

Prospecção de Patentes sobre a Gestão de Embalagens de Agrotóxicos

Prospecting for Patents on Pesticide Packaging Management

Selma Jeane Fonseca¹, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim¹, Michely Correia Diniz¹

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

Resumo

O Brasil se destaca como um dos principais produtores agrícolas globais, sendo um dos países que mais utilizam agrotóxicos. O descarte inadequado das embalagens desses produtos pode resultar em sérios danos ambientais, como contaminação do solo e da água. Por isso, é vital que haja tratamento adequado para os recipientes utilizados. Este estudo teve como objetivo identificar as tecnologias disponíveis no Brasil para lidar com as embalagens de agrotóxicos, avaliando sua efetividade e identificando áreas que demandam o desenvolvimento de novas soluções. A metodologia empregada incluiu revisão bibliográfica e prospecção de patentes. As pesquisas revelaram a existência de 17 tecnologias patenteadas entre 1992 e 2023, com destaque para o Inpev, responsável por mais de 40% das patentes. Processos de reciclagem foram os mais representativos, seguidos de métodos de fabricação a partir do produto reciclado. Os dados sugerem a importância de investir em novas tecnologias com o propósito de gerar um setor agrícola mais sustentável.

Palavras-chave: Logística Reversa; Inovação Tecnológica; Resíduos Agroquímicos.

Área Tecnológica: Prospecção Tecnológica de Assuntos Específicos.

Abstract

Brazil stands out as one of the main global agricultural producers, being one of the countries that use the most pesticides. Improper disposal of packaging for these products can result in serious environmental damage, such as soil and water contamination. Therefore, it is vital that there is adequate treatment for the containers used. This study aims to identify the technologies available in Brazil to deal with pesticide packaging, evaluating their effectiveness and identifying areas that require the development of new solutions. The methodology used included bibliographic review and patent prospecting. The research revealed the existence of 17 patented technologies between 1992 and 2023, with emphasis on INPEV, responsible for more than 40% of patents. Recycling processes were the most representative, followed by manufacturing methods from the recycled product. The data suggests the importance of investing in new technologies aiming for a more sustainable agricultural sector.

Keywords: Reverse Logistics; Technological Innovation; Agrochemical Waste.



1 Introdução

Nos últimos 40 anos, a produção agropecuária brasileira registrou um notável desenvolvimento, o que classifica o país como um potencial fornecedor de alimentos no futuro. O agronegócio desempenhou um papel importante no impulso do crescimento econômico do Brasil. Somente em 2020, a contribuição total de bens e serviços gerados pelo setor alcançou a marca de R\$ 1,98 trilhão, equivalente a 27% do PIB nacional. Entre os segmentos do agronegócio, o ramo agrícola se destaca como o maior, representando 70% desse valor, ou seja, R\$ 1,38 trilhão (Instituto CNA, 2023).

O Brasil conquistou reconhecimento como uma potência global na produção agropecuária. No entanto, à medida que se destaca nessa atividade econômica, também se torna um dos principais consumidores de agrotóxicos em todo o mundo (Vipievski; Vargas; Bet, 2022).

No ano de 2022, o Ibama recebeu 6.266 relatórios autodeclaratórios sobre a produção, a importação, a comercialização e a exportação de agrotóxicos no país, conforme exigido pelo Decreto n. 4.074/2002. Segundo o documento citado, as vendas de produtos químicos e bioquímicos atingiram 800.652 toneladas de ingredientes ativos, um aumento de 11% em relação a 2021 que atingiu 720.870 toneladas (Ibama, 2024).

Há uma estimativa de que o Brasil ocupa a posição de segundo maior mercado de agrotóxicos em âmbito mundial, com vendas em torno de US\$ 12,1 bilhões, em 2020 (Sindiveg, 2016).

No entanto, quando se leva em consideração a extensão da área plantada, que é bastante significativa, fica-se atrás de países como Japão, Coreia do Sul, Alemanha, França, Itália e Reino Unido, ocupando a 7ª posição em custos de consumo por área cultivada e a 27ª posição quando se compara consumo por área plantada com 6,7 kg/ha, ficando atrás do Chipre (8,2), da Holanda (7,9), da Bélgica (6,6) e da Itália (6,1) (Alves; Alva, 2022; Boschiero, 2022).

O descarte inadequado das embalagens de agrotóxicos pode resultar na contaminação das águas, com a infiltração de resíduos de agrotóxicos nos lençóis freáticos, rios, córregos, lagos e outros corpos d'água (Souza; Favaro, 2007). A destinação final de embalagens de agrotóxicos demanda uma integração abrangente de todos os elementos envolvidos em sua fabricação, comercialização, utilização, licenciamento, fiscalização e monitoramento das atividades relacionadas a elas (Oliveira *et al.*, 2013).

A logística reversa, em conjunto com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), desempenha um papel importante no retorno das embalagens de agrotóxicos, enfatizando a preocupação com o meio ambiente. Ao longo do tempo, novas abordagens foram incorporadas ao conceito, abrangendo o retorno de produtos, a reciclagem, as ações para substituição e/ou reutilização de materiais, a disposição adequada de resíduos, a reparação, o reaproveitamento e a remanufatura de materiais, incluindo também a consideração da eficiência ambiental (Motta, 2013).

A implementação eficiente da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos é importante na redução dos impactos ambientais resultantes do descarte inadequado dessas embalagens, sendo uma abordagem gradualmente empregada no setor agrícola, com o propósito de direcionar adequadamente a destinação dos resíduos perigosos gerados na atividade (Oliveira, 2012).

