



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



JOSÉ LUCAS DE SOUZA

**PRINCIPAIS INGREDIENTES ATIVOS DOS AGROQUÍMICOS:
APLICAÇÃO E USO NO BRASIL**

ARARAS - 2023



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



JOSÉ LUCAS DE SOUZA

**PRINCIPAIS INGREDIENTES ATIVOS DOS AGROQUÍMICOS:
APLICAÇÃO E USO NO BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Alves dos
Santos

Co-orientador (a): Prof. Dra. Marta Cristina
Marjotta-Maistro

ARARAS – 2023

**Em primeiro lugar dedico essa pesquisa a Deus, pois sem ele nada é possível.
Obrigado mãe e família por todo o suporte.
Essa monografia é de vocês.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado guiando meus caminhos durante essa trajetória.

À minha mãe Claudete, por tudo que fez e faz por mim, por acreditar nessa conquista mais do que eu mesmo, por me inspirar todos os dias a ser alguém melhor, obrigado por ser meu exemplo de vida.

À minha esposa Karen, o maior presente que apareceu nessa etapa da minha vida, pelo apoio incondicional, por me manter firme nas muitas adversidades, pelo amor e cuidado, por sempre acreditar que era possível.

Aos meus irmãos, Joilson e Graziela, na qual pude me espelhar e usá-los como exemplo, por serem os primeiros a buscarem o caminho da educação.

À minha avó Geni (in memoriam) pela infância maravilhosa que me proporcionou. Me fez crescer muito e mostrou o que é ser uma pessoa melhor.

À minha sogra Josi e meu sogro João, obrigado por me acolherem e por todo suporte.

A toda minha família, tios, tias, primos, primas, sobrinhos Elisa e José Miguel.

Aos meus irmãos da República Toca, foi uma honra ter convivido com vocês e compartilhar momentos inesquecíveis.

Ao Prof. Dr. Jerônimo, por toda orientação, paciência e imensurável conhecimento compartilhado e transmitido.

À profa. Dra. Marta Marjotta, pela coorientação, troca de saberes e todo apoio técnico.

À profa. Dra. Patricia Monquero, pelos conhecimentos partilhados e a todos os integrantes do (GECA/UFSCar) – Grupo de Estudos em Ciências Agrárias.

A VIDA É UM DESAFIO

**“É necessário sempre acreditar que o sonho
é possível.**

Que o céu é o limite e você é imbatível...

Racionais MC's

RESUMO

Esta pesquisa objetivou apresentar (identificar) quais são os principais ingredientes ativos (IA) usados na formulação dos pesticidas, além do seu emprego (utilidade/importância) na agronomia e possíveis impactos socioambientais inerentes a uma má utilização. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática como estratégia de pesquisa, mapeando estudos e reunindo dados em repositórios de universidades, livros e sites de órgãos envolvidos no tema, como IBGE, MAPA, IBAMA, OMS. A partir disso, constatou-se que os (IA) mais comercializados em 2022 foram: Glifosato, 2,4-D, Mancozeb, Clorotalonil, Atrazina, Acefato, Malationa, Cletodim, Enxofre agrícola e S- metolacoloro. As regiões brasileiras que mais utilizaram esses agroquímicos em 2020 foram: o Centro-Oeste (34,57%), Sul (22,52%), Sudeste (20,96%), Nordeste (9,34%) e Norte (5,03%). Esses princípios ativos são importantes para a agricultura brasileira e apresentam diferentes utilidades na agronomia, porém todos os produtos formulados a base desses ativos apresentam riscos à saúde humana e ambiental. Dos três (IA) mais utilizados, o 2,4-D e o Mancozeb são classificados como extremamente tóxico a saúde humana, enquanto os outros ativos se enquadram na classe de medianamente tóxico (Clorotalonil, Atrazina, Acefato e S- metolacoloro) e produtos pouco tóxicos (Glifosato e Malationa) ou improváveis de causar dano agudo (Cletodim e Enxofre). Os danos ao meio ambiente variam para cada (IA), de acordo seu comportamento no solo, nos fluxos água, no ar e em animais, contudo todos os agroquímicos possuem o potencial de agredir o ambiente. Em vista disso, ficou evidente que as regiões com as maiores monoculturas são as maiores consumidoras e existe a necessidade de encontrar um equilíbrio entre o emprego desses produtos e a minimização de seus impactos, haja vista a importância destes para produção de alimentos e as consequências do seu uso inadequado.

Palavras-chave: agricultura; agrotóxicos; produção agrícola; saúde; ambiente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Total de registros de agrotóxicos, componentes e afins por ano de 2000 a 2022..... **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingredientes ativos mais comercializados em 2022	19
Tabela 2. Produção interna, Importação, Exportação e Vendas nacionais de Ingredientes Ativos em 2021	20
Tabela3. Os agroquímicos mais utilizados no Brasil em 2021 por classe agronômica	21
Tabela 4. Cultura, área plantada e consumo de agrotóxicos por lavoura em 2015...	23
Tabela 5. Distribuição quantitativa dos ingredientes ativos no país por região e ano	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Os ingredientes ativos mais comercializados e sua respectiva classe agronômica.....	22
Quadro 2. Ingrediente ativo, cultura registrada e aplicação agronômica.....	24
Quadro 3. Classificação toxicológica dos principais ingredientes ativos utilizados no Brasil	28
Quadro 4. Potencial de periculosidade ambiental (PPA) dos principais ingredientes ativos do Brasil	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. OBJETIVOS	15
3.1. Objetivo geral	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1. Os ingredientes ativos mais comercializados no Brasil.....	18
5.2. Aplicação agrônômica	20
5.3. Ingredientes ativos: toxicidade a saúde humana e ambiental	26
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O Brasil como potência agrícola é um dos maiores produtores de alimentos do mundo e está entre os líderes na exportação de produtos oriundos da agropecuária (THÉRY, 2019). Este cenário tende a continuar nos próximos anos, pois há previsão de aumento constante na produção e exportação, tanto na agricultura quanto na pecuária (MAPA, 2019; FIESP, 2020).

Internamente, pode-se notar a grande importância do agronegócio para a economia do país. Historicamente, o segmento agropecuário conta com uma grande colaboração no PIB nacional, participando em média de 24,63% do Produto Interno Bruto total, levando em consideração os anos de 1996 a 2017 (CEPEA, 2018).

