

Os agrotóxicos mais vendidos no Brasil: Implicações em meio ambiente e saúde

The best-selling pesticides in Brazil: Implications for the environment and health

Los plaguicidas más vendidos en Brasil: Implicaciones para el medio ambiente y la salud

Recebido: 11/06/2021 | Revisado: 22/06/2021 | Aceito: 23/06/2021 | Publicado: 07/07/2021

Tális Pereira Matias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3565-0295>
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
E-mail: talismatias12@gmail.com

Theodolindo Zeferino de Castro Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0123-2407>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: theodolindoneto@hotmail.com

Luciana Botezelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5916-0442>
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
E-mail: luciana.botezelli@unifal-mg.edu.br

Adriana Maria Imperador

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9755-2586>
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
E-mail: adriana.imperador@unifal-mg.edu.br

Resumo

A forma e exigências para a comercialização de agrotóxicos no Brasil, a liberação de novos produtos e os seus efeitos adversos à saúde e aos ecossistemas vêm sendo objeto de discussão de pesquisadores e também de polêmicas internacionais sobre a segurança alimentar no Brasil. Estes insumos, muitas vezes são persistentes e difíceis de serem degradados, podendo gerar inclusive, intermediários metabólicos mais tóxicos. Neste cenário, este trabalho teve como objetivo identificar quais os agrotóxicos mais vendidos no Brasil nos últimos 10 anos, tal como levantar aspectos associados a biodegradação destes compostos e os seus efeitos na saúde humana e no meio ambiente. Para isso, foram utilizados dados secundários provenientes do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), além de revisão bibliográfica e método quali-quantitativo. Os resultados mostram que os agroquímicos que lideraram o *ranking* dos mais comercializados foram glifosato; 2,4D e atrazina. Verificou-se uma lacuna do conhecimento sobre processos de biodegradação destes produtos, embora existam trabalhos que mostrem a relevância do assunto para a mitigação de impactos na saúde humana e nos ecossistemas. A literatura consultada também revelou uma ampla gama de efeitos adversos na saúde humana decorrente da exposição a estes agroquímicos. Por fim, considerou-se urgente a mudança no padrão de consumo destes ingredientes ativos (i.a.) e a busca por alternativas menos impactantes visando o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Agricultura; Saúde ambiental; Sustentabilidade; Meio ambiente; Intoxicação.

Abstract

The form and requirements for the commercialization of pesticides in Brazil, the release of new products and their adverse effects on health and ecosystems have been the subject of discussion by researchers and also by international controversies about food security in Brazil. These inputs are often persistent and difficult to be degraded, and may even generate more toxic metabolite intermediates. In this scenario, this work aimed to identify which pesticides were most sold in Brazil in the last 10 years, as well as to raise aspects associated with the biodegradation of these compounds and their effects on human health and the environment. For this, secondary data from the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Resources (IBAMA) were used, in addition to a bibliographic review and quali-quantitative method. The results show that the agrochemicals that led the ranking of the most commercialized were glyphosate; 2,4D and atrazine. There was a large gap in knowledge about the biodegradation processes of these products, although there are studies that show the relevance of the subject for mitigating impacts on human health and ecosystems. The consulted literature also revealed a wide range of adverse effects on human health resulting from exposure to these agrochemicals. Finally, it was considered urgent to change the pattern of consumption of these active ingredients (i.a.) and the search for less impacting alternatives aimed at sustainable development.

Keywords: Agriculture; Environmental health; Sustainability; Environment; Intoxication.

Resumen

La forma y los requisitos para la comercialización de plaguicidas en Brasil, la liberación de nuevos productos y sus efectos adversos sobre la salud y los ecosistemas han sido objeto de discusión por parte de investigadores y también de controversias internacionales sobre la seguridad alimentaria en Brasil. Estas entradas son a menudo persistentes y difíciles de degradar, e incluso pueden generar metabolitos intermedios más tóxicos. En este escenario, este trabajo tuvo como objetivo identificar qué plaguicidas se vendieron más en Brasil en los últimos 10 años, así como plantear aspectos asociados con la biodegradación de estos compuestos y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente. Para ello, se utilizaron datos secundarios del Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Renovables (IBAMA), además de una revisión bibliográfica y método cuali-cuantitativo. Los resultados muestran que los agroquímicos que lideraron el ranking de los más comercializados fueron el glifosato; 2,4D y atrazina. Existía un gran vacío en el conocimiento sobre los procesos de biodegradación de estos productos, aunque existen estudios que muestran la relevancia del tema para mitigar impactos en la salud humana y los ecosistemas. La literatura consultada también reveló una amplia gama de efectos adversos sobre la salud humana derivados de la exposición a estos agroquímicos. Finalmente, se consideró urgente cambiar el patrón de consumo de estos principios activos (i.a.) y la búsqueda de alternativas de menor impacto orientadas al desarrollo sostenible.

Palabras clave: Agricultura; Salud ambiental; Sustentabilidad; Medio ambiente; Intoxicación.

1. Introdução

A Revolução Verde, iniciada no século XX impulsionou o uso de agrotóxicos no mundo, sendo o Brasil o país que mais consome esses produtos (Amaro et al., 2021). Todavia, a justificativa largamente utilizada que o uso de agrotóxicos na lavoura solucionaria a problemática da fome não se mostrou verdadeiro ao longo da história. Ao contrário, os danos ocasionados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos vem mostrando resultados alarmantes ao meio ambiente e à sociedade, sendo que apenas uma minoria desfruta do lucro derivado da comercialização destes produtos, acentuando as desigualdades no Brasil e promovendo a degradação ambiental (Pereira & Borges, 2020; Zanuto & Cabral, 2020).

Apesar do uso indiscriminado destes insumos agrícolas, a fome persiste no Brasil, potencializada por outros fatores que corroboram para o problema. O meio ambiente e a saúde humana sofrem com os resultados da ampla utilização destes químicos, que em sua maioria apresentam propriedades tóxicas, podendo causar perda de biodiversidade, contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos, danificando a fauna e a flora, produzindo efeitos nocivos à saúde e agindo na contramão da sustentabilidade (Barbosa et al., 2020; Ramos & Lobo, 2019; Souza et al., 2020).

