



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Luanna Nava Chaves dos Anjos

**CONTAMINAÇÃO DE AGRICULTORES PELA EXPOSIÇÃO AOS
AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA**

Orientadora: Prof. Dra. Tatiana da Silva Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Carla Giovana Souza Rocha

ALTAMIRA – PA

MARÇO, 2024

LUANNA NAVA CHAVES DOS ANJOS

**CONTAMINAÇÃO DE AGRICULTORES PELA EXPOSIÇÃO AOS
AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA**

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana da Silva Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Carla Giovana Souza Rocha

Dissertação apresentado à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA – PA

MARÇO, 2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBDSistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

-
- N316c Nava Chaves dos Anjos, Luanna.
Contaminação de agricultores pela exposição aos agrotóxicos:
uma revisão cienciométrica / Luanna Nava Chaves dos Anjos. —
2024.
27 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof^a. Dra. Tatiana da Silva Pereira
Coorientação: Prof^a. Dra. Carla Giovana Souza Rocha
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-
Graduação em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2024.
1. agrotóxicos. 2. saúde. 3. intoxicação. 4.
trabalhadores rurais. 5. glifosato. I. Título.

CDD 301.31

Agradecimentos

À Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, por disponibilizar um ambiente propício ao aprendizado e à pesquisa, além de todos os funcionários que nos acolheram muito bem.

Agradeço sinceramente a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa.

Gostaria de expressar minha gratidão à minha orientadora, Profa. Dra. Tatiana Pereira, pela orientação, paciência, apoio e incentivo ao longo deste processo. Sua experiência e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo. Gostaria de agradecer à minha coorientadora, Profa. Dra. Carla Rocha, por trazer questões importantes ao trabalho e pela sua atenção e generosidade que teve comigo.

Agradeço também aos demais professores do programa de mestrado, por compartilharem seus conhecimentos e experiências, contribuindo assim para o meu crescimento acadêmico e profissional. Em especial agradeço ao professor Fábio Barros, por ter nos apoiados na realização desse projeto.

À minha amiga Fernanda Araújo, que me incentivou na inscrição no mestrado, que sempre acreditou no meu potencial e me deu forças para retomar minha qualificação acadêmica. Aos amigos e amigas que sempre acompanham meus projetos de vida, aos amigos de trabalho e aos colegas de curso, que compartilharam comigo experiências, ideias e momentos de descontração ao longo desses anos.

À minha família, em especial aos meus pais, Maria Elziane e Adonias, pelo amor incondicional, apoio emocional e incentivo ao longo de toda minha jornada acadêmica. Ao meu companheiro, Miguel Gama, que me incentivou desde o início, me acolhendo e apoiando nos momentos mais difíceis. Sem o apoio de vocês, esta conquista não seria possível.

Muito obrigada a todos e todas.

SUMÁRIO

Introdução	6
Referências Bibliográficas	7
MANUSCRITO	8
RESUMO	9
1 Introdução	9
2 Material e Métodos	11
2.1 Coleta de Dados	11
2.2 Visualização e Análise Cienciométrica	12
3 Resultados	13
3.1 Tendência anual de crescimento da produção de publicações	13
3.2 Análise de Países	14
3.3 Publicações por instituições	15
3.4 Análise de citação	16
3.5 Análise por autor	17
3.6 Análise de palavras-chave	18
4 Discussão	19
5 Conclusão	22
6 Referência	23
7 Material Suplementar	28

Introdução

A Cienciometria por ser uma pesquisa quantitativa que analisa a produção científica, permite compreender e mensurar a natureza das atividades de pesquisa em várias áreas do conhecimento, em diferentes locais e entre diversos pesquisadores (Silva; Bianchi, 2001). Os métodos de avaliação quantitativo apoiados por indicadores, como a bibliometria, analisa diversas métricas relacionadas à produção científica, como número de publicações, citações recebidas, impacto das revistas científicas, colaborações entre pesquisadores, entre outros (Bornmann; Leydesdorff, 2014).

A análise bibliométrica é um método popular e rigoroso para explorar e analisar grandes volumes de dados científicos e permite desvendar as nuances evolutivas de um campo específico, ao mesmo tempo que esclarece as áreas emergentes, como tendências no desempenho de artigos e periódicos, padrões de colaboração e constituintes de pesquisa, e para explorar a estrutura intelectual de um domínio específico na literatura existente (Donthu et al., 2021). A cienciometria possui um vasto potencial de aplicação, despertando interesse por parte de governos e instituições de pesquisa em empregar esse conhecimento para promover diferentes formas de apoio ao avanço científico e tecnológico, auxiliando na tomada de decisões por parte das nações sobre quais áreas do conhecimento necessitam de investimentos especiais (Spinak, 1998; Bufrem; Prates, 2005).

Considerando o grande aumento do uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas em todo o mundo (Datta et al., 2016; Donley, 2019; FAO, 2023) e o risco de saúde substancial de agricultores e trabalhadores rurais pela sua exposição direta (Carneiro, 2015; Friedrich et al., 2018; Fagnoli et al., 2019; Assis et. al., 2021; Sookhtanlou; Allahyari, 2021; Wang et al., 2022) é importante que haja a compreensão do conceito, das lacunas e abordagens sobre essa associação direta. Portanto, buscou-se avaliar como foi abordada pela comunidade científica a associação entre agrotóxicos e os efeitos na saúde das pessoas diretamente expostas.

Referências Bibliográficas

ASSIS MP, BARCELLA RC, PADILHA JC, POHL HH, KRUG SBF. **Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides**. Rev Bras Med Trab. 2021 Feb 11;18(3):352-363. doi: 10.47626/1679-4435-2020-532. PMID: 33597986; PMCID: PMC7879472.

BORNMANN, L.; LEYDESDORFF, L. Scientometrics in a changing research landscape. **EMBO reports**, v. 15, n. 12, p. 1228–1232, 11 dez. 2014.

BUFREM, L., & PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, 34(2), 9-25. 2005. <https://doi.org/10.1590/s0100-19652005000200002>.

CARNEIRO F. F., AUGUSTO G. S. L., RIGOTTO R. M. et al. (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

DATTA, S. et al. Earthworms, pesticides and sustainable agriculture: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 9, p. 8227–8243, 2016.

DONLEY, N. The USA lags behind other agricultural nations in banning harmful pesticides. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, v. 18, n. 1, p. 1–12, 2019.

DONTHU, N. et al. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, n. April, p. 285–296, 2021.

FAO. Pesticides use and trade 1990-2021. FAOSTAT Anal Briefs Ser. 2023;70:1–12.

FARGNOLI, M. et al. The Safe Use of Pesticides: A Risk Assessment Procedure for the Enhancement of Occupational Health and Safety (OHS) Management. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 3, jan. 2019.

FRIEDRICH K, ALMEIDA VES, AUGUSTO LGS, GURGEL AM, SOUZA MMO, ALEXANDRE VP, et al. **Agrotóxicos: mais veneno em tempos de retrocessos de direitos**. Okara, 12(2), 326–347.

SILVA, J. A. DA; BIANCHI, M. DE L. P. Cientometria: a métrica da ciência. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 11, n. 21, p. 5–10, 2001.

SOOKHTANLOU, M.; ALLAHYARI, M. S. Farmers' health risk and the use of personal protective equipment (PPE) during pesticide application. **Environmental science and pollution research international**, v. 28, n. 22, p. 28168–28178, jun. 2021.

SPINAK, E. **Indicadores cientiométricos**. Ciência da Informação, 27(2). 1998

WANG G, LI J, XUE N, ABDULKREEM AL-HUQAIL A, MAJDI HS, DARVISHMOGHADDAM E, ASSILZADEH H, KHADIMALLAH MA, ALI HE. **Risk assessment of organophosphorus pesticide residues in drinking water resources: Statistical and Monte-Carlo approach**. Chemosphere, 307(Pt 2), 135632. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.135632. Epub 2022 Jul 11. PMID: 35835248.

Este capítulo está formatado nas normas da revista Frontiers, a qual o manuscrito será submetido.