De acordo com a Embrapa, a área total cultivada no país foi calculada em 65.913.738 hectares (EMBRAPA, 2016). Somado a isso, nos anos de 2009 a 2017, houve um acréscimo da área plantada, de 27 milhões de hectares para 36 milhões de hectares, o que refletiu em um aumento de quase 28% na produção (CAMPOS et al., 2021).

Dentre as principais culturas que ocupam essas áreas estão: a soja, o milho, a cana-de-açúcar, o algodão, o café, o arroz, a laranja e o feijão; com destaque para as três primeiras, que ocupam uma grande parcela das áreas agricultáveis do país. No ano de 2020 a produção agrícola nacional alcançou um valor de 470,5 bilhões de reais (IBGE-PAM,2020).

Fatores climáticos, localização territorial e a aquisição de novas tecnologias são algumas das razões do sucesso brasileiro. Em todo o país, não se tem condições climáticas tão adversas e nem um período extremo que inviabilize cultivar por um determinado tempo, a exceção do semiárido nordestino (PELAEZ et al., 2015 apud BOMBARDI, 2017).

De acordo com Bombardi (2017), o modelo de agricultura do agronegócio nacional está totalmente pautado na obtenção e uso de um pacote tecnológico, que inclui máquinas, equipamentos e insumos; com destaque para os agroquímicos.

Segundo a legislação brasileira, agrotóxicos são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos utilizados na produção, armazenamento e beneficiamento agropecuário. E ingrediente ativo, é a principal molécula ou organismo vivo contido nos defensivos, usado na formulação desses produtos e que concede a

eficácia. Estes podem ser classificados e englobados em herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematocidas e bactericidas, de acordo com seu emprego e uso (Lei 7.802/89 e Decretos 98.816/90 e 4.074/2002).

Possivelmente, os mesmos fatores que propiciam do Brasil um bom produtor de alimentos, também o faz ser um ambiente favorável para o crescimento e proliferação de pragas nocivas para a agricultura. Tal fato, aliado a enorme produção agropecuária, faz o país consumir 20% dos agrotóxicos comercializados em todo o mundo (PELAEZ et al., 2015 apud BOMBARDI, 2017).

Diante do exposto, a seguinte pesquisa visa identificar os ingredientes ativos mais comercializados no Brasil, seu emprego na agronomia e possíveis impactos socioambientais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O atual modelo agrícola é bem diferente de quando surgiu a agricultura. Se no passado a produção era mais voltada para a subsistência e praticada de maneira mais extensiva, atualmente é adotado o cultivo intensivo e em larga escala, predominando a monocultura, isto é, apenas um produto agrícola instalado em grandes áreas. Essa mudança na forma de produzir resultou em maiores problemas fitossanitários, deixando o ambiente mais propenso a doenças e pragas (COSTA; PIRES, 2016).

Diante desse cenário, com o aumento da incidência de pragas e doenças criou-se a necessidade de proteger as lavouras; começaram pesquisas e estudos com intuito de encontrar substâncias que auxiliassem no combate a tais injúrias. Então, no ano de 1939 descobriu-se o DDT (1,1,1- tricloro-2,2-di(p-clorofenil) etano), um inseticida, considerado o precursor dos produtos químicos utilizados na agricultura (FILHO, 2002; BRANCO, 2003).

Após isso, intensificaram-se os estudos e novas formulações foram sendo elaboradas e o uso desses produtos, sobretudo no Brasil, foi difundido com a chegada da revolução verde (década de 60), que visava aumentar a produtividade agrícola e assim controlar a fome, deixando o campo mais tecnificado (CONWAY; BARBIER, 1990). Dentre as ações usadas pelo estado para implantar tal plano estavam: a criação de um complexo agroindustrial e a substituição da importação de agroquímicos por um plano nacional de defensivos agrícolas, na qual facilitou a aquisição dos pesticidas (SAMPAIO; NETO, 2018).

Junto com a maior facilidade de obter esses produtos, o governo fazia poucas exigências normativas para a elaboração de um novo ativo, tinha a falta de controle e fiscalização, ausência de classificação toxicológica e a não necessidade de receita agrônoma para adquirir esses defensivos. Em vista disso, com todas essas políticas implantadas, o Brasil se tornou um dos maiores consumidores de agroquímicos do mundo (KHATOUNIAN, 2001). E em 2008, o país assumiu o primeiro lugar no uso de agrotóxicos dentre todos os países (LOPES & ALBUQUERQUE, 2018).

Conforme trouxe Serra (2016), as regiões que mais aproveitaram dessas condições foram: Sudeste, Sul e Centro-Oeste, com ênfase nas monoculturas como soja, milho, cana-de-açúcar, algodão e arroz, todas visando o mercado externo.

Diante desse contexto, com o crescente uso desses produtos, houve a necessidade e/ou pressão de criar mecanismos mais severos de fiscalização e controle. Vários decretos e normativas foram sendo elaborados no país ao longo dos anos, com destaque para a lei nº7802, de 11 de julho de 1989 e para o decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002), na qual passou-se a ter algumas normas e padrões para rótulos e embalagens, a inclusão de advertências sobre os efeitos a saúde humana e ambiental, a responsabilizar a pessoa jurídica caso o produto causasse algum prejuízo socioambiental, novos valores de multas e proibições quanto ao registro de novas formulações, além de tornar obrigatório o uso de receituário agrônômico no momento da comercialização (KAGEYAMA, 1987).

Atualmente, o registro de novos produtos é avaliado em três órgãos distintos e de funções diferentes. O ministério da agricultura (MAPA) que avalia a eficácia do ingrediente ativo no combate a pragas e doenças, a agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA) na qual investiga os riscos à saúde humana e o instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis (IBAMA) (FRANCO; PEALEZ, 2016).

Ao analisar o número de registros de agrotóxicos ao longo dos anos, nota-se que houve uma redução na elaboração de formulações à medida que as novas leis e recomendações citadas começaram a ser empregadas. Tal constatação é confirmada quando se analisa dados do ministério da agricultura, mostrando que nos anos de 2000 a 2015 a média de novos registros por ano foi de 140,5 (MAPA, 2022).

Contudo, ao se averiguar a média de registros de 2016 até junho de 2022, os números mostram que nos últimos anos, aumentou a velocidade e quantidade de novos produtos lançados no mercado. Foram registradas 2.986 formulações, uma média de 426,5 novos produtos por ano (MAPA, 2022).