Estes produtos também podem ser persistentes no ambiente, dependendo de condições ambientais como tipo de solo, porosidade, pH, temperatura, cobertura vegetal, saturação por água e sais, concentração de matéria orgânica e adsorventes, não sendo, portanto, degradados tão facilmente da natureza, demandando estudos com ênfase em biodegradação, por ser este um processo natural aliado à sustentabilidade (Albuquerque et al., 2001; Carmo et al., 2014).

Desta forma, sabe-se que estes produtos podem atingir águas superficiais e subterrâneas, passar por certos tratamentos de água sem serem eliminados e chegar até a população por esta e outras vias, como contato direto e dispersão pelo ar, gerando impactos severos na saúde e na qualidade de vida da população vulnerável. Esta situação demonstra a urgência da implantação de medidas para a mineralização destes compostos, justificados pelos seus impactos à saúde humana e ao meio ambiente (Amaro et al., 2021; Barbosa et al., 2020; Ramos et al., 2020).

O Brasil teve um aumento de área plantada de 27 milhões de ha em 2009 para 36 milhões de ha em 2017, aumentando a produção máxima em quase 28% em 8 anos, especialmente no centro-oeste, sul e sudeste. Mato Grosso e Goiás tiveram um aumento de 255% e 239% de vendas de agrotóxicos, respectivamente, embora sua área plantada não tenha tido aumento significativo em relação ao aumento do uso de agrotóxicos (Campos et al., 2021).

No ano de 2020, foram liberados 493 novos compostos químicos, 19 a mais do que em 2019. Destes produtos, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 25 foram considerados de moderada a extremamente tóxicos para a saúde humana e 251 como compostos muito ou altamente perigosos ao meio ambiente. Ao todo, nos dois primeiros anos

de mandato de governo do presidente Jair Bolsonaro, foram liberadas 967 novas substâncias para a agricultura, muitos dos quais já foram banidos em outros países devido à sua alta toxicidade, como é o caso do paraquate, proibido pela União Europeia, mas de uso autorizado nos Estados Unidos, Japão, China e nos demais países do Mercosul (Araujo Frota & Siqueira, 2021; Brasil, 2021).

Os danos provocados por agrotóxicos e o favorecimento do poder público na liberação destes produtos é uma violação dos direitos fundamentais e fere a Constituição Federal de 1988 (Haddad et al., 2020). Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar os aspectos envolvidos na biodegradação de agrotóxicos, com ênfase para os produtos mais vendidos no Brasil e os seus impactos na saúde e no meio ambiente.

2. Metodologia

A metodologia desta pesquisa consistiu na análise dos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) sobre a comercialização de agrotóxicos no Brasil entre os anos de 2009 e 2019 (Brasil, 2020). Os dados foram trabalhados, organizados em tabelas e gráficos utilizando o programa *Microsoft Excel®* e discutidos por meio do estudo de artigos sobre agrotóxicos, saúde e biodegradação.

A comercialização de agrotóxicos é um indicador de desenvolvimento sustentável utilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através de dados de comercialização disponibilizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o que não significa que as quantidades vendidas tenham sido de fato utilizadas. Todavia, essas informações são uma boa aproximação do consumo de agrotóxicos. Este indicador, segundo IBGE (2015) está relacionado a outros como o uso de fertilizantes, terras em uso agrossilvipastoril, queimadas e incêndios florestais, desflorestamento na Amazônia Legal, desmatamento nos biomas extra-amazônicos, qualidade de águas interiores, espécies extintas e ameaçadas de extinção, Produto Interno Bruto (PIB) per capita, dimensão ambiental, balança comercial e gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D). Desta forma, trata-se de um bom indicador para expressar a questão relativa aos agrotóxicos no Brasil.

A revisão bibliográfica realizada neste trabalho é predominantemente qualitativa e dialética (Pereira et al., 2018) sendo a ferramenta de busca principal o *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e complementada pelo *Google Scholar*, com o intuito de trazer outros artigos atuais e multidisciplinares sobre o assunto para a discussão.

No *SciELO*, os descritores utilizados para as buscas foram os respectivos nomes dos ingredientes ativos mais vendidos no Brasil desde o ano de 2009. Estes descritores foram, também, vinculados às palavras *biodegradação* e *degradação*, realizou-se a leitura do material encontrado para a discussão central envolvendo estes processos e considerando a dinâmica ambiental destes produtos. Para estes descritores, não se delimitou o ano de publicação dos artigos científicos.

Também foi realizada uma pesquisa, na mesma plataforma, entre 2019 e 2020, com o descritor *agrotóxicos e saúde*, visando trazer aspectos relevantes e atuais sobre o comportamento destes produtos e os seus impactos na saúde humana. No *SciELO* e no *Google Scholar* foi utilizado o descritor *agrotóxicos, saúde e meio ambiente* para a busca complementar, dando preferência para artigos publicados nos últimos 5 anos e que trouxessem as relações entre saúde, meio ambiente e agrotóxicos, com abordagem interdisciplinar. Neste processo, também foi realizada uma busca e avaliação nas referências citadas nos trabalhos encontrados, a fim de complementar as discussões com artigos relevantes ao tema.

Visando a ampliação da discussão, conforme a metodologia de artigos de revisão bibliográfica (Marconi & Lakatos, 2003), após a leitura do título, resumo e palavras-chave foram selecionados trabalhos para o estudo e análise crítica. Os artigos que fugiam ao tema aqui proposto ou não traziam relevância para a discussão foram descartados, assim como aqueles que após a leitura integral dos textos não apresentavam informações significativas para o objetivo desta pesquisa.

