* (2018) e Leal e Lopes (2019) que convergem para um mesmo ponto: a escassez de dados confiáveis sobre a geração e destinação das embalagens de agrotóxicos pós-consumo, especialmente em países de baixa renda.

Oliveira, Nogueira e Rodrigues (2023) mencionaram a complexidade e a dificuldade na obtenção desses dados, destacando que frequentemente ocorre a violação do prazo de devolução das embalagens, que é estabelecido por lei como 365 dias após a compra.

Em Couto e Lange (2017) demonstrou-se que os indicadores de desempenho dos sistemas de logística reversa devem medir não apenas as taxas de retorno dos materiais, mas também sua cobertura e alcance, uma vez que altos índices podem ser alcançados sem atender a uma grande porcentagem de municípios de médio e pequeno porte.

Sobre a educação e conscientização acerca da importância de seguir os procedimentos corretos na devolução desse material e na participação na logística reversa, essencial para todos os elos da cadeia, foi relatado que a ACACE desenvolve dois projetos: a Capacitação de Produtores Rurais no Ceará, cujos encontros ocorrem conforme a demanda da associação, e o Programa de Educação Ambiental (PEA). Foi informado que, no estado, mais de 54 escolas públicas participaram do PEA, impactando mais de 2.000 alunos. Ambas as iniciativas visam interagir com a sociedade para aumentar o conhecimento sobre o SCL e promover a conscientização sobre a preservação ambiental.

É importante destacar que a educação ambiental promovida pelo instituto através do PEA aborda a gestão de resíduos sólidos de forma geral. Leal e Lopes (2019) apontaram que a ênfase dos textos informativos do site do INPEV recai sobre embalagem em detrimento de substância que a embalagem contém, prejudicando a comunicação dos riscos inerentes as atividades que envolvem o uso dos produtos químicos agrícolas.

Rembischevski e Caldas (2018) destacaram a necessidade de que a comunicação de risco relacionada aos pesticidas seja realizada de maneira honesta, responsável e tecnicamente fundamentada, tanto para os trabalhadores quanto para a população em geral.

## 5.2 Atuação do poder público

Nos primeiros contatos com os órgãos que fazem parte dessa política, de modo geral todos indicaram contato com o INPEV, que se trata apenas do elo final da política de logística reversa das embalagens de agrotóxicos, denotando um não entendimento ou um distanciamento dos elos da cadeia.

Em contato primário com a SEMACE através do portal da transparência foi repassado que “o órgão somente emite o registro para comercializador de produtos agrotóxico se o mesmo apresentar, além de outros documentos, comprovação do credenciamento do seu estabelecimento com a unidade de recebimento de embalagens vazias. No caso da empresa utilizadora de produtos agrotóxicos registrada na SEMACE, a mesma deverá apresentar periodicamente o recibo de devolução das embalagens vazias, junto a central mais próxima do empreendimento. ”

Posteriormente foi relatado que “ em conformidade com a Resolução COEMA nº 2, de 11 de abril de 2019 e Procedimentos Operacionais Padrão – POP, as empresas utilizadoras e as prestadoras de serviços com agrotóxicos são obrigadas a apresentarem anualmente um Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental - RAMA, como condicionante de manutenção de seu registro para tanto, junto à SEMACE, neste deve constar documento de comprovação da devolução adequada das embalagens vazias de agrotóxicos a um posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos, gerenciado pelo Instituto Nacional de Processamento de embalagens vazias - INPEV, licenciado pela SEMACE. Para as empresas comercializadoras, no RAMA deve constar o documento de credenciamento da empresa ao supracitado posto. ”

O referido órgão apontou algumas dificuldades para a eficaz implementação de sistemas de logística reversa no estado, incluindo a resistência de diferentes partes em assumir a responsabilidade compartilhada e a falta de pessoal técnico qualificado. Além disso, destacou que as campanhas de conscientização e fiscalização são realizadas de forma irregular e pouco frequente, o que compromete sua capacidade de cumprir suas responsabilidades relacionadas à logística reversa das embalagens de agrotóxicos.

Em relação as ações que a instituição tem desenvolvido ou participado em relação a logística reversa de embalagens de agrotóxico foram mencionados a Cobrança de Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental – RAMA às empresas comercializadoras, utilizadoras e prestadoras de serviços com agrotóxicos; licenciamento de postos de

recebimento de embalagens vazias e ações de fiscalização integrada da comercialização e uso inadequado.

A ADAGRI, por sua vez, se apresenta como responsável pela fiscalização das normas de inutilização e devolução de embalagens de agrotóxicos. Durante as operações em campo, o órgão garante que os produtores sigam as regulamentações, contribuindo para a proteção ambiental e a saúde pública. As equipes da ADAGRI também estão envolvidas em recolhimentos itinerantes, o que permite uma abordagem mais eficaz e direta para verificar a conformidade das práticas de descarte.

Quanto as dificuldades e desafios quanto a implantação de sistemas de logística reversa no estado, o órgão mencionou a ausência de acompanhamento técnico no campo.

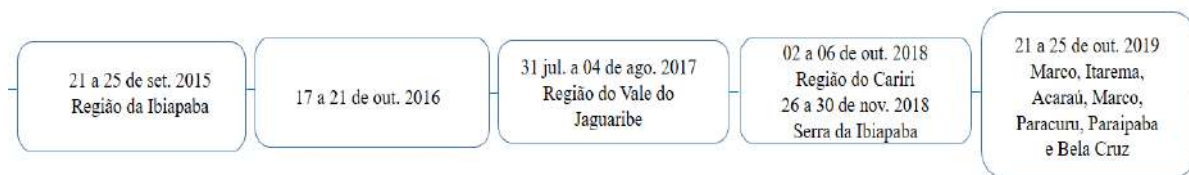
Entre as infrações mais comuns observadas durante as fiscalizações estão o armazenamento inadequado de agrotóxicos, a reutilização das embalagens vazias destes produtos, a ausência de indicação do local de devolução das embalagens na nota fiscal e a falta de utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) por parte dos agricultores. Além disso, foi mencionada a prática de compra de agrotóxicos para revenda entre os próprios agricultores.

Rocha e Alvarez (2023), analisando a fiscalização relativas a agrotóxicos em âmbito nacional, constataram que irregularidades relativas ao transporte corresponderam a 19% do total de autuações; as relativas ao armazenamento, 18%. Infrações relacionadas ao descarte e destinação representaram 12% e as relativas ao comércio, 11%.

Silva, Cabral e Cabral (2018), ao analisarem as ações integradas de fiscalização de agrotóxicos no Ceará entre 2010 e 2017, destacaram infrações como o descarte inadequado e o armazenamento inadequado de embalagens vazias de agrotóxicos.

Antes da pandemia de Covid-19, em 2020, eram realizadas ações integradas de fiscalização envolvendo órgãos como ADAGRI, SEMACE, CREA, e outros com foco no uso, comércio, armazenamento e disposição final de embalagens de agrotóxicos. Contudo, essas operações conjuntas não foram retomadas de forma efetiva após a pandemia, conforme Figura 29.

Figura 29 — Operações de fiscalizações realizadas no estado no período de 2015 a 2019.



Fonte: Autora (2024).

Em 2015 registrou-se problemas em 82,6% das propriedades vistoriadas, das 23 propriedades rurais fiscalizadas apenas quatro não usavam agrotóxicos. Entre os problemas encontrados estavam o descarte inadequado de embalagens, a venda de agrotóxicos sem cadastro estadual e a emissão de receitas por profissionais não habilitados conforme as informações divulgadas pelo MPCE em 07 de outubro de 2015.

Em 2017 foram visitados 24 locais com a emissão de 33 autos de infração por crimes previstos na lei estadual dos agrotóxicos, as principais irregularidades incluíam o descarte inadequado de embalagens e produtos vencidos (AGÊNCIA BRASIL, 2017). Já em 2019, destacaram-se o armazenamento inadequado de agrotóxicos, o descarte inadequado de embalagens vazias e a presença de agrotóxicos vencidos e impróprios segundo os dados fornecidos pela SEMACE em 25 de outubro de 2019.

Conforme Ceará (2023), tem ocorrido uma busca pelo fortalecimento das relações entre ADAGRI, SEFAZ e o CREA por meio de Termos de Cooperação Técnica, com o objetivo de rastrear a origem e o destino dos agrotóxicos e monitorar os profissionais responsáveis pela prescrição de seu uso.

A SEMA, por sua vez, mencionou o termo de Compromisso firmado desde 2017 com a SEMACE, ADAGRI, INPEV, ACACE, ACASA E ADIAC para a logística reversa de embalagens de agrotóxicos por meio do Sistema Campo Limpo – INPEV. “O órgão acompanha o sistema por meio da solicitação de relatórios anuais com informações obrigatórias como relação com a localização dos Postos de Recebimento no estado do Ceará; volumes recebidos; número de agricultores atendidos em cada modalidade de recebimento (posto e recebimento itinerante). Ressaltando que demais ações desenvolvidas a partir da logística reversa de embalagens de agrotóxicos também são incluídas no relatório.”