Conforme prevê a legislação específica, é de responsabilidade do agricultor realizar a tríplice lavagem, perfurar as embalagens rígidas e devolvê-las no prazo de um ano a partir da data da compra no local indicado na nota fiscal. Por sua vez, o comerciante deve disponibilizar um local para a devolução, já mencionado na nota fiscal de venda. Os postos/centrais de recebimento têm a função de receber as embalagens vazias, separando-as em contaminadas e não contaminadas. Por fim, cabe ao fabricante do produto encaminhar as embalagens devidamente lavadas para reciclagem ou incineração (Panta *et al.*, 2022).

O descarte correto das embalagens de defensivos agrícolas é de fundamental importância para o meio ambiente. O retorno dessas embalagens ao processo produtivo, por meio da logística reversa, é uma ferramenta essencial para reduzir os impactos ambientais gerados por esse material (Oliveira; Corrêia, 2020).

2 Metodologia

A presente pesquisa possui uma abordagem qualiquantitativa e foi realizada nos meses de junho e dezembro de 2023. A revisão bibliográfica foi concretizada por meio da busca de artigos, dissertações e demais literaturas relacionadas ao uso de agrotóxicos no Brasil e da tecnologia utilizada na reciclagem das embalagens dos defensivos agrícolas, por meio das plataformas do Periódico Capes, Scielo, Google Scholar e Google, utilizando-se as combinações de palavras descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Palavras-chave e plataformas de pesquisa

Palavras-chave	Plataformas de Pesquisa
Uso de agrotóxicos Agrotóxicos no Brasil Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev) Embalagens de agrotóxicos Reciclagem de embalagens de agrotóxicos Reciclagem de recipientes de defensivos agrícolas Sistema Campo Limpo Inpev Agricultural chemical Management packaging Pesticide Management packaging Agrochemicals Management packaging agricultural chemicals Management packaging Recycling Management packaging Pesticide technology packaging Management Agrochemicals Management packaging technology	Periódico Capes, Scielo, Google Scholar e Google

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2023)

Em seguida, foram realizadas pesquisas relativas à legislação aplicada ao tema, bem como às tecnologias utilizadas no processo de tratamento e de reciclagem das embalagens de agrotóxicos no Brasil.

Na sequência, foram examinadas, no mês de junho de 2023, quatro bases tecnológicas: o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); o Patentscop; o portal de busca de patentes *on-line* mantido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI); e o Orbit para

levantamento patentário acerca das tecnologias existentes para tratamento e reciclagem de recipientes de agrotóxico.

Nas bases de dados patentárias aplicadas, foram realizadas pesquisas em português, por meio das ferramentas “busca avançada” e “busca inteligente”. Os termos da pesquisa foram associados pelo conector booleano “AND”, e a truncagem foi feita com o uso do carácter “*” ao final da(s) palavra(s) pesquisada(s), conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Palavras-chave usadas nas bases tecnológicas de patentes

EMBALAGEM AND AGROTÓXICOS RECIPIENTE AND AGROTÓXICOS EMBALAGE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA* EMBALAGE* AND AGROTÓXICO* RECIPIENTE* AND AGROTÓXICO* RECICLAGEM AND EMBALAGEM* RECICLAGEM AND EMBALAGEN* AND AGROTÓXICO* RECICLAGEM AND RECIPIENTE* AND AGROTÓXICO* RECICLAGEM AND RECIPIENTE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA* RECICLAGEM AND EMBALAGE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA* RECICLAGEM AND EMBALAGE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA* RECICLAGEM AND EMBALAGE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA* INPEV INSTITUTO AND NACIONAL AND DE AND PROCESSAMENTO AND DE AND EMBALAGENS AND VAZIAS
--

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2023)

Os dados das patentes identificadas foram exportados para planilhas com o intuito de realizar análises posteriores. Essas análises incluíram o número total de patentes, os títulos, o resumo, os inventores, os principais depositantes e o ano de publicação. Foram identificadas as principais tendências e o padrão das tecnologias existentes, bem como os depositantes que lideram em termos de números de depósito de patentes.

3 Resultados e Discussão

Entre os marcos regulatórios que norteiam a reciclagem das embalagens de agrotóxicos no Brasil, destacam-se as normas descritas no Quadro 3.

Quadro 3 – Principais normas sobre embalagens de agrotóxicos

NÚMERO DA NORMA	CONTEÚDO
Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002	Regulamenta a Lei n. 7.802/89, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, o controle, a inspeção e a fiscalização de defensivos agrícolas, seus componentes e afins (Brasil, 2002).
Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010). Regulamentada pelo Decreto n. 10.936/2022 (Brasil, 2022).
Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989	Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, o destino final dos resíduos e embalagens, a fiscalização de agrotóxicos (Brasil, 1989).
Decreto n. 11.413, de 13 de fevereiro de 2023	Revoga o Decreto n. 11.044 de 13 de abril de 2022 e institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral (Brasil, 2023a).
Lei n. 14.785, de 27 de dezembro de 2023	Dispõe sobre pesquisa, experimentação, produção, embalagem, rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização, utilização, importação, exportação e destinação final de resíduos e embalagens. Também abrange o registro, controle, fiscalização de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e afins. Revoga a Lei n. 7.802/89 e a Lei n. 9.974/2000 e partes dos anexos da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e da Lei n. 9.782, de 26 de janeiro de 1999 (Brasil, 2023b).

