

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FABRICIO MEURER BARBIERI

USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO ESTADO DO PARANÁ

PATO BRANCO

2022

FABRICIO MEURER BARBIERI

USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO ESTADO DO PARANÁ

Use of pesticides in the state of Paraná

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Gilberto Santos Andrade, Prof . Dr.

Coorientador: Jorge Jamhour, Prof. Dr.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FABRICIO MEURER BARBIERI

USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO ESTADO DO PARANÁ

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 14/junho/2022

Gilberto Santos Andrade
Doutorado em Entomologia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Taciane Finatto
Doutorado em Agronomia e Biologia de Plantas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Michelângelo Muzell Trezzi
Doutorado em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2022

"Dedico este trabalho á minha família e amigos
que durante a caminhada pela graduação me
serviram de suporte e motivação para seguir
em frente."

AGRADECIMENTOS

Agradeço á minha família pelo suporte e dedicação com a minha pessoa sempre buscando o melhor para que conseguisse cursar a graduação da melhor forma.

Aos amigos e colegas de classe que de diversas formas em troca de experiências fizeram da graduação uma fase que além de conhecimento profissional proporcionaram vivências inesquecíveis.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, além de estender agradecimento a todos os professores da graduação.

A ADAPAR fica o agradecimento pelo fornecimento dos dados que serviram de base para a elaboração deste trabalho.

Agradeço com imenso carinho e dedico esse trabalho aos meus pais Neiva e Victor (*in memorian*) e minha irmã Camila, que nunca cessaram de dar sempre o melhor e guiar-me sempre no caminho do bem e da felicidade.

RESUMO

Defensivos agrícolas são uma ferramenta importante para a manutenção da sanidade da lavoura e a busca de maiores produtividades. O Paraná é um estado líder em produções agrícolas, esse trabalho tem por objetivo de demonstrar um panorama do uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas no Estado do Paraná nos anos de 2018, 2019 e 2020, utilizando dados da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR). Foram analisados a tendência da demanda dos herbicidas, fungicidas e inseticidas no Paraná, as culturas agrícolas que demandaram agrotóxicos em seus sistemas produtivos agrupados em cinco grupos, princípios ativos agrupados em seus modos de ação e os dez municípios e as mesorregiões paranaenses com maiores volumes comercializados. As grandes culturas representaram mais de 90% do destino dos agrotóxicos durante os três anos de análise sendo maiores volumes comercializados nas Mesorregiões Oeste e Norte Central Paranaense. Os municípios de Cascavel, Guarapuava e Tibagi foram os três municípios de maiores volumes comercializados. Os herbicidas foram os de maior uso, seguido pelos fungicidas e inseticidas, sendo que os inseticidas tiveram o uso dos seus ingredientes ativos distribuídos em um número maior de mecanismos de ação comparado aos herbicidas e fungicidas. Além de compreender o comportamento da demanda de defensivos agrícolas no Paraná, se busca obter um melhor acesso a informação do público em geral acerca dos defensivos agrícolas, auxílio em políticas públicas de atuação ambiental e contribuir para que o a utilização das moléculas de maneira inteligível gere menor impacto, sendo cada vez mais assertiva e com menor dano.

Palavras-chave: produtos químicos agrícolas; pesticidas; demanda; produtividade agrícolas.

ABSTRACT

Agricultural pesticides are an important tool for maintaining the health of crops and the search for higher yields. Paraná is a leading state in agricultural production, this paper aims to demonstrate an overview of the use of herbicides, fungicides and insecticides in the state of Paraná in the years 2018, 2019 and 2020, using data from the Agricultural Defense Agency of Paraná (ADAPAR). The trend of the demand for herbicides, fungicides, and insecticides in Paraná, the agricultural crops that demanded pesticides in their production systems grouped into five groups, active ingredients grouped into their modes of action, and the ten municipalities and the mesoregions of Paraná with the highest volumes marketed were analyzed. The major crops represented more than 90% of the destination of pesticides during the three years of analysis, being the largest volumes marketed in the mesoregions West and North Central Paraná. The cities of Cascavel, Guarapuava and Tibagi were the three municipalities with the highest commercialized volumes. Herbicides were the most used, followed by fungicides and insecticides, and insecticides had the use of their active ingredients distributed in a larger number of action mechanisms compared to herbicides and fungicides. In addition to understanding the behavior of the demand for pesticides in Paraná, we seek to obtain better access to information about pesticides for the general public, to help in public policies for environmental action, and to contribute so that the use of molecules in an intelligible way generates less impact, being increasingly assertive and with less damage.

Keywords: agricultural chemical products; pesticides; demand; agriculture productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa do Brasil indicando o Estado do Paraná e as suas mesorregiões, englobando assim a área de estudo do trabalho	19
Figura 2 – Municípios destaques em volumes comercialização de defensivos agrícolas dentro de cada mesorregião do Estado do Paraná durante os anos de 2018, 2019 e 2020	21
Figura 3 – Volume de defensivos agrícolas comercializados nas mesorregiões do Paraná no ano de 2018	22
Figura 4 – Volume de defensivos agrícolas comercializados nas mesorregiões do Paraná no ano de 2019	24
Figura 5 – Volume de defensivos agrícolas comercializados nas mesorregiões do Paraná no ano de 2020	24
Figura 6 – Ranking dos dez municípios paranaenses com maiores volumes de defensivos agrícolas comercializados durante o ano de 2018	25
Figura 7 – Ranking dos dez municípios paranaenses com maiores volumes de defensivos agrícolas comercializados durante o ano de 2019	26
Figura 8 – Ranking dos dez municípios paranaenses com maiores volumes de defensivos agrícolas comercializados durante o ano de 2020	26
Figura 9 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como grandes culturas durante os anos de 2018, 2019 e 2020	27
Figura 10 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como pequenas culturas durante os anos de 2018, 2019 e 2020	28
Figura 11 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como frutíferas durante os anos de 2018, 2019 e 2020	28
Figura 12 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como olerícolas, ornamentais e florestais durante os anos de 2018, 2019 e 2020	29
Figura 13 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como outros durante os anos de 2018, 2019 e 2020	29
Figura 14 – Quantidade de uso por classificação de defensivos durante o ano de 2018 .	30
Figura 15 – Quantidade de uso por classificação de defensivos durante o ano de 2019 .	30
Figura 16 – Quantidade de uso por classificação de defensivos durante o ano de 2020 .	31

Figura 17 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de herbicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2018	32
Figura 18 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de herbicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2019	33
Figura 19 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de herbicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2020	33
Figura 20 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de fungicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2018	34
Figura 21 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de fungicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2019	35
Figura 22 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de fungicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2020	36
Figura 23 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de inseticidas comercializado no Estado do Paraná durante 2018	36
Figura 24 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de inseticidas comercializado no Estado do Paraná durante 2019	38
Figura 25 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de inseticidas comercializado no Estado do Paraná durante 2020	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

ADAPAR	Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
MIP	Manejo Integrado de Pragas
PIB	Produto Interno Bruto
SIAGRO	Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Estado do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

Letras Latinas

t Tonelada

Notações

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Uso de defensivos agrícolas no Brasil e no mundo	15
2.2	Receituário agrônomo, uso correto e seguro de defensivos	16
2.3	Principais culturas agrícolas do Estado do Paraná	16
2.4	Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1	Volume de agrotóxicos comercializados por mesorregião	21
4.2	Municípios paranaenses de maiores volumes comercializados	25
4.3	Culturas e suas demanda de defensivos	27
4.4	Porcentagem de uso por classificação de agrotóxico	30
4.5	Ingredientes ativos e seus mecanismos de ação	31
4.5.1	Herbicidas	31
4.5.2	Fungicidas	34
4.5.3	Inseticidas	35
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Com a modernização e expansão da produção agrícola mundial novos métodos, tecnologias e produtos surgiram no mercado a fim de auxiliar na manutenção e na busca de produções cada vez mais rentáveis. Os defensivos agrícolas fazem parte dessa evolução da agricultura e são importantes para reduzir a ação dos fatores bióticos adversos que podem reduzir o potencial produtivo das culturas, com isso é fundamental que o conhecimento acerca de dados sobre o uso destes produtos esteja disponível às pessoas que o utilizam na produção agrícola (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Os agrotóxicos também conhecidos como defensivos agrícolas, pesticidas ou praguicidas, são aquelas substâncias ou misturas de componentes químicos que são utilizadas para prevenir, destruir, repelir ou inibir a ocorrência ou efeito de organismos vivos capazes de prejudicar as lavouras agrícolas (THE. . . , 2000).

As informações de levantamento do uso de defensivos agrícolas são imprescindíveis para posicionamento de mercado de empresas que comercializam os produtos, geração de empregos para áreas afins e principalmente para agricultores e profissionais da área agrônômica que devem realizar uma análise de uso dos produtos de maneira racional, já que o uso exacerbado e não rotacionado dos mecanismos de ação destes produtos além de prejudicar o meio ambiente são a fonte para a geração de resistências sejam em insetos, plantas ou patógenos com isso gerando ainda mais problemas para a manutenção da sanidade das lavouras. Dentre os defensivos o trabalho abordará os três produtos químicos de maiores usos sendo eles os herbicidas, fungicidas e inseticidas.

O engenheiro agrônomo tem papel fundamental na orientação correta do uso e distribuição dos produtos, sendo assim o profissional deve ter pleno conhecimento que o receituário agrônômico além de caráter técnico tem princípios éticos a ser seguido para que o usuário utilizando de maneira correta os produtos não causem nenhum prejuízo (ALVES FILHO, 2000). Segundo Oberemok *et al.* (2015) se por um lado o advento da indústria química propiciou ganhos substanciais na agricultura em todo o mundo, minimizando riscos de escassez de alimento com o uso de produtos com diferentes mecanismos de ação para o manejo de pragas, por outro, segundo Delkash-Roudsari *et al.* (2022) e Pawestri e Sulistyaningsih (2021) um dos principais problemas enfrentados na agricultura é que se estratégias de usos pautados em manejos integrados no sentido amplo não foram adotadas, maiores serão os efeitos indesejáveis em insetos polinizadores e na saúde humana .

O Paraná é um estado de imensa importância e excelência em produção agrícola, no estado a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR) tem uma importante função de fiscalização e defesa agropecuária no estado. Além de suas importantes funções a ADAPAR fornece informações da distribuição dos defensivos agrícolas que além de serem importantes ferramentas de subsídeo para a tomada de decisão de políticas públicas, serão a base para a realização deste trabalho, fazendo assim com que as informações geradas pela compilação

de dados e análise destes venham a auxiliar para que os objetivos sejam alcançados. Assim, interpretar os dados disponíveis por instituições públicas pode abranger mais que estratégias de uso na agricultura, mas também como instrumento inteligível do uso dessas moléculas e seus efeitos em componentes econômicos, sociais e ambientais (GABOARDI; CANDIOTTO; RAMOS, 2019).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Demonstrar um panorama do uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas no Estado do Paraná nos anos de 2018, 2019 e 2020 de acordo com os dados públicos da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR).

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar os principais grupos de culturas agrícolas do Paraná que mais demandaram agrotóxicos em seus sistemas produtivos agrupadas em grandes culturas, pequenas culturas, frutíferas, olerícolas ornamentais e espécies florestais.
- Determinar a tendência da demanda de herbicidas, fungicidas e inseticidas nos anos 2018 á 2020.
- Demonstrar os mecanismos de ação dos herbicidas, fungicidas e inseticidas mais utilizados no Estado do Paraná.
- Mapear os dez municípios e as mesorregiões do Estado do Paraná com maior demanda do uso dos defensivos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso de defensivos agrícolas no Brasil e no mundo

Os defensivos agrícolas têm a função na agricultura de prevenir perdas ocasionadas por insetos, ervas daninhas, patógenos e outros problemas venham a prejudicar a colheita, visto que a demanda mundial de alimentos é cada vez maior, esses produtos se tornam essenciais para a manutenção da oferta de alimentos e a competitividade do setor produtivo no mercado mundial (FERMAM; ANTUNES, 2009).