Em análise ao Termo de Compromisso firmado entre o SCL e o Governo Estadual revelou-se que as metas estabelecidas para os anos subsequentes foram alcançadas. Isso indica a eficácia do dispositivo na promoção da melhoria do desempenho no Ceará no que diz respeito à devolução das embalagens pós-consumo.

A SEMA destacou suas iniciativas em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a logística reversa das embalagens de agrotóxicos, incluindo programas de educação ambiental, certificações ambientais e planos voltados para a gestão adequada de resíduos sólidos. No entanto, o órgão identificou a conscientização sobre o impacto ambiental e a obrigação legal como o principal obstáculo para uma logística reversa efetiva, reconhecendo que a necessidade de sensibilização sobre questões ambientais de modo contínuo é fundamental para todas as ações ambientais.

O referido órgão em 2017 defendeu uma revisão da lei para definir melhor os papéis de cada um dos atores envolvidos no uso, na comercialização e na fiscalização desses produtos químicos agrícolas (AGÊNCIA BRASIL, 2017).

O relatório de gestão SEMA de 2019 indicou o recebimento de um grande volume de manifestações sobre agrotóxicos, evidenciando a preocupação da população com o tema. Em resposta, a SEMA propôs a realização de seminários regionais sobre o tema, como medida para abordar e mitigar os problemas identificados.

Pelaez e colaboradores (2015) apontaram que a regulação social dos agrotóxicos tem sido negligenciada pelo poder público, em detrimento de políticas que incentivam o consumo desses produtos, como a desoneração fiscal. Por sua vez, Rocha e Alvarez (2023) ressaltaram que o rápido crescimento do consumo de agrotóxicos no país, aliado à sua vasta extensão territorial, dificulta significativamente a implementação de uma fiscalização ambiental eficaz.

Siqueira e Bressiani (2023) evidenciaram as lacunas na atuação do poder público quanto à fiscalização e ao fornecimento de apoio financeiro, logístico e, especialmente, educativo. No estado do Ceará, Frota e colaboradores (2015) identificaram diversos obstáculos à logística reversa de embalagens de agrotóxicos, tais como fatores legais, logísticos, econômicos, culturais e de legitimidade.

No Ceará, a gestão de embalagens de agrotóxicos pós-consumo é compartilhada por diversos órgãos em âmbito federal, estadual e municipal, incluindo aqueles responsáveis pela saúde, meio ambiente e gestão agrícola. Nesse contexto, a VSPEA de Sobral, instituída em 2022, tem como objetivo promover uma abordagem intersetorial para discutir e implementar políticas públicas que protejam a população exposta a agrotóxicos.

No entanto, após um ano de atuação, a identificação e mapeamento de indivíduos com ocupações que envolvem exposição direta a essas substâncias ainda representa um desafio significativo. Esse mapeamento é crucial para identificar áreas de risco, fatores de risco, tipos de agrotóxicos utilizados e populações mais vulneráveis, permitindo a implementação de medidas de controle mais eficazes.

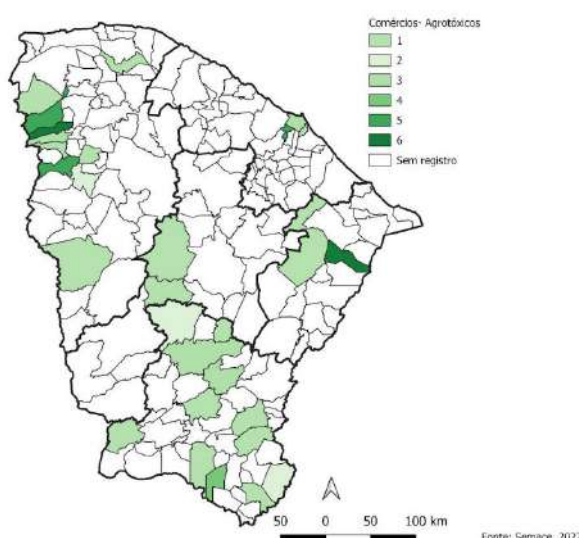
A ausência de dados precisos sobre a utilização de agrotóxicos e o destino final de suas embalagens impede a implementação de políticas públicas eficazes para proteger a saúde da população e o meio ambiente. A rastreabilidade das embalagens é fundamental para garantir o cumprimento da legislação e otimizar a gestão desses materiais. No entanto, a fragmentação dos sistemas de informação nos diversos setores governamentais e a falta de integração entre as instituições dificultam a obtenção de um panorama completo da situação. Como apontado por Martins *et al.* (2024), que destacaram que o Brasil possui sistemas de informação capazes de fornecer dados relevantes para a gestão de agrotóxicos, mas a falta de articulação entre eles limita sua utilização para a tomada de decisões.

A Ematerce, por exemplo, relatou que “qualquer cidadão pode solicitar assistência ao órgão, sendo priorizado para o controle de pragas o uso técnico que não envolva agrotóxicos, sendo estes indicados como último recurso.” Foi relatado também um número insuficiente de servidores técnicos para atender todo o estado de forma satisfatória.

### 5.3 Revendedoras

Apesar da ausência de estabelecimentos credenciados para a venda de agrotóxicos no município de Sobral (Figura 30), constatou-se a fácil aquisição desses produtos no comércio local. O aumento da comercialização e consumo de agrotóxicos em Sobral e na Zona Norte foi tema de um dos encontros da VSPEA (Prefeitura de Sobral, 2023).

Figura 30 — Número de comércios de agrotóxicos registrados no estado do Ceará, 2022



Fonte: SEMACE, 2022.

Ademais, em 2021, foram apreendidos 90 quilos de reagente e seis litros de agrotóxicos falsificados em Fortaleza. Segundo informações divulgadas pelo Ibama em 24 de setembro de 2021, o material seria distribuído em propriedades no interior do estado. Conforme Santiago *et al.* (2020), a presença de fábricas clandestinas, estimulada pela fiscalização insuficiente, afeta diretamente o controle dos dados de entrada e saída de embalagens para a logística reversa.

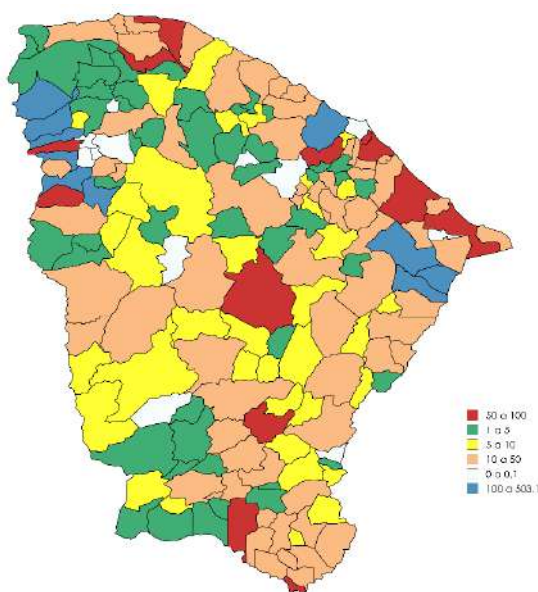
Se referindo à comercialização de agrotóxicos Felix *et al.* (2020) mencionaram que as empresas do ramo conhecem e difundem o processo de tríplex lavagem das embalagens vazias, fato que possibilita uma minimização da agressão ao meio ambiente, porém destaca um acanhamento na atuação do setor.

Em Carvalho (2018) foi observado que apenas 13% das empresas revendedoras de agrotóxicos visitadas recebem as embalagens vazias, realizam o controle da quantidade vendida e devolvida, e emitem comprovantes de devolução. De Sena Silva e Maia (2019)

ressaltaram que o comércio é peça-chave na busca de uma distribuição ambientalmente adequada de acordo com a legislação vigente.

Dados do primeiro semestre de 2023 demonstraram Sobral como destino de notas fiscais de agrotóxicos, conforme Figura 31.

Figura 31 — Destino de notas fiscais de agrotóxicos no estado do Ceará



Fonte: Adaptado de Ceará (2024).

A comercialização e o uso indiscriminado de produtos agrotóxicos, apesar de todos os esforços institucionais, infelizmente ainda representam prejuízos ao agricultor cearense, danos ao meio ambiente e à saúde humana e animal (SEMA, 2023).

#### 5.4 Agricultores do Perímetro Irrigado Ayres de Souza

Em contato com representantes dos agricultores, identificaram-se as culturas mais comuns no PIAS, como feijão e milho durante o inverno, além de hortaliças e frutas cultivadas ao longo de todo o ano, em consonância com os dados apresentados por Ribeiro (2022). A COOPSOL se destaca no desenvolvimento da fruticultura irrigada, com ênfase no cultivo de frutas e legumes.