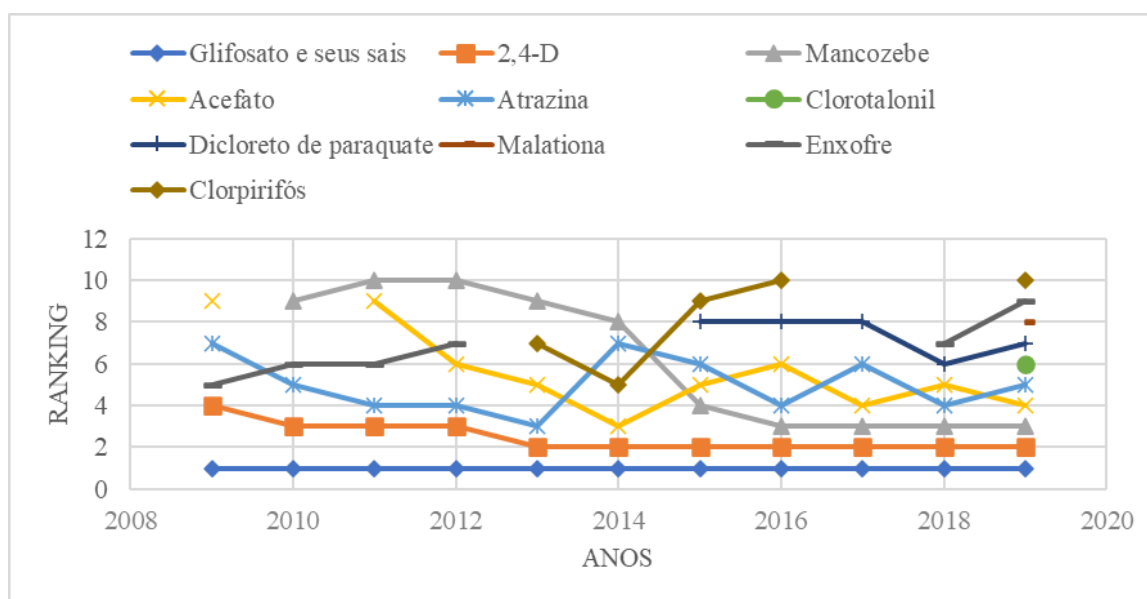
Inicialmente foram apresentados os resultados derivados das análises da base de dados do IBAMA sobre os ingredientes ativos (i.a.) mais vendidos (Brasil, 2020), seguidos da sistematização das buscas e da discussão a partir dos trabalhos estudados. Considerou-se a importância de pesquisas e execução de projetos de biodegradação para o tratamento de áreas contaminadas com agrotóxicos, visando a recuperação ambiental, mitigação de impactos ambientais e prevenção de prejuízos na saúde.

3. Resultados e Discussão

3.1 Os ingredientes ativos (i.a.) mais vendidos

A Figura 1 mostra os quais os ingredientes ativos (i.a.) mais vendidos no Brasil desde 2009 e a variação destes ingredientes ao longo do tempo no *ranking* entre os dez mais vendidos, considerando os dados publicados anualmente pelo IBAMA. Os três produtos que lideraram o *ranking* neste intervalo foram glifosato; 2,4D e atrazina, ocupando os primeiros lugares, nesta mesma ordem. Todos os demais tiveram oscilação variada ao longo destes dez anos, com notável crescimento do mancozebe e acefato, além do aparecimento, apenas em 2019, do clorotalonil, ocupando o 6º lugar com 16.653,05 ton (i.a.).

Figura 1. Oscilação do *ranking* dos ingredientes ativos (i.a.) mais vendidos desde 2009.



Fonte: Autores, a partir dos dados de Brasil (2020).

Os resultados da sistematização das buscas dos produtos, considerando seus ingredientes ativos, mais vendidos desde 2009 (Tabela 1) mostram que, devido ao pequeno número e até inexistência de trabalhos específicos sobre a biodegradação de cada um destes compostos nas plataformas de busca consultadas pode existir uma lacuna do conhecimento, demonstrando haver espaço para pesquisas na área.

Tabela 1. Sistematização de busca no *SciELO* por ingrediente ativo.

Ingrediente Ativo	Anos	Nº de artigos	Nº de artigos (biodegradação)	Nº de artigos (degradação)
2,4-D	2009 até 2019	13167	5	66
Acefato	2011 até 2019 e 2009	34	0	0
Atrazina	2009 até 2019	132	3	15
Carbendazim	2009 até 2012	110	0	1
Clorotalonil	2019	75	0	0
Clorpirifós	2013 até 2016 e 2019	196	0	2
Dicloreto de paraquate	2015 até 2019	5	0	0
Diurum	2010; 2012 e 2014	12	0	1
Enxofre	2009 até 2012; 2018 e 2019	652	2	14
Glifosato e seus sais	2009 até 2019	366	1	9
Imidacloprido	2013; 2015 até 2018	33	0	0
Malationa	2019	19	0	1
Mancozebe	2010 até 2019	51	0	0
Metamidofós	2011	50	0	1
Metomil	2013 e 2014	19	0	1
Óleo mineral	2009 até 2018	255	3	3
Óleo vegetal	2009 até 2017	264	1	5
Oxicloreto de cobre	2017 e 2018	72	0	0
Tiofanato-metílico	2009	66	0	0

Fonte: Autores.

Considerando os resultados das buscas, os artigos selecionados para as análises para os descritores *biodegradação* e *degradação* foram: Albuquerque et al. (2001), Andrighetti et al. (2014), Brasil (2020), Carmo et al. (2014), Oliveira et al. (2014) Silva et al. (2007) e Souza et al. (1999).

Já para *agrotóxicos e saúde* foram encontrados 63 trabalhos, dos quais apenas 30 foram utilizados para análise (Bochner & Freire, 2020; Brust et al., 2019; Corcino et al., 2019; Cunha & Soares, 2020, 2020; Dutra & Ferreira, 2019; Ferreira et al., 2020; França et al., 2020; Freire et al., 2020; Freitas & Garibotti, 2020; García, 2019; Ismael & Rocha, 2019; Lima et al., 2020; Magalhães & Caldas, 2019; Miranda & Oliveira, 2019; Moura et al., 2020; Nascimento et al., 2019; Neves et al., 2020; Nogueira et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Petarli et al., 2019; Piccoli et al., 2019; Pluth et al., 2019; Queiroz et al., 2019b; Ristow et al., 2020; Sena et al., 2019; Silva et al., 2019; Silvério et al., 2019; Soares et al., 2019; Vasconcellos et al., 2020).

Já para o descritor *agrotóxicos, saúde e meio ambiente* nos anos de 2019 e 2020 no *SciELO* nenhum trabalho foi encontrado. Todavia, pelo *Google Scholar*, obtiveram-se 7280 trabalhos. Considerando estes resultados e restringindo a busca conforme os critérios adotados na metodologia, foram selecionados mais 16 artigos para a discussão (Amaro et al., 2021; Barbosa et al., 2020; Begnini & Almeida, 2016; Haddad et al., 2020; Lara et al., 2019; Matias et al., 2019; Moraes, 2019; Pereira & Borges, 2020; Pignati et al., 2017; Queiroz et al., 2019a; Ramos et al., 2020; Ramos & Lobo, 2019; Soares et al., 2020; Souza et al., 2020; Stefano & Mendonça, 2016; Zanuto & Cabral, 2020). Pela busca nas referências dos artigos selecionados foram adicionados mais dois artigos (Dutra & Souza, 2017; Toichuev et al., 2018).