A agricultura, uma atividade milenar que era principalmente baseada na produção para sustento familiar, é hoje uma atividade comercial que vem a cada ano incorporando tecnologias, tornando o mercado cada vez mais competitivo e com a gana de aumentar ainda mais a produtividade (PORRO; PORRO, 2015).

Um item de importância para a transformação da produção foi a Revolução Verde, que conduziu a implementação de diferentes tecnologias pelo mundo inteiro, sendo que o uso de produtos químicos, os agrotóxicos com a função de manejar os principais redutores de produção (TERRA, 2008).

Com o aumento da população e do consumo, a busca por maiores produtividades é fundamental, com isso o uso de defensivos agrícolas também amplia, já que se o controle não for eficiente, a produtividade está em cheque e a rentabilidade da produção reduz. Por outro lado, os defensivos agrícolas estão cada vez mais sujeitos a restrições dado aos efeitos adversos que podem apresentar no sistema homem-ambiente. Portanto, diversos países estabelecem através de regulamentações a conformidade de uso, importação e exportação destes produtos (FERMAM; ANTUNES, 2009).

O Brasil, se especializando cada vez mais na produção agrícola, em 2011 assumiu grande destaque global pelo posto de maior consumidor de insumos químicos agrícolas, os agrotóxicos, alcançando um valor de venda de \$ 8,5 bilhões de dólares/ano, segundo estimativas de órgãos governamentais e do setor produtivo (SANTOS, 2012).

Os valores do comércio de insumos é reflexo já que o Brasil é reconhecido como uma potência agrícola e ambiental. Sua produção de grãos, frutas, fibras e agroenergia correspondem em 9,0 % do País, sendo 1,2% com florestas plantadas e 7,8% com lavouras (MIRANDA, 2018).

Mesmo o país sendo grande consumidor destes produtos por ter uma agricultura de grande escala, o Brasil é muito dependente da tecnologia mundial para a produção destes químicos, sendo que necessita tanto da importação de formulados já prontos, como da compra de ingredientes para a produção dos defensivos agrícolas (HERMIDA; PELAEZ, 2011).

2.2 Receituário agrônômico, uso correto e seguro de defensivos

Receituário agrônômico é uma orientação e prescrição técnica gerada por um profissional habilitado que delimita a utilização de agrotóxicos ou outros produtos químicos e permite somente a comercialização e uso mediante a apresentação do documento (ALMEIDA; SOUSA; BARROS, 2015). O receituário agrônômico tem como principal objetivo em realizar um diagnóstico fidedigno com a realidade para que assim ocorram aplicações dos defensivos conforme a necessidade, além disso, não cabe ao agricultor decidir quando e como aplicar o agrotóxico e sim esse papel cabe dentro da legalidade a um engenheiro agrônomo (ADAPAR, 2014).

A lei Nº7.802 de 11 de julho de 1989 é a lei dos agrotóxicos: 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 (BRASIL, 1989).

Todo produto aplicado no controle ou manutenção da lavoura deve ser eficiente quanto sua aplicação, tendo a função de atingir o alvo e obter o controle necessário. Para que se obtenha além de uma boa aplicação, é de extrema importância que os produtores, operadores e qualquer pessoa que manuseie desde equipamentos até produtos estejam capacitados para que façam o uso correto e seguro (BONADIO *et al.*,).

Utilizando qualquer "agrotóxico" como é definido os produtos químicos usados na agricultura conforme a lei dos agrotóxicos, deve estar sempre em associação a outros métodos de controle e deve ser de conhecimento do agricultor como aplicar e manusear da maneira correta os produtos, sempre utilizando equipamentos de proteção individual (EPI) e acompanhado por um profissional credenciado, assim evitando danos aos consumidores, agricultores e ao meio ambiente (SENAR, 2015).

Segundo a Norma Reguladora Rural n.4, aprovada pela portaria n.3.067, de 12 de abril de 1988, do Ministério do Trabalho, os EPI são definidos como todo dispositivo de uso individual destinado a proteger a integridade física do trabalhador (AGOSTINETTO *et al.*, 1998).

2.3 Principais culturas agrícolas do Estado do Paraná

O Brasil conhecido no mundo inteiro como um país com potencial agrícola de produção e exportação de *commodities*, ainda sofre com seu desenvolvimento, porém é de conhecimento que a força motriz da economia brasileira é o agronegócio, no ano de 2015 o setor foi responsável por 21,46% do produto interno bruto (PIB), e o Estado do Paraná com um valor bruto nominal de produção chegando a R\$16 bilhões de reais (IPARDES, 2016).

Segundo Baiardi e Alencar (2014) o Estado do Paraná possui a agricultura como uma das principais atividades econômicas, contribuindo para o rápido crescimento social da população, um dos maiores do Brasil, comparado a países desenvolvidos. A estrutura fundiária do estado predomina propriedades agrícolas de pequeno porte, porém com diversidade de produções e com produções familiares que dão resistência e viabilidade à atividade, fazendo com que o estado seja cada vez mais pujante e com alto desenvolvimento agrícola. Segundo Priori *et al.* (2012) com destaque para a produção de culturas de cereais como milho, soja, trigo e batem recordes a cada ano em comparação a produções de outros estados brasileiros. A diversidade de culturas produzidas no estado é grande, como a produção de café, arroz, feijão, fumo, cana-de-açúcar entre outros produtos fazem do estado um grande produtor agrícola.

Entre os desafios elencados por Siga, Campos e Neves (2020) é de que o Estado do Paraná um estado altamente produtivo, necessita de estratégias futuras para que o seu desenvolvimento sustentável seja potencializado e para que o agronegócio seja competitivo, assim além de preservar o meio ambiente obter crescimento social e econômico. Ainda ressalta que o agronegócio do Estado do Paraná deve se preparar para além de diminuição nos custos, melhorar sua logística, infraestrutura, além de quesitos como rastreabilidade que abrem um vasto caminho ao setor agrícola do estado para a comercialização de seus produtos agrícolas em mercados exteriores.

Uma prioridade que deve ser levada em conta nas produções do Estado do Paraná é a segurança alimentar, onde são necessários que ações de todos agentes que trabalham na cadeia produtiva sejam tomadas. O auxílio das instituições do estado e da nação com ações que façam com que os processos de produção sejam beneficiados em todas as etapas (SIGA; CAMPOS; NEVES, 2020).

2.4 Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas

Manejo integrado de pragas (MIP) é um sistema de controle de pragas que tem como objetivo preservar e aumentar fatores que façam com o controle de pragas seja feito por meio de métodos baseados em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociais. A utilização de inseticidas sem critérios agrônômicos pautados no MIP, podem provocar danos severos de contaminação ambiental e também ser prejudiciais para inimigos naturais e polinizadores que são de extrema importância agrícola. Conhecer a seletividade de inseticidas é importante, para que a implementação e execução do sistema de manejo integrado de pragas (MIP) seja de correta forma. A seletividade pode ser classificada em duas formas, seletividade ecológica e fisiológica. A seletividade ecológica consiste em relacionar diversas formas de utilização dos inseticidas para que o inimigo natural seja menos prejudicado possível, diferente da seletividade fisiológica onde se busca utilizar inseticidas que sejam de menor toxicidade aos inimigos naturais e mais tóxicos a praga que afeta a lavoura, sendo que os inseticidas de seletividade fisiológicos

devem na sua dose recomendada causar uma mortalidade menor que 80% ao inimigo natural (PICANÇO, 2010).

Em projeto desenvolvido pela Embrapa soja e a Emater-PR, na safra 2016/2017 foram visitadas 141 propriedades nas quais os produtores assistidos pela parceria fizeram, em média, 2,1 aplicações de inseticidas ao longo do ciclo da soja na última safra, contra 3,7 realizadas em áreas comerciais que adotam a tecnologia Bt e 4,5 na média estadual uma redução de até 53 % enquanto que a produtividade média de onde é feito o MIP foi de 64,5 sacas por hectare, contra 50 sacas/ha (ANTONELLO; BELLI, 2019).

Manejo integrado de doenças é um dos tipos de manejo que preconiza para a obtenção de lavouras com que o nível da doença presente esteja com nível da doença abaixo do limiar de dano econômico, se utilizando de medidas de sanitização e a busca das resistências e em últimos métodos a aplicação dos produtos químicos (SILVA *et al.*, 2001).

O manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) é importante para que o menor efeito competitivo sobre a cultura de interesse ocorra, considerado a principal ferramenta para reduzir o impacto ambiental dos herbicidas. O MIPD baseia-se na integração de diversos métodos de controle dentre eles: cultural, alelopático, físico, assim tornando os sistemas de cultivo desfavoráveis às plantas daninhas, minimizando seus efeitos (NUNES; TREZZI; DEBASTIANI, 2010).

A pesquisa científica tem importante função em gerar informações, principalmente para utilização dos manejos integrados em culturas como a da soja de grande importância para o agronegócio brasileiro e mundial, assim gerando informações sobre a biologia das pragas para a escolha do melhor controle, assim reduzindo impactos ambientais e reduzindo também custos produtivos (PANIZZZI, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

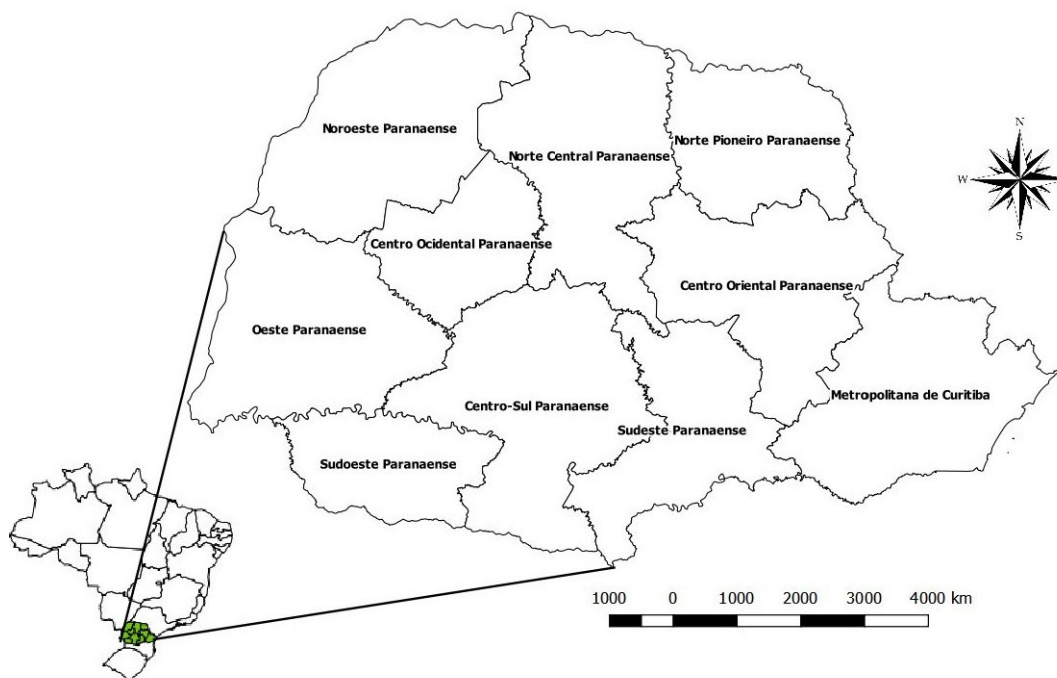
O relatório ADAPAR (2021) do sistema de controle do comércio e uso de agrotóxicos no Estado do Paraná - SIAGRO, foram utilizados como base de dados, os quais são disponibilizados ao público pela ADAPAR – Agência de Defesa Agropécuaria do Paraná (<https://www.adapar.pr.gov.br/Pagina/Agrotoxicos-no-Parana>).