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2023)

Entre as normas mencionadas anteriormente, merece destaque, em razão da sua relevância para o tema, a recente Lei n. 14.785/2023 que estabelece as diretrizes para a produção, o transporte, o armazenamento e a destinação final dos resíduos e das embalagens de agrotóxicos.

Trinta anos após a elaboração da primeira lei sobre agrotóxicos, o legislativo brasileiro publicou a Lei n. 14.785/2023, a qual apresenta a regulamentação mais abrangente sobre agrotóxicos no país. Segundo De Itoz e Pereira (2024), a referida norma, composta de 66 artigos, apresenta um enfoque mais técnico ao regulamentar aspectos como embalagens, registro, qualificação, controle, inspeção e fiscalização dos agrotóxicos.

A legislação anterior estabelecia que o registro e o controle dos agrotóxicos eram realizados pelos órgãos federais de agricultura, saúde e meio ambiente, conforme apontam suas competências específicas. No entanto, a Nova Lei de Agrotóxicos estabelece em seus artigos 5º e 7º que os registros serão concedidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama) (Santos, 2024).

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incluindo as embalagens de defensivos agrícolas, juntamente com a implementação da logística reversa, é um dos princípios fundamentais estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Duarte, 2019).

A Lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos impõe em seu artigo 33, inc. I, a inclusão do sistema de logística reversa, incluindo as embalagens de agrotóxicos no rol dos itens obrigatórios:

São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, [...], importadores, distribuidores e comerciantes de: (Regulamento) (Vide Decreto n. 11.413, de 2023)

I – Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas (Brasil, 2010, art. 33).

Com a criação do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias em 2001, houve um aumento na eficiência do descarte apropriado e na reutilização de embalagens de agrotóxicos. Essa entidade trabalha em colaboração com fabricantes, agricultores e o governo. Esses agentes compartilham ações e atividades, incluindo o tratamento, o armazenamento e o transporte das embalagens, promovendo também a conscientização da sociedade sobre a importância do uso adequado de agrotóxicos, das medidas

preventivas para manuseio adequado e da devolução e/ou do descarte correto das embalagens (Labinas; Araújo, 2016).

Sistema Campo Limpo é o nome do programa brasileiro de logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas, no qual o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev) atua como núcleo de inteligência. Esse sistema abrange todas as regiões do país e tem como base o conceito de responsabilidade compartilhada, desse modo, agricultores, indústria fabricante, canais de distribuição e poder público têm papéis e responsabilidades específicas no fluxo de funcionamento do programa, definidos por lei (Inpev, 2023a).

De acordo com um estudo conduzido pela Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef), no ano de 1999, à época, metade das embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil eram doadas ou vendidas sem nenhum tipo de controle. Um quarto dessas embalagens era queimado ao ar livre, enquanto 10% permaneciam armazenadas ao relento e 15% eram simplesmente abandonadas no campo (Duarte, 2019).

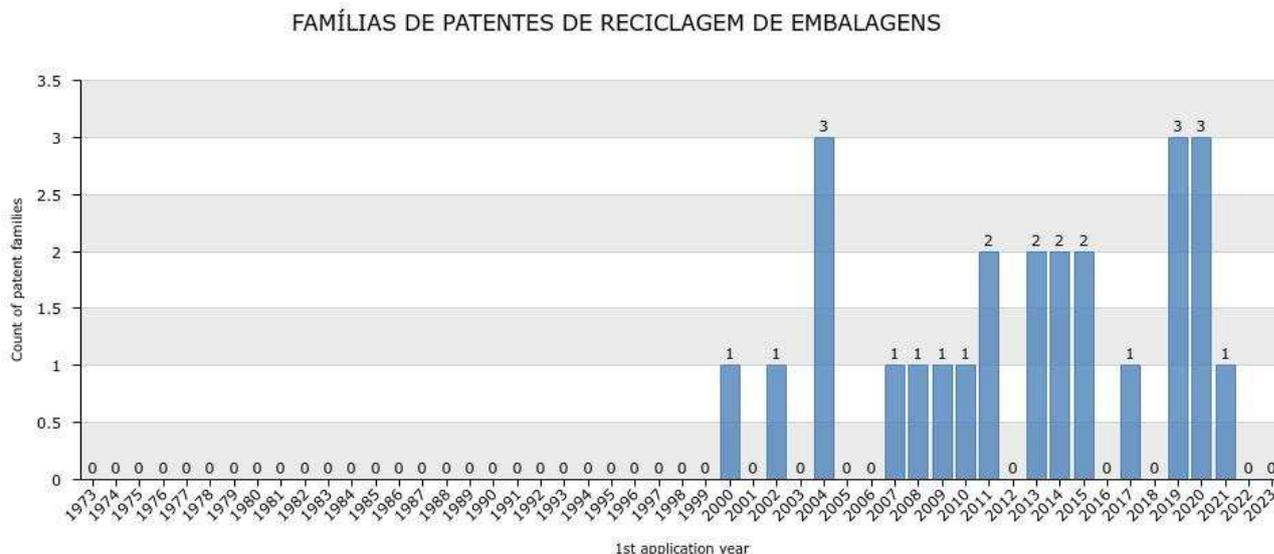
Os três possíveis destinos para as embalagens de agrotóxicos, de acordo com a norma NBR 14935:2003, são: reciclagem, incineração industrial e utilização em fornalhas de instalações agroindustriais (ABNT, 2003). A reciclagem de embalagens plásticas, principalmente as não contaminadas, resulta em diversos produtos para a construção civil, como conduítes, caixas de fiação elétrica

e barricas plásticas, todavia, o PP (material das tampas) é o único que retorna integralmente ao ciclo dos agrotóxicos, desempenhando o mesmo papel anterior (RPC) (Oliveira, 2019).