3.2 Dinâmica ambiental, biodegradação e os principais efeitos adversos dos agrotóxicos no meio ambiente

O Brasil é um país cujo uso de agrotóxicos é amplo e com registros de casos de danos à saúde em diferentes idades e localidades (Queiroz et al., 2019a). O uso destes químicos no país se intensificou em 1990, e em 2017 o Brasil se tornou o primeiro maior consumidor do mundo (Lopes & Albuquerque, 2018), especialmente nas lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar, nas regiões Centro-Oeste, Sul e no estado de São Paulo, sendo a produção dominada por poucas empresas, em que os 5 maiores produtores correspondem a um valor de 50% da produção total, o que coloca a regulação de agrotóxicos, assim como as de vários outros produtos e serviços, como um processo politicamente não neutro (Moraes, 2019).

Indicadores ambientais já mostraram que o aumento do consumo de agrotóxicos resultou em aumento das incidências de intoxicações entre as Unidades Federadas (Lara et al., 2019) o que frisa a importância de medidas regulatórias mais intensas e a busca por alternativas sustentáveis para lidar com a problemática dos agrotóxicos no meio ambiente, como processos de biodegradação para a recuperação destas áreas degradadas.

A biodegradação de compostos orgânicos é um processo natural que pode também ocorrer por meio de manejo humano e uso de tecnologias específicas, como reatores aeróbios e anaeróbios com a inserção de nutrientes e controle de condições operacionais como pH, temperatura e carga orgânica. Estes processos são geralmente mais baratos e menos impactantes do que processos físico-químicos como adsorção e processos oxidativos avançados, sendo portanto, uma alternativa importante para a mineralização desses poluentes no meio ambiente e uma medida indireta de precaução à problemas de saúde associados à estes químicos (Begnini & Almeida, 2016; Soares et al., 2020).

Considerando os resultados encontrados, pode-se enfatizar que a atividade microbiana é uma opção viável e com significativos benefícios ambientais, dentre eles a eliminação de compostos orgânicos tóxicos e outros tipos de poluentes que podem trazer sérios prejuízos aos ecossistemas e a saúde humana.

Dos produtos que lideram o *ranking* dos mais vendidos no Brasil, a degradação do glifosato ocorre predominantemente pela atividade microbiana aeróbia, favorecida por níveis mais altos de oxigênio, nutrientes e substratos orgânicos (Souza et al., 1999). Todavia, este herbicida também pode causar efeitos negativos na multiplicação de bactérias em solos contaminados, embora mesmo assim, possa ser utilizado como fonte de energia para a microbiota (Andrighetti et al., 2014).

Para o 2, 4, D espécies como *Serratia marcescens* e *Penicillium* sp. já foram selecionadas como potenciais degradadoras deste composto, enquanto que outros estudos mostram a degradação de agrotóxicos como a atrazina dependem também de características intrínsecas e extrínsecas do produto, podendo ser mais ou menos persistentes no ambiente em que se encontram. Isso faz com que estes produtos representem um risco aos ecossistemas e à biodiversidade, uma vez que as suas propriedades ecotoxicológicas são capazes que afetar outros organismos (Albuquerque et al., 2001; Carmo et al., 2014; Oliveira et al., 2014).

Os solos podem ter maior ou menor capacidade de adsorção destes químicos conforme as suas características intrínsecas, como capacidade de troca de cátions (CTC), porosidade e granulometria. Considerando o processo de adsorção de agrotóxicos, estes produtos podem ficar retidos no solo e ser liberados em diferentes períodos além da geração de intermediários metabólitos que podem ser ainda mais tóxicos à fauna e a flora do que os produtos primários, podendo ocasionar desequilíbrios ecossistêmicos (Albuquerque et al., 2001; Andrighetti et al., 2014; Matias et al., 2019; Soares et al., 2020).

Caso não ocorra o processo de adsorção, estes químicos podem ser levados para as águas subterrâneas pelo processo de percolação, podendo implicar em danos aos organismos aquáticos e demais seres vivos que utilizem o recurso hídrico contaminado, como efeitos teratogênicos, bioacumulação, mutações e morte (Almeida et al., 2019). Ademais, estes químicos podem inibir a atividade microbiana no solo e na água, interferindo na ciclagem natural de nutrientes que dependem da

atividade biológica para completar os seus ciclos, o que pode levar ao acúmulo de substâncias que não foram metabolizadas no ambiente (Campos et al., 2021; Lopes & Albuquerque, 2018; Ramos & Lobo, 2019).

Por meio revisão bibliográfica realizada observa-se que o desenvolvimento de pesquisas e estudos específicos sobre a biodegradação e comportamento de agrotóxicos no meio ambiente é fundamental para a implantação de medidas de gestão e saúde ambiental. Desta forma, torna-se possível a busca pela conservação dos ecossistemas e a saúde humana, promovendo tratamentos mais sustentáveis para a correção de danos ambientais, visando a preservação da vida e a conservação dos recursos naturais.

3.3 Principais implicações negativas dos agrotóxicos à saúde humana

Pesquisas já mostraram o grande impacto que os agrotóxicos tem sobre a saúde humana (Barbosa et al., 2020; Ramos & Lobo, 2019; Souza et al., 2020; Zanuto & Cabral, 2020). Esse prejuízo pode vir desde o contato direto com os químicos, em sua maioria por trabalhadores rurais (França et al., 2020; Freitas & Garibotti, 2020; Nogueira et al., 2020; Petarli et al., 2019; Ristow et al., 2020), como nos indivíduos consumidores dos alimentos em geral, visto que terão contato íntimo com os pesticidas por meio do sustento consumido (Queiroz et al., 2019b; Soares et al., 2019). Entretanto, é válido lembrar que estes produtos impactam também outros sistemas que podem trazer prejuízos com o contato, como a fauna, flora, ar, água e solo, trazendo consecutivos danos (Matias et al., 2019; Oliveira et al., 2020; Soares et al., 2020).