Normas: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-health/for-authors/author-guidelines>

MANUSCRITO

**CONTAMINAÇÃO DE AGRICULTORES PELA EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS: UMA
REVISÃO CIENCIOMÉTRICA**

1 Contaminação de agricultores pela exposição aos agrotóxicos: uma 2 revisão cientiométrica

3 Luanna Nava Chaves dos Anjos^{1*}, Carla Giovana Souza Rocha², Tatiana da Silva Pereira^{1*},

4 ¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará,
5 Campus de Altamira, Brasil

6 ²Programa de Pós-graduação em Estudos em Etnodiversidade, Universidade Federal do Pará,
7 Campus de Altamira, Brasil

8 * **Correspondência:**

9 Autor Correspondente

10 luannanava@gmail.com

11 **Palavras-chave:** agrotóxicos¹, saúde², intoxicação³, trabalhadores rurais⁴, glifosatos

12 RESUMO

13 Os agrotóxicos, bastante utilizados na agricultura, representam grandes riscos à saúde de agricultores
14 e trabalhadores rurais devido a sua exposição direta a essas substâncias químicas nocivas. Vários casos
15 de intoxicação são registrados todos os anos além de vários agravos, que são associadas ao uso
16 incorreto de agrotóxicos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar as lacunas e tendências na
17 produção intelectual sobre a contaminação por agrotóxicos em agricultores e trabalhadores rurais
18 através de uma análise cientiométrica. Foram analisados 6.993 artigos na Web of Science (WoS),
19 Scopus e Pubmed, no recorte temporal de trabalhos publicados entre os anos 1900 e 2023. Este estudo
20 realizou a análise a partir das referências citadas, países, autores produtivos e das palavras-chave. Há
21 uma crescente produção científica na área durante os últimos 70 anos e o país central na área de
22 pesquisa foram os Estados Unidos. A organização mais ativa foi “National Cancer Institute”, e os
23 autores com maior produção científica foram Dale Sandler e Michael C. R. Alavanja, na área de
24 epidemiologia, com foco nas investigações de câncer. De acordo com as publicações mais citadas, fica
25 evidente que agricultores e trabalhadores do campo correm mais riscos associados pela exposição
26 direta aos agrotóxicos, e como consequência com casos de intoxicação, envenenamento, doenças
27 agudas e crônicas.

28 1 Introdução

29 O uso incorreto de agrotóxicos sob a justificativa do controle de pragas, doenças e para o aumento da
30 produção de alimentos responde por inúmeros agravos à saúde pública, seja de agricultores e
31 comunidades expostas, seja de consumidores de alimentos contaminados, gerando insegurança
32 alimentar e repercussões socioambientais negativas (8).

33 Além de representar riscos potenciais para o meio ambiente e a saúde humana, a resposta da saúde a
34 este fator de risco é particularmente complexa, devido a uma grande variedade de produtos químicos,
35 apresentados em diferentes formulações e concentrações e utilizados em diferentes ambientes,
36 especialmente na agricultura (9).

37 Os agrotóxicos são produtos químicos empregados em várias práticas agrícolas para controlar pragas,
38 ervas daninhas e doenças nas plantas sob a forma de fungicidas, inseticidas, herbicidas, nematocidas,
39 raticidas e reguladores de crescimento de plantas (10). A Organização das Nações Unidas para a
40 Alimentação e a Agricultura (FAO) define agrotóxico como qualquer substância ou mistura de
41 substâncias destinadas a prevenir, destruir ou controlar qualquer praga. Isso inclui vetores de doenças
42 humanas ou animais, bem como espécies indesejadas de plantas ou animais. Essas substâncias causam
43 danos durante a aplicação, interferem na produção, processamento, armazenamento ou
44 comercialização de alimentos, commodities agrícolas, madeira e produtos de madeira ou alimentos
45 para animais (11).

46 Os agrotóxicos, ou produtos químicos para proteção de culturas, incluem vários grupos de compostos,
47 nomeadamente organoclorados, organofosforados, carbamato, piretróides, reguladores de crescimento,
48 neonicotinóides e agora biopesticidas, que foram desenvolvidos um após o outro (12). Em todo o
49 mundo, cerca de 25 milhões de trabalhadores agrícolas sofrem intoxicações não intencionais com
50 agrotóxicos todos os anos, e estima-se que aproximadamente 1,8 milhões de pessoas se dedicam à
51 agricultura e a maioria utiliza pesticidas para proteger os alimentos e os produtos comerciais que
52 produzem. Alguns outros estão expostos ocupacionalmente durante o uso de agrotóxicos em
53 campanhas sanitárias e em aplicações em gramados e jardins (13).

54 A situação é ainda agravada pelo fato de muitos agrotóxicos proibidos em todo o mundo, devido aos
55 elevados riscos potenciais para os seres humanos, ainda serem utilizados em países em
56 desenvolvimento (14). Todos os anos são registrados mais de três milhões de casos de envenenamento,
57 220 mil mortes e 750 mil doenças crônicas são causadas pelo uso de agrotóxicos, mais frequentemente
58 nos países em desenvolvimento (15).

59 De acordo com levantamento feito pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a
60 Agricultura no mundo já foram utilizados mais de 2 milhões de toneladas de agrotóxicos, sendo que os
61 dez maiores países consumidores de agrotóxicos em 2021 no mundo foram Brasil, Estados Unidos,
62 Indonésia, China, Argentina, Rússia, Canadá, Espanha, França e Austrália (16).

63 Os agricultores dos países de baixa e média renda, localizados principalmente em áreas tropicais com
64 fácil proliferação de pragas, tendem a estar mais expostos devido ao uso frequente de agrotóxicos
65 proibidos/obsoletos, à falta de regulamentação de segurança, vigilância e treinamento, ao aumento do
66 uso de produtos químicos altamente tóxicos, à baixa conscientização sobre riscos, ao uso indevido de
67 equipamentos de proteção individual (EPI) e manuseio e pulverização descuidados (17,18).

68 As preocupações quanto aos potenciais riscos à saúde surgem da exposição dos agricultores durante o
69 processo de mistura e aplicação dos agrotóxicos. Além disso, há inquietações relacionadas aos resíduos
70 presentes nos alimentos e na água potável, afetando a população em geral. Mesmo a utilização regular
71 de agrotóxicos pode acarretar consideráveis riscos para a saúde dos agricultores, tanto a curto quanto
72 a longo prazo, e contribuir para a degradação do meio ambiente (19).

73 Os agricultores e trabalhadores rurais que misturam, carregam, transportam e aplicam agrotóxicos
74 formulados são normalmente considerados o grupo que receberá a maior exposição devido à natureza
75 do seu trabalho e, portanto, correm maior risco de possíveis intoxicações agudas (20). A exposição dos
76 trabalhadores aumenta no caso de não prestarem atenção às instruções sobre como usar os pesticidas
77 e, particularmente, quando ignoram as orientações básicas de segurança sobre o uso de equipamentos
78 de proteção individual e práticas sanitárias fundamentais (21).

79 As vias de entrada dérmica, oral e respiratória são as principais vias comuns pelas quais os agrotóxicos
80 entram no corpo humano, no qual as pessoas estão diretamente expostas a agrotóxicos em atividades
81 ocupacionais, agrícolas e domésticas através de diferentes métodos de aplicação, mas também estão
82 indiretamente expostas através de meios ambientais contaminados, incluindo ar, água, solo e alimentos
83 (15,17).

84 Pessoas que estão direta e indiretamente expostas aos agrotóxicos podem sofrer efeitos tóxicos agudos
85 como envenenamento em massa por alimentos contaminados, e uma série de doenças crônicas graves
86 incluindo câncer, asma, diabetes, leucemia, comprometimento cognitivo (22) e doença de Parkinson
87 (23). Os suicídios foram incriminados como um fator importante na causa do envenenamento agudo
88 por agrotóxicos, no qual eles contribuem para aproximadamente dois terços de todas as causas de
89 intoxicação aguda por este grupo de xenobióticos (24).

90 O impacto das exposições ambientais na saúde humana é um desafio devido à variabilidade no tempo
91 e no espaço, o que torna difícil delinear o seu potencial prejudicial ao nível celular, dos órgãos e do
92 organismo no qual há múltiplos efeitos tóxicos, desde anormalidades hematológicas, danos ao DNA e
93 morte celular até salivação excessiva, irritações cutâneas e oculares, dor, níveis hormonais alterados,
94 infertilidade, abortos e malformações fetais, sintomas neurológicos, como tremores e fadiga, perda
95 auditiva, efeitos psiquiátricos e doenças neurodegenerativas (25,26).

96 Populações que vivem em áreas fechadas às terras agrícolas corre maior risco de problemas de saúde,
97 como parto prematuro, problemas de crescimento fetal, problemas do sistema nervoso e outras doenças
98 (14). A elevada exposição aos agrotóxicos deve ser uma grande preocupação de saúde pública porque
99 reduz a qualidade de vida dos agricultores, afeta a mão de obra rural, aumenta a carga de morbidade,
100 mortalidade e os custos de saúde (18).

101 Este trabalho analisou os estudos publicados em todo mundo que abordam a relação entre exposição a
102 agrotóxicos e problemas de saúde aos agricultores e trabalhadores rurais. Uma análise cienciométrica
103 é particularmente adequada para medir uma determinada área de pesquisa e fornecer uma visão geral
104 do estado da arte, âmbito e impacto desses estudos e dos principais autores/instituições envolvidos
105 (27).

106 Assim o objetivo desta pesquisa foi analisar as lacunas e tendências na produção intelectual sobre a
107 contaminação por agrotóxicos aos agricultores e trabalhadores rurais através de uma análise
108 cienciométrica, revelando a estrutura do conhecimento nesta área e contribuindo para o direcionamento
109 de pesquisas futuras.