Segundo a presidência da AUDIPAS, o sistema de irrigação encontra-se danificado e desativado, o que obriga os agricultores a utilizarem bombas para captar água do rio. A pecuária também enfrenta grandes desafios, com uma redução significativa tanto na criação de gado quanto na produção de leite.

Ao serem questionados sobre a ocorrência de pragas e os métodos de combate, as associações mencionaram o pulgão, a mosca e o mofo, corroborando os achados da pesquisa de Ribeiro (2022). “A produção tem sido mínima devido à infestação de pragas, o que justifica a necessidade de implementar métodos de controle, como defensivos agrícolas ou venenos”. No entanto, a presidência da AUDIPAS destacou as dificuldades enfrentadas na aquisição dessas substâncias.

As entidades relataram que há orientações técnicas sobre práticas agrícolas oferecidas pela Ematerce e pela coordenação agrícola do município. Contudo, na pesquisa de Ribeiro (2022), todos os agricultores entrevistados destacaram a falta de acompanhamento e financiamento por parte dos órgãos governamentais como um problema significativo.

A agricultura irrigada é uma potencialidade no estado, embora os perímetros irrigados enfrentem diversas dificuldades. Teixeira e Diniz (2015) apontaram que o PIAS tem vivenciado, de forma gradual, diversos problemas socioeconômicos, sobretudo após a retirada da intervenção estatal no território. Em um estudo posterior, Teixeira e Diniz (2017) atribuíram esse abandono ao fato de o projeto não se alinhar à lógica de produção voltada à exportação. Essa situação reforça a necessidade de um esforço contínuo em educação ambiental e no aprimoramento do suporte governamental ao setor agrícola.

Quanto à destinação da produção, a subsistência é priorizada, e o excedente é vendido por meio de programas governamentais, comércio local e feiras de agricultura familiar. Os programas do governo são as principais vias de escoamento da produção.

Observou-se que o uso do termo "agrotóxico" gera receio e afastamento, o que dificulta a obtenção de informações sobre o tema. De acordo com as informações fornecidas, a variação

no uso desses produtos está intimamente relacionada à política agrícola adotada pelo governo em exercício.

O representante do Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares de Sobral afirmou que os agricultores não utilizam agrotóxicos, optando por defensivos naturais, o que contrasta com os dados de saúde e as vendas irregulares na região (Prefeitura de Sobral, 2023), além de contradizer os resultados observados por Ribeiro (2022). O autor constatou que 84% dos produtores rurais do PIAS reconhecem os riscos do uso de agrotóxicos e os danos à saúde que podem causar, mas, ainda assim, essa prática continua sendo adotada.

O município de Sobral conta com cerca de 3.164 estabelecimentos da agricultura familiar e, conforme dados da SESA (2021), figura entre os dez municípios com a maior concentração de notificações de intoxicação por agrotóxicos.

Rodrigues; Lopes e Silva (2021), apontam que a maioria das pessoas que trabalham na agricultura familiar utiliza agrotóxicos e não realiza a devolução das embalagens. Dessa forma, evidenciam a necessidade de integrar de maneira efetiva esse grupo à cadeia de logística reversa das embalagens de agrotóxicos.

Rembischevski e Caldas (2018) demonstraram uma correlação direta entre o aumento da incidência de intoxicações e o crescimento da comercialização desses produtos. O monitoramento da saúde dos pequenos produtores rurais é fundamental, especialmente considerando que Ribeiro (2022) observou que os agricultores do PIAS utilizam substâncias, como o Glifosato, sobre as quais existem opiniões bastante divergentes quanto ao grau de toxicidade. O Quadro 3 apresenta os agrotóxicos mais utilizados no PIAS, destacando a variedade de substâncias empregadas, especialmente aquelas com efeitos tóxicos amplamente discutidos.

Quadro 3 —Agrotóxicos mais utilizados no PIAS

| <b>Agrotóxico</b>   | <b>Nível Tóxico</b>             | <b>Tipo/Ingrediente ativo</b> |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Malathion           | Inseticida/ Malation            | III- Medianamente tóxico      |
| Azodrin             | Inseticida/<br>monocrotofós     | I-Externamente Tóxico         |
| Glifosato/ Nufosate | Herbicida/ Glifosato            | IV- Pouco tóxico              |
| DMA 806             | Herbicida/ 2,4-D                | I – Altamente perigoso        |
| Fastac 100          | Inseticida/<br>Alfacipermetrina | IV- Pouco tóxico              |
| UPMYL               | Inseticida/ Metomil             | III- Medianamente tóxico      |
| Barrage             | Inseticida/<br>Cipermetrina     | Baixa                         |

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2022).

A ausência de dados oficiais sobre a coleta de embalagens vazias de agrotóxicos na região dificulta a compreensão da extensão do problema, além de evidenciar a falha na integração dos agricultores, especialmente os familiares, na cadeia de logística reversa.

Quanto às embalagens de agroquímicos, Ribeiro (2022) relatou que nenhum dos entrevistados realiza a devolução desses materiais. O destino final informado para as embalagens vazias é o acúmulo, a queima e/ou o enterro. Antes do descarte inadequado, 60% dos entrevistados armazenam temporariamente as embalagens em suas residências. Embora considerem o armazenamento seguro ao acondicionar as embalagens em sacos plásticos para proteção adicional, eles não compreendem completamente que essa prática não elimina os riscos associados.

A Lei 14.785, de 27 de dezembro de 2023, estabelece diretrizes claras para o destino ambientalmente correto das embalagens vazias de agrotóxicos. De acordo com o normativo, os usuários devem devolver as embalagens vazias, tampas e resíduos pós-consumo aos estabelecimentos comerciais onde os produtos foram adquiridos, seguindo as orientações das bulas. A devolução deve ocorrer dentro de um prazo de até um ano a partir da data de compra ou da data de vencimento, podendo ser estendido se autorizado pelo órgão registrante. A devolução também pode ser realizada por meio de postos ou centrais de recebimento, ou ações itinerantes, desde que autorizadas e supervisionadas pelo órgão competente.

Para Carvalho (2018), a falta de fiscalização e o conhecimento limitado dos agricultores são fatores que explicam o cumprimento insatisfatório da legislação referente à logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos.

## 6 CONCLUSÃO

A análise da situação dos irrigantes e colonos revelou a complexidade do problema relacionado ao manejo inadequado de embalagens de agrotóxicos. Apesar da existência de uma legislação específica, a efetividade das ações governamentais ainda é limitada, resultando em um baixo índice de devolução dessas embalagens.

O Ceará representa apenas 0,18% do total das embalagens de agrotóxicos corretamente descartadas no país. Ressaltando a falta de informações precisas sobre a quantidade de embalagens colocadas no mercado e a dificuldade em rastrear seu destino final evidenciam a fragilidade do sistema de gestão atual.

Os resultados revelaram o uso de agrotóxico no PIAS e uma destinação inadequada das embalagens pós-consumo. Não há registros de recebimento dessas embalagens na unidade de Ubajara, o ponto de coleta mais próximo, e o município não está incluído no calendário anual das coletas itinerantes. Além disso, atualmente não existem estabelecimentos devidamente registrados conforme para a comercialização de agrotóxicos no município, o que implica na ausência de locais credenciados para receber embalagens vazias.

O recebimento itinerante mostrou ser uma iniciativa positiva, mas muitos municípios do estado, incluindo o avaliado, não são incluídos nas campanhas de coleta.

Apesar dos esforços identificados, foi possível constatar falhas significativa na destinação das embalagens vazias de agrotóxicos pós consumo, sobretudo no que se refere pela fragilidade na atuação do poder público, seja atuando na supervisão técnica, seja na fiscalização e também pela falta de instrução do irrigante ou colono.

Entre as dificuldades para a efetivação da logística reversa desse material, destacam-se a ausência de um método sistemático para gerenciar os processos, a ausência de incentivos legais, a falta de integração na cadeia e a incerteza quanto à viabilidade econômica do projeto.

A presente pesquisa identifica lacunas e desafios na gestão de embalagens de agrotóxicos no estado. Os dados e informações primárias levantados neste estudo podem servir como referência para pesquisas futuras, possibilitando um aprofundamento do conhecimento sobre a gestão de embalagens de agrotóxicos. Deste modo, sugere-se a realização de estudos que permitam:

- i) Ampliar a investigação, através de um levantamento detalhado do volume de resíduos gerados em todo o estado, identificando as regiões com maior geração e os tipos de embalagens mais utilizados;

- ii) Avaliar os desafios relacionados à descontaminação dessas embalagens, analisando as diferentes técnicas de descontaminação disponíveis e seus custos, além de identificar os principais desafios técnicos e operacionais;
- iii) Investigar os padrões de descarte, identificando as práticas adotadas por pequenos e grandes produtores, agricultores familiares, cooperativas e outros atores envolvidos na cadeia produtiva;
- iv) Avaliar o impacto de iniciativas de educação ambiental, quantificando a mudança de comportamento após a implementação de programas de educação ambiental e identificando os fatores que influenciam a adesão a práticas de descarte adequadas.
- v) Aprimorar as coletas, sobretudo a itinerante, analisando a eficiência dos sistemas existentes e propondo melhorias para aumentar a cobertura e reduzir os custos, incluindo a avaliação de tecnologias de rastreamento e monitoramento.
- vi) Analisar a viabilidade econômica da implementação do sistema, considerando os investimentos iniciais, os custos operacionais e os benefícios ambientais e sociais.