O *Software* Microsoft Excel foi o programa base para a compilação, análise e desenvolvimento dos dados do trabalho, bem como a geração dos gráficos passíveis de análise.

Os dados trabalhados foram o volume comercializado por município em toneladas, a quantidade em porcentagem do uso de agrotóxicos pelas culturas, a quantidade em porcentagem do uso de cada classificação de agrotóxicos e a porcentagem do uso de ingredientes ativos, os quais englobarão os anos de 2018, 2019 e 2020 conforme adaptações feitas para os anos de 2013 a 2017 (PÒLIPPO, 2018; SCHNEIDERS, 2018).

Para trabalhar os dados, os municípios paranaenses foram agrupados por mesorregião conforme a base cartográfica do IBGE disponibilizados pelo IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Pela Figura 1 podemos visualizar a divisão das Mesorregiões Paranaenses, área de estudo do trabalho.

Figura 1 – Mapa do Brasil indicando o Estado do Paraná e as suas mesorregiões, englobando assim a área de estudo do trabalho



Fonte: Autoria própria (2022).

A partir da divisão dos municípios por sua mesorregião correspondente e pelos dados do volume de comercialização dos anos de 2018, 2019 e 2020 foram ranqueados através da função classificar e ordenar via Microsoft Excel os municípios com maiores volumes comercializados

dentro de cada mesorregião e os dez municípios no geral que mais comercializaram agrotóxicos nos três anos.

A porcentagem de uso por cultura foram inseridas de forma que as culturas se inseriram em 5 grupos sendo: grandes culturas, pequenas culturas, frutíferas, olerícolas ornamentais e florestais, e o grupo outros, após sendo distribuídas a porcentagem de uso dos agrotóxicos para cada grupo com o somatório de uso de cada cultura em seu respectivo grupo. Aquelas culturas que tiveram mais de um item como por exemplo soja e soja geneticamente modificada, foram todas direcionadas em somatória no grupo em geral. O agrupamento outros foram culturas que não se enquadravam em nenhum dos demais grupos. As culturas foram classificadas de acordo com parâmetros da quantidade de volume destinado e de conhecimento próprio do autor.

A porcentagem de uso por classificação de agrotóxicos foram divididos os dados dos 3 anos de análise em herbicidas, fungicidas, inseticidas e outros. O agrupamento outros se referem ao somatório de todas as porcentagens de uso de outros produtos que não se enquadravam com os três grupos principais.

A porcentagem de uso dos ingredientes ativos foram manipuladas e destinadas a cada classificação de uso seja de herbicidas, fungicidas ou inseticidas que tiveram dentro de si o destino de cada ingrediente ativo agrupado ao seu mecanismo de ação sendo assim possível de se analisar os mecanismos de ação mais utilizados nas três principais classificações durante os três anos de análise. A classificação de cada ingrediente ativo ao seu respectivo mecanismo de ação foram realizados através de buscas informativas nos comitês de ação a resistência sendo eles: HRAC-BR – Comitê de ação a resistência a herbicidas, FRAC-BR – Comitê de ação a resistência a fungicidas e IRAC-BR – Comitê de ação a resistência a inseticidas. Aquelas ingredientes ativos que não apresentaram mecanismo de ação conhecido não foram computados, somente os dados dos três grupos de agrotóxicos principais foram levados em consideração.

O levantamento sistemático da produção agrícola do IBGE será levando em conta como forma a discutir as variações anuais dos dados e as produções do país.

Com a divisão de cada município por sua mesorregião, os dados de volume comercializado durante os três anos foram inseridos no *Software Qgis* (Versão 2.18.24) para a elaboração do mapa de distribuição espacial graduado de acordo com o volume comercializado por cada mesorregião.

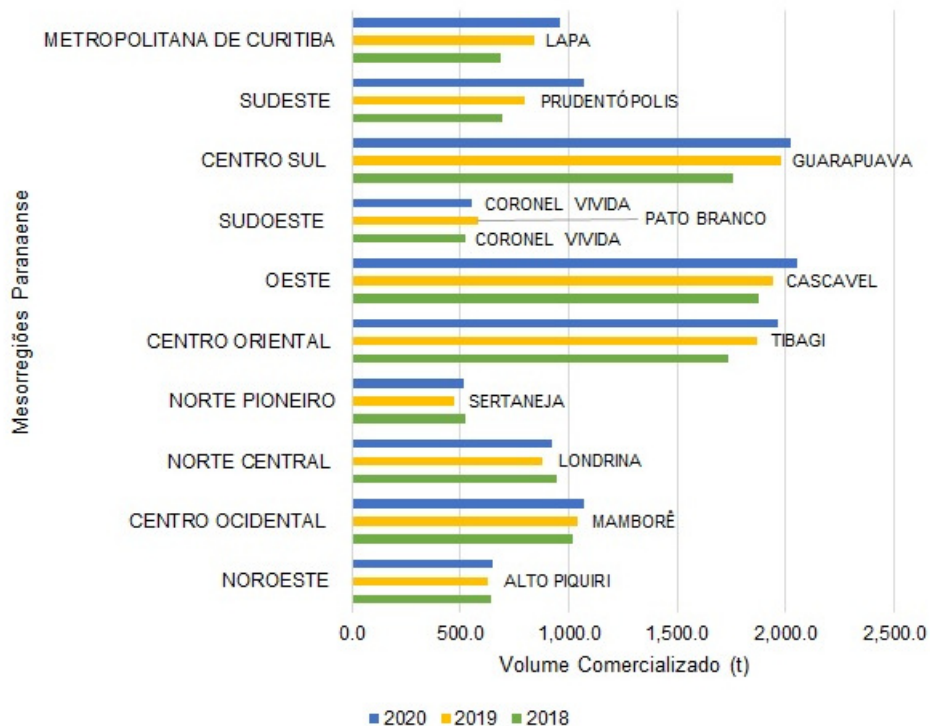
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Volume de agrotóxicos comercializados por mesorregião

O Estado do Paraná segundo o IBGE detém 399 municípios que são agrupados em dez mesorregiões.

O volume de comercialização dos agrotóxicos nos anos de 2018, 2019 e 2020 nos municípios de maior volume comercializado dentro de cada mesorregião serão apresentados segundo a Figura 2.

Figura 2 – Municípios destaques em volumes comercialização de defensivos agrícolas dentro de cada mesorregião do Estado do Paraná durante os anos de 2018, 2019 e 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Das dez mesorregiões paranaenses destaca-se os municípios de maior volume comercializado da Mesorregião Oeste Paranaense durante os anos de 2018 a 2020, sendo o município de Cascavel o líder em comercialização com 1.873,10 t em 2018 e 2.050,00 t em 2020. Em 2019 destaca-se a Mesorregião Centro Sul Paranaense com o município de Guarapuava com 1.974,70 t em 2019, também além destas destaque para a Mesorregião Centro oriental representado pelo município de Tibagi apresentando também elevado volume de agrotóxicos comercializados.

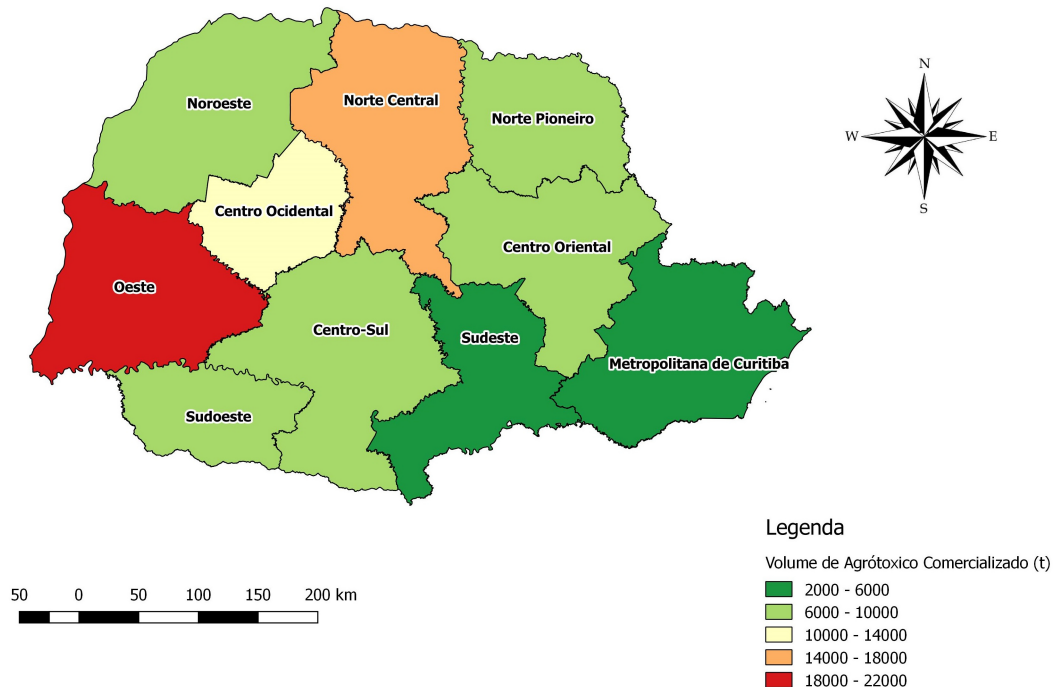
A mesorregião com o município que apresentou menor volume de agrotóxicos comercializados foi a Mesorregião Norte Pioneiro Paranaense com destaque para o município de Sertaneja, o qual apresentou maior volume os três anos, sendo 523,00 t em 2018, 468,90 t em 2019 e 512,90 t em 2020.

Outro ponto de destaque é para com a Mesorregião Sudoeste Paranaense, onde sendo que em todas as outras nove mesorregiões os mesmos municípios lideraram o ranking de comercialização, na mesorregião sudoeste obteve dois municípios durante o cenário de análise de 2018 á 2020, sendo Coronel Vivida em 2018 e 2020 e Pato Branco em 2019. Mesmo os dois municípios obtendo portes semelhantes, territorio semelhantes o município de Coronel Vivida ainda liderou o ranking duas vezes, assim podendo estar em ligação com áreas plantadas dentro dos municípios ou até mesmo a presença de maiores comercializadoras dos insumos agrícolas no município de maior liderança.

As regiões líderes em comercialização se pautam em regiões de grandes polos agropecuários ainda levados pela mão de obra familiar em grande parte, culturas de alta produtividade, com grande ligação ao comércio cooperativista, condições edafo-climáticas fazem destas regiões promissoras polos produtivos marcando assim o desenvolvimento em atividades do setor primário frente a economia do estado (IPARDES, 2004).

Através da divisão das mesorregiões do estado paranaense é possível de visualizar o volume de comercialização para cada parte do estado de acordo com o mapa de cores Figura 3 que foi gerado através do agrupado de dados das mesorregiões deste trabalho no *software* Qgis. Segundo a coloração e a legenda gerada é possível visualizar o comportamento do volume de agrotóxicos comercializados nas mesorregiões.

Figura 3 – Volume de defensivos agrícolas comercializados nas mesorregiões do Paraná no ano de 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Podemos ver que durante o ano de 2018 a mesorregiões de maior volume de produtos químicos comercializados é a Mesorregião Oeste Paranaense com volume de 18 a 22 mil toneladas comercializadas durante o ano. Explicada também pela alta capacidade produtiva, aptidão

a produção de grandes culturas, topografia favorável, e diversos outros fatores que fazem destas regiões a de maior volume de produtos comercializados, identificada pela cor avermelhada.

A mesorregião norte central se enquadrou como a segunda mesorregião com maior comercialização durante o ano de 2018, com volumes equivalentes a 14 a 18 mil toneladas, também caracterizada por uma região de fatores favoráveis e aptidão a produções em grande escalas.

A mesorregião centro ocidental obteve durante o ano de 2018 volume comercializado entre 10 a 14 mil toneladas de agrotóxicos, o que se deve também por ser uma região favorável e de proximidade com as outras mesorregiões de maior produção, que trazem juntamente com a aptidão pela produção de grandes culturas, condições já mencionadas que fazem desta faixa estadual grande polo produtor.