110

111 **2 Material e Métodos**

112 **2.1 Coleção de Dados**

113 O presente estudo teve abordagem quantitativa e aplicada, baseado na observação direta e análise da
114 literatura científica sobre contaminação dos agricultores devido a exposição aos agrotóxicos. A
115 pesquisa foi realizada em novembro de 2023 e foram consultados artigos originais e revisões de
116 literatura publicados em três das principais bases de dados acadêmicas como Web of Science (WoS),
117 Scopus e Pubmed, no recorte temporal de trabalhos publicados entre os anos 1953 e 2023. Este
118 intervalo foi escolhido pois os primeiros estudos identificados foram a partir de 1953, com isso foi

119 possível ter esse panorama da produção científica até 2023. Dessa maneira pode-se analisar períodos
120 para capturar o desenvolvimento da área de pesquisa ao longo do tempo.

121 No início da pesquisa procurou-se por palavras-chave que pudessem representar o tema central da
122 pesquisa e ter uma abrangência dos artigos publicados. Além disso, utilizaram-se operadores booleanos
123 (AND e OR) para unificar os termos da pesquisa.

124 Os termos foram pesquisados em inglês para obtenção de trabalhos publicados globalmente. Utilizou-
125 se a seguinte formulação: (exposure OR poisoning OR contamination) AND (farmers OR peasant OR
126 agricultural workers OR rural workers OR applicators) AND pesticides. Foram encontrados os
127 seguintes resultados: na Web of Sciences, 4.196 artigos; na SCOPUS, 3.741 artigos; e na PUBMED,
128 3.947 resultados. Em todas as bases levou-se em conta o período relatado anteriormente.

129 As informações foram extraídas do WoS e Pubmed em formato .txt e da Scopus em formato .csv, em
130 seguida os arquivos foram trabalhados no Programa R para unificar todos os dados e posteriormente
131 excluir os artigos duplicados. Logo após, foram excluídos manualmente os artigos duplicados que o
132 programa R não conseguiu identificar além de artigos sem nome de autores e/ou referência. No total,
133 foram excluídos 4.847 artigos duplicados e 44 artigos sem nomes dos autores.

134 Desta forma, obteve-se o universo amostral de 6.993 artigos relacionados ao tema da pesquisa,
135 representando uma taxa de crescimento anual de 8,69% da produção científica, conforme a Tabela 1.

136 **Tabela 1.** Principais informações dos registros triados.

Descrição	Resultados
Período de Tempo	1953:2023
Fontes (Revistas, Livros, etc.)	1935
Documentos	6993
Taxa de Crescimento Anual (%)	8,69
Idade Média do Documento	16,1
Média de citações por documento	25,63
Referências	185799
CONTEÚDO DOS DOCUMENTOS	
Palavras-chave	19221
Palavras-chave do autor	11632
AUTORES	
Autores	18990
Autores de documentos de autoria única	623
COLABORAÇÃO DE AUTORES	
Documentos de autoria única	739
Coautores por Documento	4,91
Coautoria internacional (%)	9,624

137 **2.2 Visualização e Análise Cienciométrica**

138 As informações desses documentos foram carregadas no Bibliometix, que é um pacote para análise
139 bibliométrica escrito em R, que é um software de linguagem de programação e um ambiente livre para
140 computação estatística operando em um ambiente integrado que consiste em bibliotecas abertas (28).

141 Após executar o Bibliometrix, os dados foram visualizados através do Biblioshiny, que é uma interface
142 da Web, desenvolvido para realizar pesquisas de combinação funcional usando o pacote Bibliometrix
143 com aplicativos da web usados no ambiente de pacote brilhante no R Studio (28). Dessa maneira foi
144 possível realizar uma análise abrangente de mapeamento científico para fornecer a descrição, avaliação
145 e monitoramento de pesquisas publicadas. Foi utilizado para converter e analisar publicações, citações
146 e fontes de informação.

147 No ambiente da linguagem R, o Bibliometrix é mais flexível que outras ferramentas e integra funções
148 de análise de rede e visualização de múltiplas ferramentas bibliométricas (29). Além disso é capaz de
149 completar todo o processo de análise da literatura científica e fluxo de dados e reduzir a probabilidade
150 de erros (30,31).

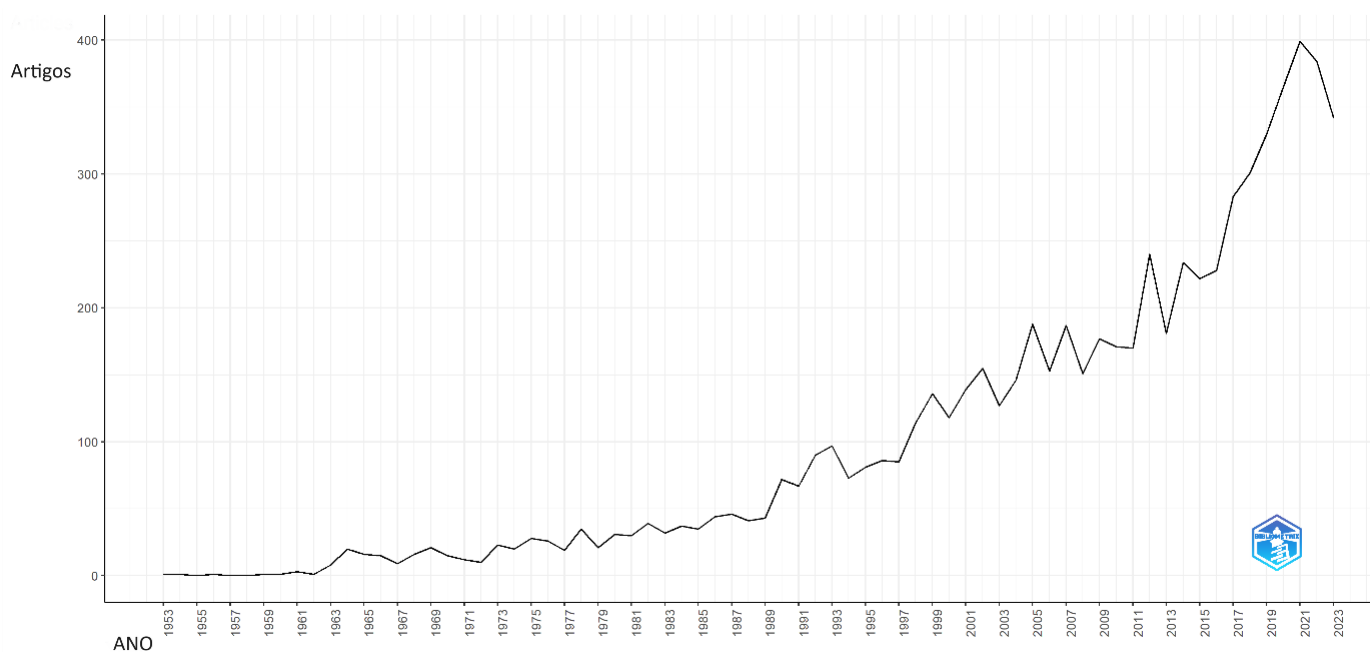
151 As principais informações extraídas dos dados brutos foram: produção científica anual, contribuição
152 dos países mais produtivos, fontes mais relevantes, autores (impacto dos autores, documentos e
153 referências mais citados e palavras-chave).

154 3 Resultados

155 3.1 Tendência anual de crescimento da produção de publicações

156 Entre 1953 a 2023, o número total de documentos recuperados nas bases de dados para esta pesquisa
157 foi de 6.993, com uma taxa de crescimento anual de 8,69%, no qual o crescimento da produção
158 científica sobre o assunto é dado como significativo, conforme demonstrado na Figura 1.

159 **Figura 1.** Produção científica anual durante os últimos 70 anos na grande área sobre agrotóxicos.



160 Destaca-se que o ano de 2021 foi o ano com maior produção de publicações (399 documentos,
161 5,70%), período de maior contribuição científica. Houve um aumento da produção nos anos de 2016
162 a 2021, em que passam de 228 publicações por ano para 399, número que foi a máxima no período

163 estudado. Observa-se que até 2023 há uma pequena queda na produção científica, passando para 342
164 publicações.

165 3.2 Análise de Países

166 De acordo com análise dos dados da Tabela 2, foram identificados a produção científica de 121 países,
167 entre os anos de 1953 a 2023, sendo que os países que mais publicaram foram os Estados Unidos, que
168 contabilizaram 3.349 publicações; China, com 751 e Brasil em terceiro lugar, com 651 publicações.
169 Esses dados são obtidos a partir da análise de afiliação do primeiro autor.

170 **Tabela 2.** Total de publicações de 1953 a 2023 por país.