## REFERÊNCIAS

- ACRC - AGRICULTURAL CONTAINER RECYCLING COUNCIL. Disponível em: <https://agrecycling.org/> Acesso: 10 ago. 2023.
- ADAGRI. **Inpev apresenta resultados do Recebimento Itinerante de Embalagens Vazias de Agrotóxicos que conta com apoio da Adagri.** 2022. Disponível em: <https://www.adagri.ce.gov.br/2022/04/27/inpev-apresenta-resultados-do-recebimento-itinerante-de-embalagens-vazias-de-agrotoxicos-que-counta-com-apoio-da-adagri/> . Acesso em: 20 mar. 2023.
- ADECE - AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO CEARÁ .**Perfil da produção de frutas. Brasil, Ceará,** 2013. Disponível em: [https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2012/09/perfil\\_da\\_producao\\_de\\_frutas\\_brasil\\_ceara\\_2013\\_frutal.pdf](https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2012/09/perfil_da_producao_de_frutas_brasil_ceara_2013_frutal.pdf) . Acesso em: 12 ago. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Regulamentação. **Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos.** Brasília, DF: ANVISA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/anvisa-aprova-novo-marco-regulatorio-para-agrotoxicos> Acesso em: 10 ago. 2024
- AGÊNCIA BRASIL. **Fiscalização identifica irregularidades no uso de agrotóxicos no Ceará.** Agência Brasil, Brasília, 17 ago. 2017. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-08/fiscalizacao-identifica-irregularidades-no-uso-de-agrotoxicos-no-ceara> .Acesso em: 10 nov. 2023.
- AGUIAR, A. C. P.; RIGOTTO, R. M. Quando o neoextrativismo chega aos corpos e territórios: agronegócio, processos de vulnerabilização e colonialidade. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 57, n. 2176-9109, p. 55-78, 2021.
- AGUIAR, A. F., LOPES, A. da S., DE OLIVEIRA FILHO, A. A., GODINHO, A. M. M. Sistema de registro do agrotóxico no Brasil. **Revista Alomorfia**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 49–60, 2019. Disponível em: <https://fatecpp.edu.br/alomorfia/index.php/alomorfia/article/view/73> . Acesso em: 26 set. 2024.
- AMARO, B. B. D. F.; CORREIA, D. B.; FREITAS, R. A. de, TEIXEIRA, P. H. R. A Biossegurança no uso de agrotóxicos na percepção de agricultores do Distrito de Cuncas, Barro—Ceará: Saúde Física e Ambiental. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e15610111644-e15610111644, 2021.
- ANDRADE; M. M. de. **Introdução a metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos de graduação.** 10 ° ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ANTUNES, P. de B. **Direito ambiental.** 15. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- ARAGOS, K. P. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; JUNIOR, S. S. B. Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos e as dificuldades para efetiva implantação. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e52210212921-e52210212921, 2021.

ARAÚJO VILA, N., FRAIZ BREA, J. A., CARDOSO, L. (2018). Gestión del agua en la agricultura. análisis de países con potencial de crecimiento. **Revista Agroalimentaria**, Vol. 24, N° 47; julio-diciembre 2019.

ATITSOGBEY, P., KYEREH, E., OFORI, H. JOHNSON, P. T. ASIEDU, M. S. Heavy metal, microbial and pesticides residue contaminations are limiting the potential consumption of green leafy vegetables in Ghana: an overview. **Heliyon**, v. 9, n. 4, 2023.

BARBOSA, I. M., SALES, D. S., ARREGI, M. U., RIGOTTO, R. M. (2019). Câncer infanto juvenil: relação com os polos de irrigação agrícola no estado do Ceará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 4, p. 1563-1570. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018244.06662017>. 2019.

BERNARDI, A. C.; HERMES, R.; BOFF, V. A. Manejo e destino das embalagens de agrotóxicos. **Revista Perspectiva**, v. 42, n. 159, p. 15-28, 2018.

BLANCO, I.; LOISI, R. V.; SICA, C., SCHETTINI, E., VOX, G. Agricultural plastic waste mapping using GIS. A case study in Italy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 137, p. 229-242, 2018.

BOATENG, K. O.; DANKYI, E.; AMPONSAH, I. K.; AWUDZI, G. K.; AMPONSAH, E. DARKO, G. Knowledge, perception, and pesticide application practices among smallholder cocoa farmers in four Ghanaian cocoa-growing regions. **Toxicology Reports**, v. 10, p. 46-55, 2023.

BOMBARDI, L. M. **A geography of agROTOXINS use in Brazil and its relations to the European Union**. 2019.

BOMBARDI, L. M. **Pequeno ensaio cartográfico sobre o uso de agrotóxicos no Brasil**. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária-USP. Blurb, 2016.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2002.

BRASIL. Decreto nº 86.765, de 22 de dezembro de 1981. Regulamenta o Decreto-Lei nº 917, de 7 de outubro de 1969, que dispõe sobre o emprego da aviação agrícola no País e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 23 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1, p. 3. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm) . Acesso em: 12 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.785, de 5 de junho de 2023. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, para dispor sobre o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jun. 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-)

[2026/2023/lei/l14785.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20pesquisa%2C%20a,de%20agrot%C3%B3xicos%2C%20de%20produtos%20de](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2023/lei/l14785.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20pesquisa%2C%20a,de%20agrot%C3%B3xicos%2C%20de%20produtos%20de) Acesso em: 17 ago. 2023.

BRASIL. **Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIAGUA**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 465/2014** - Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 dez. 2014.

BRIASSOULIS, D; HISKAKIS, M. KARASALI, H.; BRIASSOULIS, C. Design of a European agrochemical plastic packaging waste management scheme—Pilot implementation in Greece. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 87, p. 72-88, 2014.

CAMPO LIMPO. Disponível em: <https://campolimpoplasticos.com.br/ecoplastica/> Acesso em: 10 ago. 2023.

CAMPOLIMPIO. **Programa de Manejo de Envases Vazios**. Disponível: <https://www.campolimpio.org.ar/> Acesso em: 16 ago. 2024.

CARNEIRO NETO, J. A., ANDRADE, E. M. de, ROSA, M. de F., MOTA, F. S. B., LOPES, J. F. B. Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1272-1279, 2008. D

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R.M.; AUGUSTO, L. G. da S.; FRIEDRICH, K.; BURIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Vol. 1, n. 1, p. 1-628, 2015.

CARVALHO, N. F. de. **Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos e seus impactos sociais e ambientais: uma experiência no município de Baturité-CE**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (Campus Fortaleza). 2018.

CEARÁ, Boletim Epidemiológico Nº01/2023, 24 de janeiro de 2023. Programa Nacional de Vigilância de Populações Expostas a Contaminantes Químicos (VIGIPEQ/VSPEA). Disponível em: [https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/VIGIPEQ\\_boletim\\_epidemiologico\\_20230124](https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/VIGIPEQ_boletim_epidemiologico_20230124.pdf) .pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

CEARÁ. Decreto no 23.705, de 8 de junho de 1995. Regulamenta a Lei Estadual de Agrotóxicos. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=276825>. Acesso em: 10 ago. 2024.

CEARÁ. LEI N.º 16.820, de 08.01.19 (D.O. 09.01.19). Inclui dispositivo na lei estadual nº 12.228, de 9 de dezembro de 1993, que dispõe sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins bem como sobre a fiscalização do uso de consumo do comércio, do armazenamento e do transporte interno desses produtos.

CEARÁ. Lei no 12.228, de 9 de dezembro de 1993. Dispõe sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento de agrotóxicos no Estado do Ceará. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, 1993. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/meio-ambiente-e-desenvolvimento-do-semiarido/item/1688-lei-n-12-228-de-09-12-93-d-o-de-14-12-93> Acesso em: 10 ago. 2024.

CEARÁ. Lei no 14.779, de 9 de agosto de 2010. Institui o Dia Estadual de Luta e Combate ao Uso Abusivo de Agrotóxicos. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, 16 de agosto de 2010. Disponível em: <https://mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Estadual-n%C2%BA16.032-2016-Institue-a-Pol%C3%ADtica-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-no-Estado-do-Cear%C3%A1.pdf0> . Acesso em: 10 ago. 2024.

CEARÁ. Lei no 16.032, de 20 de junho de 2016. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos no âmbito do Estado do Ceará.

CEARÁ. NOTA TÉCNICA N°01 | 05/03/2024. Orientações sobre a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos (VSPEA). Disponível em: [https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/Nota\\_Tecnica\\_VSPEA-2023.pptx.pdf](https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/Nota_Tecnica_VSPEA-2023.pptx.pdf). Acesso em: 10 ago. 2024.