As regiões sudoeste, centro sul, noroeste, centro oriental e norte pioneiro foram o maior número de mesorregiões que se enquadraram em volume de comercialização de 6 a 10 mil toneladas de agrotóxicos comercializados. Mesmo essas regiões se encontrando nos extremos do estado são regiões de grande práticas agrícolas que direcionam para um volume de comercialização de químicos de médio porte.

As mesorregiões sudeste e metropolitana de Curitiba foram as regiões que apresentaram menor volume de agrotóxicos comercializados, com volumes equivalentes ao intervalo de 2 a 6 mil toneladas, essas regiões podem ser explicadas como menores volumes comercializados por serem regiões de topografia, e fatores climáticos já ligados a fatores de serra e litoral, tornando assim menor aptidão a agricultura de grandes culturas.

No ano de 2019 como mostra a Figura 4, não houve mudanças de enquadramento das mesorregiões ou seja todas as mesorregiões paranaenses obtiveram volumes de comercialização de agrotóxicos dentro do intervalo de toneladas conforme o ano de 2018, não ocorrendo nenhuma mudança de cores e intervalo de volume comercializado, podendo assim se dizer que não houve nem aumento nem redução dentro da margem de 4 toneladas para mais e para menos.

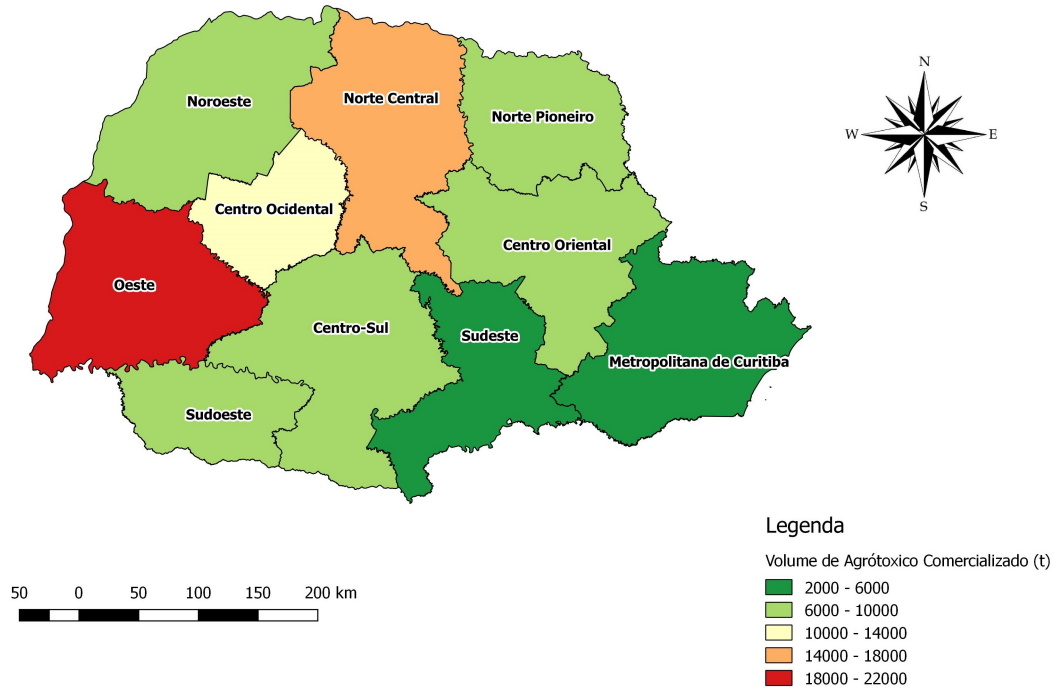
No ano de 2020 houve algumas mudanças quanto ao volume comercializado de defensivos como mostra a Figura 5, a mesorregião oeste foi a região que liderou o volume comercializado durante os três anos de análise com volume de 18 a 22 mil toneladas, o maior volume das mesorregiões paranaenses. Também a mesorregião norte central esteve durante os três anos de análise com volumes entre 14 e 18 mil toneladas comercializadas.

As Mesorregiões Sudoeste, Noroeste e Norte Pioneiro Paranaenses mantiveram o mesmo índice de 6 a 10 mil toneladas comercializadas durante os anos de análise.

A Mesorregião Centro Ocidental Paranaense se manteve durante os três anos com volumes de agrotóxicos comercializados na faixa de 10 a 14 mil toneladas.

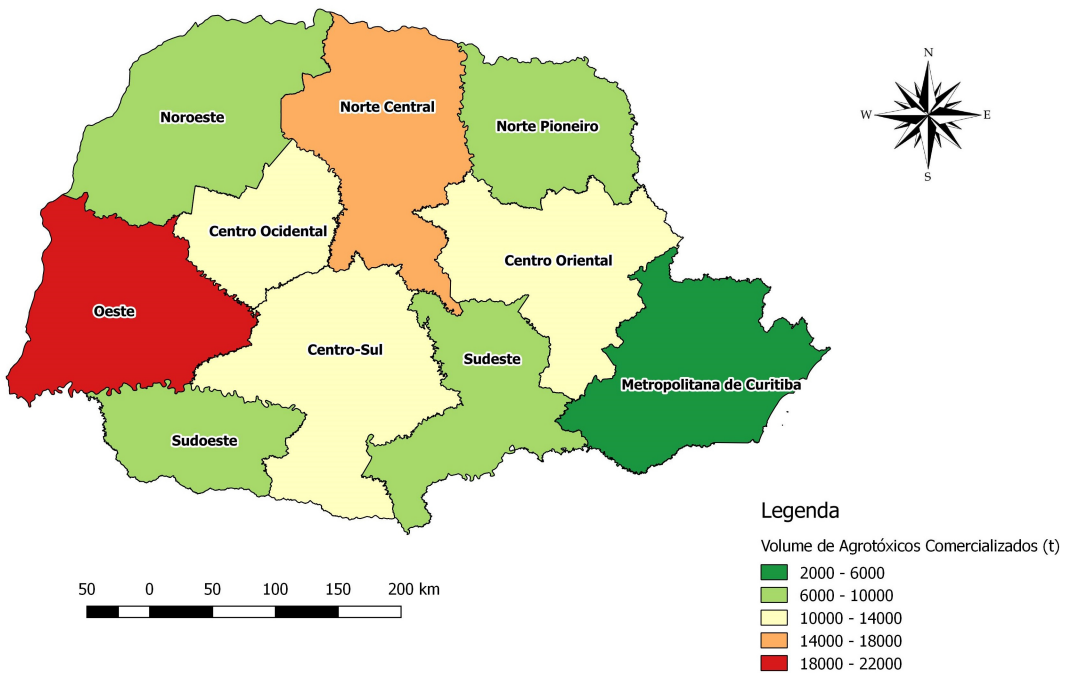
Já em comparação aos anos de 2018 e 2019 as mesorregiões centro sul e centro oriental obtiveram um aumento no volume comercializado, saltando de índices de 6 a 10 mil toneladas

Figura 4 – Volume de defensivos agrícolas comercializados nas mesorregiões do Paraná no ano de 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Figura 5 – Volume de defensivos agrícolas comercializados nas mesorregiões do Paraná no ano de 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

para volumes de 10 a 14 mil toneladas assim com um aumento no volume de agrotóxicos comercializados durante o ano de 2020.

A mesorregião sudeste obteve um aumento do volume chegando a patamares de 6 a 10 mil toneladas de agrotóxicos comercializados em 2020, um significativo aumento, já que em anos anteriores se enquadravam em volumes comercializados de 2 a 6 mil toneladas.

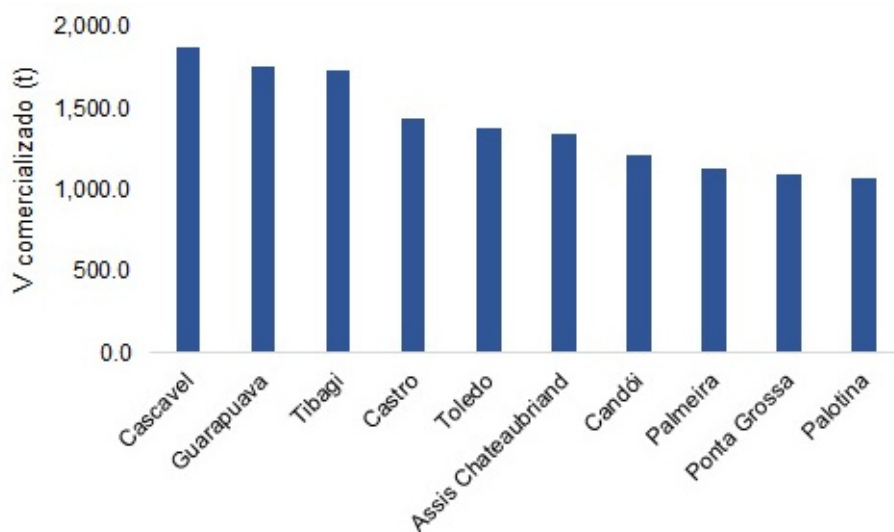
A mesorregião metropolitana de Curitiba também manteve seus índices de volumes comercializados no menor índice tabelado com volumes de 2 a 6 mil toneladas durante os anos analisados.

4.2 Municípios paranaenses de maiores volumes comercializados

O ranking dos dez municípios com maiores volumes comercializados durante os anos de 2018, 2019 e 2020 são apresentados nas Figuras 6, 7 e 8. Dentre os dez maiores volumes comercializados destaca-se Cascavel com maior volume em 2018 e 2020 e Guarapuava em 2019, Guarapuava em segundo lugar em 2018 e 2020 e Tibagi na terceira colocação durante os três anos, sendo que as outras sete posições do ranking ficaram entre os municípios de Castro, Toledo, Assis Chateaubriand, Cândói, Palmeira, Ponta Grossa e Palotina em 2018. Em 2019 após os três primeiros ficaram os municípios de Castro, Cândói, Toledo, Palmeira, Ponta Grossa, Assis Chateaubriand e Mamborê e em 2020 Toledo em quarta colocação seguido de Castro, Ponta Grossa, Palmeira, Assis Chateaubriand, Cândói e São Miguel do Iguçu.

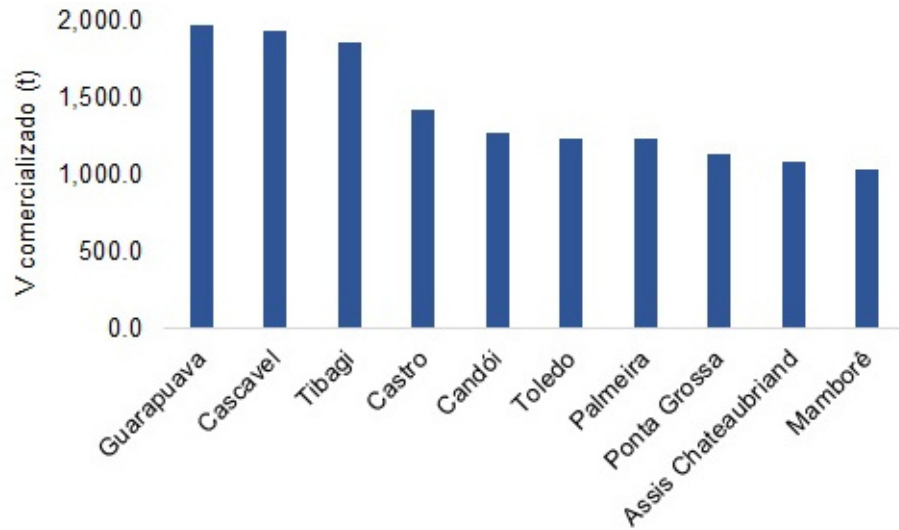
A diferença de volume comercializado entre o primeiro e décimo colocado durante 2018 foram de 803,20 t, em 2019 foram 935,9 t e 786,9 t em 2020.