Tais números evidenciam o cenário atual de registros de novos produtos para serem lançados no mercado. Devido a essa crescente, ficou cada vez mais frequente indagações sobre a segurança dos alimentos consumidos, a necessidade dos agroquímicos para produzir e os possíveis riscos socioambientais envolvidos no seu uso. Sendo assim, fica cada vez mais urgente a necessidade de estudos, pesquisas e manejos que busquem o equilíbrio entre um alimento seguro e a produção intensiva em larga escala (LOPES, 2017).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Estudar os ingredientes ativos mais comercializados no Brasil, focando na sua aplicação agrônômica e possíveis efeitos socioambientais.

3.2. Objetivos específicos

- 1) Analisar e classificar tais ingredientes ativos sob a ótica agrônômica, toxicológica e ambiental;
- 2) Identificar as regiões que mais utilizam esses ingredientes ativos;
- 3) Trazer informações sobre a importância dos agroquímicos e seus potenciais riscos socioambientais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Na busca de identificar os principais ingredientes ativos dos pesticidas, seu emprego na agricultura e implicações socioambientais, este trabalho adotou o método de revisão bibliográfica sistemática.

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) funciona com um dispositivo de auxílio na elaboração de um novo trabalho, na qual se mapeia estudos já publicados dentro da temática de interesse (BIOLCHINI et al., 2007). Esse tipo de revisão concede ao autor o poder de efetuar pesquisas profundas e imparciais sobre um assunto específico. Levy e Ellis (2006), enumera alguns preceitos ao usar essa metodologia, são estes: coletar, compreender, analisar, sintetizar e avaliar uma série de estudos e pesquisas científicas, a fim de formar fundamentos sólidos sobre o assunto desejado.

Desta forma este trabalho utilizou a revisão literária, a fim de encontrar pesquisas e dados que envolvam temáticas relacionadas aos agrotóxicos, a respeito dos ingredientes ativos mais empregados, suas funções agrícolas, as regiões onde mais se utiliza e consequências socioambientais. As fontes de estudo foram baseadas nas plataformas: Scielo, Google Scholar e Repositórios de Universidades. Além desses meios, recorreu-se ao banco de dados dos principais órgãos brasileiros envolvidos no tema, a exemplo: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); Associação das Empresas Nacionais de Defensivos Agrícolas (AENDA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Organização Mundial da Saúde (OMS).

Dentre os termos de busca utilizados estão: agrotóxicos, ingredientes ativos, ingredientes ativos agrotóxicos, agrotóxicos Brasil, impactos agrotóxicos, agrotóxicos e ambiente, agrotóxicos e saúde, contaminação agrotóxicos, agricultura e agrotóxicos, toxicologia pesticidas, uso dos pesticidas, além de pesquisas direcionadas aos ingredientes ativos mais comercializados, usando o nome do ativo e os termos toxicidade e utilização para cada um 10 dos (IA's) presentes no estudo, por exemplo: glifosato toxicidade, glifosato utilização, 2,4-D, toxicidade, 2,4-D utilização, Mancozeb toxicidade, Mancozeb utilização, Atrazina toxicidade, Atrazina utilização, Acefato toxicidade, Acefato utilização, etc.

Para a seleção e escolha das publicações levantadas baseou-se nos seguintes

critérios: a) estudos nacionais e internacionais que circundam o tema agrotóxico; b) mescla de pesquisas mais recentes, evidenciando o cenário atual, com estudos mais antigos, o que mostra a evolução e importância do tema ao longo dos anos; c) artigos com diferentes metodologias; d) livros, revistas e informativos que expõe a temática dos agrotóxicos; e) sites de órgãos regulatórios e governamentais.

Lopes et al. (2018) realizou uma revisão bibliográfica sistemática para analisar as consequências do uso de agrotóxicos para o ambiente e saúde humana; Barbosa, Rodrigo Santos et al. (2020) adotou o método de revisão sistemática para trazer os possíveis impactos da exposição aos pesticidas, utilizando levantamento bibliográfico nos sites de plataformas acadêmicas especializadas, a exemplo: Scielo e Google acadêmico.

Bereton et al. (2005) diz que esse tipo de revisão permite realizar uma avaliação exigente e fidedigna sobre um assunto específico; Pereira, Deusdelia Dias et al. (2022) fez uma revisão sistemática a fim de averiguar o efeito do mineral silício na diminuição dos danos (severidade) quando atacada pela doença brusone na cultura do arroz e Goldoni, Eduardo Luis et al. (2022) estudou o aproveitamento da palha de cana-de-açúcar como fonte de geração de energia elétrica, através da revisão sistemática de literatura.

A partir disso, este trabalho mapeou artigos, publicações, experimentos, colhendo informações por meio de uma revisão sistemática de literatura. Tal estudo não tem a pretensão de esgotar o assunto, contudo analisará nos materiais acadêmicos dados relevantes para identificar os principais ingredientes ativos dos agroquímicos, seus riscos e aplicabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Os ingredientes ativos mais comercializados no Brasil

Depois de entrar em vigor o artigo 41 do Decreto nº 4.074, de 4/1/2002, as empresas que atuam com defensivos químicos e afins no Brasil devem apresentar números, através de relatórios, sobre a produção, exportação e importação desses produtos.

Por meio desses dados, os órgãos federais responsáveis pela regulamentação e registro desses insumos disponibilizam as informações em publicações anuais. Na Figura 1 pode-se observar a variação ao longo dos anos da quantidade de produtos aprovados para registro no país.



Figura 1. Total de registros de agrotóxicos, componentes e afins por ano de 2000 a 2022. Fonte Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2022)

Ao analisar o gráfico, pode-se notar que entre 2000 e 2015, apenas em 2007, o número de registros/ano ultrapassou a marca de 200. Em contrapartida, de 2016 em diante os produtos registrados sempre excederam a marca de 200 produtos/ano, com destaque para o período de 2017 a 2020 que atingiu mais de 400 registros/ano. Nos

dois últimos anos, a quantidade de produtos aprovados bateu recordes, com 562 registros em 2021 e 652 em 2022 (IBAMA, 2022).

Segundo o MAPA (2018 apud CANCIAN, 2019) essa crescente no número de registro é devido a maior rapidez da ANVISA nas análises toxicológicas. Além do mais, os produtos liberados nesses últimos anos já são conhecidos pelo meio agrícola, servindo como novas opções para culturas diferentes.