CEARÁ. **Resolução no 08, de 28 de maio de 1998**. Regulamento Interno da Comissão Estadual de Agrotóxicos. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2019/12/Resolucao-Coema-n8-1998.pdf> .Acesso em: 10 ago. 2024.

CEARÁ. **Resolução nº 2, de 11 de abril de 2019**. Dispõe sobre os procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.

COELHO, P. M.; CORONA, B.; KLOOSTER, R.; WORRELL, E. Sustainability of reusable packaging–Current situation and trends. Resources, **Conservation & Recycling**: X, v. 6, p. 100037, 2020.

COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. “Projeto de apoio à melhoria da segurança hídrica e fortalecimento da inteligência na gestão pública do estado do Ceará”. **Serviços de cadastro e regularização do uso dos recursos hídricos para as 12(doze) bacias hidrográficas do estado do Ceará**. Disponível em: [https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2024/02/HRI\\_RE\\_P03\\_RH02\\_2291A\\_Rel%20Final%20RH2\\_BH%20Acarau.pdf](https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2024/02/HRI_RE_P03_RH02_2291A_Rel%20Final%20RH2_BH%20Acarau.pdf) Acesso em: 20 ago. 2024.

COLEN, C. M. L. **Agricultura sustentável no Ceará: análise da evolução entre censos agropecuários 2006 e 2017**. 2020. 85 f. Monografia. (Graduação em Ciências Econômicas) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

CONG, H.; MENG, H.; CHEN, M.; SONG, W.; XING, H. Co-processing paths of agricultural and rural solid wastes for a circular economy based on the construction concept of “zero-waste city” in China. **Circular Economy**, p. 100065, 2023.

COPERAMA. **Embalagens**. Disponível em: <https://www.coperama.com.br/posto-de-embalagens> . Acesso em: 10 ago. 2024.

CORIA, J.; ELGUETA, S. Towards Safer Use of Pesticides in Chile. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 16, p. 22785-22797, 2022.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 05, p. 889-898, 2017.

CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. (2023). **Supply Chain Management Definitions and Glossary**. Disponível em: [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx). Acesso: 20 ago. 2024.

DA COSTA SANTOS, J.; SANTOS, M. I. G. Consequências do uso de agrotóxicos na agricultura: Uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 10, p. e111121043556-e111121043556, 2023.

DA SILVA GOMES, A. M.; DA SILVA, J. M.; DOS SANTOS, C. B. O uso indiscriminado de agrotóxicos e suas consequências na saúde humana e no ambiente: revisão bibliográfica. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1691-1706, 2020.

DAMASIO, Kevin. Liberação recorde reacende debate sobre uso de agrotóxicos no Brasil. **Entenda. National Geographic**. 26 de jul. 2019.

DE F. SOUSA, M. G.; DA SILVA, A. C.; DOS SANTOS ARAÚJO, R.; RIGOTTO, R. M. Evaluation of the atmospheric contamination level for the use of herbicide glyphosate in the north-east region of Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, p. 604-11, 2019.

MOURA, F. R. de; DE OLIVEIRA, R. D.; FEIJÓ, E. R.; DA SILVA JUNIOR, F. M. R. Danger is just a click away—A survey on online shopping for glyphosate-based pesticides for gardening/horticulture. **Environmental Science & Policy**, v. 143, p. 35-43, 2023.

DE OLIVEIRA, D. M.; AGOSTINETTO, L.; SIEGLOCH, A. E. Comparison of the drinking water standard for pesticides of the Brazil with other countries. **Heliyon**, v. 9, n. 3, 2023.

DE SENA SILVA, M. A. F., MAIA, A. L. V. Análise da fiscalização ambiental em empresas que comercializam agrotóxicos no estado do Ceará. **X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Fortaleza, Ceará, Brasil.

DE SOUZA, E. C. V. de A.; DE LIMA JUNIOR, F. B.; SOLIANI, R. D.; OLIVEIRA, P. R. de S.; de O., Dion Alves; SIQUEIRA, Reinaldo Maia; NORA, Leonardo Augusto Rodrigues da Silva; MACÊDO, Jailson. Reverse Logistics of Pesticide Packaging: A Case Study in Rio Branco/Ac, Brazil. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 17, n. 3, p. e03296, 2023. DOI: 10.24857/rgsa.v17n3-010. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/3296>. Acesso em: 27 set. 2024.

DESROUSSEAU, A., NAGESH, P., GAJRAJ, R., DEKKER, S., EITZINGER, J., SALLACH, J. B., BOXALL, A., KOK, K. 2022. A shared socio-economic pathway based framework for characterising future emissions of chemicals to the natural environment. **Futures**, v. 144, p. 103040. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103040>.

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Arquivo do Projeto de Irrigação Ayres de Sousa**, Fortaleza, 1972.

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Nota técnica do DNOCS de Esclarecimento**. 2020. <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/noticias/nota-tecnica-do-dnocs-de-esclarecimentos-sobre-materia-do-diario-do-nordeste-sobre-os-perimetros-irrigados-do-dnocs-no-ceara-publicada-dias-28-e-29-01-17> Acesso em 08 fev. 2024.

DORFMAN, A.; FRANÇA, A. B. C.; SOARES, G. de O. Marcos legais e redes de contrabando de agrotóxico: análise escalar a partir da fronteira Brasil-URuguai. **Terr@ Plural**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 37–54, 2014. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/4710> . Acesso em: 7 ago. 2024.

DRUMMUSTER. Disponível em: <https://www.drummuster.org.au/> Acesso em: 10 ago. 2023.

DUARTE, J. V. A., DUARTE, B. A., CAVALCANTE, I. R., MORAIS, J. L. A. HORTA, M. V., CARDOSO, J. A. F., DUARTE, F. B. Estudo da associação da exposição a agentes genotóxicos e síndrome mielodisplásica ou leucemia mielóide aguda secundária em pacientes atendidos em um serviço ambulatorial de referência no Ceará. **Hematology, Transfusion and Cell Therapy**, v. 44, p. S635. 2022.

DUTTA, P.; TALAULIKAR, S.; XAVIER, V.; KAPOOR, S. Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 294, p. 126241, 2021.

ERAS, J.; COSTA, J.; VILARÓ, F.; PELACHO, A. M.; CANELA-GARAYOA, R.; MARTIN-CLOSAS, L. Prevalence of pesticides in postconsumer agrochemical polymeric packaging. **Science of the total environment**, v. 580, p. 1530-1538, 2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Teaming up for sustainable management of pesticide waste and containers**. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/news/detail/en/c/1457011/> . 2021. Acesso em: 15 set. 2023.

FAO; WHO. **Guidelines on management options for empty pesticide containers**. Roma: FAO, 2008.

FELIX, E. M., FELIX, E. M., FELIX, C. M., MACEDO, L. F., LIMA, J. I. L., SOUZA, M. M. R. de, GOMES FILHO, A. dos S., SOUSA, F. A. M. de. Análise do comércio de agrotóxicos e de práticas agrícolas no centro-sul cearense: uma ferramenta essencial para se conhecer a legislação fitossanitária, produtos e pragas presentes na lavoura local. **Extensão Rural em Foco: Apoio à agricultura familiar, empreendedorismo e inovação** - volume 1. ISBN 978-65-87196-20-6. DOI 10.37885/978-65-87196-20-6. 2020.

FERNANDES, A. Agrotóxicos, pesticidas e defensivos agrícolas: qual a nomenclatura adequada conforme a legislação consumerista? **Revista Tamoios**, v. 20, n. 1, 2024.

FMI - FUTURE MARKET INSIGHTS. **Pesticide Packaging Market: Pesticides Packaging Market by Material, Product, Barrier Strength & Region Forecast 2023 to 2033**. Disponível em: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/pesticides-packaging-market> Acesso em: 11 ago.2023.

FRANÇA, I.; SÁ, L.; DALPIAN, P. Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos: o caso de sucesso da central de recebimento de embalagens vazias de Aurora/SC. **VI Simpósio da Ciência do Agronegócio, Faculdade de Agronomia, UFRGS**, v. 133, 2018.

FREITAS, B. M. C.; BOMBARDI, L. M. A Política Nacional de Irrigação e o uso de agrotóxicos no Brasil: contaminação e intoxicações no Ceará. **Geographia**. 2018 [Acesso: 02 mai. 2023]; 20 (43): 86-100.

FROTA, D. R. S; ROLDAN, V. P. S.; CABRAL, A. C. de A. SANTOS, S. M. dos; PESSOA, M. N. M. Barreiras ao desenvolvimento sustentável do agronegócio: a situação da logística reversa de embalagens de produtos agrotóxicos no estado do Ceará, Brasil. (2015). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 4(2), 68- 04. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v4e2201568-104>

GARBOUNIS, G.; KARASALI, H.; KOMILIS, D. A Life Cycle Analysis to Optimally Manage Wasted Plastic Pesticide Containers. **Sustainability**, v. 14, n. 14, p. 8405, 2022.