Apenas um artigo foi localizado na pesquisa de revisão bibliográfica em busca de literaturas relacionadas às tecnologias utilizadas na reciclagem de embalagens de agrotóxicos. Com o título “*Tratamento de Efluente Industrial Sintético visando a Remoção do Glifosato por meio de Oxidação Avançada*”, esse artigo investigou a eficácia de um processo oxidativo avançado, aplicando gradualmente diversos agentes oxidativos para eliminar uma formulação comercial de glifosato – o agrotóxico mais utilizado no mundo – em matriz aquosa. Conforme apontam as conclusões do autor, ficou evidenciado que é viável realizar a remoção do glifosato de maneira eficaz, empregando uma técnica ágil e altamente eficiente (Aranha *et al.*, 2023).

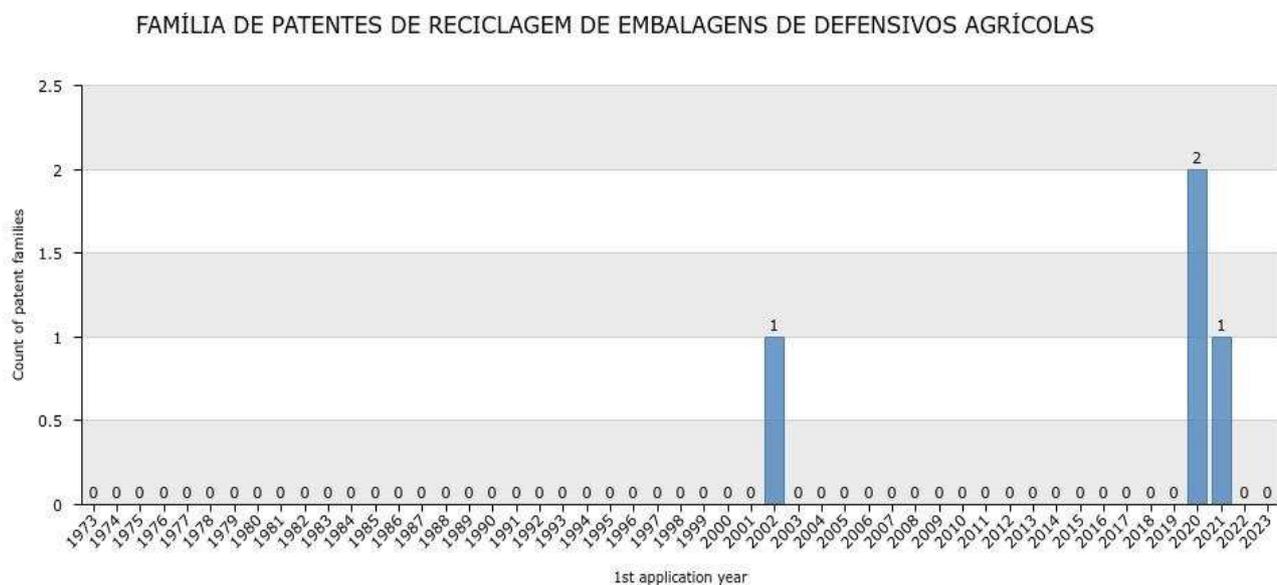
Ao realizar pesquisas em plataformas de patentes, foi constatada a existência de diversas invenções e de modelos de utilidade relacionados à reciclagem em geral. No entanto, quando se realiza uma pesquisa mais específica e direcionada, utilizando-se como filtros a busca de patentes brasileiras de tecnologias para a gestão de embalagens de agrotóxicos ou defensivos agrícolas, o número de patentes apresentado no resultado da busca pode ser considerado pequeno. Como exemplo, apresenta-se a seguir os Gráficos 1 e 2 extraídos da plataforma Orbit.

Gráfico 1 – Famílias de Patentes de Reciclagem: embalagens em geral



Fonte: Plataforma Orbit (2023a)

Gráfico 2 – Família de Patentes de Reciclagem: defensivos agrícolas



Fonte: Plataforma Orbit (2023b)

Tabela 1 – Palavras-chave, plataformas e resultado da busca por patentes

	PALAVRAS-CHAVE (EM PORTUGUÊS)	BASES DE PESQUISA			
		INPI	PATENTSCOPE	ORBIT	LENS
		QUANTIDADE			
1	EMBALAGE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA*	5	8	4	0
2	EMBALAGE* AND AGROTÓXICO*	1	7	1	1
3	RECIPIENTE* AND AGROTÓXICO*	0	3	0	0
4	RECIPIENTE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA*	0	0	2	0
5	RECICLAGEM AND EMBALAGEM*	10	0	5	2
6	RECICLAGEM AND EMBALAGEN* AND AGROTÓXICO*	1	0	0	0
7	RECICLAGEM AND RECIPIENTE* AND AGROTÓXICO*	0	2	0	0
8	RECICLAGEM AND RECIPIENTE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA*	0	2	0	0
9	RECICLAGEM AND EMBALAGE* AND DEFENSIVO* AND AGRÍCOLA*	3	5	4	0
10	RECICLAGEM AND EMBALAGE* AND AGROTÓXICO*	1	6	1	0
11	INPEV	0	4	0	6
12	INSTITUTO AND NACIONAL AND DE AND PROCESSAMENTO AND DE AND EMBALAGENS AND VAZIAS	2	4	2	4

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2023)

Foi efetuada a busca por patentes nas plataformas INPI, Patentscope, Orbit e Lens, conforme descrito na Tabela 1.