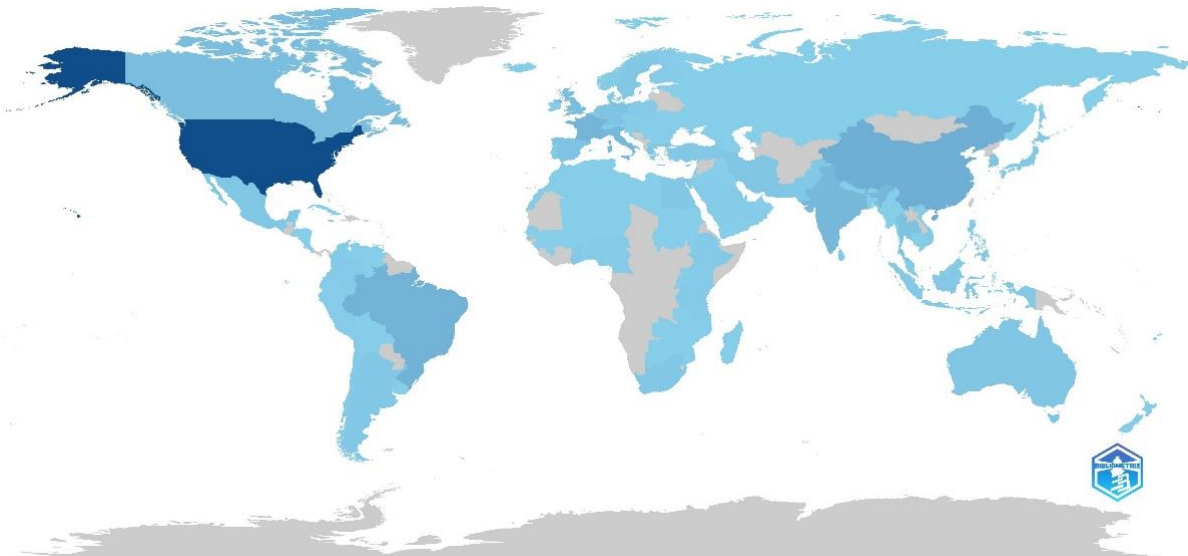
	Rank	Países	Total de publicações
171	1	Estados Unidos	3349
172	2	China	751
	3	Brasil	651
173	4	França	620
	5	Índia	534
174	6	Itália	503
	7	Canadá	399
175	8	Reino unido	394
	9	Tailândia	266
176	10	Espanha	246

177
178 Os Estados Unidos foi o principal contribuinte de pesquisas neste campo, concentrando mais de 47%
179 das publicações, quando comparado com os demais países. China, Brasil e França ocupam as posições
180 seguintes em termos de número de publicações.

181 A Figura 2 evidencia que os Estados Unidos possuem a coloração mais escura do que qualquer outro
182 país, estando a China, Brasil e França na mesma intensidade de cor quanto a classificação sendo esses
183 três países juntos representam quase 29% da produção científica mundial. Dos 10 principais países
184 verificados, quatro são europeus, três são americanos e três países asiáticos.

185

186 **Figura 2.** Mapa mundial da produção científica do país ou região (cor azul: país ou região com
187 publicações; cor cinza: país ou região sem publicações; intensidade: número de publicações).



188

189 **3.3 Publicações por instituições**

190 Um total de 6.768 instituições foram identificadas por serem responsáveis pela produção científica
 191 levantada nesse estudo. As dez organizações que mais publicaram entre 1953 a 2023 estão listadas na
 192 Tabela 3.

193 **Tabela 3.** Instituições de pesquisa que mais contribuíram nas publicações da área de agrotóxicos.

Ranking	Organização/Instituto/País	Total de Publicações
1	National Cancer Institute (USA)	654
2	University Of California (USA)	372
3	University Of Washington (USA)	340
4	National Institute Of Environmental Health Sciences (USA)	285
5	Wake Forest School Of Medicine (USA)	144
6	University Of Iowa (USA)	142
7	National Institute For Occupational Safety And Health (USA)	135
8	Chiang Mai University (Tailândia)	132
9	Emory University (USA)	114
10	Mahidol University (Tailândia)	96

194

195 O National Cancer Institute, nos Estados Unidos, ocupa o primeiro lugar com 654 publicações (9,35%),
 196 seguida da Universidade da Califórnia com 372 (5,31%) e Universidade de Washington, com 340
 197 publicações (4,86%). Dentro dessa ordem, as sete instituições que mais publicaram são americanas,

198 sendo o oitavo e o décimo lugar nessa listagem ocupado por universidades da Tailândia e o nono posto
199 de outra universidade americana.

200 3.4 Análise de Citação

201 A análise dos artigos científicos mais citados está apresentada na Tabela 4. O trabalho "Pesticide
202 Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators" foi o mais citado (1.461 vezes). Em segundo
203 lugar está o artigo "Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on
204 humans", com 1.050 citações, seguido por "Trends in glyphosate herbicide use in the United States and
205 globally", com 1.011 citações. Todos os artigos listados abordam temas relacionados aos agrotóxicos,
206 poluição ambiental e efeitos na saúde humana e ambiental. Esses três trabalhos foram publicados a
207 partir de 2011.

208 **Tabela 4.** Os 10 principais artigos citados globalmente.

Ranking	Artigo	Ano da Publicação	Total de citações	Total de citações por ano
1	Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators	2011	1.461	104,36
2	Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans	2020	1.050	210,00
3	Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally	2016	1.011	112,33
4	Safeguarding pollinators and their values to human well-being	2016	927	103,00
5	Colony collapse disorder: a descriptive study	2009	876	54,75
6	Epidemiology and etiology of Parkinson's disease: a review of the evidence	2011	852	60,86
7	Pesticides, environment and food safety	2017	736	92,00
8	Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees	2015	703	70,30
9	Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees	2014	689	53,00

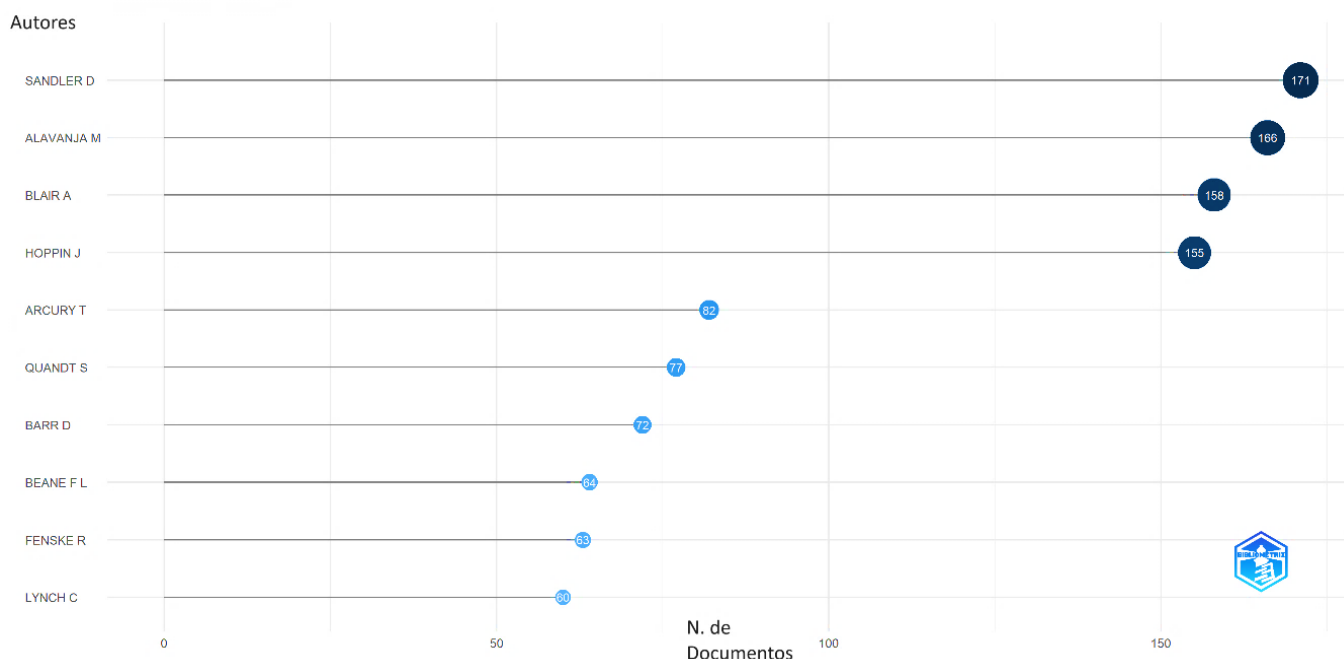
10	Nanotechnology in agrifood production an overview	2014	632	57.45
----	---	------	-----	-------

209

210 3.5 Análise por autor

211 No total foram identificados 18.991 autores, responsáveis pelos 6.993 documentos identificados nessa
 212 pesquisa. Dale Sandler (Estados Unidos) foi o autor com o maior número de publicações,
 213 apresentando 171 artigos, seguido por Michael Alavanja (Estados Unidos), com 166, e Aaron Blair
 214 (Estados Unidos) com 158. Os pesquisadores com maior número de publicações são da América do
 215 Norte, Estados Unidos, conforme representado pela Figura 3.

216 **Figura 3.** Os 10 autores com maior número de publicação globalmente.