Figura 6 – Ranking dos dez municípios paranaenses com maiores volumes de defensivos agrícolas comercializados durante o ano de 2018



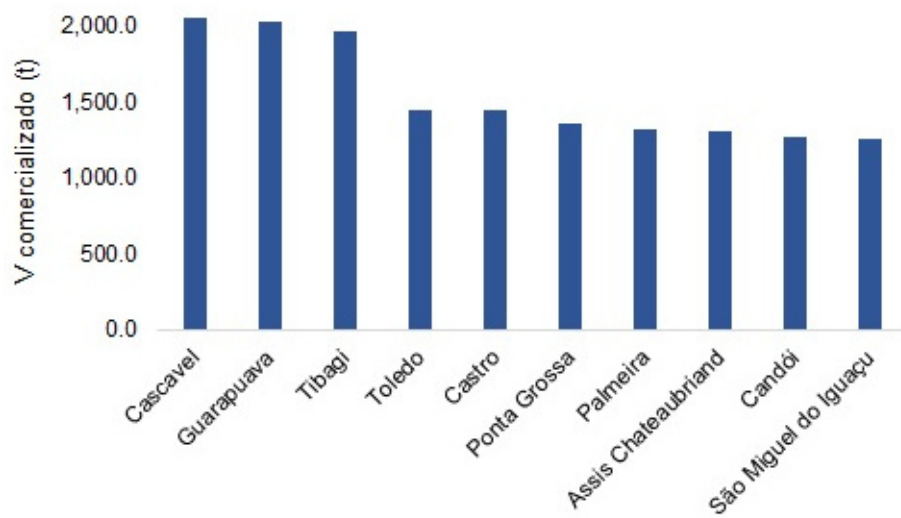
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Figura 7 – Ranking dos dez municípios paraenses com maiores volumes de defensivos agrícolas comercializados durante o ano de 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Figura 8 – Ranking dos dez municípios paraenses com maiores volumes de defensivos agrícolas comercializados durante o ano de 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

É notório a dominância de municípios do segundo e terceiro planalto paranaense como líderes em volumes de agrotóxicos comercializados, não só pelo fato de serem áreas de produção em grande escala e de culturas que demandam maior quantidade de químicos, mas é um fator histórico entrelaçado com a própria colonização das regiões principalmente por povos europeus e luso-brasileiros que trouxeram consigo visões e práticas diferentes com enfoque em culturas principalmente baseadas a cultura do milho, feijão e trigo e já atualmente focada na soja, mostrando assim que a dominância destas cidades quanto a comercialização dos produtos, onde se dá também por fatores além de edafo-climáticos, fatores culturais e pela grande potência produtiva nestas regiões (MESQUITA; SILVA, 1970).

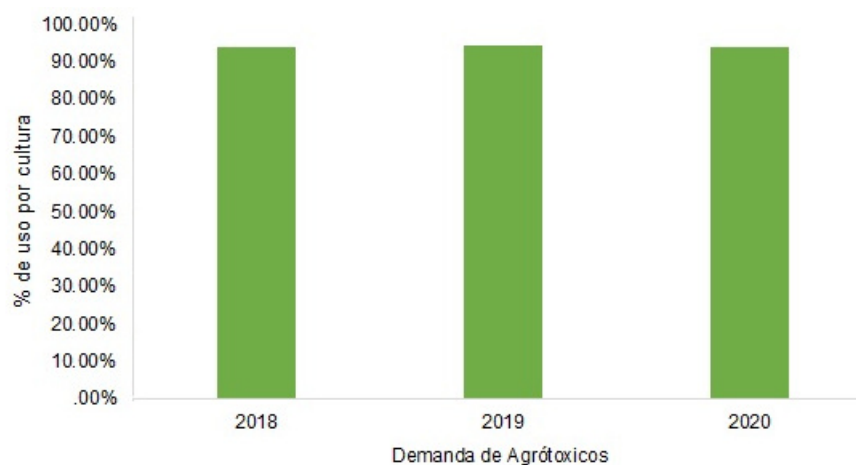
4.3 Culturas e suas demanda de defensivos

O Estado do Paraná além de ser um estado promissor pelos alto patamares produtivos é um estado de alta diversidade produtiva. A porcentagem de uso dos agrotóxicos pelas culturas no Estado do Paraná foram divididas de acordo com os grupos sendo eles demonstrados segundo as Figuras 9 á 13.

O grupo de maior domínio é o grupo das grandes culturas, grupo composto pelas culturas: soja, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar e pastagens. A dominancia da porcentagem de uso por culturas que compõem este grupo não é inesperado já que o Paraná é um estado de produção agrícola de commodities fundamental e suas áreas de aptidão agrícola em sua maioria são direcionadas as grandes culturas.

Durante os três anos de análise 2018 á 2020, houve pouca variação em relação à porcentagem de uso sendo que do total destinos de agrotóxicos no Paraná 94% em 2018, 94,12% em 2019 e 93,73% em 2020 foram destinados as grandes culturas.

Figura 9 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como grandes culturas durante os anos de 2018, 2019 e 2020



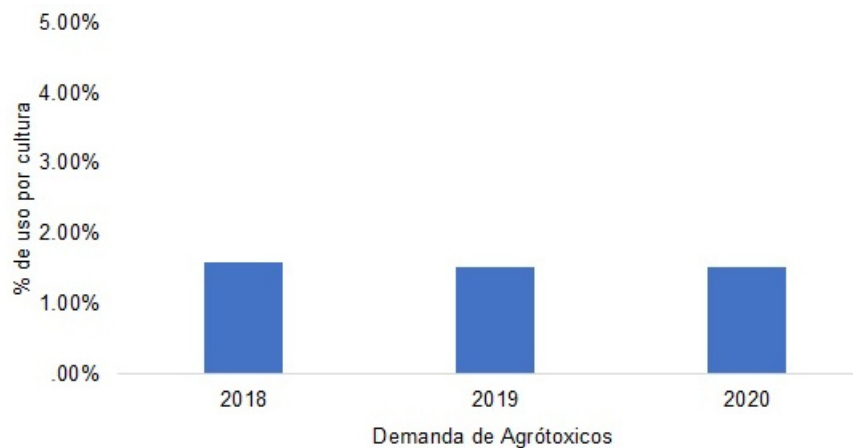
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Sendo assim vemos alta dominância das grandes culturas quanto ao uso de agrotóxicos, também correlacionado pela quantidade de área destinada a essas culturas. Segundo IBGE

(2021) as culturas englobadas como grandes culturas, menos pastagens tiveram no estado do Paraná cerca de mais de 11 milhões de hectares direcionados a essas culturas na safra 2021 (IBGE, 2021).

As pequenas culturas correspondem em média 1,55% durante os três anos do destino dos agrotóxicos, as pequenas culturas são elas algumas como: fumo, café, arroz, algodão, girassol e várias outras que não se enquadram nos grupos de frutíferas e olerícolas/ornamentais/-florestais, sendo que as produções das mesmas são mais regionalizadas e assim demonstram o menor destino dos defensivos para esse grupo de culturas produtivas do Paraná.

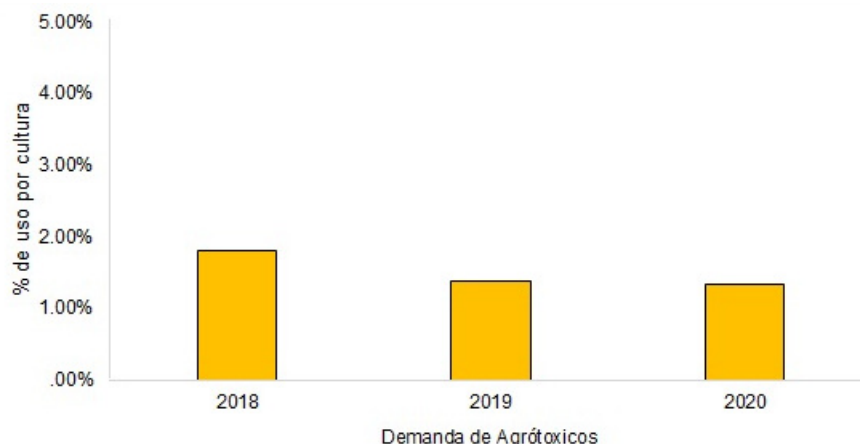
Figura 10 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como pequenas culturas durante os anos de 2018, 2019 e 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

As frutíferas, assim como as pequenas culturas desempenham porcentagens médias dos três anos de análise correspondentes a 1,5% do destino dos agrotóxicos em solo paranaense.

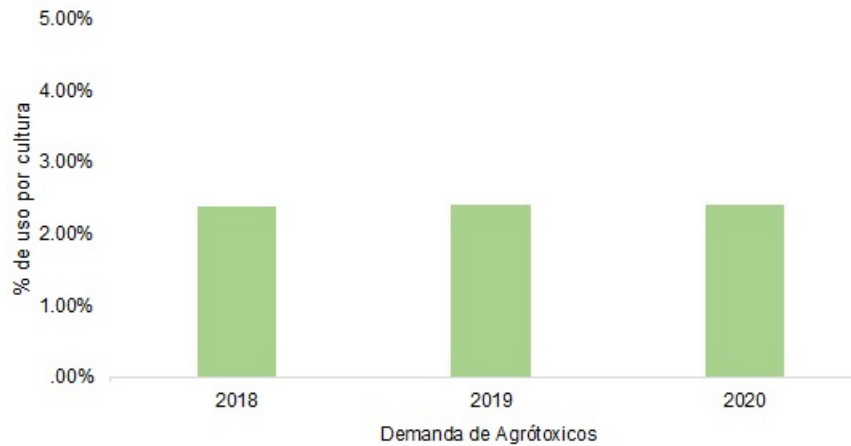
Figura 11 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como frutíferas durante os anos de 2018, 2019 e 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

O grupo das olerícolas, ornamentais e florestais englobam diversas culturas já que direcionam em um grupo somente 3 diferentes vertentes produtivas. Em relação a porcentagem de destino dos agrotóxicos a esse grupamento em média dos três anos 2,39% dos agrotóxicos comercializados são destinados a essas culturas, que também desempenham papéis fundamentais em regiões produtivas, já que esse grupo apresenta a maior diversidade de diferentes culturas.

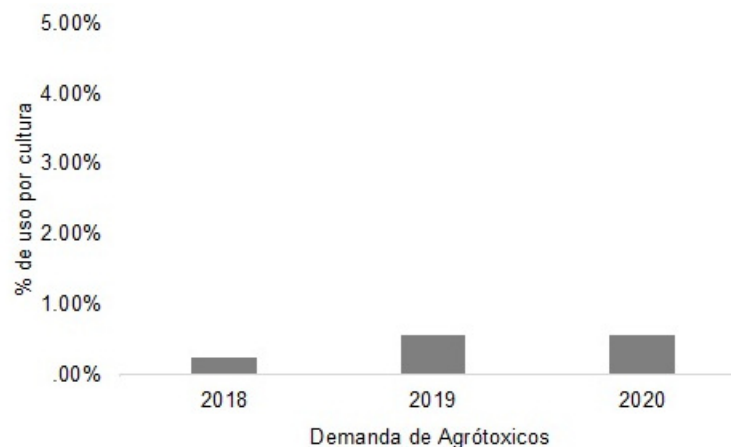
Figura 12 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como olerícolas, ornamentais e florestais durante os anos de 2018, 2019 e 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

O grupamento outros correspondem àqueles itens designados pela base de dados que não se enquadraram a nenhum dos grupos, sendo que os mesmos destinos dos agrotóxicos a esse grupamento ficou em média dos três anos em 0,45% de destino dos defensivos, ficando assim o grupo de menor destino dos químicos.