Inicialmente foi possível observar que o número de patentes encontradas é relativamente pequeno, dada a importância e a necessidade de desenvolvimento tecnológico na área em questão. Consoante se depreende na Tabela 1, independentemente das palavras-chave utilizadas ou da plataforma de busca, que os números de patentes pertinentes ao tema não ultrapassou 10 registros por busca. Verificou-se que o depositante com o maior número de patentes é o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev, 2023c), sendo os demais, em sua maioria, pessoas físicas.

Há que se assinalar que algumas patentes se repetiam, e foram registradas em duplicidade conforme eram localizadas em cada plataforma patentária, todavia foram contabilizadas como unidades no total de patentes.

Anotese ainda que os números aqui apresentados não são absolutos nem refletem com exatidão todas as tecnologias brasileiras existentes para gestão de embalagem de defensivos agrícolas, haja vista a forma como foram realizadas as pesquisas (palavras-chave utilizadas), que possivelmente não alcançou todas as patentes registradas relativas ao tema.

Quanto às tecnologias disponibilizadas, a prospecção de patentes de produtos e de processos de reciclagem de embalagens de agrotóxicos revela que foram criadas as seguintes tecnologias: processo para reciclagem de recipientes; equipamento para lavagem das embalagens; equipamento para evaporação de água; processo para fabricação de embalagens a partir de material plástico reciclado; processo para fabricação de peças plásticas com material plástico desprezado; sistema controlador de embalagens de devolução obrigatória e processo integrado para tratamento de lixo e produção de biocombustível (ver Quadro 4).

Quadro 4 – Principais tecnologias localizadas no INPI, Patentscope, Orbit e Lens (produtos e processos)

Número da Patente	Descrição – Depositante
BR 10 2020 009165 4	Processo para Reciclagem de Embalagens de Defensivos Agrícolas – Inpev
MU 8102319-7 ano 2001	Incorporador Portátil de Defensivos Agrícolas com Lavador de Embalagens sob Pressão – Carlos Renato de Almeida Dias
MU 7402105-2 – ano 1994	Processo de Destinação e Reaproveitamento de Embalagens de Agrotóxicos para Reciclagem – Guido José da Costa
BR 10 2020 023006 9 A2	Processo para Reciclagem de Embalagens Utilizadas na Contenção de Defensivos Agrícolas e o Tratamento da Respectiva Água de Lavagem – José Rodrigo Gomes dos Santos
WO/2023/023830	Processo para Reciclagem de Embalagens Coextrusadas de Defensivos Agrícolas – Inpev
WO/2021/222995	Processo para Reciclagem de Embalagens de Defensivos Agrícolas – Inpev
BR102013002897 – ano 2013	Processo Integrado para Tratamento do Lixo Depositado em Aterros Sanitários/Lixões e Produção de Biocombustíveis, Combustíveis e Produtos Químicos Renováveis – Ricardo Assmann
BR PI 9202914 – ano 1992	Equipamento para Lavagem de Embalagens Contendo Resíduos Químicos, Processo de Lavagem de Embalagens e Processo de Pré-Mistura ou Diluição de Produtos Químicos – Rodhia Agro
WO/2015/149142	Sistema, Equipamento e Processo de Reciclagem de Embalagens Plásticas – Gustavo Eugenio e outros
PI1100796-6 – ano 2011	Sistema Controlador de Embalagens com Devolução Obrigatória – Leandro Antônio Alba
BR 10 2012 031662 5 – ano 2012	Uso de Embalagem Cartonada – Iharabras S.A. Indústrias Químicas
BR 10 2021 016837 4	Processo para Reciclagem de Embalagens Coextrusadas de Defensivos Agrícolas – Inpev
BR PI0502767 A – ano 2005	Processo para Fabricação de Embalagens Plásticas Sopradas a Partir de Material Plástico Reciclado – Inpev
BR 0206900-8 A – ano 2003	Processo para Fabricação de Peças Plásticas com Material Plástico Desprezado – Inpev

Número da Patente	Descrição – Depositante
BR PI0205262-8 A – ano 2003	Equipamento para Evaporação de Água Previamente Utilizada em Procedimentos Industriais Diversos – Inpev
EP 4079798 A1 – ano 2020 (BR 102019027314 A)	Processo de Reciclagem de Embalagens Poliméricas Laminadas Utilizando Etileno Glicol – Edson Joaquim Antunes
US 2023/0058840 A1 (BR 102019027314 A)	Processo de Reciclagem de Embalagem de Polímero Laminado Com Etileno Glicol – Edson Joaquim Antunes

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2023)

Analisando as patentes localizadas pelo ano do depósito/publicação (Quadro 5), é possível constatar que em 1992 foi registrada uma tecnologia para lavagem das embalagens, em 1994 foi patenteado um processo de destinação e de

reaproveitamento das embalagens e somente em 2020 foi patenteada uma invenção que une as duas tecnologias, o que pode configurar uma inovação tecnológica.