Dados do IBAMA (2022) (Tabela 1), mostra que os agroquímicos mais utilizados nas lavouras brasileiras em 2022, foram formulados por meio dos seguintes ingredientes ativos: Glifosato e seus sais, Ácido diclorofenoxiacético – 2,4-D; Mancozebe, Clorotalonil, Atrazina, Acefato, Malationa, Cletodim, Enxofre e S-metolacloro, como pode-se notar na Tabela 1, sendo os 3 primeiros, Glifosato, 2,4-D e Mancozeb os mais usuais nos cultivos nacionais, apresentando em 2020 mais da metade (51,6%) de todos os pesticidas empregados nas lavouras brasileiras (IBAMA, 2020).

Tabela 1. Ingredientes ativos mais comercializados em 2022

Ranking	Ingrediente Ativo	Vendas (tonelada de I.A)
1	Glifosato	219.585,51
2	2,4-D	62.165,70
3	Mancozeb	50.340,24
4	Clorotalonil	38.320,40
5	Atrazina	37.298,57
6	Acefato	35.856,00
7	Malationa	13.291,23
8	Cletodim	9.750,70
9	Enxofre	9.434,95
10	S- metolacloro	9.374,02

Fonte: IBAMA 2022

No ano de 2021, a produção brasileira apresentou um total de 608.362,85 toneladas de IA¹, destes 73.993,37 t são produtos técnicos (PT)² e 534.369,48 t de

¹ Ingrediente ativo (IA) = agente químico, físico ou biológico que confere eficácia aos agrotóxicos e afins. (Decreto 4074/2002).

² Produto Técnico (PT) = produto obtido diretamente de matérias-primas por processo químico, físico

produtos formulados (PF)³. No que diz respeito a importação, o país importou mais de 300.000 t de (IA) em produtos técnicos e mais de 190.000 t de (IA) em produtos formulados. A exportação apresentou os menores índices, com 5.034,53 t de (IA) em (PT) e 6.655,19 t de (IA) em (PF). As vendas nacionais (internas) nesse mesmo ano foi de 275.574,59 t de (PT) e 719.507,44 t de (PF), tendo representado no total 995.082,03 t de (IA), como pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2. Produção interna, Importação, Exportação e Vendas nacionais de Ingredientes Ativos em 2021

Atividade	Total em t de IA (Produtos técnicos + Produtos formulados)
Produção Nacional	608.362,85
Importação	497.658,09
Exportação	11.689,72
Vendas Internas	995.082,03

Fonte: IBAMA, 2021

Dentre os fatores que contribuíram para o atual cenário comercial pode-se citar: o aumento da produção nacional, havendo uma extensão das áreas cultivadas, acarretando num maior consumo desses defensivos, a fim de controlar pragas, doenças, plantas infestantes e obter a máxima produtividade possível.

5.2. Aplicação agrônômica

Os principais tipos de agrotóxicos utilizados na agricultura são: os herbicidas, inseticidas, fungicidas, nematicidas e acaricidas. Cada um conta com uma função e o seu emprego é de acordo com a praga a ser controlada.

Os herbicidas são usados para eliminar ou controlar o crescimento de plantas invasoras nos cultivos comerciais (SIGG, 1998; TU et al., 2001; WITTENBERG; COCK, 2001; SIMBERLOFF, 2008). Já os inseticidas atuam sobre insetos nocivos as lavouras, diminuindo a sua população e seu dano potencial (WARE; WHITACRE,

ou biológico, destinado à obtenção de produtos formulados ou de pré-misturas e cuja composição contenha teor definido de ingrediente ativo e impurezas, podendo conter estabilizantes e produtos relacionados, tais como isômeros.

³ Produto Formulado (PF) = agrotóxico ou afim obtido a partir de produto técnico ou de pré-mistura, por intermédio de processo físico, ou diretamente de matérias-primas por meio de processos físicos, químicos ou biológicos. (Decreto 4074/02).

2012).

Os fungicidas, conforme Juliatti (2004) são empregados no controle de doenças de plantas causadas por fungos, bactérias ou algas. Por fim, os menos usuais são os nematicidas, que combatem os nematoides, e os acaricidas para conter os ataques de ácaros que acometem as plantações.

As primeiras três classes citadas, dos herbicidas, inseticidas e fungicidas são as que mais aparecem nas lavouras brasileiras (Tabela 3). Em 2021, os herbicidas ocuparam o primeiro lugar entre os tipos de agroquímicos mais utilizados no país, correspondendo a 56,63%. Os fungicidas apareceram em segundo lugar com 17,90%, seguido pelos inseticidas com 12,87%. Os acaricidas/fungicidas representam 5,03% e os acaricidas/inseticidas correspondem a 3,82%. A porcentagem restante, 3,75%, é a soma de todas outras classes menos usuais. Esses dados estão apresentados na Tabela 3 (IBAMA, 2021).

Tabela 3. Os agroquímicos mais utilizados no Brasil em 2021 por classe agrônômica

Ranking	Classe de uso (agrônômica)	Quantidade (ton.IA)	Percentual (%)
1	Herbicida	407.462,73	56,63%
2	Fungicida	128.756,61	17,90%
3	Inseticida	92.625,19	12,87%
4	Acaricida/Fungicida	36.175,07	5,03%
5	Acaricida/Inseticida	27.473,95	3,82%
-	Outros	27.013,89	3,75%
	TOTAL	719.507,44	100%

Fonte: IBAMA 2021

O maior consumo por parte dos herbicidas nas áreas agricultáveis do país em relação aos outros pode ser explicado por sua finalidade; combater a problemática das plantas daninhas, espécies indesejadas, muitas de difícil manejo, tolerantes ou resistentes a aplicação de defensivos e que disputam água, nutrientes e luminosidade com a cultura principal, podendo diminuir a produção e se não controlada causar perda total da lavoura (FONTESET al, 2003A). Além disso, elas servem de hospedeira (abrigo) para pragas e doenças (CARMO E SANTOS, 2008).

Diante disso, com a adoção do modelo de produção em larga escala, com plantios subsequentes e a necessidade de ter um solo livre de plantas daninhas, em média, as doses utilizadas por hectare dos herbicidas são maiores que nos fungicidas

e inseticidas.