Figura 13 – Destino dos defensivos agrícolas para as culturas classificadas como outros durante os anos de 2018, 2019 e 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

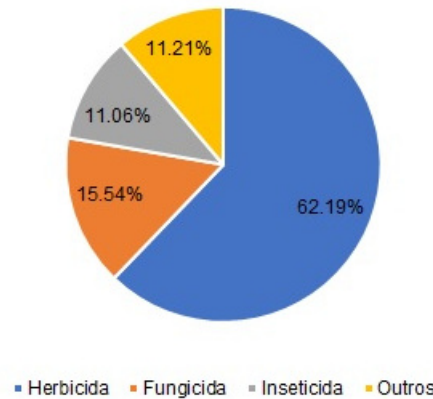
4.4 Porcentagem de uso por classificação de agrotóxico

Os agrotóxicos são divididos de acordo com o seu uso, seja para controle de plantas invasoras, seja para o controle de patógenos ou para o controle de insetos, dentre outros direcionamentos dos produtos.

As ilustrações demonstram a porcentagem de uso de cada classificação, sendo divididas em herbicidas, fungicidas, inseticidas e o grupo outros que se referem a aqueles produtos que não se enquadram dentre os três principais, sendo eles adjuvantes, reguladores, formicidas, acaricidas, dentre outros.

No ano de 2018 os herbicidas lideraram com 62,19% de uso seguido pelos fungicidas com 15,54%, inseticidas com 11,06% e outros com 11,21%. Isso demonstra o auto uso dos herbicidas no manejo do controle de plantas daninhas, nas dessecações pré e pós plantio.

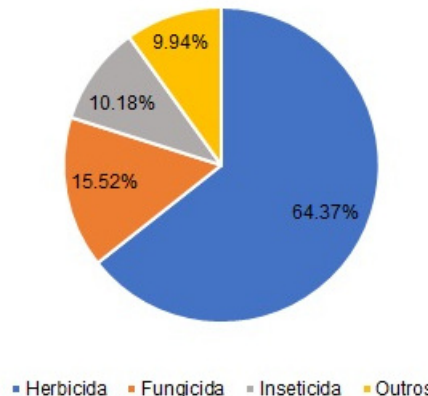
Figura 14 – Quantidade de uso por classificação de defensivos durante o ano de 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

No ano de 2019 a tendência continuou a mesma, ainda com aumento da porcentagem de herbicidas, pulando para 64,37% um aumento de 2,18% em relação a 2018, uma leve redução dos fungicidas para 15,52% e inseticidas para 10,18% e outros com 9,94%.

Figura 15 – Quantidade de uso por classificação de defensivos durante o ano de 2019



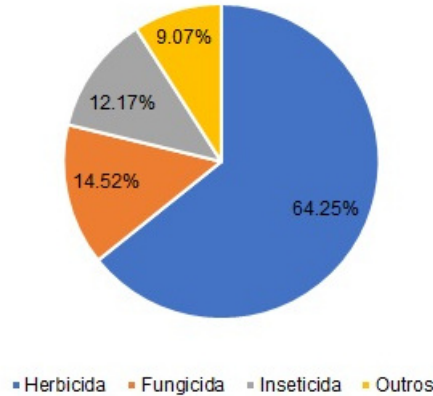
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Em 2020 não ocorreram mudanças de grande significância nos herbicidas em relação aos dois anos anteriores, uma redução de 0,12% de 2019 para 2020 nos herbicidas, 1% de

redução nos fungicidas que ficaram em 14,52% e um aumento de 1,99% dos inseticidas, ainda o grupamento outros teve uma redução de 0,87% em relação ao ano anterior.

O significativo aumento nos inseticidas pode estar ligado a aumento da ocorrência de enfezamento ocasionado pela (*Dalbulus maidis*) cigarrinha do milho (CNA, 2021)

Figura 16 – Quantidade de uso por classificação de defensivos durante o ano de 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

4.5 Ingredientes ativos e seus mecanismos de ação

Os ingredientes ativos dos agrotóxicos são a base dos produtos que vão gerar o efeito seja o efeito curativo, inibitório ou até mesmo de eliminar os empecilhos da atividade agrícola. Os ingredientes ativos foram agrupados em seus grupos de classificação e atribuídos aos seus mecanismos de ação e de acordo com o seu volume de comercialização para cada ano, é possível designar como se comporta a demanda dos mesmos.

4.5.1 Herbicidas

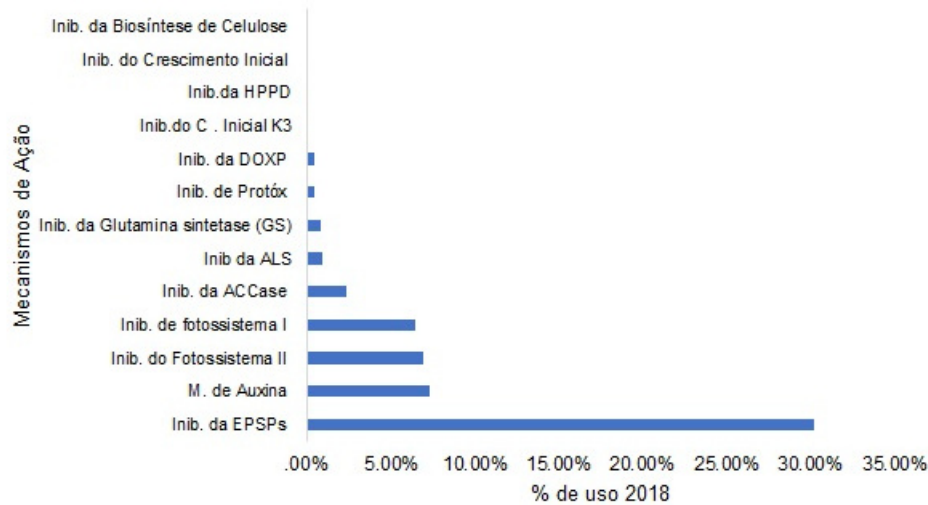
Na classe dos herbicidas, classe de maior volume de uso, dentre os agrotóxicos, segundo os ingredientes ativos indicados foram treze mecanismos de ação diferentes indicados dentro desta classe.

O modo de ação de maior volume de uso é o mecanismo de inibidores da EPSPs durante os três anos, mecanismo de ação que tem como ingrediente ativo principal o herbicida glifosato esse utilizado no controle de plantas daninhas perenes, não seletivo, sistêmico e de utilização em pré e pós plantio, o herbicida glifosato é pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas (CASTRO, 2005).

No ano de 2018 em segundo maior uso estão o grupo dos mimetizadores de auxinas, representados em maior volume de uso pelo herbicida 2,4-D.

O herbicida 2,4-D é um herbicida do grupo das auxinas sintéticas de utilização principalmente em plantas dicotiledôneas, os principais sintomas nas plantas sob efeito deste produto

Figura 17 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de herbicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

são epinastia, curvatura e enrolamento de folhas caule levando a uma paralisação do crescimento e evoluindo a clorose e necrose com morte das plantas acerca de cinco dias (VARGAS, 2003).

Seguido pelos inibidores do fotossistema 2, representados principalmente pelo ingrediente ativo atrazina, um herbicida para controle seletivo em pré e pós-emergência das plantas daninhas.

Ainda com cerca de 6,50% os inibidores do fotossistema 1, representados em maior volume pelo ativo paraquate ainda com alta porcentagem de uso durante 2018.

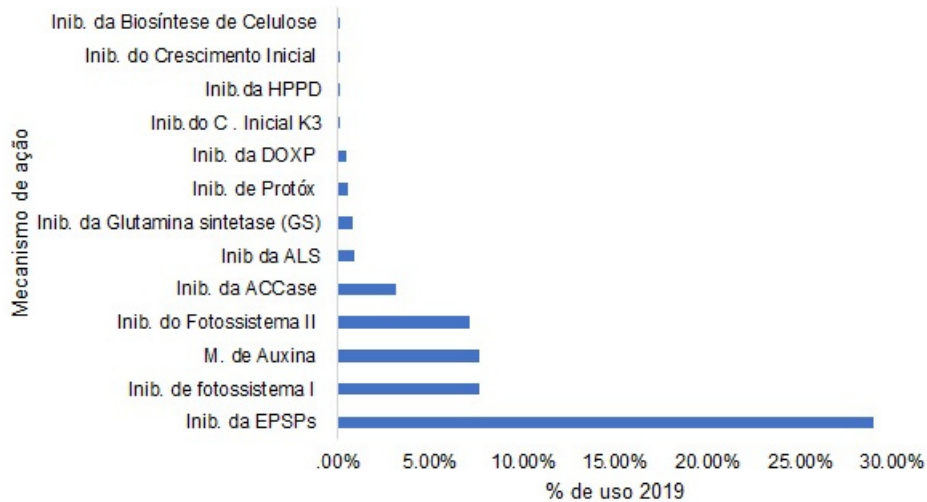
O ingrediente ativo paraquate teve sua proibição de uso após indícios e estudos referentes a toxicidade do ingrediente ativo, desde 2017 a Anvisa banuiu o uso deste produto, bem como deu prazo de até 2020 para o fim do uso de estoque e qualquer manipulação do produto.

Com 2,41% da porcentagem de destino dos herbicidas estão os inibidores da ACCase com domínio do ingrediente ativo cletodim um herbicida de ação gramínicida pós emergente, sistêmico de grande utilização no controle do capim amargoso *Digitaria insularis* de grande problemática para as lavouras brasileiras (ADAPAR, 2022).

Após seguidos pelos modos de ação que representaram cerca de menos de 3% de uso no ano de 2018.

No ano de 2019 mesmo com queda de 1,23% os inibidores da EPSPs ainda dominam o destino de uso dos herbicidas. Todos os outros mecanismos de ação com exceção dos inibidores do crescimento inicial (K3) e inibidores da GS que mantiveram as mesmas porcentagens de uso e os inibidores da ALS que tiveram redução na porcentagem de uso, todos os demais mecanismos tiveram aumento na sua porcentagem de uso, mostrando assim uma diminuição do uso do principal mecanismo para uma possível utilizações de outros produtos, assim de mecanismos diferentes.

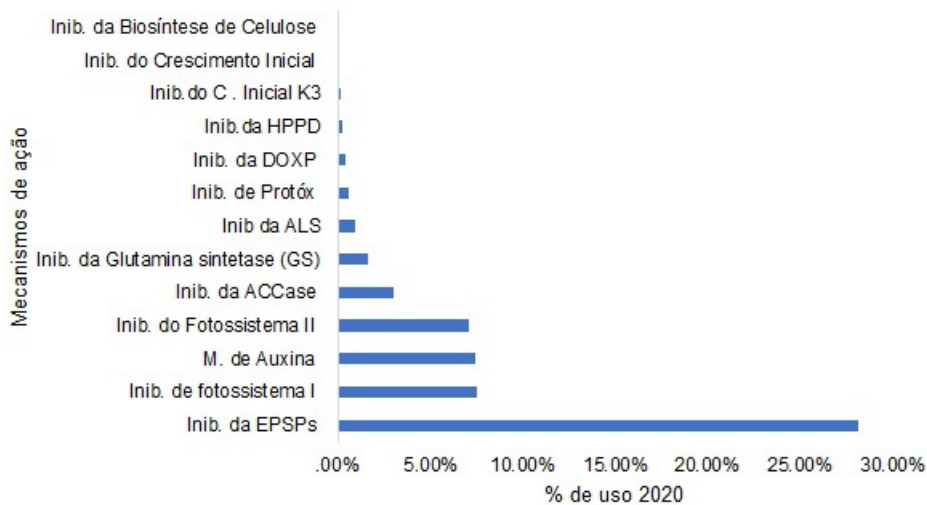
Figura 18 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de herbicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

No ano de 2020 a mesma tendência foi observada e observa-se uma pequena redução no consumo do mecanismo de maior uso EPSPs, mas ainda com a maior porcentagem de uso, houve redução da porcentagem de uso também dos outros três maiores volumes em relação a 2019 e um significativo aumento de cerca de 0,78 % no modo de ação de inibidores da GS, mecanismo do ingrediente ativo glufosinato de amônio herbicida de contato de nome comercial Finale© e de grande importância na dessecação e com significativo aumento apresentados para os herbicidas, mostrando assim um maior volume de comercialização dos produtos que detem esse mecanismo de ação.