GARBOUNIS, G.; KOMILIS, D. A modeling methodology to predict the generation of wasted plastic pesticide containers: An application to Greece. **Waste Management**, v. 131, p. 177-186, 2021.

GERASSI, P. V. M. **Manual de destinação final de embalagens vazias de produtos fitossanitários**. 1998. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/residuos/Manual%20de%20Destinacao%20de%20Residuos%20Fitosanitarios>. pdf Acesso em: 10 ago. 2023.

GIL; A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ªed. São Paulo, SP: Atlas, 2010

GONZAGA, C. W. P.; BALDO, M. P.; CALDEIRA, A. P. Exposure to pesticides or agro-eco-logical practices: suicidal ideation among peasant farmers in Brazil's semi-arid region. **Ciência & Saúde Coletiva**, 26(9):4243-4252, 2021.

GONZALEZ, T. S. M. **Challenges in the implementation of Extended Producer Responsibility policies: The case of Packaging in Chile**. 2018. 53f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade e Negócios) –. Universidade de Leeds, School of Earth & Environment.2018.

GOVERNADO DO ESTADO DO CEARÁ. **Termo de compromisso para a logística reversa de embalagem de agrotóxico**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2017.

GRILLO, R.; ABHILASH, P. C.; FRACETO, L. F. Nanotechnology applied to bio-encapsulation of pesticides. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 16, n. 1, p. 1231-1234, 2016. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso: 29 dez. 2023.

HUICI, O; SKOVGAARD, M. JESSEN, O. C. Management of Empty Pesticide Containers—A Study of Practices in Santa Cruz, Bolivia. **Environmental Health Insights**. Volume 11: 1–7. 2017

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. Disponível em : <https://www.gov.br/ibama/ptbr/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 26 de out. de 2023.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Ibama no Ceará apreende produtos reagentes e agrotóxicos falsificados**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2021/ibama-no-ceara-apreende-produtos-reagentes-e-agrotoxicos-falsificados>. Acesso em: 24 mai. 2024

INCA - INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA . **Agrotóxico**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>. Acesso em: 24 mai. 2023.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2013**. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2023.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2014**. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2023.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2023.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2020**. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2023.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2021**. Disponível em: Acesso em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2024.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2022**. Disponível em: Acesso em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2024.

INPEV. INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2023**. Disponível em: Acesso em: <https://www.inpev.org.br/noticias-publicacoes/relatorio-sustentabilidade/> Acesso em: 20 ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção Agrícola Municipal Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 29 dez. 2023.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. IPEA, 2019.

ISERNIA, R.; PASSARO, R.; QUINTO, I.; THOMAS, A. The reverse supply chain of the e-waste management processes in a circular economy framework: Evidence from Italy. **Sustainability**, v. 11, n. 8, p. 2430, 2019.

JOBIM, P. F. C. et al., (2010). Existe uma associação entre mortalidade por câncer e uso de agrotóxicos? Uma contribuição ao debate. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 277-288, jan., 2010.

JULIANELLI, V.; CAIADO, R. G. G.; SCAVARDA, L. F.; CRUZ, S. P de M. Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 158, p. 104784, 2020.

KOSAMU, I.; KAONGA, C.; UTEMBE, W. A critical review of the status of pesticide exposure management in Malawi. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 18, p. 6727, 2020.

LEAL, D. de U.; LOPES, I. da S. A comunicação dos riscos na logística reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil. Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar, [S. l.], v. 8, p. 148–162, 2019. DOI: 10.24302/sma.v8i0.1961. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/view/1961>. Acesso em: 28 dez. 2024.

LI, Y; WANG, Y; HAN, X.; WANG, H. FU, J. A study of intention to recycle pesticide packaging among rural farmers in China based on the logistic model. **Environ. Res. Commun.** 2023

LI, Z.; HUANG, J. How to effectively improve pesticide waste governance: A perspective of reverse logistics. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3622, 2018.

LIMA, L. B.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, H. O.; BITU, P. G. Uso de agroquímicos na produção de hortaliças em Farias Brito-CE. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, 2015.

LONDRES, F. (2011). **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**. Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MACEDO, L. R.; COLOMBELLI, G. L.; PORTO, A.; LORENZI JUNIOR, D. Logística Reversa das Embalagens de Agrotóxicos na Associação das Revendas de Defensivos Agrícolas da Região Centro do Estado do Rio Grande do Sul (ARDEC). **Espacios**, v. 36, n. 18, 2015.

MARNASIDIS, S.; STAMATELATOU, K.; VERIKOUKI, E.; KAZANTZIS, K. Assessment of the generation of empty pesticide containers in agricultural areas. **Journal of environmental management**, v. 224, p. 37-48, 2018.

MARQUES, M. D.; BRAGA JUNIOR, S. S.; MERLO, E. M.; MARINEZ, M. P. Percepção dos revendedores e centrais de coleta do InpEV na região da Alta Paulista, como participantes da logística reversa das embalagens de agrotóxicos. *Sustainability in Debate*, v. 7, n. 3, p. 62-78, 2016.

MARTINS, L. C.; AUGUSTO, L. G. da S.; PINHEIRO, M. D; SOARES, M. R.; POLIDORO, M.; HESS, S. C.; THEISEN, L. Informação Inter Setorial sobre Exposição aos Agrotóxicos e Danos à Saúde Reprodutiva. In: Augusto, Lia Giraldo da Silva (Org.). **Saúde reprodutiva e a nocividade dos agrotóxicos Reproductive health and the harmfulness of pesticides**. CADERNOS CRIS/FIOCRUZ 06/2024 24 de abril a 07 de maio de 2024, p. 202-274. Disponível em: <https://pipaufjrj.me.ufrj.br/wp-content/uploads/2024/04/Relatorio-Abrasco-2024-SR-e-Agrtx.pdf> Acesso em: 10 ago. 2024.

MARTINS, P. S. **Análise da constitucionalidade dos incentivos fiscais aplicados no caso dos agrotóxicos na contramão do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado**. 2023. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Direito) – Universidade Federal da Paraíba. 2023.

MASUMBUKO, D. R.; MWITANGABO, A. N.; BASENGERE, E. B.; ZAMUKULU, P. M.; MUBALAMA, L. K.; MUSHAGALUSA, G. N. Small-scale market gardeners' knowledge, attitudes and practices regarding the use of chemical pesticides in the Kabare territory (South-Kivu) in Eastern DR Congo. **Heliyon**, 2024.

McMILLIN, K. K. Review: Advancements in meat packaging. **Meat Science**, v 132, p 153-162, 2017.

MOREIRA, F. G. **Destinação de embalagens de defensivos agrícolas e atuação do IN-PEV na Serra da Ibiapaba e Litoral Metropolitano do Ceará**. 2023. 38 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

MPCE - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <https://mpce.mp.br/institucional/centros-de-apoio-operacional/caomace/> Acesso em: 10 ago. 2023.

NAGESH, P., BOER, H. J. de, WEZEL, A. P. Van, DEKKER, S. C., VUUREN, D. P. Development of chemical emission scenarios using the Shared Socio-economic Pathways. **Science of the Total Environment**, v. 836, p. 155530, 2022.

NASCIMENTO, C. E. S. do. **Levantamento sobre a agricultura familiar e o uso de agrotóxicos no Estado do Ceará**. 2018. 46 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável - IEDS, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

NURUZZAMAN, M. D.; RAHMAN, M. M.; LIU, Y.; NAIDU, R. Nanoencapsulation, nano-guard for pesticides: a new window for safe application. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 7, p. 1447-1483, 2016.

OGAWA, E. A. **Agrotóxicos, vida e produção: percepções, práticas e perspectivas no assentamento São José Operário/Pedra Preta-MT**. 2019. 178f. Dissertação (Mestre em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso. 2019.

OPOVO. **Fiscalização de uso e comércio de agrotóxicos revela irregularidades. O POVO, Fortaleza**, 15 out. 2015. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2015/10/fiscalizacao-de-uso-e-comercio-de-agrotoxicos-revela-irregularidades-e.html> Acesso em: 15 ago. 2024.

OLIVEIRA, T. J. A. de; NOGUEIRA, L. A.; RODRIGUES, W. Nos limites da sustentabilidade: a responsabilidade estendida do produtor na gestão de embalagens de agroquímicos. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e00761, 2023.

ONU-ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável: um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade**. Nova York: ONU, 2015.

PAIVA, B. K. V. **Embalagens vazias de agrotóxicos no Ceará: um estudo preliminar sobre a problemática social, ambiental e da saúde do trabalhador (2017)**. Embalagens vazias de agrotóxicos no Ceará: um estudo preliminar sobre a problemática social, ambiental e da saúde do trabalhador. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (tecnologia em gestão ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (Campus Fortaleza) 2017.