O uso mais recorrente do grupo dos herbicidas também é evidenciado quando se volta a atenção para os dez (IA) mais comercializados em 2022. Metade desses ativos (50%) são herbicidas, sendo o a outra metade (a parcela restante) dividida em fungicidas e inseticidas, podendo atuar também como acaricida no caso do Acefato ou fertilizante como o Enxofre, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Os ingredientes ativos mais comercializados e sua respectiva classe agronômica

Ranking	Ingrediente Ativo	Classe agronômica
1	Glifosato	Herbicida
2	2,4 -D	Herbicida
3	Mancozeb	Fungicida
4	Clorotalonil	Fungicida
5	Atrazina	Herbicida
6	Acefato	Inseticida/Acaricida
7	Malationa	Inseticida
8	Cletodim	Herbicida
9	Enxofre	Inset, Fungic, Fertilizant
10	S- metalacloro	Herbicida

Fonte: IBGE; IBAMA 2022

Ao analisar as culturas predominantes no país e traçar um paralelo com os principais pesticidas utilizados, pode-se confirmar que o consumo desses produtos incide justamente nas grandes lavouras brasileiras. Segundo dados do IBGE, em 2015 a soja, o milho e a cana representaram 76% de toda área plantada no Brasil e foram os cultivos que mais consumiram agrotóxicos. A soja foi a cultura mais plantada com 32,2 milhões de hectares, representando 42% de toda área plantada no país, o milho veio em segundo lugar com 15,8 milhões de hectares, com 21% e a cana-de-açúcar com 10,1 milhões de hectares, equivalendo a 13% da área total plantada no Brasil. E juntos corresponderam a 82% do consumo nacional de pesticidas, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Cultura, área plantada e consumo de agrotóxicos por lavoura em 2015

Cultura agrícola	Área plantada (ha)	Média de uso agrotóxicos (L/ha)	Consumo de agrotóxicos (L)
Soja	32.206.787	17,7	570.060.129,90
Milho	15.846.517	7,4	117.264.225,80
Cana-de-açúcar	10.161.622	4,8	48.775.785,60
Algodão	1.047.622	28,6	29.961.989,20
Trigo	2.490.115	10	24.901.150,00
Fumo	406.377	60	24.382.620,0
Arroz	2.162.178	10	21.621.780,00
Café	1.988.272	10	19.882.720,00
Cítricos	766.516	23	17.629.868,00
Feijão	3.130.036	5	15.650.180,00
Banana	484.430	10	4.844.330,00
Tomate	63.626	20	1.272.520,00
Uva	78.026	12	936.312,00
Girassol	111.843	7,4	827.638,20
Mamão	30.445	10	304.450,00
Melancia	97.910	3	293.730,00
Abacaxi	69.565	3	208.695,00
Manga	64.412	3	193.236,00
Melão	20.837	3	62.511,00
Total	71.227.136	-	899.073.840,70

Fonte: IBGE-SIDRA; Pignati et al.

Além de contarem com a maioria das áreas cultiváveis do país, o alto consumo dessas culturas pode ter relação com a interminável busca por maiores produtividades e a importância econômica dessas espécies, fazendo com que aumente o uso dessas substâncias, a fim de proteger as lavouras e garantir o retorno financeiro.

De acordo com informações da CONAB (2021), o Brasil é o maior produtor mundial de soja, tendo produzido 135,9 milhões de toneladas na safra 20/21. Somado a isso, as receitas oriundas das exportações de produtos da cadeia produtiva da soja, representaram mais de 16% do PIB do agronegócio em 2018, superando os US\$ 40 bilhões (Mapa, 2013; Abiove, 2019).

O milho, segue a mesma linha de importância, o país é o terceiro maior produtor do mundo (EPAGRI, 2016), e o segundo no número de exportações, alcançando 34

milhões de toneladas na safra 18/19 (FIESP, 2019).

E com a cana-de-açúcar não é diferente, o Brasil é o maior produtor mundial, o segundo maior na produção de etanol e o primeiro produtor de açúcar entre todos os países (BRASIL, 2020).

Entre os (IA) mais utilizados em 2022, a grande maioria são registrados e com indicação de uso para a soja, milho e cana, as culturas que mais consomem os agroquímicos, com destaque para a cultura da soja, no qual é indicado para todos os (IA) mais comumente utilizados, exceto na Atrazina, o que reafirma o posto de lavoura que mais utiliza pesticidas, como pode-se observar no Quadro 2.

Quadro 2. Ingrediente ativo, cultura registrada e aplicação agrônômica

Ingrediente ativo	Culturas registradas	Pragas/Doença que controla	Classe agrônômica
1 – Glifosato	Soja, milho, cana, entre outras	Plantas daninhas (monocotiledôneas e dicotiledôneas)	Herbicida
2 – 2,4 -D	Soja, milho, cana, entre outras	Plantas daninhas (essencialmente dicotiledôneas)	Herbicida
3 – Mancozeb	Soja, milho, cana entre outras	Doenças fúngicas	Fungicida
4 – Clorotalonil	Soja, milho, algodão, entre outras	Doenças fúngicas	Fungicida
5 – Atrazina	Cana e milho	Plantas daninhas (essencialmente dicotiledôneas)	Herbicida
6 – Acefato	Soja, algodão, feijão, entre outras	Insetos e ácaros	Inseticida/Acaricida
7 – Malationa	Soja, algodão, citros, entre outras	Insetos	Inseticida
8 – Cletodim	Soja, milho, cana, entre outras	Plantas daninhas (essencialmente monocotiledôneas)	Herbicida
9 – Enxofre	Soja, café, citros, entre outras	Insetos, doenças fúngicas, déficit nutricional	Inset, Fungic, Fertilizant

10 – S- metalacloro	Soja, milho, cana, entre outras	Plantas daninhas (maior ação em monocotiledôneas e em algumas dicotiledôneas	Herbicida
------------------------	------------------------------------	--	-----------

Fonte: BRASIL, 2022

Ao se voltar a atenção para as regiões (Tabela 5) que mais utilizam esses agroquímicos, nota-se um aspecto importante a ser levado em conta, que é como as principais lavouras ficam concentradas em determinadas regiões, a utilização e consumo dos agrotóxicos também acaba sendo maior nessas regiões de predominância. (MORAES, 2019).

O IBAMA realizou um levantamento sobre a distribuição dos (IA) nas grandes regiões brasileiras, no período de 2018 a 2020, na qual ficou evidente uma elevação no uso dos defensivos agrícolas em todas as cinco macrorregiões. O centro-oeste, grande produtor de grãos (soja e milho) do país, foi a região que apresentou maior crescimento entre todas as regiões do Brasil, seguido por Sul e Sudeste, respectivamente, como mostra a Tabela 5 (IBAMA, 2022).