Figura 19 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de herbicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

É notável que o destino de uso dos herbicidas se concentram em grande parte em cinco modos de ações, com ingredientes ativos que já são de conhecimento público da resistência a

plantas daninhas a esses modos de ação, acendendo assim um alerta para a necessidade da rotação dos mecanismos, e a utilização consciente dos mesmos.

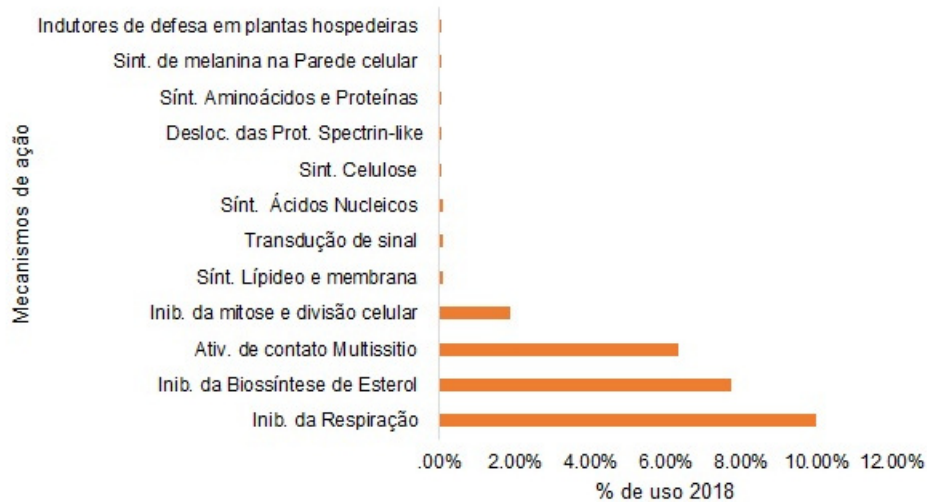
4.5.2 Fungicidas

Os fungicidas segunda classe de agrotóxicos com maior uso apresentaram cerca de onze mecanismos de ação direcionados via seus ingredientes ativos presente nos dados computados pela Adapar que serviram como base para essa análise.

Concentrando mais da metade da porcentagem de uso em três mecanismos de ação, sendo eles: inibidores da biossíntese de esterol, atividade de contato multissítio e os inibidores da respiração.

No Ano de 2018 podemos ver o domínio de quatro principais mecanismos de ação: os inibidores da respiração, os inibidores da biossíntese de esterol, os de atividade de contato multissítio e os inibidores da mitose e divisão celular concentram maioria dos mecanismos de ação utilizados.

Figura 20 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de fungicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Os inibidores da respiração os de maiores volumes de uso representados principalmente por ingrediente ativos como trifloxistrobina, que juntamente com o ingrediente ativo protioconazol que é um inibidor da biossíntese de esterol formam o produto comercial Fox® um fungicida sistêmico de grande utilização, principalmente no controle da ferrugem asiática da soja.

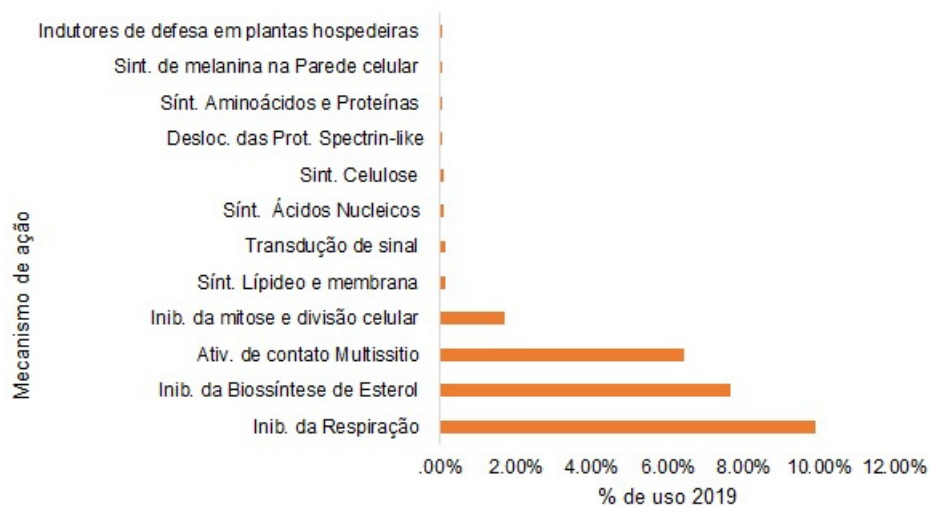
Os fungicidas de atividade de contato multissítio representado principalmente pelos ingredientes ativos mancozeb, clorotalonil e que são de extrema importância na rotação de ingredientes ativos e na busca de evitar a resistências dos patógenos.

Já os inibidores da mitose e divisão celular representado principalmente pelos ingredientes ativos carbendazim e tiofanato-metílico dois ingredientes ativos de fungicidas de amplo espectro.

Outros mecanismos de ação representam menos de 3% do volume de cada ano analisado.

No Ano de 2019 ainda com domínio dos inibidores da respiração, porém com uma leve queda do uso em relação ao ano de 2018, e com aumento mais significativo de porcentagem de uso no mecanismo de ação de atividade de contato multissítio e maior queda significativa no uso de inibidores da mitose e divisão celular.

Figura 21 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de fungicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

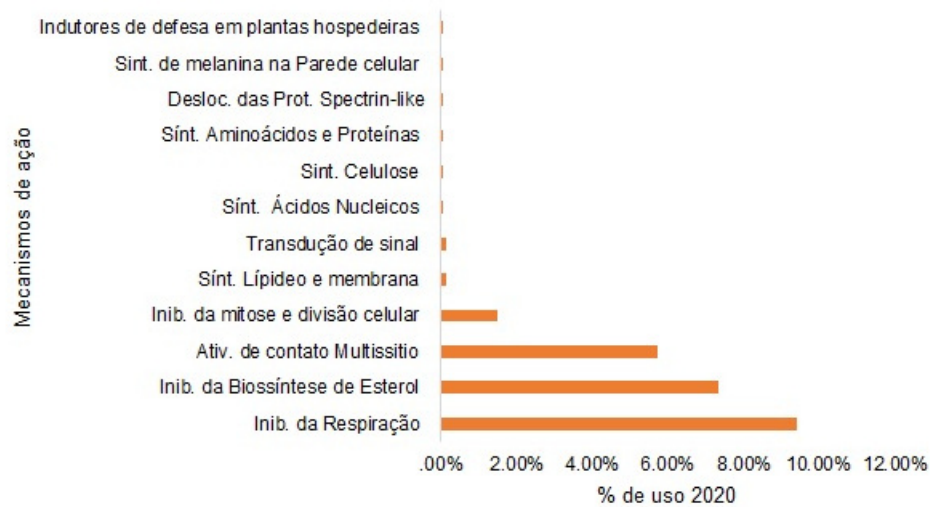
No ano de 2020 houve leves quedas no percentual da maioria dos mecanismos porém com a manutenção dos mecanismos mais usados em maior porcentagem de uso, apenas dois mecanismos tiveram pequenos aumentos em seus usos sendo os mecanismos de transdução de sinal e síntese de lipídeo e membrana, mostrando assim em relação à comparação dos três anos uma queda na porcentagem de uso de fungicidas.

Os fungicidas durante os três anos se comportaram de maneira semelhante, mesmo que com quedas em suas porcentagens de uso, já que diferentemente da utilização dos herbicidas que além das aplicações de controle de pós emergência também são utilizados nas dessecações tanto de pré plantio ou colheita, os fungicidas diferem, aonde se feito o acompanhamento dos focos dos patógenos é possível verificar a necessidade ou não de aplicações a mais do que realmente a necessidade.

4.5.3 Inseticidas

Os inseticidas foram os produtos químicos de menor porcentagem de uso, porém não retirando assim a imensa importância desse e dos outros produtos quanto ao manejo das cultu-

Figura 22 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de fungicidas comercializado no Estado do Paraná durante 2020

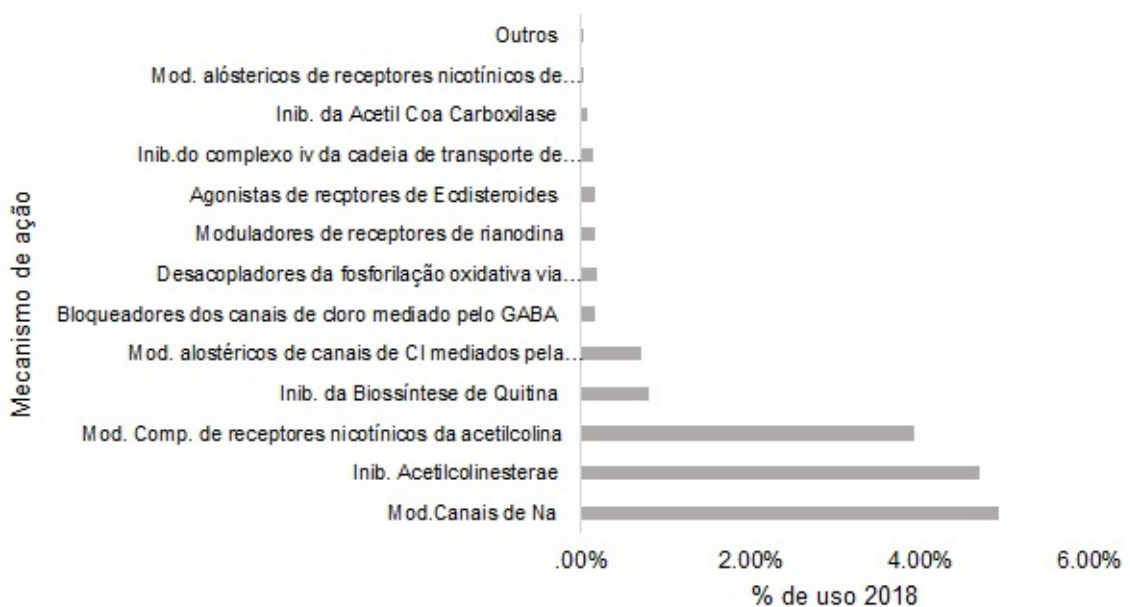


Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

ras. Os inseticidas mesmo sendo os agrotóxicos de menor uso são os que mais apresentam a distribuição dos ingredientes ativos em diferentes mecanismos de ação isso de extrema importância para driblar as resistências.

Como nas outras classificações de defensivos nos inseticidas alguns mecanismos de ação dominam sua distribuição do uso, são eles os inibidores da acetilcolinesterase, moduladores de canais de sódio e os moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina

Figura 23 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de inseticidas comercializado no Estado do Paraná durante 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

O modo de ação de maior uso durante o ano de 2018 foram os moduladores de canais de sódio com 4,95% representados em sua maioria pelo grupamento piretroides. Este grupo age como moduladores dos canais de sódio nas células nervosa do inseto (CORTEVA, 2020).

Em segundo maior uso durante 2018 foram dos inibidores da acetilcolinesterase com 4,71% representados principalmente por grupos químicos dos carbamatos e organofosforados. São inseticidas que agem no sistema nervoso dos insetos levando a paralisação dos músculos e provocando a morte dos mesmos.

Os moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina com 3.94% fecham os três mais comercializados, representados principalmente pelo ingrediente ativo tiame-toxan de grupo químico dos neonicotinoides, que atuam no sistema nervoso do inseto, já que em condições de normalidade a acetilcolina se liga nos receptores pós-sinápticos, mas com a ação dos neonecotinoides esses competem pelos sítios específicos desse neurotransmissor danificando o sistema nervoso ocorrendo tremores e convulsões assim também levando a morte do inseto (CORTEVA, 2020).