A exposição prolongada a pequenas doses de agrotóxicos causa várias consequências, impactando diferentes sistemas do organismo. A literatura exemplifica alterações teratogênicas, intoxicações exógenas, desregulações endócrinas, alterações neuropsíquicas, assim como afecções em sistema respiratório, sistema hematológico, favorecimento na carcinogênese e também problemas auditivos (Begnini & Almeida, 2016; Bochner & Freire, 2020; Corcino et al., 2019; Dutra & Souza, 2017; Ferreira et al., 2020; França et al., 2020; Lara et al., 2019; Lima et al., 2020; Magalhães & Caldas, 2019; Miranda & Oliveira, 2019; Neves et al., 2020; Nogueira et al., 2020; Piccoli et al., 2019; Pluth et al., 2019; Queiroz et al., 2019b; Sena et al., 2019; Silva et al., 2007; Silvério et al., 2019; Toichuev et al., 2018). Dentre estes alguns pontos são de elevada preocupação, como os malefícios causados na gestação, a relação com o câncer e também as intoxicações diretas.

O comportamento teratogênico dos defensivos agrícolas não é novidade na literatura e já foi apresentado por alguns autores, como no estudo ecológico de Dutra e Ferreira (2019) e no descritivo de Ferreira, Costa e Ceolin (2020). Em ambos os trabalhos são mostrados que as taxas de anomalias congênitas populacionais são maiores nas regiões de áreas com maior exposição aos agrotóxicos, mostrando íntima relação entre essas variáveis, principalmente quando pontuada a exposição ocupacional dos pais da criança gerada, exemplificando então o caráter danoso ao feto apresentado por estas substâncias (Bochner & Freire, 2020; Ferreira et al., 2020).

Dentre as teratogênias evidenciadas foi confirmada estaticamente por Ferreira, Costa e Ceolin (2020) a relação entre o envolvimento de alguns agrotóxicos com as malformações do sistema cardiovascular, aparelho geniturinário, sistema osteomuscular, anomalias cromossômicas, malformações de trato gastrointestinal, assim como fendas labiopalatina e deformidades no quadril.

O artigo ainda pontuou que os químicos mais usados na região amostral eram glifosato, paraquate, acetado, abamectina, atrazina e outros, sendo todos estes com já confirmada toxicidade à saúde humana e ambiental (Ferreira et al., 2020). Dentre estes, o glifosato ocupou o 1º lugar no ranking dos i.a. mais vendidos em 2019, seguido da e acetato (4º) e atrazina (5º), com 217.592,24 ton., 28.432,50 ton. e 23.429,38 ton., respectivamente, o que enfatiza a preocupação com as consequências do uso indiscriminado destes compostos.

Além disso, Toichuev et al. (2018) confirmaram a presença de organoclorados em placentas de mulheres que viviam em áreas de grande exposição aos agrotóxicos, sendo observados problemas semelhantes aos já citados, como também

problemas de baixo peso gestacional e natimortos. Dessa maneira, tais anomalias relacionadas às substâncias geram um impacto significativo no desenvolvimento intrauterino do feto, assim como na vida da criança e dos responsáveis, além de acarretar um problema expressivo de saúde pública.

Ainda, é apropriado ressaltar a problemática da afinidade dos agrotóxicos frente ao aparecimento de câncer. Confirmou-se que indivíduos que têm contato direto com os agrotóxicos, residem próximo de áreas de plantio ou em regiões de intensa atividade agrícola e são significativamente mais propensos ao maior risco de câncer (Pluth et al., 2019).

Os mesmos autores discutem a associação dos agrotóxicos com o aparecimento de câncer de próstata, linfoma não-Hodgkin, leucemia, mieloma múltiplo, câncer de bexiga e de cólon. Há também a confirmação de que a exposição ocupacional aos organofosforados aumenta o risco de neoplasias hematológicas (Piccoli et al., 2019). Todavia, mesmo com já comprovada associação cancerígena, estes químicos ainda são amplamente utilizados nos plantios.

Observa-se que, se o uso de agrotóxicos obedecesse às doses recomendadas, assim como o período de carência do produto para que o alimento possa ser consumido, tais efeitos não seriam observados. Justifica-se a importância do controle local das aplicações, que é um desafio para os órgãos gestores competentes, como a ANVISA que avalia os riscos à saúde e o IBAMA, que avalia os perigos ambientais.

Ademais, como já relatado, o risco de efeitos nocivos na saúde é maior para aqueles que têm contato direto com os produtos, no caso a exposição ocupacional dos agricultores. Dentre todos os danos causados as intoxicações exógenas, crônicas ou agudas, são altamente recorrentes no país (Begnini & Almeida, 2016; Bochner & Freire, 2020; Corcino et al., 2019; Lara et al., 2019; Lima et al., 2020; Magalhães & Caldas, 2019; Miranda & Oliveira, 2019; Neves et al., 2020; Nogueira et al., 2020; Queiroz et al., 2019a; Sena et al., 2019; Silva et al., 2019; Silvério et al., 2019).

A sintomatologia das intoxicações agudas é variada, podendo haver cefaleia, dispneia, vertigem, náusea, vômito, astenia, prurido, eritemas e ulcerações na pele, mialgia, epistaxe, eritema ocular (Ristow et al., 2020), assim como questões mais graves como lesões hepáticas, pulmonares e óbito (Toichuev et al., 2018).

O aumento expressivo nos últimos anos no número de notificações de intoxicações por agrotóxicos no país também já foi observado (Queiroz et al., 2019a), o que sinaliza a alta procura desses indivíduos aos sistemas de saúde, porém, podendo haver camuflagem nos dados devido à subnotificação. Sendo assim, enfatiza-se a elevada preocupação para com esta situação tão crítica e recorrente.

Dessa maneira, é de importância frisar que a bibliografia integrada no trabalho apresentou também o vínculo dos defensivos agrícolas com outras patologias além das já citadas. É sugerida a associação destes químicos com o aparecimento de neoplasias de testículo, mama, esôfago, rim, tireóide, lábio, cabeça/pescoço e ossos (Pluth et al., 2019). Há também a confirmação entre a exposição aos agrotóxicos com o aparecimento da Doença de Parkinson (Nogueira et al., 2020; Vasconcellos et al., 2020). Além disso, existe a ototoxicidade dessas substâncias levando a perda auditiva ocasionada pelo seu constante manuseio (Sena et al., 2019; França et al., 2020;). Sendo assim, fica bem ilustrado o expressivo envolvimento dos agrotóxicos com impactos nocivos à saúde humana, dessa forma tornando-se uma indicação significativa de problema de saúde pública.