Tabela 5. Distribuição quantitativa dos ingredientes ativos no país por região e ano

Ranking	Região	Quantidade (ton/ I.A) 2018	% em 2018	Quantidade (ton/ I.A) 2019	% em 2019	Quantidade (ton/ I.A) 2020	% em 2020
1	Centro-Oeste	179.531,03	32,49%	210.064,14	33,83%	237.304,93	34,57%
2	Sul	134.199,80	24,28%	150.467,02	24,23	154.578,73	22,52%
3	Sudeste	127.290,64	23,03%	140.899,26	22,69	143.837,48	20,96%
4	Nordeste	48.878,30	8,84%	56.086,28	9,03%	64.121,61	9,34%
5	Norte	23.384,74	4,23%	26.348,18	4,24%	34.529,28	5,03%
-	Sem definição	39.356,50	7,12%	37.152,45	5,98%	51.977,85	7,57%
-	TOTAL	552.641,00	100%	621.017,32	100%	686.349,87	100%

Fonte: IBAMA/ Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002. 2020d ¹ sem definição: Sem definição das regiões/ locais de vendas.

Ainda baseado em dados do IBGE, em todas as regiões em questão, a soja, o milho e a cana estão entre as cinco maiores em área plantada, haja vista a importância desses cultivos no país.

Sendo assim, o que difere no volume usado por cada macrorregião é o tamanho da área destinada para o cultivo agrícola. O centro-oeste do país apresentou esses números justamente por conter as maiores concentrações de lavouras de grãos, a soja em 2020 apresentou 16.759.901 hectares de área plantada, e o milho 9.087.031 de hectares, duas das culturas que mais demandam e consomem pesticidas.

Na mesma lógica, a região Sul é um forte polo no cultivo dessas espécies, no mesmo ano analisado, a soja teve uma área plantada de 12.196.009 hectares nessa região, fazendo-a figurar no segundo lugar em quantidade de (IA) dentre as cinco regiões.

O Sudeste, além de contar com o plantio de soja e milho, também é a principal região produtora de cana-de-açúcar do Brasil, alcançando em 2020 uma área plantada de 6.617.599 hectares, sendo outra cultura que usa um grande volume de agrotóxicos. Já nas regiões Nordeste e Norte, o cultivo de soja, milho e cana também ocorre, porém em menores áreas, utilizando assim, uma menor quantidade de (IA) quando comparado as outras regiões (IBAMA, 2020).

5.3. Ingredientes ativos: toxicidade a saúde humana e ambiental

De acordo com a OMS (2020) – Organização Mundial da Saúde, os agroquímicos são produtos tóxicos e com potencial de ocasionar danos ao meio ambiente e a saúde humana, sendo recomendado sempre que possível, a diminuição no uso desses produtos.

A exposição e o contato com os agrotóxicos podem se dar por quatro maneiras distintas. A primeira é por vias ambientais, por meio de ar, solo, água e alimentos contaminados; outra forma é por conta do exercício da profissão (ocupacional); a terceira de modo acidental (uso incorreto) e por fim, de forma intencional, como nos casos de aborto, homicídio e suicídio (NISHIYAMA, 2003; TAVEIRA; ALBUQUERQUE, 2018; SESA-PR, 2018).

No que diz respeito a implicações para a saúde humana, esses tipos de exposições podem resultar em casos de intoxicação aguda, subagudas e crônicas. As agudas são oriundas do contato com pesticidas, com seus efeitos manifestando-se imediatamente ou em até duas semanas. Os sintomas podem ser leve, moderado ou grave, sendo ditado pela quantidade absorvida e o ingrediente ativo utilizado. As contaminações subagudas, apresentam danos mais sorrateiros e aparecem horas ou

dias depois da exposição. Por fim, as intoxicações crônicas aparecem depois de anos de exposição ao produto, acarretando, na maioria dos casos, em prejuízos irreversíveis (SESA-PR, 2018).

Dados e informações do ano de 2017 mostraram que houve 2.548 casos de intoxicação originados por agrotóxicos, representando 30,5% das intoxicações em todo o país (SINITOX, 2017). Os trabalhadores agrícolas, aplicadores de pesticidas, mulheres em idade fértil ou gestantes, idosos e crianças se caracterizam como grupo de risco e são mais propensos a danos à saúde, segundo o Ministério da Saúde (2018).

Ao analisar os casos computados, se tratando das intoxicações agudas, os principais sintomas apresentados pelos pacientes são: irritações na pele, dermatites, náusea, vômito, tontura, cefaleia, inquietação, agitação, taquicardia, convulsões, febre e hipotensão. Nos quadros de intoxicação crônica, onde a maioria dos danos são irreversíveis, os problemas vão desde mal formações, a câncer e lesões em diversos órgãos (HUNDIYIL, 2008; BRASIL, 2018).

A ANVISA, antes da devida regulamentação e registro do agroquímico, realiza uma série de testes para averiguar os potenciais danos à saúde humana e os ordena de acordo com a toxicidade apresentada por cada produto. Ao todo, os produtos são classificados em seis categorias: extremamente tóxico, altamente tóxico, medianamente tóxico, pouco tóxico, improvável de causar dano agudo e não classificado.

Entre os dez ingredientes ativos mais utilizados, dois deles, o herbicida 2,4-D e o fungicida Mancozeb se enquadram na classe I – extremamente tóxica. O fungicida Clorotalonil, o inseticida Acefato e os herbicidas Atrazina e S- metolaclopro são classificados como produtos medianamente tóxicos, dentro do grupo III. Por fim, o herbicida Glifosato, o inseticida Malationa, o Cletodim (herbicida) e o Enxofre agrícola são menos danosos à saúde de acordo com a ANVISA, ficando no grupo IV, classificados como produtos pouco tóxicos no caso dos dois primeiros e como produtos improváveis de causar dano agudo como os dois últimos citados, como pode-se notar no Quadro 3.