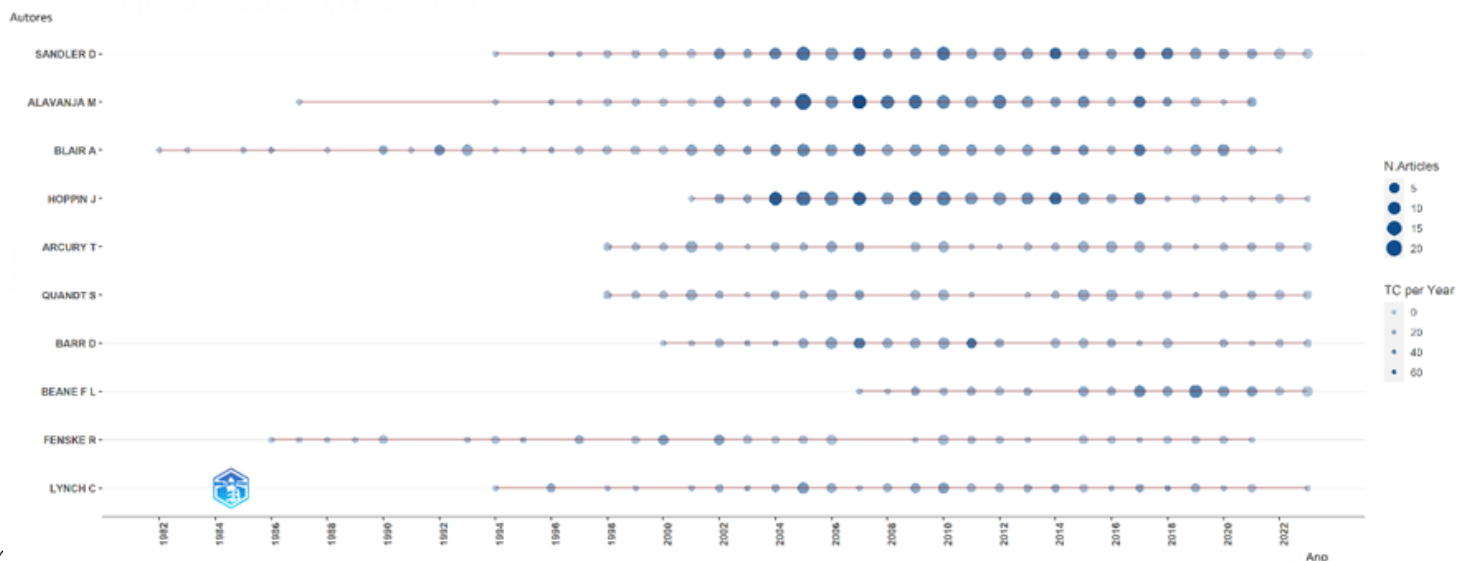
217

218

219 Sandler, D. publicou artigos de 1994 até 2023, e sua produção científica se manteve alta ao longo das
 220 décadas, com destaque entre 2005 e 2019, especialmente em 2006. O autor Alavanja, M. possui
 221 publicações de 1987 até 2021, com produção significativa entre os anos 2005 e 2018, além de alta
 222 média de citações por ano, especialmente entre 2006 e 2019, conforme observado na Figura 4.

223

224 **Figura 4.** Produção dos autores ao longo do tempo.



226

226 3.6 Análise de palavras-chave

227 A análise das palavras-chave destaca termos relevantes e frequentes no conjunto de artigos com tema
 228 central da pesquisa, conforme mostrado na Tabela 5.

229 **Tabela 5.** Palavras-chave mais citadas nos artigos científicos.

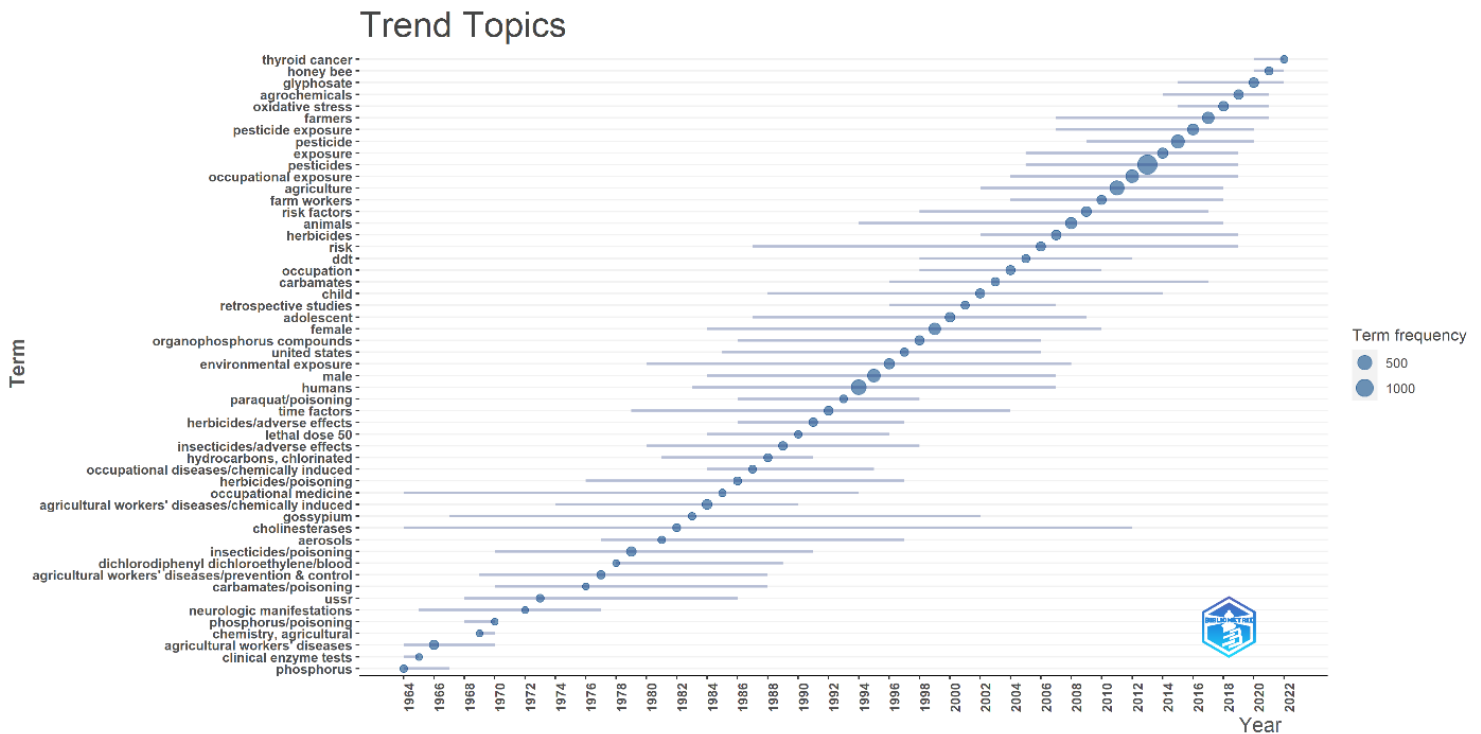
Ranking	Palavras-chave	Ocorrências
1	occupational exposure	4106
2	human	3362
3	male	3347
4	pesticide	3149
5	adult	3080
6	humans	2710
7	agricultural worker	2693
8	female	2630
9	pesticides	2252
10	agriculture	2184
11	middle aged	1550
13	environmental exposure	1183

230

231 A palavra-chave com maior ocorrência é “Occupational Exposure” (4.106 ocorrências) indicando um
 232 foco significativo na investigação da exposição de agricultores e trabalhadores rurais aos agrotóxicos.
 233 A presença frequente da palavra "human" (3.362 ocorrências) sugere um enfoque específico nas
 234 implicações para a saúde humana, indicando que os estudos e artigos estão direcionados para impactos
 235 em seres humanos e considerando uma diferença desse impacto com relação ao gênero (homens e
 236 mulheres) que também aparecem em destaque nas palavras-chave (“male” e “female”).

237 Analisou-se também os tópicos de tendência dos últimos anos com algumas palavras que ganharam
 238 destaque ao longo do tempo com relação aos agrotóxicos, baseados nas palavras-chave dos autores, no
 239 mínimo de frequência de 5 vezes, como pode ser observado na Figura 5.

240 **Figura 5.** Tópicos de tendências da pesquisa dos últimos 70 anos



242 Identificou-se que na década de 1960 os tópicos iniciais incluíam "Agricultural Workers' Diseases", "
 243 Clinical Enzyme Tests" e " Phosphorus", indicando um início de pesquisa e documentação na área de
 244 análise laboratorial específica e preocupação com a saúde dos trabalhadores rurais. Nas décadas de
 245 1970 e 1980 há uma expansão nos temas de pesquisas, como "Insecticides/Poisoning", "Agricultural
 246 Workers' Diseases/ chemichally induced" e "inseticides/adverse effects" chamando atenção para os
 247 efeitos adversos dos inseticidas.