4. Considerações Finais

Por meio da leitura e análise dos trabalhos consultados foi possível elaborar uma discussão multidisciplinar sobre o tema, mostrando as implicações e comportamento ambiental de muitos produtos no meio ambiente, assim como a relevância dos seus impactos na saúde, o que frisa a importância de ações emergenciais para a gestão e tratamento destes químicos antes que seus efeitos adversos afetem os ecossistemas e a saúde humana.

Sabendo que estes compostos podem ser persistentes no meio ambiente, ubíquos e que podem chegar até as águas de abastecimento público, é fundamental que haja gestão e tratamento destes agrotóxicos no meio ambiente, antes que estas plumas de contaminação se espalhem e causem mais impactos negativos à saúde e aos ecossistemas. Por meio da busca realizada não se encontraram trabalhos específicos sobre a interação destes ingredientes ativos e os seus impactos, sendo esta uma sugestão para trabalhos futuros.

Ressalta-se que estes químicos são uma grave ameaça à saúde pública, frisando a urgência da substituição destes produtos por alternativas mais sustentáveis, visando eliminar os riscos à saúde e à biodiversidade. Além disso, a gestão integrada e participativa, com destaque para projetos de Educação Ambiental podem ser alternativas que contribuam para a redução destes impactos, tal como políticas públicas, investimento em agricultura sustentável e agroecologia.

Considera-se também fundamental a aplicação do princípio da precaução e da prevenção nos aspectos envolvidos com a dinâmica ambiental dos agrotóxicos, uma vez que a literatura mostra claras evidências de efeitos danosos destes elementos na saúde humana e na manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade. Neste sentido, ressalta-se a importância de pesquisas futuras sobre o comportamento ambiental dos agrotóxicos, como os seus processos de degradação e dispersão, com ênfase para os ingredientes ativos mais nocivos à saúde humana e aos ecossistemas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) e a coordenação do curso de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) pelo incentivo à pesquisa e interdisciplinaridade. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Albuquerque, M. A., Schaefer, C. E. G. R., Foloni, J. M., Ker, J. C. & Fontes, L. E. F. (2001). Mineralização e sorção de atrazina em latossolo roxo sob cultivo convencional e plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 25(1), 179–188. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832001000100019&lang=pt
- Almeida, P. R., Rodrigues, M. V. & Imperador, A. M. (2019). Acute toxicity (CL50) and behavioral and morphological effects of a commercial formulation with glyphosate active ingredient in tadpoles of *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) and *Rhinella icterica* (Anura, Bufonidae). *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(6), 1115–1125. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019166886>
- Amaro, B. B. D. F., Correia, D. B., Freitas, R. A., Teixeira, P. H. R., Nascimento, C. A., Pereira, C. M., Silva, J. R. L., Silva, M. S. A., Cruz, G. V., Queiroz, M. B., Oliveira, J. P. C., Silva, R. A. R., Macedo, G. F. & Kamdem, J. P. (2021). A Biossegurança no uso de agrotóxicos na percepção de agricultores do Distrito de Cuncas, Barro – Ceará: Saúde Física e Ambiental. *Research, Society and Development*, 10(1), e15610111644. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11644>
- Andrighetti, M. S., Nachtigall, G. R., Queiroz, S. C. N., Ferracini, V. L. & Ayub, M. A. Z. (2014). Biodegradação de Glifosato pela Microbiota de Solos com Macieira. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 38(1), 1643–1653. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000500029&lang=pt
- Araujo Frota, M. T. B. & Siqueira, C. E. (2021). Pesticides: The hidden poisons on our table. *Cadernos de Saude Publica*, 37(2), 1–5. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00004321>
- Barbosa, R. S., Souza, J. P., Almeida, D. J., Santos, J. B., Paiva, W. S. & Porto, M. J. (2020). As possíveis consequências da exposição a agrotóxicos: uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 9(11), 1689–1699. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10219>
- Begnini, S. & Almeida, L. E. D. F. (2016). Intoxicações por Agrotóxicos Agrícolas no Estado de Santa Catarina. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18316/1981-8858.16.20.INTOXICAÇÕES>
- Bochner, R. & Freire, M. M. (2020). Analysis of deaths by intoxication that occurred in Brazil from 2010 to 2015 based on the mortality information system (SIM). *Ciência e Saude Coletiva*, 25(2), 761–772. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020252.15452018>
- BRASIL. (2020). *Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos*. IBAMA. <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos>
- BRASIL. (2021). *Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA*. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos>
- Brust, R. S., Oliveira, L. P. M., Silva, A. C. S. S., Regazzi, I. C. R., Aguiar, G. S. & Knupp, V. M. A. O. (2019). Epidemiological profile of farmworkers from the state of Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72(Suppl 1), 122–128. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0555>