Quadro 3. Classificação toxicológica dos principais ingredientes ativos utilizados no Brasil

Ingrediente ativo	Classe agrônômica	Classe toxicológica
Glifosato	Herbicida	IV – Pouco tóxico
2,4-D	Herbicida	I – Extremamente tóxico
Mancozeb	Fungicida	I – Extremamente tóxico
Clorotalonil	Fungicida	III – Medianamente tóxico
Atrazina	Herbicida	III – Medianamente tóxico
Acefato	Inseticida	III – Medianamente tóxico
Malationa	Inseticida	IV – Pouco tóxico
Cletodim	Herbicida	V – Improvável de causar dano agudo
Enxofre	Inseticida, fungicida e fertilizante	V – Improvável de causar dano agudo
S- metolacloro	Herbicida	III – Medianamente tóxico

Fonte: ANVISA, 2023

É importante ressaltar, que apesar de existir essa classificação toxicológica padrão, ela pode ser alterada, se tornando específica para cada produto formulado a base de determinado (IA), apresentando maior ou menor toxicidade, conforme art. 38 da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 294, de 29 de julho de 2019. Outro ponto de destaque, é que entre os três (IA) mais usados no país, dois deles, o 2,4-D e o Mancozeb são classificados como extremamente tóxicos, evidenciando o seu maior potencial de ocasionar danos à saúde humana quando comparado aos outros (IA). Em contrapartida, 40% dos (IA) mais comercializados são pouco tóxicos ou improvável de causar dano.

Sobre os riscos potenciais para o ambiente (Quadro 4), o IBAMA é o órgão responsável por estudar, efetuar testes e classificar os ingredientes ativos de acordo com seu grau de lesividade. Essas avaliações definem as características físico-químicas e ecotoxicológicas do agente químico em questão e reúne informações sobre o comportamento do pesticida no ambiente, como a sua persistência, transporte e bioacumulação em solos e afluentes (IBAMA, 2023).

Ainda de acordo com o Ibama, quando o agroquímico é aplicado no campo o que interessa saber é como ele se comporta no solo, água e ar para prever o

comportamento do produto no ambiente (IBAMA, 2023). Depois de feita a avaliação do potencial de periculosidade ambiental (PPA), os agrotóxicos são classificados em quatro classes: I – altamente perigoso ao ambiente; II- muito perigoso ao ambiente; III- perigoso ao meio ambiente; IV- pouco perigoso ao meio ambiente.

Quadro 4 - Potencial de periculosidade ambiental (PPA) dos principais ingredientes ativos do Brasil

Ingrediente ativo	Classe agrônômica	Classe ambiental (PPA)
Glifosato	Herbicida	III- perigoso ao meio ambiente
2,4-D	Herbicida	III- perigoso ao meio ambiente
Mancozeb	Fungicida	III- perigoso ao meio ambiente
Clorotalonil	Fungicida	III- perigoso ao meio ambiente
Atrazina	Herbicida	II- muito perigoso ao meio ambiente
Acefato	Inseticida	II- muito perigoso ao meio ambiente
Malationa	Inseticida	II- muito perigoso ao meio ambiente
Cletodim	Herbicida	III- perigoso ao meio ambiente
Enxofre	Inseticida, fungicida e fertilizante	IV- pouco perigoso ao meio ambiente
S- metolacoloro	Herbicida	II- muito perigoso ao meio ambiente

Fonte: IBAMA, 2023

Ao analisar os ingredientes ativos mais comumente utilizados pode-se notar que os quatro primeiros no ranking: os herbicidas Glifosato e 2,4-D; e os fungicidas Mancozeb e Clorotalonil apresentam potencial de periculosidade ambiental classe III – produto perigoso ao meio ambiente, assim como o herbicida Cletodim, oitavo no ranking de (IA) mais comercializados. Os herbicidas Atrazina e S- metolacoloro e os

inseticidas Acefato e Malationa estão na classe II – produto muito perigoso ao meio ambiente, e por fim, o Enxofre agrícola apresenta classificação de risco ambiental IV – pouco perigoso ao meio ambiente, como mostra o Quadro 4.

Uma pontuação a se fazer a respeito dessas informações é o fato de todos os agroquímicos, uns em maior grau e outros em menor, possuírem riscos ambientais inerentes ao seu uso. Tal fato evidencia a necessidade de fazer o uso correto desses produtos, principalmente no que diz respeito a frequência e dosagem, além de buscar outras formas de controle alternativo a fim de diminuir os impactos e preservar os recursos naturais como mananciais de água, solo, ar e os animais (Barbosa et al., 2020; Ramos & Lobo, 2019; Souza et al., 2020).

6. CONCLUSÃO

Diante desse cenário, a seguinte pesquisa buscou identificar os principais ingredientes ativos contidos nos agroquímicos e entender melhor sua importância agrônômica, as regiões brasileiras que mais utilizam, o comportamento desses produtos no ambiente e potenciais riscos para saúde.

O Glifosato, 2,4-D, Mancozeb, Clorotalonil, Atrazina, Acefato, Malationa, Cletodim, Enxofre agrícola e S- metolacloro são os ingredientes ativos mais comercializados e usuais (empregados) nas lavouras brasileiras. Esses produtos são importantes ferramentas e necessários para a produção de alimentos, ainda mais nesse atual modelo de agricultura, no qual se cultiva monoculturas em grandes áreas, visando sempre maiores produtividades. Para que isso ocorra, utilizam-se dos agroquímicos para proteger as plantações de todos os tipos de injúrias, empregando os herbicidas para o controle de plantas invasoras (infestantes), os fungicidas diante de doenças e os inseticidas contra insetos danosos ao cultivo.

As regiões que mais consomem esses ingredientes ativos estão diretamente ligadas (relacionadas) com a lavoura predominante nesse local. A soja, o milho e a cana-de-açúcar são os cultivos que apresentam maior área plantada no país e são também os líderes no consumo. Sendo assim, o Centro-oeste, maior produtor de grãos do Brasil é a região que utiliza desses princípios ativos, seguido por Sul, Sudeste, Nordeste e Norte.

Entretanto, deve-se atentar que cada agroquímico apresenta um grau de risco para a saúde humana e o meio ambiente, podendo acarretar intoxicações advindas do uso inadequado. Os efeitos a saúde vão de irritações de pele, náuseas, vômitos, tonturas a deformações e câncer. Já sobre os problemas ao meio ambiente, pode haver contaminações de solo, água, ar e animais, em maior ou menor grau, dependendo do ingrediente ativo utilizado.