248 Na década de 1990 são muito utilizados termos como "humans", "female", "male" e "environmental
 249 exposure". Nos anos 2000 em diante, os tópicos mais recentes aparecem como "pesticides",
 250 "agriculture", "occupational exposure". Há alguns tópicos que ganharam relevância a partir de 2020
 251 como "glyphosate", "honey bee" e "thyroid câncer".

252 4 Discussão

253 Os resultados demonstram uma crescente produção científica durante 70 anos, com destaque a partir
 254 da década de 1960 até os dias atuais, o que sugere que cada vez mais as pesquisas fazem a ligação do
 255 uso dos agrotóxicos, a exposição direta e indireta e os riscos à saúde humana. É importante ressaltar as
 256 mudanças observados na década de 1960 com início de uma produção mais expressiva apoiadas pela
 257 Revolução Verde, com a introdução de novas técnicas agrícolas, variedades de plantas cultivadas e
 258 utilização de insumos agrícolas (32,33), no entanto, após um certo período, foram notados alguns
 259 efeitos não intencionais, mas adversos, da revolução verde (34).

260 O lado negativo da utilização dos insumos agrícolas especialmente agrotóxicos ganhou destaque
261 quando os resíduos químicos começaram a se acumular no solo, na água e nos alimentos tornando-se
262 visível quando começaram a contaminar e deteriorar os recursos naturais, com implicações diretas e
263 indiretas na saúde humana e no ambiente (35).

264 Os efeitos negativos do uso de agrotóxicos no ambiente, foram evidenciados em especial com a
265 publicação feita por Rachel Carson (36), em “Primavera Silenciosa” que apresenta para a comunidade
266 em geral como a exposição e resíduos de agrotóxicos (especialmente DDT) causava destruição e
267 ameaça de extinção de seres da vida silvestre, além de acumulação e intoxicação em seres humanos.

268 Na década de 1990 a produção científica mostra um aumento substancial, refletindo uma crescente
269 preocupação com os impactos dos agrotóxicos na saúde dos agricultores e trabalhadores rurais, como
270 evidencia Jeyaratnam (24) ao analisar os dados de intoxicação, envenenamento e até mesmo suicídio
271 pela utilização desses produtos. A partir dos anos 2000 em diante a produção continua a crescer,
272 alcançando números mais elevados a cada ano.

273 Vale ressaltar o avanço da produção científica em novos métodos de estudos, revisões de literatura,
274 descobertas de doenças agudas e crônicas ligadas ao uso de agrotóxicos. O crescimento pode ser
275 impulsionado por preocupações com a saúde humana, impactos ambientais e a necessidade de
276 regulamentações mais eficazes, uma vez que houve maior mobilização das causas ecológicas,
277 envolvendo autoridades de diversos países que passaram a pensar soluções para o iminente colapso
278 ambiental que o planeta enfrentaria (37).

279 Os três países que mais publicam na área da pesquisa - Estados Unidos, China e Brasil, - destacam-se
280 como os principais contribuidores para a pesquisa sobre os riscos dos agrotóxicos na saúde humana
281 com base no número de publicações. Essa distribuição pode ser influenciada por fatores como tamanho
282 do setor agrícola, preocupações ambientais, políticas de saúde pública e regulamentações agrícolas em
283 cada país. Não por acaso, esses países estão entre os cinco países que mais consomem agrotóxicos, em
284 termos de dólares investidos em compras e comércio, sendo que o Brasil, ocupa o primeiro lugar desde
285 2008 (38).

286 Nos Estados Unidos isso pode ser atribuído à significativa indústria agrícola, por ser um dos maiores
287 produtores de alimentos do mundo e utilizadores de agrotóxicos (4). A pesquisa chinesa pode abordar
288 os impactos dos agrotóxicos em seu grande setor agrícola preocupados com a poluição, degradação da
289 qualidade da água, acidentes por envenenamento e fazem parte dos esforços do governo chinês para
290 reverter o crescimento do uso de agrotóxicos (39).

291 No Brasil pode ser influenciado pela extensão da agricultura no país e pelas preocupações crescentes
292 com a segurança alimentar, além da utilização massiva de agrotóxicos (16). Além disso as mudanças
293 na política de regulação de agrotóxicos, a reclassificação toxicológica e a flexibilização das leis
294 ambientais e trabalhistas demonstram cenários preocupantes que podem influenciar no uso
295 indiscriminado dessas substâncias (40). Embora, nos últimos anos, o conhecimento e a conscientização
296 sobre o uso de agrotóxicos tenham aumentado, ainda existem lacunas que devem ser abordadas,
297 principalmente em países emergentes (41).

298 Percebe-se que há uma concentração maior de pesquisas nas organizações ligadas às áreas da saúde
299 que investigam como a exposição ao uso de agrotóxicos vem afetando a saúde de agricultores e
300 trabalhadores rurais, culminando em doenças crônicas graves. O National Cancer Institute (NCI) é um
301 instituto de pesquisa biomédica e parte do Instituto Nacional de Saúde (NIH), dos Estados Unidos. Este

302 instituto tem o maior número de publicações, sugerindo um foco de pesquisa entre agrotóxicos e
303 câncer. Portanto, a evidência científica disponível aponta fortemente que os agrotóxicos estão
304 associados ao risco excessivo de câncer tanto naqueles que os utilizam diretamente como naqueles que
305 estão expostos devido a aplicações que outros fazem (42).

306 Universidades como University of California, University of Washington, Wake Forest School of
307 Medicine, University of Iowa e Emory University estão entre as principais instituições que mais
308 publicam nesta área de estudo. De acordo com levantamento sobre a associação da exposição
309 ocupacional aos agrotóxicos com o câncer (43), entre 2011 a 2021, a investigação também foi
310 impulsionada por um grande número de estudos em saúde agrícola em Iowa e na Carolina do Norte
311 (nos Estados Unidos), que são locais de origem das principais universidades, como aponta este estudo.

312 De acordo com os trabalhos mais citados, percebe-se uma relevância dos estudos no que envolve a
313 saúde humana, avaliação de riscos e segurança, impactos ambientais e tendências de pesquisas e uso
314 global. Damalas e Eleftherohorinos (44), a pesquisa mais citada, retrata que a principal forma de
315 exposição humana aos agrotóxicos ocorre através da exposição ocupacional no caso de agricultores e
316 trabalhadores agrícolas, considerados o grupo que corre maior risco de possíveis intoxicações agudas.

317 Muitos casos de intoxicação de agricultores, trabalhadores rurais e suas famílias ocorreram durante
318 aplicações de pesticidas e relatado casos de envenenamentos não intencionais que matam cerca de
319 355.000 pessoas em todo o mundo a cada ano (12), e tais envenenamentos são fortemente associado à
320 exposição excessiva e uso inadequado de produtos químicos tóxicos (45).

321 Entretanto também existem riscos com a exposição não ocupacional da população em geral que ocorre
322 principalmente através da ingestão de alimentos e água potável contaminados com agrotóxicos (46,47).
323 Enquanto isso, a exposição substancial também pode ocorrer quando se vive perto de um local de
324 trabalho que utiliza agrotóxicos ou mesmo quando os trabalhadores trazem para casa artigos
325 contaminados (44). Isso se deve, pois, quando as substâncias são engolidas ou inaladas pelo corpo
326 humano, eles se bioacumulam no organismo. Portanto, eles são classificados como perigosos, pois a
327 bioacumulação causa complicações biológicas e fisiológicas e, em grandes quantidades, são
328 considerados tóxicas (48).

329 Os produtos químicos em todas as principais classes funcionais de agrotóxicos (como inseticidas,
330 herbicidas, fungicidas, fumigantes) têm associações diretas com vários tipos de câncer (49–53). Com
331 isso faz-se necessário concentrar os estudos nas exposições específicas a cada tipo de agrotóxicos
332 relacionando aos parâmetros de saúde para identificar quais deles especificamente são cancerígenos e
333 incidem entre as populações expostas ocupacionalmente (54).

334 No trabalho de Wirdefeldt et al. (23) há uma base de evidências, principalmente derivada de estudos
335 epidemiológicos, que associa a exposição aos agrotóxicos, incluindo herbicidas e inseticidas, ao
336 aumento do risco de desenvolvimento da Doença de Parkinson.

337 Com relação aos tópicos de tendências desta pesquisa observou-se que a grande utilização de palavras
338 como "glyphosate" podem indicar uma preocupação crescente com os impactos ao ambiente e à saúde
339 humana, principalmente com uso desse produto, que é um composto fosforado sendo o princípio ativo
340 dos herbicidas mais utilizados no mundo, principalmente associados às culturas geneticamente
341 modificadas de soja e milho (55).

342 Benbrook (56) relata que o uso mundial de glifosato aumentou mais de 12 vezes e esse aumento gera
343 preocupações com riscos pela crescente dependência do herbicida que vem desencadeando a
344 disseminação de ervas daninhas tolerantes e resistentes. Ao mesmo tempo, faz com que agricultores
345 aumentem as taxas de aplicação de glifosato, estando cada vez mais expostos ao herbicida e
346 susceptíveis às doenças agudas e crônicas (57).