Quadro 5 – Evolução das tecnologias de gestão de embalagens de agrotóxicos

Ano	Número da Patente	Descrição
1992	BRPI9202914 – ano 1992	Um Equipamento para Lavagem de Embalagens Contendo Resíduos Químicos, Processo de Lavagem de Embalagens e Processo de Pré-Mistura ou Diluição de Produtos Químicos
1994	MU 7402105-2 – ano 1994	Processo de Destinação e Reaproveitamento de Embalagens de Agrotóxicos para Reciclagem
2001	MU 8102319-7 – ano 2001	Incorporador Portátil de Defensivos Agrícolas com Lavador de Embalagens sob Pressão
2003	BR 0206900 A – ano 2003	Processo para Fabricação de Peças Plásticas com Material Plástico Desprezado
2003	BR 0205262 A – ano 2003	Equipamento para Evaporação de Água Previamente Utilizada em Procedimentos Industriais Diversos
2005	BR PI0502767 A – ano 2005	Processo para Fabricação de Embalagens Plásticas Sopradas a partir de Material Plástico Reciclado
2011	PI1100796-6 – ano 2011	Sistema Controlador de Embalagens com Devolução Obrigatória
2012	BR 10 2012 031662 5 – ano 2012	Uso de Embalagem Cartonada
2013	BR102013002897 – ano 2013	Processo Integrado para Tratamento do Lixo Depositado em Aterros Sanitários/Lixões e Produção de Biocombustíveis, Combustíveis e Produtos Químicos Renováveis
2015	WO/2015/149142	Sistema, Equipamento e Processo de Reciclagem de Embalagens Plásticas
2020	BR 10 2020 023006 9	Processo para Reciclagem de Embalagens Utilizadas na Contenção de Defensivos Agrícolas e o Tratamento da Respectiva Água de Lavagem 2020
2020	BR 10 2020 009165 4	Processo para Reciclagem de Embalagens de Defensivos Agrícolas
2020	EP 4079798 A1 – ano 2020 (BR 102019027314 A)	Processo de Reciclagem de Embalagens Poliméricas Laminadas Utilizando Etileno Glicol
2021	BR 10 2021 016837 4	Processo para Reciclagem de Embalagens Coextrusadas de Defensivos Agrícolas
2021	WO/2021/222995	Processo para Reciclagem de Embalagens de Defensivos Agrícolas

Ano	Número da Patente	Descrição
2023	WO/2023/023830	Processo para Reciclagem de Embalagens Coextrusadas de Defensivos Agrícolas
2023	US 2023/0058840 A1 (BR 102019027314 A)	Processo de Reciclagem de Embalagem de Polímero Laminado com Etileno Glicol

Fonte: Elaborado pelas autoras desse artigo

A partir da análise dos dados coletados, foi possível verificar que, apesar de existirem poucas patentes/tecnologias para reciclagem de embalagens de agrotóxicos, as existentes poderiam contribuir para a efetividade da logística reversa da seguinte forma:

Fluxograma 1 – Processo de reciclagem de embalagens de agrotóxicos

Início	1 – Embalagens adequadamente devolvidas por meio do sistema controlador de embalagens com devolução obrigatória	2 – Reciclagem	4 – Tratamento da água utilizada na lavagem das embalagens
		3 – Material reciclado utilizado na fabricação de peças, produtos ou embalagens	FIM

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2023)

Consoante se depreende do fluxograma acima, essas tecnologias utilizadas em conjunto podem viabilizar o adequado retorno e/ou gestão das embalagens de agrotóxicos, evitando-se a contaminação do solo e das águas.

O Inpev foi identificado como o depositante com maior número de pedidos de patentes de tecnologias voltadas para a reciclagem e o tratamento das embalagens de agrotóxicos junto ao INPI, e, de acordo com informações disponibilizadas em seu sítio na rede internet, o referido instituto faz uso das tecnologias criadas e mantém parceria com mais de 10 empresas recicladoras, as quais recebem e reciclam as embalagens vazias, resultando desse processo mais de 30 produtos, entre os quais, é possível citar artefatos para a construção civil, a indústria automotiva e a energia, as novas embalagens e as tampas de defensivos agrícolas, entre outros (Inpev, 2023b).

Segundo o Relatório de Sustentabilidade, elaborado pelo Inpev (2023), desde o ano de 2002, o Sistema Campo Limpo assegurou a destinação de 754 mil toneladas de embalagens de agrotóxicos. As tecnologias desenvolvidas/

patenteadas e as parcerias firmadas possibilitaram a gestão e a recuperação de resíduos não perigosos, incluindo aço, embalagens plásticas lavadas, papelão, tampas e alumínio de embalagens. O Sistema garante a destinação ambientalmente correta de 100% das embalagens recebidas, com 97% delas sendo recicladas (Inpev, 2023e, 2023d).

É importante observar que não foram encontradas tecnologias direcionadas à produção de embalagens de agrotóxicos reutilizáveis ou até mesmo biodegradáveis, inventos estes que certamente representariam um passo importante para a resolução do problema de poluição e de contaminação ambiental provocados pelas embalagens atualmente utilizadas. Outro ponto a ser destacado é a carência de tecnologias aplicadas às embalagens não laváveis, as quais são incineradas por não serem recicláveis. Essa área representa um nicho de oportunidade para inovar.

4 Considerações Finais

A prospecção tecnológica realizada para investigar as patentes referentes à gestão de embalagens de agrotóxicos apresentou um cenário revelador e desafiante. Os resultados obtidos possibilitam a elaboração de conclusões significativas sobre o estado atual e o futuro deste campo importante para a sustentabilidade.

Após a revisão bibliográfica, observou-se a carência de artigos relacionados às tecnologias empregadas na reciclagem de embalagens de agrotóxicos. A pesquisa, utilizando as palavras-chave listadas no Quadro 1, resultou em apenas uma fonte de literatura, na qual é descrito um processo químico de descontaminação do agrotóxico glifosato.