As dificuldades encontradas durante a elaboração da pesquisa estão relacionadas a falta de dados atuais e confiáveis referentes a real posição do Brasil no ranking de países que mais consomem agroquímicos, levando em consideração o tamanho de área e volume de produção. Outra barreira encontrada está relacionada a falta de informações sobre o número de intoxicações oriundas de contato com agrotóxicos. Um ponto que se enquadraria nesse estudo, é estimar o volume de (IA)

consumido por cada estado e/ou municípios, o que não foi possível devido ao prazo limitado para a conclusão dessa pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A LOPES, Carlos. É possível produzir alimentos para o Brasil sem agrotóxicos? *Ciência e Cultura*, v. 69, n. 4, p. 52-55, 2017.

ALVES FILHO, José Prado. *Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos*. Annablume, 2002.

BORTOLINI, Alexandre Moises Mazarro; GHELLER, Jorge Alberto. Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, Cascavel, v. 1, p. 109-121, 2012

BRANCO, Samuel Murgel. *Natureza e agroquímicos*. Moderna, 2003.

BRASIL. Decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. 2002

BRASIL. LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, p.11459. Seção 1. 12 jul 1989

Cassal, VB, Azevedo, LF de, Ferreira, RP, Silva, DG da, & Simão, RS (2014). Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. *Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental* , 18 (1), 437–445. <https://doi.org/10.5902/2236117012498>

CAVALCANTE, Izabela Loiola Pessoa. AGROTÓXICOS: contexto, aplicabilidade e toxicidade dos ingredientes ativos mais utilizados no Brasil. 2022. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição), Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, SL da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Trabalho apresentado**, v. 8, 2011

CONWAY, G.R.; BARBIER, E. B. After the green revolution: sustainable agriculture for development Earthscan Publications: London, 1990.

DA SILVA PINHEIRO, Luana et al. Características agro econômicas do milho: uma revisão. *Natural Resources*, v. 11, n. 2, p. 13-21, 2021.

DE CAMPOS, Adryelle Lemes et al. O avanço do agrotóxico no Brasil e seus impactos na saúde e no ambiente. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2021.

DE MIRANDA, Evaristo Eduardo. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **AgroANALYSIS**, v. 38, n. 2, p. 25-27, 2018

DE MORAIS, Lilia Aparecida Salgado; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com Atividade Inseticida. 2016

DE OLIVEIRA, Edenis Cesar; CARRARO, Nilton Cezar. Análise do comportamento e participação do agronegócio na composição do produto interno bruto (PIB) brasileiro: Um estudo da série temporal de 1996 a 2017. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 24042-24064, 2019.

DE SÁ DECHOUM, Michele; ZILLER, Sílvia Renate. Métodos para controle de plantas exóticas invasoras. *Biotemas*, v. 26, n. 1, p. 69-77, 2013

FRANCO, CAROLINE DA ROCHA; PELAEZ, Victor. A (des) construção da agenda política de controle dos agrotóxicos no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, p. 213-230, 2016

Friedrich, Karen et al. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. 2021, v. 37, n. 4 [Acessado 3 Janeiro 2023], e00061820. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00061820>>. Epub 14 Maio 2021. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00061820>.

GALAFASSI, Leonardo Bresolin; BEBBER, Romano Augusto; SHIKIDA, Pery Francisco Assis. Uma análise da distribuição espacial da produção de cana-de-açúcar no Paraná (1975-2018). *Revista Teoria e Evidência Econômica*, v. 26, n. 55, p. 272-296, 2020

GIRARDI, Eduardo Paulon. Brasil potência agrícola: dinâmicas recentes, projeções, contradições e fragilidades (2006-2029). **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 54, 2022

GOLDONI, Eduardo Luis et al. Aproveitamento de palha de cana-de-açúcar para o incremento de geração de energia elétrica: revisão sistemática da literatura. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 12, p. e176111234232-e176111234232, 2022.

<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/informativo/defesa-agrosp-no-006-janeiro2022/o-que-sao-agrotoxicos-e-afins/>. Disponível: acesso em 25/07/2022.

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumosagropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Disponível. Acesso em: 26/07/2022

<https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/avaliacao-e-destinacao/quimicos-e-biologicos/avaliacao-ambiental-para-registro-de-agrotoxicos-seus-componentes-e-afins-de-uso>
agricola#:~:text=Classe%20I%20%2D%20Produto%20ALTAMENTE%20PERIGOSO,POUCO%20PERIGOSO%20ao%20meio%20ambient

JÚNIOR, José Mário Vipievski; VARGAS, Letícia Paludo; BET, Viviane Teresinha. Flexibilização dos agrotóxicos no Brasil: a expansão dos registros e do consumo. *Iniciação Científica Cesumar*, v. 24, n. 1, p. 1-22, 2022.

KAGEYAMA, Angela et al. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. Campinas: Unicamp, 1987.

KHATOUNIAN, Carlos Armênio. A reconstrução ecológica da agricultura. Agroecológica, 2001.

Lopes, Carla Vanessa Alves e Albuquerque, Guilherme Souza Cavalcanti de Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 37, n. 2 [Acessado 2 Janeiro 2023] , e00116219. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>>. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018

MATIAS, Tális Pereira et al. Os agrotóxicos mais vendidos no Brasil: Implicações em meio ambiente e saúde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e12110817082-e12110817082, 2021.

PEREIRA, Deusdelia Dias et al. Efeito do silício na redução da severidade da brusone na cultura do arroz: uma revisão bibliográfica. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e13111637730-e13111637730, 2022.

PIGNATI, Wanderlei Antonio et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, p. 3281-3293, 2017

PORTUGAL, Taillany Rodrigues; DA COSTA SILVA, Livia Maria. Análise do aumento dos registros de agrotóxicos e afins e as consequências para os recursos hídricos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 1183-1196, 2020.

DA SILVA, Antonia Francilene Alves et al. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. *Agropecuária científica no semiárido*, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012

SAMPAIO, Rafaela Monique de oliveira; NETO, João Da Cruz Gonçalves. O paradigma da intensa utilização de agrotóxicos no brasil sob o contexto da mundialização da agricultura. Revista Direito Agrário e Agroambiental, v. 4, n. 1, p. 111-129, 2018

SERRA, Letícia Silva et al. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB, v. 1, n. 4, p. 2-25, 2016.

SILVA, Felipe et al. Soja: do plantio à colheita. Oficina de Textos, 2022.

VASCONCELOS, Yuri. Agrotóxicos na berlinda. Pesquisa FAPESP, São Paulo, ano, v. 19, 2018.