PAIVA, B. K. V.; DE AQUINO, M. D. Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos: estudo de caso sobre o recebimento itinerante no estado do Ceará. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, p. 797-809.

PAIVA, B. K. V.; SANTOS, G. O. Embalagens vazias de agrotóxicos no Ceará: um estudo preliminar sobre a problemática social, ambiental e da saúde do trabalhador. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 61-71, 2018.

PALMISANO, T. Narratives and practices of pesticide removal in the Andean valleys of Chile and Argentina. **Environmental Science & Policy**, v. 139, p. 149-156, 2023.

PALOMARES, J. A.; BETANCOURT, O. J. B.; CARLOS, E. dos S. Reutilización de envases de agrotóxicos como práctica sostenible e incentivo económico para los agricultores rurales en Venezuela. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, n. 1, p. e18167-e18167, 2023.

PANTA, A. M. S.; GALLOTI, R. L.; BARROSO, M. L. A.; FERREIRA, C. V. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos no município de Frutal/MG no contexto nacional. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 20, n. 1, p. 01-17, 2023.

PÊGO, K. R.; PEREIRA LIMA, Í. A. A importância do receituário agrônômico para o uso segu-ro e legal de produtos agrotóxicos. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, 2021.

PELAEZ, V. M.; SILVA, L. R. da; GUIMARAES, T. A.; DAL RI, F.; TEODOROVICZ, T. A (des) coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, p. 153-178, 2015.

PICUNO, C.; ALASSALI, A.; SUNDERMANN, M.; GODOSI, Z. PICUNO, P.; KUCHTA, K. Decontamination and recycling of agrochemical plastic packaging waste. **Journal of hazardous materials**, v. 381, p. 120965, 2020.

PIMENTEL, D., BURGESS, M. (2014). Environmental and Economic Benefits of Reducing Pesticide Use. In Pimentel, D., Pesshin, R., (Eds) **In: Integrated pest management: Pesticide problems**. Springer, Dordrecht. (pp. 47-71). Vol 3.

PONCE-CABALLERO, C.; CARDEÑA-ECHALAZ, F.; GIACOMAN-VALLEJOS, G.; LILLE, M. V. de; GONGORA-ECHEVERRIA, V. R. Pesticide management and farmers perception of environmental and health issues due to pesticide use in the state of yucatán, mexico: A study case. **Revista internacional de contaminación ambiental**, v. 38, 2022.

PREFEITURA DE SOBRAL - **Comissão de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos realiza encontro para alinhar protocolos de controle de vendas**. Disponível em: <https://www.sobral.ce.gov.br/informes/principais/comissao-de-vigilancia-em-saude-de-populacoes-expostas-a-agrotoxicos-realiza-encontro-para-alinhar-protocolos-de-controle-de-vendas>. Acesso em: 11 set. 2023.

PURE EARTH, GREEN CROSSr. **World's Worst Pollution Problems. The New Top Six Toxic Threats: A Priority List for Remediation. Report p.68**. Disponível em: <http://www.worstpolluted.org/2015-report.html> . Acesso em : 12 set. 2023.

QUENTAL, R. L.; DE FIGUEIREDO BELÉM, J.; DE OLIVEIRA, A. L. O uso de produtos agrotóxicos: destinação das embalagens. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37292-37308, 2020.

REMBISCHEVSKI, P.; CALDAS, E. D. Agroquímicos para controle de pragas no Brasil: análise crítica do uso do termo agrotóxico como ferramenta de comunicação de risco. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 6, n. 4, p. 2-12, 2018.

RIBEIRO, S. T. **Avaliação de contaminação hídrica por agroquímico, em área de perímetro irrigado em região semiárida do Ceará. Estudo de caso: açude Ayres de Sousa**. 2022. 90f. Dissertação (Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (Campus Fortaleza). 2022.

RIGK. **Corporation for the recovery of industrial and commercial plasticac packaging Ltd.** Disponível em: <https://www.rigk.de/ruecknahmesysteme/ruecknahmesysteme-vertreiber/detail/pre-system> Acesso em: 10 ago. 2024.

RIGOTTO, R. M.; FREITAS, B. M. C., MAIA, R., GADELHA, D., Pontes, A., TEIXEIRA, M., COSTA, D., ROCHA, M., FERREIRA, M., MONTEZUMA, T. Perímetros irrigados e direitos violados no Ceará e Rio Grande do Norte: “por que a água chega e a gente tem que sair?” **Revista Pegada**, v. 17, n. 2, p. 122-144, 2016. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/4684/3594>. Acesso em: 11 ago. 2023.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, p. 1360- 1362, 2014.

ROCHA, R. R. O.; ALVAREZ, V. M. P. Fiscalização Ambiental De Agrotóxicos No Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e02012, 2023.

RODRIGUES, M. A.; LOPES, J. B.; SILVA, E. A. da. Gestão das embalagens de agrotóxicos do Cerrado Piauiense. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, p. e00711, 2021.

RODRIGUES, M. A.; LOPES, J. B.; SILVA, E. A. Logística reversa de embalagens de agrotóxicos. **Revista Campo-Território**, v. 13, n. 31, p. 280–302, 30 dez. 2018.

RODRIGUES, R. M.; BRAGA, B. B.; RODRIGUES, L. M.; RODRIGUES, M. da S. T.; SILVEIRA, C. da S. Análise do assoreamento do reservatório Ayres de Sousa, Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - SBRH, XXII., 26 nov. a 01 dez. 2017, Florianópolis, Santa Catarina Brasil. **Anais [...]** Florianópolis, Santa Catarina, 2017.

SALEM, A. B., CHAABANE, H., LAHBIB, N., SALGHI, R. FATTOUCH, S. Management of phytosanitary effluent: Rinsing and decontamination of empty pesticide containers by bio-detergent. **Crop Protection**, v. 116, p. 142-155. 2019.

SANTIAGO, M. T. B., LIMA, M. H. G. de; SECUNDINO, J. M. G., SILVA, T. S. da. (2020). Gerenciamento de embalagens de agrotóxicos: estudo de caso da usina trapiche. In Silva, T. S. da, Marques, M. N., El-Deir, S. G. **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade**. Edufrpe e Gampe/UFRPE Recife (112-120). 1ª edição

SANTOS, A. P. **A avaliação da logística reversa das embalagens de agroquímicos no Brasil**. 2016. 63f. Monografia. Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará. 2016.

SANTOS, J. da C.; SANTOS, M. I. G. dos. Consequências do uso de agrotóxicos na agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 10, e111121043556, 2023.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA - SEMA. **Fiscalização Integrada de Comércio e Uso de Agrotóxico**. Disponível em: <https://www.SEMA.ce.gov.br/fiscalizacao-integrada-de-comercio-e-uso-de-agrotoxico/> Acesso em: 10 ago. 2023

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – SEMACE. **Semace fiscaliza venda de agrotóxicos em sete municípios**. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2019/10/25/semace-fiscaliza-venda-de-agrotoxicos-em-sete-municipios/> Acesso em 20 ago.2024

SELLITTO, M. A. (2018). Reverse logistics activities in three companies of the process industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, p. 923–931. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618309430?via%3Dihub> Acesso: 05 set. 2024.

SHARIFZADEH, M. S.; ABDOLLAHZADEH, G.; DAMALAS, C. A.; REZAEI, R.; AHMADYOUSEFI M. Determinants of pesticide safety behavior among Iranian rice farmers. **Science of the Total Environment**, v. 651, p. 2953-2960, 2019.

SHARMA, N., SINGHVI, R. (2017). Efeitos de fertilizantes químicos e pesticidas na saúde humana e no meio ambiente: uma revisão. **Revista Internacional de Agricultura, Meio Ambiente e Biotecnologia**, 10, 675-679. <https://doi.org/10.5958/2230-732X.2017.00083.3>.

SHATTUCK, A.; WERNER, M.; MEMPEL, F.; DUNIVIN, Z; GALT, R. Global pesticide use and trade database (GloPUT): New estimates show pesticide use trends in low-income countries substantially underestimated. **Global Environmental Change**, v. 81, p. 102693, 2023.

SILVA, A. C. da S.; CABRAL, N. R. A. J.; CABRAL, G. A. J. A situação dos agrotóxicos e suas implicações ambientais no Estado do Ceará. In: **Congresso Brasileiro de Química 58º.**, São Luís / MA, Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2018/trabalhos/5/1060-26439.html> Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, Á. M. B. da; RIBEIRO, A. R. B.; SANTOS, M. V. do N.; LIMA, T. L. de A. Impactos ambientais, sociais e econômicos da logística reversa; uma revisão bibliográfica. In: SANTOS, J. P. de O.; SILVA, R. C. P; MELLO, DP; EL-DEIR, S G (org.). **Resíduos sólidos: Impactos Socioeconômicos e Ambientais**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 186-197.