- Campos, A. L., Alves Ignácio, Á. R., Oliveira, E. S. & Lázaro, W. L. (2021). Pesticides in Brazil and their impacts on health and the environment. *Revista Em Agronegocio e Meio Ambiente*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021V14N1E007934>
- Carmo, D. A., Carmo, A. P. B., Pires, J. M. B. & Oliveira, J. L. M. (2014). Comportamento ambiental e toxicidade dos herbicidas atrazina e simazina. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445–458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Corcino, C. O., Andrade Teles, R. B., Silva Almeida, J. R. G., Silva Lirani, L., Araújo, C. R. M., Assis Gonsalves, A. & Azevedo Maia, G. L. (2019). Evaluation of the effect of pesticide use on the health of rural workers in irrigated fruit farming. *Ciencia e Saude Coletiva*, 24(8), 3117–3128. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.14422017>
- Cunha, L. N. & Soares, W. L. (2020). Fiscal incentives for pesticides as an anti-health and anti-environmental policy. *Cadernos de Saude Publica*, 36(10), 1–15. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00225919>
- Dutra, L. S. & Ferreira, A. P. (2019). Tendência de malformações congênitas e utilização de agrotóxicos em commodities: um estudo ecológico. *Saúde Em Debate*, 43(121), 390–405. c
- Dutra, R. M. S. & Souza, M. M. O. (2017). Negative impacts of pesticide use of human health. *Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde*, 13(24), 127–140.
- Ferreira, L. F., Costa, A. R. & Ceolin, S. (2020). Malformações congênitas e uso de agrotóxicos no município de Giruá, RS. *Saúde Em Debate*, 44(126), 790–804. <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012615>
- França, D. M. V. R., Lobato, D. C. B., Moronte, E. A., Albuquerque, G. S. C., Alcarás, P. A., Gonçalves, C. G. O. & Lacerda, A. B. M. (2020). Estudo da perda auditiva e a sua relação com o trabalho em fumicultores expostos a agrotóxicos Study on hearing loss and its relationship with work in pesticide-exposed tobacco growers <https://orcid.org/0000-0002-7544-412X>. *Revista CEFAC*, 22(3), 1–10. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/2020223nome>
- Freire, M. H. S., Barros, A. P. M. M., Andrade, L., Nihei, O. K. & Fontes, K. B. (2020). Geospatial analysis of births with congenital disorders, Paraná, 2008-2015: ecological study. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 73(3), 2008–2015. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0741>
- Freitas, A. B. & Garibotti, V. (2020). Caracterização das notificações de intoxicações exógenas por agrotóxicos no Rio Grande do Sul, 2011-2018. *Epidemiologia e Servicos de Saude: Revista Do Sistema Unico de Saude Do Brasil*, 29(5), e2020061. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742020000500009>
- García, C. H. (2019). Carmaña Heidy García, MSc 1Matriz de procesos críticos de la determinación social de la salud en la afectación al sistema inmune por exposición a agrotóxicos en La Paz, Bolivia. *Rec. Cienc. Salud*, 18(1), 1–17.
- Haddad, C., Ribas, D. S., Pereira, G. A. & Silva, R. J. M. e. (2020). Agrotóxicos no Brasil: uma violação aos direitos fundamentais. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 46968–46980. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-363>
- IBGE. (2015). Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. In *Igarss 2014*.
- Ismael, L. L. & Rocha, E. M. R. (2019). Estimate of the contamination of groundwater and surface water due to agrochemicals in the sugar-alcohol area, santa rita, state of paraíba, Brazil. *Ciencia e Saude Coletiva*, 24(12), 4665–4676. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182412.27762017>
- Lara, S. S., Pignati, W. A., Pignatti, M. G., Leão, L. H. C. & Machado, J. M. H. (2019). A Agricultura do Agronegócio e sua relação com a intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde*, 15(32), 1–19. <https://doi.org/10.14393/hygeia153246822>
- Lima, F. A. N. S., Pignati, W. A. & Pignatti, M. G. (2020). A extensão do ‘agro’ e do tóxico: saúde e ambiente na terra indígena Marãiwatsédé, Mato Grosso. *Cadernos Saude Coletiva*, 28(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/1414-462x202000280442>
- Lopes, C. V. A. & Albuquerque, G. S. C. (2018). Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Em Debate*, 42(117), 518–534. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>
- Magalhães, A. F. A. & Caldas, E. D. (2019). Occupational exposure and poisoning by chemical products in the Federal District. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72(Suppl 1), 32–40. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0439>
- Marconi, M. & Lakatos, E. (2003). Fundamentos de metodologia científica. In A. S.A. (Ed.), *Editora Atlas S. A. (5ª)*. ATLAS.
- Matias, T. P., Braga, J. K. & Brucha, G. (2019). Anaerobic biodegradation of atrazine under different redox conditions. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(10), 227–236. <https://doi.org/10.22161/ijaers.610.35>
- Miranda, C. & Oliveira, R. M. (2019). Use of agrochemicals in the seating three pontes, Perolândia (go) Municipality: risk to health factors. *Revista Geográfica de América Central*, 63(63), 322–338. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/rgac.63-2.14> Páginas
- Moraes, R. F. (2019). Agrotóxicos no Brasil: Padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. *Ipea*.
- Moura, L. T. R., Bedor, C. N. G., Lopez, R. V. M., Santana, V. S., Rocha, T. M. B. S., Filho, V. W. & Curado, M. P. (2020). Occupational exposure to organophosphate pesticides and hematologic neoplasms: A systematic review. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23, 1–15. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200022>
- Nascimento, S. G., Becker, C., Silva, F. N. & Caldas, N. V. (2019). Produção agroecológica e Segurança Alimentar e Nutricional (Brasil). *Revista de Ciências Agrárias*, 42(1), 291–300. <https://doi.org/10.19084/RCA18223>
- Neves, P. D. M., Mendonça, M. R., Bellini, M. & Pössas, I. B. (2020). Poisoning by agricultural pesticides in the State of Goiás, Brazil, 2005-2015: Analysis of records in official information systems. *Ciencia e Saude Coletiva*, 25(7), 2743–2754. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020257.09562018>