Quanto às buscas realizadas nas bases de patentes, foi possível constatar que o número de registros patentários sobre o tema pode ser considerado pequeno. Essa constatação aponta que o desenvolvimento de soluções inovadoras nessa área ainda é insuficiente, o que pode representar um desafio para a implementação de práticas sustentáveis de gestão de resíduos.

A escassez de patentes pode ser reflexo de uma lacuna na inovação tecnológica nessa área específica, o que ressalta a importância de fomentar o avanço científico e tecnológico para abordar esse problema ambiental. Além

disso, a identificação de poucas patentes pode indicar um potencial de mercado pouco explorado, oferecendo oportunidades para empresas e pesquisadores se engajarem na criação e no desenvolvimento de soluções inovadoras nesse setor. A ampliação dos esforços de pesquisa, o estímulo à colaboração entre diferentes atores e a adoção de políticas e incentivos governamentais podem ser estratégias a serem consideradas para impulsionar a inovação e a sustentabilidade nesse campo.

Verificou-se que algumas tecnologias criadas estão sendo efetivamente utilizadas, especialmente por meio de parcerias realizadas pelo Sistema Campo Limpo do Inpev, que é também o principal depositante de pedidos de patentes sobre tratamento e reciclagem de embalagens de agrotóxicos.

Os números apresentados pelo Relatório de Sustentabilidade, publicado em 2022, elaborado pelo Inpev, demonstram os benefícios ao meio ambiente oriundos da gestão adequada das embalagens de agrotóxicos, possíveis graças às tecnologias desenvolvidas para tal fim.

5 Perspectivas Futuras

Restou evidenciada a necessidade de conceber respostas para lidar com as embalagens não passíveis de reciclagem, uma vez que estas são sujeitas à incineração. O desenvolvimento de tecnologias para embalagens não laváveis que são incineradas pode ajudar a otimizar os processos de tratamento e a reduzir os riscos ambientais associados. Isso, por sua vez, abre um campo de oportunidades para o avanço de tecnologias inovadoras. A busca por alternativas ambientalmente amigáveis, como embalagens biodegradáveis e compostáveis, é essencial para promover práticas mais sustentáveis e se alinhar com as crescentes demandas por responsabilidade ambiental.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14935:2003**. Embalagem vazia de agrotóxico – Destinação final de Embalagem não Lavada – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ALVES, F. V.; ALVA, R. C. **Agrotóxicos**. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1149052/agrotoxicos>. Acesso em: 28 jun. 2023.

ARANHA, C. F. *et al.* Treatment of Synthetic Industrial Effluent Aiming at the Removal of Glyphosate by Means of Advanced Oxidation. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, [s.l.], v. 17, n. 3, e03376, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n3-026>.

BOSCHIERO, Beatriz Nastaro. **Defensivos agrícolas: 5 moléculas mais comercializadas no Brasil em 2022**. Publicado em 4 de agosto de 2022. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-defensivos-agricolas-mais-comercializados>. Acesso em: 28 jun. 2023.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1-33, 4 de janeiro de 2002.

BRASIL. **Decreto n. 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm. Acesso em: 23 nov. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 11.413, de 30 de maio de 2023**. Regulamenta a Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, para instituir a Política Nacional sobre Mudança do Clima. [2023a]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11413.htm. Acesso em: 23 nov. 2023.

BRASIL. **Lei n. 14.785, de 30 de junho de 2023**. [2023b]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/14785.htm. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 7-13, 11 de julho de 1989.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1-66, 3 de agosto de 2010

CEMPRE – COMISSÃO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo municipal**: Manual de Gerenciamento Integrado. 2. ed. São Paulo: IPT, 2000.

DE ITOZ, Matheus Augusto Vieira; PEREIRA, Karita Carneiro. Agrotóxico no direito agrário e ambiental: uma análise das normas reguladoras em 2023. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s.l.], v. 10, n. 5, p. 1.517-1.530, 2024.

DUARTE, J. P. P. Logística reversa de embalagens de defensivos agrícolas pelo sistema campo limpo do INPEV. *In: II CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE*, Foz do Iguaçu, PR, de 28 a 30 de maio de 2019. *Anais* [...]. Foz do Iguaçu, PR, 2019.

DUTRA, R. M. S.; MACIEL, Rodrigo; MENDONÇA OLIVEIRA DE SOUZA, Murilo de. Cerrado, revolução verde e evolução do consumo de agrotóxicos. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 473-488, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3213/321355044008.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

FARIA, Ana Cristina de; PEREIRA, Raquel da Silva. O processo de logística reversa de embalagens de agrotóxicos: um estudo de caso sobre o INPEV. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, [s.l.] v. 14, n. 1, p. 127-141, 2012.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos**. Atualizado em 27 de agosto de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#esclarecimentos-envio>. Acesso em: 15 ago. 2024.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de sustentabilidade**. [2022]. Disponível em: <https://inpev.org.br/relatorio-sustentabilidade/2022/assets/download/inpEV-RS2022.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Sistema campo limpo**: papéis e responsabilidades. [2023a]. Disponível em: <https://inpev.org.br/sistema-campo-limpo/papeis-responsabilidades/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Quem somos**. [2023b]. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/inpev/quem-somos/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Logística reversa**: unidades de recebimento. [2023c]. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/logistica-reversa/unidades-recebimento/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Passo a passo da destinação**. [2023d]. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/logistica-reversa/passo-a-passo-destinacao/#destinacao-final>. Acesso em: 12 set. 2023.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS.