SILVA, F. M. da, COELHO, D. C., FERREIRA, P. M. de L., SOUSA, E. M. L. de, AZEVEDO, P. B. de, ALMEIDA, I. P. de, MARACAJA, P. B., MEDEIROS, A. C. de. Os riscos no uso indiscriminado de agrotóxicos: uma visão bibliográfica. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 9, n. 1, p. 77-84, 2015.

SILVA, I. A. F.; BRESSAN, I; PANTALEÃO, E. de O.; PIRES, W. L. R.; SILVA, J. G. da. Logística reversa e responsabilidade compartilhada: caso das embalagens de agrotóxicos em Mato Grosso. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, 2016.

SILVA, J. P. V. da. **Utilização de análise multicritério para implantação de um modelo de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos para a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE**. 2018. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) -Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SIQUEIRA, B. B; BRESSIANI, T. S. C. O uso de agrotóxicos e os impactos na saúde do trabalhador rural: uma revisão sobre o herbicida glifosato. **Vértices** (Campos dos Goitacazes), v. 25, n. 2, p. 1-18, 2023.

SONAR, H.; SARKAR, B. D; JOSHI, P.; GHAG, N.; CHOUBEY, V.; JAGTAP, S. Navigating barriers to reverse logistics adoption in circular economy: An integrated approach for sustainable development. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 12, p. 100165, 2024.

SONG, J.; LIN, X.; WU, H.; HUANG, Z; GAN, T.; HU, H.; QIN, Y.; ZHANG, Y. Fabrication of biodegradable and cold-water-soluble starch/polyvinyl alcohol films as inner packaging materials of pesticides: Enhanced emulsification, dispersibility, and efficacy. **Carbohydrate Polymers**, v. 328, p. 121713, 2024.

SOUSA, E. M. de O. **O “Novo Modelo de Irrigação” e os colonos de Morada Nova: política para qual público.** 2005. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Políticas Públicas e Sociedade) - Universidade Estadual do Ceará. CE, Fortaleza.

SULTAN, M.; WAHEED, S.; ALI, U.; SWEETMAN, A. J.; JONES, K. C.; MALIK, R. N. Insight into occurrence, profile and spatial distribution of organochlorine pesticides in soils of solid waste dumping sites of Pakistan: Influence of soil properties and implications for environmental fate. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 170, p. 195-204, 2019.

SULTAN, M.; WAHEED, S.; ALI, U.; SWEETMAN, A. J.; JONES, K. C.; MALIK, R. N. Organochlorine pesticides (OCPs) in freshwater resources of Pakistan: A review on occurrence, spatial distribution and associated human health and ecological risk assessment. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 249, p. 114362, 2023.

SUN, S.; SIDHU, V.; RONG, Y.; ZHENG, Y. Pesticide pollution in agricultural soils and sustainable remediation methods: a review. **Current Pollution Reports**, v. 4, p. 240-250, 2018.

TEIXEIRA, M. E. B.; DINIZ, A. S. Marcas do abandono: O caso do perímetro irrigado Ayres de Souza, Jaibaras – Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 17, n. 1, p. 30-44, Mar. 2015.

TEIXEIRA, M. E. B.; DINIZ, A. S. **Perímetro Irrigado Ayres de Souza: Da instalação aos dias atuais.** Editora: Novas Edições Acadêmicas. 2017

TYGEL, A., GURGEL A. do M., HOINKES, C., CHEMNITZ, C., GOULSON, D., MALDONADO E., CASTRO, F. P. de BUTSCHER-SCHADEN, H., ZALLER, J., SOUZA, J., DOLCE, J., SANTORUM, J. A., WENZ, K., BOMBARDI, L., MELGAREJO, L., BESERRA, L., FREITAS, L. M. de, SOARES, M. R., MERTENS, M., PITTELKOW, N., RIBEIRO, S., BOLLMOHR, S., HAFFMAN, S., BÖDEKER, W. (2023). **Atlas dos agrotóxicos: Fatos e dados do uso dessas substâncias na agricultura.** Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll.

VALBUENA, D.; CELY-SANTOS, M.; OBREGÓN, D. Agrochemical pesticide production, trade, and hazard: Narrowing the information gap in Colombia. **Journal of Environmental Management**, v. 286, p. 112141, 2021.

VIANA JÚNIOR, M. M.; LOPES, A. R. S. **Como matar abelhas – agronegócio e comunidades do Tabuleiro do Norte. Ceará 2018-2021.** Fortaleza: Pangeia Editora, 2023.

VIEIRA, M. M. **Agricultura familiar e agrotóxicos: desenvolvimento, transformações capitalistas e percepções de agricultores no interior do Ceará.** 2021. 205 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Programa de Pós-graduação em Sociologia, Centro de Humanidades, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

XIMENES, A. V. S. F. M. **A política de perímetros irrigados e suas implicações nos projetos cearenses Ayres de Souza e Araras Norte.** 2018. 190 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

XIMENES, A.V. S. F. M. O Perímetro Irrigado Ayres de Souza: Apontamentos e discussões. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 22, n. 2, p. 169-180, 2020.

XU, X.; ZHANG, Z.; KUANG, Y. LI, CHANG.; SIN, M.; ZHANG, L.; CHANG, D. Waste pesticide bottles disposal in rural China: Policy constraints and smallholder farmers' behavior. **Journal of Cleaner Production**, v. 316, p. 128385, 2021.

YANAGIHARA, D.; BRAGAGNOLO, C. Custo-benefício da logística reversa de embalagens vazias de agroquímicos no Brasil. **Revista IPecege**, v. 4, n. 2, p. 16–24, 4 jun. 2018.

**APÊNDICE 1****QUESTIONÁRIO – ACACE /INPEV POSTO DE RECEBIMENTO DE UBAJARA**

- 1 – Há quanto tempo a empresa está atuando?*
- 2-A empresa é licenciada pelos órgãos ambientais?*
- 3- A empresa é fiscalizada pelos órgãos ambientais?*
- 4-Como é o contato com os geradores do resíduo por vocês coletado?*
- 5-Há contrapartida dos geradores em virtude da participação no SCL?*
- 6-Há capacitação continua para os geradores?*
- 7-Há resistência em participar do SCL?*
- 8-Qual a frequência da coleta itinerante?*
- 9-Como é realizada a divulgação do SCL no estado?*
- 10- Como é feito o armazenamento das embalagens?*
- 11-Há processo de descontaminação realizado na unidade?*
- 12-Qual a destinação das embalagens?*
- 13-Há algum plano de expansão do programa no estado?*
- 14-Quais os maiores desafios de implementação do SCL?*
- 15-Qual a localidade representa o maior gerador desse posto de coleta?*
- 16-Quanto de resíduo proveniente de Sobral é recebido?*

## APÊNDICE 2

### QUESTIONÁRIO – ÓRGÃOS AMBIENTAIS

*1-Como o órgão ambiental tem aplicado o que dispõe a Política Nacional de Resíduos Sólidos a respeito da logística reversa das embalagens de agrotóxicos?*

*2-Há campanhas frequentes de conscientização e/ou fiscalização?*

*3 - Como é feito o acompanhamento do Programa Sistema Campo Limpo?*

*( ) Solicitação de relatórios. Frequência: ( ) Mensal ( ) Trimestral ( ) Semestral ( ) Anual*

*( ) Outra:*

*( ) Fiscalizações. Frequência: ( ) Mensal ( ) Trimestral ( ) Semestral ( ) Anual*

*( ) Outra:*

*( ) Outra: \_\_\_\_\_*

*( ) Não há acompanhamento.*

*4 - Quais as maiores dificuldades e desafios quanto a implantação de sistemas de logística reversa no Estado ou Município?*

*( ) Ausência de políticas específicas em âmbito estadual ou municipal*

*( ) Resistência dos diversos entes em assumir a responsabilidade compartilhada*

*( ) Ausência de diálogo entre os elos que compõe essa cadeia logística*

*( ) Ausência de programas de educação ambiental e divulgação da Logística Reversa*

*( ) Carência de corpo técnico*

*( ) Ausência de fiscalização*

*( ) Outras: \_\_\_\_\_*

*5– Há fiscalização e/ou acompanhamento das ações relativas a logística reversa de embalagens de agrotóxico?*

*6 - Quais ações a instituição tem desenvolvido ou participado em conjunto com outra instituição em relação a logística reversa de embalagens de agrotóxico?*

*7- O Estado/Município dispõe de uma política de resíduos sólidos ou de leis específicas que tratem sobre a logística reversa? ( ) Sim.*

**APÊNDICE 3**  
**QUESTIONÁRIO – AUDIPAS E ASSOCIAÇÕES DE AGRICULTORES**

- 1-Qual o tipo de cultura plantada?*
- 2-Quantas pessoas trabalham nas unidades/lotes?*
- 3-Há quanto tempo desenvolvem essa atividade?*
- 4-Quais as pragas mais comuns?*
- 5-Há uso de algum tipo de agrotóxico?*
- 6-Recebem ou receberam algum tipo de orientação técnica para a pratica agrícola?*
- 7-Qual o destino da produção?*