347 O desenvolvimento de novos agrotóxicos com novos modos de ação e perfis de segurança melhorados
348 chamam atenção para estudos na área de nanotecnologia conforme apontado em Sekhon (58). O autor
349 indica essas tecnologias como uma promessa para reduzir a utilização de agrotóxicos na agricultura,
350 pois espera-se que as nanoformulações proporcionem métodos mais eficientes e específicos para o
351 controle de pragas e doenças, reduzindo assim a dependência de agrotóxicos convencionais.

352 Algumas limitações surgiram durante este estudo que foram a linguagem e o fato de que a qualidade
353 dos documentos publicados não pôde ser verificada. Documentos publicados em outros idiomas, a não
354 ser em inglês, não foram consultados. Vale ressaltar que número de citações e artigos numa área de
355 investigação não representa qualidade. Assim, a análise bibliométrica não oferece críticas à
356 metodologia, aos resultados, à discussão e às conclusões de um artigo de pesquisa (59).
357 Independentemente das limitações associadas a este estudo, ele forneceu uma visão global da
358 produtividade da pesquisa sobre exposição aos agrotóxicos por agricultores e trabalhadores rurais.

359 **5 Conclusão**

360 Este estudo explorou o avanço da pesquisa sobre a relação entre exposição aos agrotóxicos e os
361 principais riscos de saúde para os agricultores por meio de uma análise cienciométrica quantitativa.
362 Acredita-se que os resultados deste estudo ajudarão os profissionais a identificarem padrões e
363 tendências, embora possa não representar com precisão micro aspectos destes resultados. A análise
364 cienciométrica, indicou os Estados Unidos, como o país central na área de pesquisa e o “National
365 Cancer Institute” como a organização mais ativa. Os autores com maior produção científica foram
366 Sandler e Alavanja, na área de epidemiologia, com foco nas investigações de câncer.

367 De acordo com as publicações mais citadas, fica evidente que agricultores e trabalhadores agrícolas
368 estão mais expostos aos riscos associados pela exposição direta aos agrotóxicos, com casos de
369 intoxicação, envenenamento, doenças agudas e crônicas. Além disso, a população rural em volta de
370 áreas agrícolas também está susceptível a exposição indireta além de consumidores de alimentos com
371 resíduos de agrotóxicos. Portanto, há a necessidade de adoção de políticas de saúde que visem alertar
372 e orientar os trabalhadores rurais e agricultores quanto ao uso correto dessas substâncias.

373 Essa pesquisa pode levar em consideração questões sobre os impactos causados em específico pelo
374 glifosato, que é o herbicida mais utilizado no mundo. Foram identificados vieses da necessidade de
375 novas ferramentas ou técnicas com maior confiabilidade do que as já existentes para prever os perigos
376 potenciais dos agrotóxicos e, assim, contribuir para a redução dos efeitos adversos na saúde humana e
377 no ambiente.

378 Algumas lacunas foram identificadas a respeito de quais sistemas de produção, que utilizam
379 agrotóxicos, causam maior impacto negativo na saúde dos agricultores, e quais as práticas de manejo
380 adotadas, principalmente em países de baixa e média renda. Observou-se também, na área da saúde,
381 que as investigações podem direcionar o estudo da relação das formulações específicas de agrotóxicos
382 com a associação direta com as principais doenças.

383 Com isso este trabalho pode fornecer aos pesquisadores algumas referências altamente citadas e
384 possíveis direções de pesquisa que são instrutivas na área da saúde pública e ambiental.

385 **6 Referências**

- 386 1. Silva JA da, Bianchi M de LP. *Cientometria: a métrica da ciência*. Paid (Ribeirão Preto).
387 2001;11(21):5–10.
- 388 2. Bornmann L, Leydesdorff L. *Scientometrics in a changing research landscape*. EMBO Rep
389 [Internet]. 2014 Dec 11;15(12):1228–32. Available from:
390 [https://vle.shef.ac.uk/webapps/blackboard/execute/content/file?cmd=view&content_id=_2111](https://vle.shef.ac.uk/webapps/blackboard/execute/content/file?cmd=view&content_id=_2111735_1&course_id=_45779_1)
391 [735_1&course_id=_45779_1](https://vle.shef.ac.uk/webapps/blackboard/execute/content/file?cmd=view&content_id=_2111735_1&course_id=_45779_1)
- 392 3. Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N, Lim WM. *How to conduct a bibliometric*
393 *analysis: An overview and guidelines*. J Bus Res [Internet]. 2021;133(April):285–96.
394 Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- 395 4. Donley N. *The USA lags behind other agricultural nations in banning harmful pesticides*.
396 *Environ Heal A Glob Access Sci Source*. 2019;18(1):1–12.
- 397 5. Datta S, Singh J, Singh S, Singh J. *Earthworms, pesticides and sustainable agriculture: a*
398 *review*. Environ Sci Pollut Res [Internet]. 2016;23(9):8227–43. Available from:
399 <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-6375-0>
- 400 6. Fagnoli M, Lombardi M, Puri D, Casorri L, Masciarelli E, Mandić-Rajčević S, et al. *The Safe*
401 *Use of Pesticides: A Risk Assessment Procedure for the Enhancement of Occupational Health*
402 *and Safety (OHS) Management*. Int J Environ Res Public Health. 2019 Jan;16(3).
- 403 7. Sookhtanlou M, Allahyari MS. *Farmers' health risk and the use of personal protective*
404 *equipment (PPE) during pesticide application*. Environ Sci Pollut Res Int. 2021
405 Jun;28(22):28168–78.
- 406 8. Devi PI, Manjula M, Bhavani RV. *Agrochemicals, Environment, and Human Health*. Annu
407 *Rev Environ Resour* [Internet]. 2022 Oct 17;47(1):399–421. Available from:
408 <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-120920-111015>
- 409 9. Pascale A, Laborde A. *Impact of pesticide exposure in childhood*. Rev Environ Health.
410 2020;35(3):221–7.
- 411 10. Boudh S, Singh JS. *Pesticide Contamination: Environmental Problems and Remediation*
412 *Strategies*. In: *Emerging and Eco-Friendly Approaches for Waste Management* [Internet].
413 Singapore: Springer Singapore; 2019. p. 245–69. Available from:
414 http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-8669-4_12
- 415 11. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organization F and A. *International*
416 *Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides* [Internet]. 2003. Available from:
417 <http://www.fao.org/3/y4544e/y4544e00.htm>
- 418 12. Carvalho FP. *Pesticides, environment, and food safety*. Vol. 6, Food and Energy Security.

- 419 2017. p. 48–60.
- 420 13. Alavanja MCR. Introduction: Pesticides use and exposure extensive worldwide. *Rev Environ*
421 *Health*. 2009;24(4):303–9.
- 422 14. Rashid S, Rashid W, Tulcan RXS, Huang H. Use, exposure, and environmental impacts of
423 pesticides in Pakistan: a critical review. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2022 Jun;29(29):43675–
424 89.
- 425 15. Tudi M, Li H, Li H, Wang L, Lyu J, Yang L, et al. Exposure Routes and Health Risks
426 Associated with Pesticide Application. *Toxics*. 2022 Jun;10(6).
- 427 16. FAO. Pesticides use and trade 1990-2021. *FAOSTAT Anal Briefs Ser*. 2023;70:1–12.
- 428 17. Amoatey P, Al-Mayahi A, Omidvarborna H, Baawain MS, Sulaiman H. Occupational
429 exposure to pesticides and associated health effects among greenhouse farm workers. *Environ*
430 *Sci Pollut Res Int*. 2020 Jun;27(18):22251–70.
- 431 18. Buralli RJ, Ribeiro H, Iglesias V, Muñoz-Quezada MT, Leão RS, Marques RC, et al.
432 Occupational exposure to pesticides and health symptoms among family farmers in Brazil.
433 *Rev Saude Publica*. 2020;54:1–12.
- 434 19. Carneiro FF (Org. ., Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde
435 / Organização de Fernando Ferreira Carneiro, Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria
436 Rigotto, Karen Friedrich e André Campos Búrigo. - Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo:
437 Expressão Popu 2015. *Dos Agrotóxicos Na Saúde* [Internet]. Vol. 161, *Nutrition Research*
438 *Reviews*. 2018. 1120–1126 p. Available from:
439 <http://abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.015>
- 440 20. Tessema RA, Nagy K, Ádám B. Occupational and environmental pesticide exposure and
441 associated health risks among pesticide applicators and non-applicator residents in rural
442 Ethiopia. *Front public Heal*. 2022;10:1017189.
- 443 21. Damalas CA, Koutroubas SD. *Farmers' Exposure to Pesticides: Toxicity Types and Ways of*
444 *Prevention*. Vol. 4, *Toxics*. Switzerland; 2016.
- 445 22. Panis C, Kawassaki ACB, Crestani APJ, Pascotto CR, Bortoloti DS, Vicentini GE, et al.
446 Evidence on Human Exposure to Pesticides and the Occurrence of Health Hazards in the
447 Brazilian Population: A Systematic Review. *Front Public Heal*. 2022;9(January).
- 448 23. Wirdefeldt K, Adami HO, Cole P, Trichopoulos D, Mandel J. Epidemiology and etiology of
449 Parkinson's disease: A review of the evidence. *Eur J Epidemiol*. 2011;26(SUPPL. 1).
- 450 24. Jeyaratnam J. Acute pesticide poisoning: a major global health problem. *World Health Stat Q*.
451 In 1990. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2238694/>
- 452 25. Sharma A, Shukla A, Attri K, Kumar M, Kumar P, Suttee A, et al. Global trends in pesticides:
453 A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet].
454 2020;201(June):110812. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110812>