- Nogueira, F. A. M., Szwarcwald, C. L. & Damacena, G. N. (2020). Exposição a agrotóxicos e agravos à saúde em trabalhadores agrícolas: o que revela a literatura? *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 45(36), 1–23. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000041118>
- Oliveira, J. L. M., Ferreira, E. M., Silva, D. P., Dezotti, M. & Langenbach, T. (2014). Fate of the herbicide 14C-atrazine during sewage treatment on a lab-scale bioreactor. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445–458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Oliveira, J. M., Destro, A. L. F., Freitas, M. B. & Oliveira, L. L. (2020). How do pesticides affect bats? – A brief review of recent publications. *Brazilian Journal of Biology*, 69(84), 1–9. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.225330>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Método Qualitativo, Quantitativo ou Quali-Quant. In *Metodologia da Pesquisa Científica* (1st ed.). UFSM, NTE. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 março 2020.
- Pereira, C. F. & Borges, T. A. (2020). A Segurança Alimentar No Uso De Agrotóxicos E O Direito De Escolha Do Consumidor. *Dom Helder Revista de Direito*, 3(5), 181–205. <https://doi.org/10.36598/dhrd.v3i5.1836>
- Petarli, G. B., Cattafesta, M., Zandonade, E. & Salaroli, L. B. (2019). Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segurança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil Occupational exposure to pesticides, risks and safety practices Introdução Metodologia. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 44(15), 1–13. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/2317-6369000030418> Tema
- Piccoli, C., Cremonese, C., Koifman, R., Koifman, S. & Freire, C. (2019). Occupational exposure to pesticides and hematological alterations: A survey of farm residents in the south of Brazil. *Ciencia e Saude Coletiva*, 24(6), 2325–2340. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018246.13142017>
- Pignati, W. A., Lima, F. A. N. de S., Lara, S. S., Correa, M. L. M., Barbosa, J. R., Leão, L. H. D. C. & Pignatti, M. G. (2017). Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: Uma ferramenta para a vigilância em saúde. *Ciencia e Saude Coletiva*, 22(10), 3281–3293. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>
- Pluth, T. B., Zanini, L. A. G. & Battisti, I. D. E. (2019). Pesticide exposure and cancer: an integrative literature review. *Saúde Em Debate*, 43(122), 906–924. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201912220>
- Queiroz, P. R., Lima, K. C., Oliveira, T. C., Santos, M. M., Jacob, J. F. & Oliveira, A. M. B. M. (2019a). Notifiable Diseases Information System and human poisoning by pesticides in Brazil. *Brazilian Journal of Epidemiology*, 22, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190033>
- Queiroz, P. R., Lima, K. C., Oliveira, T. C., Santos, M. M., Jacob, J. F. & Oliveira, A. M. B. M. (2019b). Sistema de Informação de Agravos de Notificação e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. *Brazilian Journal of Epidemiology*, 22, e190033. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190033>
- Ramos, M. L. H., Lima, V. S., Silva, R. E., Nunes, J. V. N. & Silva, G. C. (2020). Perfil epidemiológico dos casos de intoxicação por agrotóxicos de 2013 a 2017 no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 43802–43813. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-119>
- Ramos, R. & Lobo, W. (2019). Agrotóxicos Chemistry and its impact on the environment. *Química Nova*, 30(11), 1–30. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25328.07685>
- Ristow, L. P., Battisti, I. D. E., Stumm, E. M. F. & Montagner, S. E. D. (2020). Factors related to occupational health of farmers exposed to pesticides. *Saude e Sociedade*, 29(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902020180984>
- Sena, T. R. R., Dourado, S. S. F. & Antoniolli, Â. R. (2019). High frequency hearing among rural workers exposed to pesticides. *Ciencia e Saude Coletiva*, 24(10), 3923–3932. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182410.18172017>
- Silva, D. O., Ferreira, M. J. M., Silva, S. A., Santos, M. A., Hoffmann-Santos, H. D. & Silva, A. M. C. da. (2019). Exposição aos agrotóxicos e intoxicações agudas em região de intensa produção agrícola em Mato Grosso, 2013. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 28(3), 1–12. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000300013>
- Silva, T. M., Stets, M. I., Mazzetto, A. M., D. Andrade, F., Pileggi, S. A. V., Fávero, P. R., Cantú, M. D., Carrilho, E., Carneiro, P. I. B. & Pileggi, M. (2007). Degradation of 2,4-D herbicide by microorganisms isolated from Brazilian contaminated soil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(3), 522–525. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000300026>
- Silvério, A. C. P., Martins, I., Nogueira, D. A., Mello, M. A. S., Loyola, E. A. C. & Graciano, M. M. de C. (2019). Avaliação da atenção primária à saúde de trabalhadores rurais expostos a praguicidas. *Revista de Saúde Pública*, 54(9), 1–11.
- Soares, M. M. A., Zuchi, A. P., Lopes, C. V. A. & Anjos, M. C. R. (2019). Perception of health advisors on pesticides: The role of social participation in a sick society. *Saude e Sociedade*, 28(1), 337–349. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902019180193>
- Soares, R. B., Silva, S. M. O., Souza, F. de A., Studart, T. M. C. & Frota, R. L. (2020). Groundwater vulnerability to agrochemical contamination. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, 55(4), 440–455. <https://doi.org/10.5327/z2176-947820200531>
- Souza, A. P., Ferreira, F. A., Silva, A. A., Cardoso, A. A. & Ruiz, H. A. (1999). Respiração microbiana do solo sob doses de glyphosate e de imazapyr. *Planta Daninha*, 17(3), 387–398. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83581999000300007&lang=pt
- Souza, K. S., Paula, A. & Aquino, R. (2020). Os agrotóxicos permitidos no Brasil e seus impactos na saúde humana. *Cadernos de Graduação*, 6(2), 213–223.
- Stefano, D. & Mendonça, M. L. (2016). Agrotóxicos no agronegócio brasileiro: a sujeira por trás da “energia limpa.” In D. Stefano & M. L. Mendonça (Eds.), *Direitos Humanos No Brasil 2016: Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos* (1º, pp. 1–282). EDITORA EXPRESSÃO POPULAR LTDA. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51118189/Relatorio2016.pdf?1483093112=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D+Direitos_Humanos_no_Brasil_Relatorio_da.pdf&Expires=1611706515&Signature=Kw0DFLoQxpynHGeOsZDwrHu9Sb23MJk86YVQINy3gNQRmh4LfnCaEGr

Toichuev, R. M., Zhilova, L. V., Paizildaev, T. R., Khametova, M. S., Rakhmatillaev, A., Sakibaev, K. S., Madykova, Z. A., Toichueva, A. U., Schlumpf, M., Weber, R. & Lichtensteiger, W. (2018). Organochlorine pesticides in placenta in Kyrgyzstan and the effect on pregnancy, childbirth, and newborn health. *Environ Sci Pollut Res Int*, 25, 31885–31894. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0962-6>

Vasconcellos, P. R. O., Rizzotto, M. L. F., Obregón, P. L. & Alonzo, H. G. A. (2020). Exposição a agrotóxicos na agricultura e doença de Parkinson em usuários de um serviço público de saúde do Paraná, Brasil. *Cadernos Saúde Coletiva*, 28(4), 567–578. <https://doi.org/10.1590/1414-462x202028040109>

Vinuto, J. (2014). A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. *Temáticas*, 20(44), 203–220. <https://doi.org/10.20396/tem>

Zanuto, L. C. R. & Cabral, G. P. (2020). “Pacote Do Veneno”: Poder Do Agronegócio E Violações Aos Direitos À Saúde, À Segurança Alimentar E Ao Meio Ambiente. *Revista Direito Em Debate*, 29(54), 91–105. <https://doi.org/10.21527/2176-6622.2020.54.91-105>