Relatório de Sustentabilidade. [2023e]. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/relatorio-sustentabilidade/2023/assets/download/inpEV-RS2023.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Nota Técnica IV – Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira de 1975 a 2016**. Brasília, DF: IPEA, 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8326/1/cc38_nt_crescimento_e_producao_da_agricultura_brasileira_1975_a_2016.pdf. Acesso em: 27 jun. 2023.

INSTITUTO CNA. **PANORAMA do Agro**: a CNA defende, trabalha e fala em seu nome e de todos os produtores rurais do Brasil. CNA, 2023. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro#:~:text=Atualmente%2C%20o%20Brasil%20%C3%A9%20o,Uni%C3%A3o%20Europeia%2C%20EUA%20e%20China>. Acesso em: 29 jun. 2023.

LABINAS, A. M.; ARAUJO, M. C. de. Reverse logistics system and the role of government oversight for preservation of water and soil quality: the case of pesticide empty containers. *Rev. Ambiente e Água*, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 759-762, out.-dez. 2016.

MOTTA, W. H. Análise do Ciclo de Vida e Logística Reversa. *In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA – SEGeT*, Resende, 10, AEDB, 2013, p. 1-10. *Anais* [...]. Resende, 2013. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/42318514.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2023.

PLATAFORMA ORBIT – Orbit Intelligence. **Guide to recyclable patent families**. [2023a]. Disponível em: <https://www.orbit.com/#PatentSearchHistoryPage>. Acesso em: 23 jun. 2023.

PLATAFORMA ORBIT – Orbit Intelligence. **Guide to recyclable patent list page**. [2023b]. Disponível em: <https://www.orbit.com/#PatentListPage>. Acesso em: 23 jun. 2023.

OLIVEIRA, G. M. *et al.* Descarte responsável de embalagens de agrotóxico. *Pubvet*, Londrina, v. 7, n. 8, ed. 231, art. 1527, 2013.

OLIVEIRA, A. B. **Avaliação do ciclo de vida de cenários de logística reversa de embalagens de agrotóxicos no Brasil**. Bauru, SP: Unesp, 2019.

OLIVEIRA, E. S. A importância da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos. *Revista Uniabeu*, [s.l.], v. 5, n. 11, p. 133, 2012.

OLIVEIRA, Francisca Xavier Viana de Carvalho; CORRÊA, Stella Marys Pereira. **Estudo da perspectiva de agricultores sobre a aplicação das políticas públicas ao manejo de embalagens vazias de defensivos agrícolas**. 2020. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo) – Coordenadoria do Curso de Tecnologia em Saneamento

Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2020.

PANTA, A. M. S. *et al.* Logística reversa das embalagens de agrotóxicos no município de Frutal/MG no contexto nacional. **Acta Ambiental Catarinense**, Chapecó, v. 20, n. 1, Temática Livre, 2022. Disponível em: <http://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/6969>. Acesso em: 30 jun. 2023.

RODRIGUES, M. A.; LOPES, J. B.; SILVA, E. A. Agrotóxicos e a rastreabilidade de suas embalagens no Cerrado piauiense. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 1-17, e9618, setembro de 2022. DOI: 10.17765/2176-9168.2022v15n4e9618.

SANTOS, Leyce Oliveira. **Legalização de agrotóxicos no Brasil: crise axiológica contemporânea e exame das repercussões sobre os direitos humanos**. 2024. 141p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/8799>. Acesso em: 15 ago. 2024

SINDIVEG – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE DEFESA VEGETAL. **Consumo de agrotóxicos no Brasil**. 2016. Disponível em: <http://sindiveg.org.br/estatisticas-dosetor/>. Acesso em: 9 jun. 2021.

SOUZA, C. R.; FAVARO, J. L. Questionamentos Sobre a Destinação Final de Embalagens Vazias de Agrotóxicos. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, [s.l.], n. 1, ano 2, 2007. Disponível em: http://web03.unicentro.br/especializacao/Revista_Pos/P%C3%A1ginas/2%20Edi%C3%A7%C3%A3o/Aplicadas/PDF/25-Ed2_CS-Questio.pdf. Acesso em: 28 jun. 2023.

VIPIEVSKI, J. M.; VARGAS, L. P.; BET, V. T. Flexibilização dos agrotóxicos no Brasil: a expansão de registros e do consumo. **Iniciação Científica CESUMAR**, [s.l.], v. 24, n. 1, e10671, jan.-jun. 2022. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/10671/7081>. Acesso em: 29 jun. 2023.

Sobre os Autoras

Selma Jeane Fonseca

E-mail: selma.jeane@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2274-6921>

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (Profnit), Ponto Focal Univasf. Endereço profissional: Tribunal de Justiça do Estado de Pernambuco (Fórum de Petrolina), Diretoria Regional do Sertão, Praça Santos Dumont, Centro, Petrolina, PE. CEP: 56304-200.

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

E-mail: miriam.cleide@univasf.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0887-7790>

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco em 2015.

Endereço profissional: Universidade Federal do Vale do São Francisco, n. 520, Bairro Santo Antônio, Juazeiro, BA. CEP: 48902-300.

Michely Correia Diniz

E-mail: michely.diniz@univasf.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1960-4512>

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Estadual do Ceará em 2011.

Endereço profissional: Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Câmpus Ciências Agrárias, Rodovia BR 407, 12, Lote 543, Projeto de Irrigação Nilo Coelho, s/n, C1, Petrolina, PE. CEP: 56300-990.