- 455 26. Lopes-Ferreira M, Maleski ALA, Balan-Lima L, Bernardo JTG, Hipolito LM, Seni-Silva AC,
456 et al. Impact of Pesticides on Human Health in the Last Six Years in Brazil. *Int J Environ Res*
457 *Public Health*. 2022;19(6).
- 458 27. Tian H, Chen L, Wu J, Zheng D, Yang Q, Ji Z, et al. Global research into the relationship
459 between electronic waste and health over the last 10 years: A scientometric analysis. *Front*
460 *Public Heal*. 2023;10.
- 461 28. Dervis H. Bibliometric analysis using bibliometrix an R package. *J Scientometr Res*.
462 2019;8(3):156–60.
- 463 29. Arruda H, Silva ER, Lessa M, Proença D, Bartholo R. VOSviewer and Bibliometrix. *J Med*
464 *Libr Assoc*. 2022;110(3):392–5.
- 465 30. Xie H, Zhang Y, Zeng X, He Y. Sustainable land use and management research: a
466 scientometric review [Internet]. Vol. 35, *Landscape Ecology*. Springer Netherlands; 2020.
467 2381–2411 p. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01002-y>
- 468 31. Aria M, Cuccurullo C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *J*
469 *Informetr* [Internet]. 2017;11(4):959–75. Available from:
470 <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- 471 32. Pingali PL. Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proc Natl Acad Sci*
472 [Internet]. 2012 Jul 31;109(31):12302–8. Available from:
473 https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/61/suppl_6/S124/1902693
- 474 33. Davies WP. An Historical Perspective from the Green Revolution to the Gene Revolution.
475 *Nutr Rev* [Internet]. 2003 Jun 1;61(suppl_6):S124–34. Available from:
476 https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/61/suppl_6/S124/1902693
- 477 34. John DA, Babu GR. Lessons From the Aftermaths of Green Revolution on Food System and
478 Health. *Front Sustain Food Syst*. 2021;5(February):1–6.
- 479 35. Meena RK, Mishra P. Bio-pesticides for Agriculture and Environment Sustainability. In:
480 Kumar S, Meena RS, Jhariya MK, editors. *Resources Use Efficiency in Agriculture* [Internet].
481 Singapore: Springer Singapore; 2020. p. 85–107. Available from:
482 <http://link.springer.com/10.1007/978-981-15-6953-1>
- 483 36. Carson R. *Silent Spring*. 1962;
- 484 37. Lignani LDB. Os Debates sobre o DDT na Trajetória de Waldemar Ferreira de Almeida
485 (1965-1973): Toxicologia dos Agrotóxicos e Articulação entre Ciência, Saúde e Ambiente.
486 *Front J Soc Technol Environ Sci*. 2018;7(3):123–44.
- 487 38. de Oliveira DM, Agostinetto L, Siegloch AE. Comparison of the drinking water standard for
488 pesticides of the Brazil with other countries. *Heliyon* [Internet]. 2023;9(3):e13783. Available
489 from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13783>
- 490 39. Pan D, He M, Kong F. Risk attitude, risk perception, and farmers' pesticide application

- 491 behavior in China: A moderation and mediation model. *J Clean Prod* [Internet].
492 2020;276:124241. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124241>
- 493 40. Daufenback V, Adell A, Mussoi MR, Furtado ACF, Santos SA dos, Veiga DPB da.
494 Agrotóxicos, desfechos em saúde e agroecologia no Brasil: uma revisão de escopo. *Saúde em*
495 *Debate*. 2022;46(spe2):482–500.
- 496 41. Souza MCO, Rocha BA, Adeyemi JA, Nadal M, Domingo JL, Barbosa F. Legacy and
497 emerging pollutants in Latin America: A critical review of occurrence and levels in
498 environmental and food samples. *Sci Total Environ*. 2022;848.
- 499 42. Alavanja MCR, Ross MK, Bonner MR. Increased cancer burden among pesticide applicators
500 and others due to pesticide exposure. *CA Cancer J Clin*. 2013;63(2):120–42.
- 501 43. Pedroso TMA, Benvindo-Souza M, de Araújo Nascimento F, Woch J, dos Reis FG, de Melo e
502 Silva D. Cancer and occupational exposure to pesticides: a bibliometric study of the past
503 10 years. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. 2022;29(12):17464–75. Available from:
504 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17031-2>
- 505 44. Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment
506 indicators. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 May;8(5):1402–19.
- 507 45. Pandey P, Chakole S, Wanjari MB, Prasad R. A Bibliometric Analysis of Scientific Research
508 Publications Related to Pesticide Poisoning in the South Asian Countries. *Cureus*.
509 2023;15(4):8–12.
- 510 46. Syafrudin M, Kristanti RA, Yuniarto A, Hadibarata T, Rhee J, Al-Onazi WA, et al. Pesticides
511 in drinking water-a review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):1–15.
- 512 47. de O. Gomes H, Menezes JMC, da Costa JGM, Coutinho HDM, Teixeira RNP, do Nascimento
513 RF. A socio-environmental perspective on pesticide use and food production. *Ecotoxicol*
514 *Environ Saf* [Internet]. 2020;197(April):110627. Available from:
515 <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110627>
- 516 48. Briffa J, Sinagra E, Blundell R. Heliyon Heavy metal pollution in the environment and their
517 toxicological effects on humans. *Heliyon* [Internet]. 2020;6(September 2019):e04691.
518 Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- 519 49. Barr DB, Allen R, Olsson AO, Bravo R, Caltabiano LM, Montesano A, et al. Concentrations
520 of selective metabolites of organophosphorus pesticides in the United States population.
521 *Environ Res*. 2005;99(3):314–26.
- 522 50. Freeman LEB, Bonner MR, Blair A, Hoppin JA, Sandler DP, Lubin JH, et al. Cancer
523 incidence among male pesticide applicators in the agricultural health study cohort exposed to
524 diazinon. *Am J Epidemiol*. 2005;162(11):1070–9.
- 525 51. Blair A, Freeman LB. Epidemiologic Studies in Agricultural Populations: Observations and
526 Future Directions. *J Agromedicine* [Internet]. 2009 May 7;14(2):125–31. Available from:
527 <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10599240902779436>

- 528 52. Bonner MR, Lee WJ, Sandler DP, Hoppin JA, Dosemeci M, Alavanja MCR. Occupational
529 exposure to carbofuran and the incidence of cancer in the Agricultural Health Study. *Environ*
530 *Health Perspect.* 2005 Mar;113(3):285–9.
- 531 53. Lynch SM, Mahajan R, Beane Freeman LE, Hoppin JA, Alavanja MCR. Cancer incidence
532 among pesticide applicators exposed to butylate in the Agricultural Health Study (AHS).
533 *Environ Res [Internet].* 2009 Oct;109(7):860–8. Available from:
534 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3624763/pdf/nihms412728.pdf>
- 535 54. Alavanja MCR, Matthew R. Bonner PD. Occupational pesticide exposures and cancer risk. A
536 review Michael. *J Toxicol Env Heal B Crit.* 2016;176(3):139–48.
- 537 55. Green JM. The rise and future of glyphosate and glyphosate-resistant crops. *Pest Manag Sci.*
538 2018;74(5):1035–9.
- 539 56. Benbrook CM. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environ*
540 *Sci Eur.* 2016;
- 541 57. Peillex C, Pelletier M. The impact and toxicity of glyphosate and glyphosate-based herbicides
542 on health and immunity. *J Immunotoxicol [Internet].* 2020;17(1):163–74. Available from:
543 <https://doi.org/10.1080/1547691X.2020.1804492>
- 544 58. Sekhon BS. Nanotechnology in agri-food production: An overview. *Nanotechnol Sci Appl.*
545 2014;7(2):31–53.
- 546 59. Olisah C, Okoh OO, Okoh AI. Global evolution of organochlorine pesticides research in
547 biological and environmental matrices from 1992 to 2018: A bibliometric approach. *Emerg*
548 *Contam [Internet].* 2019;5:157–67. Available from:
549 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2019.05.001>
- 550
- 551
- 552
- 553
- 554
- 555
- 556
- 557
- 558
- 559

560 **7** Material Suplementar

561 Coleta de dados e fluxograma de análise