Ainda são diversos mecanismos de ação com pouco uso, mas que se distribuem em equivalência semelhante de uso, sendo eles: inibidores da biossíntese de quitina, moduladores alóstericos de canais de cloro mediados pela glutamato, como o quarto e quinto maiores volumes comercializados, seguidos pelos bloqueadores dos canais de cloro mediados pelo gaba, desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton, moduladores de receptores de rianodina, agonistas de receptores da ecdisteroides, inibidores do complexo IV da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria, inibidores da acetil CoaCarboxilase, moduladores alóstericos de receptores nicotínicos de acetilcolina e outros.

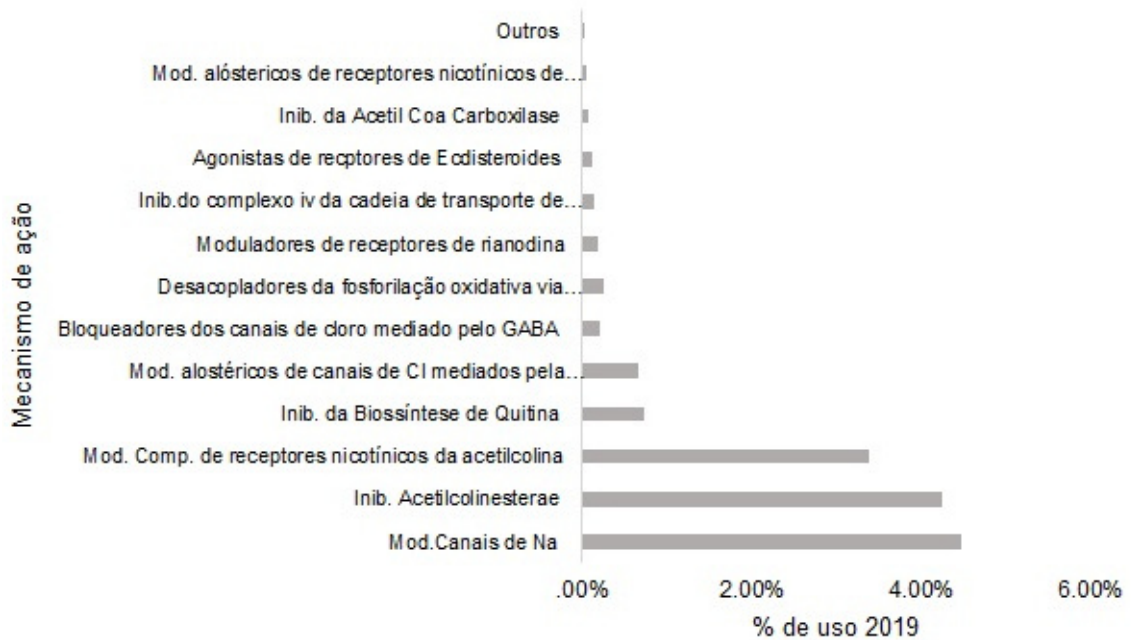
Já no ano de 2019 houve redução nas porcentagens de uso dos mecanismos de ação de maior volume comercializado em 2018, com aumento de porcentagens em pequena quantidade em 4 mecanismos de ação incluindo o grupo outros.

Os mecanismos de maior queda e aumento da porcentagem de uso respectivamente foram os moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina com queda de 0,55%, os bloqueadores dos canais de cloro mediado pelo gaba, desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton, moduladores de receptores de rianodina e o grupamento outros, tiveram pequenos aumentos.

No ano de 2020 é notável um aumento da porcentagem de uso de quase todos os mecanismos de ação com destaque para um aumento significativo do uso dos moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina que tiveram 0,78% de aumento o maior deles no ano.

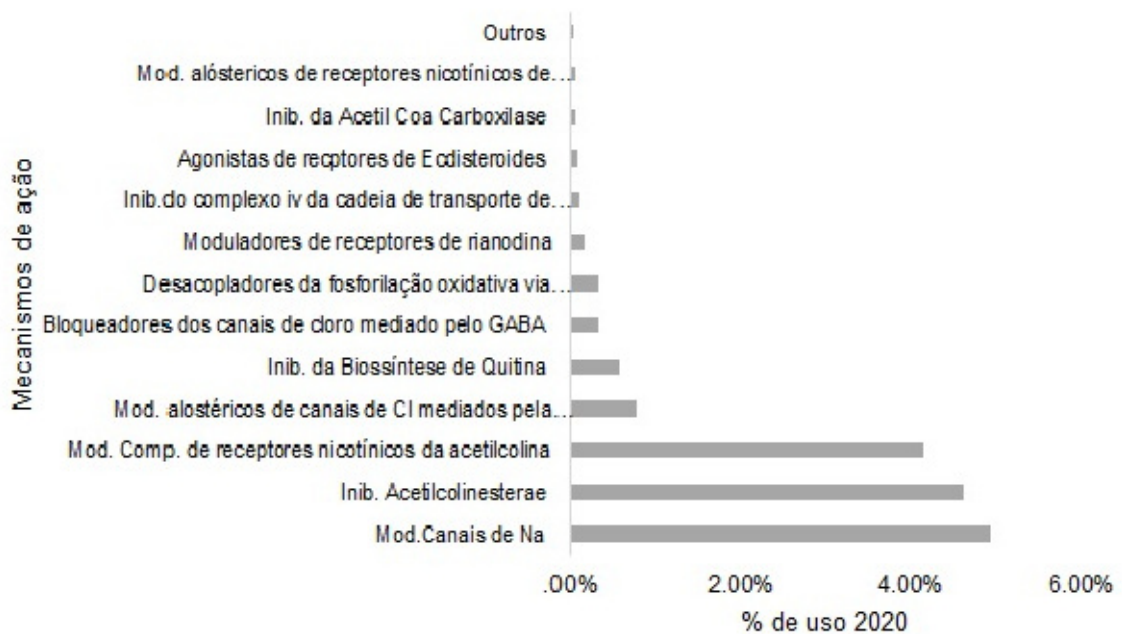
O aumento no uso pode ser explicado pela maior incidência de hoje um dos maiores problemas do milho para o sul brasileiro que é a cigarrinha do milho *Dalbulus maidis*, vetor de fitopatógenos que atacam o desenvolvimento das culturas e podem provocar perdas exorbitantes e mesmo com relatos desde a década de 1970 mas tem se visto grande aumento da sua importância de ataque pela mudança dos sistemas produtivos e outros fatores. Os principais

Figura 24 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de inseticidas comercializado no Estado do Paraná durante 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

Figura 25 – Mecanismos de ação de ingredientes ativos de inseticidas comercializado no Estado do Paraná durante 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ADAPAR (2021).

produtos recomendados para o manejo do controle do inseto estão entre os mecanismos de maior abrangência (CANALE; RIBEIRO, 2021).

Os modos de ação desacopladores da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton, bloqueadores dos canais de cloro mediados pelo gaba e moduladores alóstericos dos canais de cloro mediados pela glutamato, também além dos três maiores volumes tiveram aumento, os outros mecanismos tiveram queda ou se mantiveram com mesmo volume comercializado do ano de 2019.

É também notável uma diferença em relação aos outros grupos onde a distribuição de uso dos inseticidas seguem uma distribuição mais homogênea em relação aos dois outros grupos, mostrando assim uma utilização de produtos de diversos mecanismos de ação fator de grande importância no manejo contra as resistências.

5 CONCLUSÃO

As grandes culturas são as culturas que demandam mais de 90% do destino dos defensivos no estado, seguidos pelos grupos das olerícolas/ornamentais/florestais, pequenas culturas, frutíferas e outros.

Os defensivos agrícolas detêm maior quantidade de uso em herbicidas, seguido pelos fungicidas e o destino de menor uso são os inseticidas.

Os mecanismos de ação mais utilizados para os herbicidas foram: inibidores da EPSPs, mimetizadores de auxina e inibidores do fotossistema 1.

Para os fungicidas os mecanismos de ação mais utilizados foram: inibidores da respiração, inibidores da biossíntese de esterol e atividade de contato multissítio.

E para os inseticidas os mecanismos de ação mais comercializados foram: moduladores dos canais de Na, inibidores da acetilcolinesterase e os moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina.

As mesorregiões paranaenses de maior volume comercializado são as Mesorregiões Oeste e Norte Central Paranaense.

Os defensivos em geral tiveram maior tendência de uso nas regiões do primeiro e segundo planalto paranaense. Sendo três os municípios de maior volume comercializados durante os três anos, municípios de Cascavel, Guarapuava e Tibagi.

Os inseticidas obtiveram a maior distribuição de uso em diferentes mecanismos de ação. Os fungicidas e herbicidas tiveram uma concentração de uso focadas em quatro principais mecanismos de ação.

Optar pela rotação de produtos de mecanismos de ação diferentes e por diversas práticas e táticas de atuação contra os patógenos, insetos e plantas daninhas são necessárias para a manutenção da biodiversidade e a utilização de amplos espectros para o controle. Se o critério de utilização dos produtos químicos se basear sempre nos mesmos, cada vez mais empecilhos no controle irão acontecer e com isso o prejuízo ocasionado vão além de prejuízos econômicos, mas também sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS

- ADAPAR. **Dados siagro**. 2021. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-05/dados_siagro_21_1.xls. Acesso em: 18 jun. 2022.
- ADAPAR, A. d. D. A. d. P. **Manual de procedimentos para fiscalização do uso, do comércio de agrotóxicos, do receituário agrônomo e de empresas prestadoras de serviços fitossanitários**. 2014. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/manual_fisc_agrot_2014.pdf. Acesso em: 18 nov. 2021.
- ADAPAR, A. d. D. A. d. P. **Cletodim nortox**. 2022. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/cletodimccab240ec.pdf. Acesso em: 29 maio 2022.
- AGOSTINETTO, D. *et al.* Utilização de equipamentos de proteção individual e intoxicações por agrotóxicos entre fumicultores do município de Pelotas-RS. **Revista de Ecotoxicologia e Meio ambiente**, v. 8, p. 45–65, 1998. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/39515/24290>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- ALVES FILHO, J. P. **O Engenheiro Agrônomo tem papel fundamental na orientação correta do uso e distribuição de agrotóxicos**. 2000. Tese (Pós - Graduação) — Universidade de São Paulo - PROCAM - USP, São Paulo, 2000. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/4861/5842978c3891f21baa93bc60c99bee64704e.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2021.
- ANTONELLO, G.; BELLI, V. P. Gestão sustentável em sistema de produção da agricultura familiar - O uso do MIP na produção de soja. **SEI SICITE 2019**, p. 6, 2019. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2019/paper/view/5538>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- BAIARDI, A.; ALENCAR, C. M. M. d. Agricultura familiar, seu interesse acadêmico, sua lógica constitutiva e sua resiliência no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. suppl 1, p. 45–62, 2014. ISSN 0103-2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032014000600003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 maio 2022.
- BONADIO, J. A. B. *et al.* Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: inovações. **Ciências Agrárias - Tecnologias e Perspectivas**, p. 207–225. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301676190>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- BRASIL, R. F. d. B. **LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989**. 1989. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/lei-7802-1989-lei-dos-agrotoxicos>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- CANALE, M. C.; RIBEIRO, L. d. P. Panorama do problema e ações de mitigação dos impactos causados pela cigarrinha-do-milho e complexo de enfezamentos em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, 2021. Acesso em: 27 maio 2021.
- CASTRO, A. S. **Avaliação pontual da degradação e transporte do herbicida glifosato no solo da bacia do Arroio Donato - Pejuçara (RS)**. 2005. Tese (Pós - Graduação) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/5662>. Acesso em: 30 maio 2022.

- CNA, C. d. a. e. p. d. B. **Cigarrinha do milho ameaça segunda safra no Paraná**. 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/cigarrinha-do-milho-ameaca-segunda-safra-no-parana>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- CORTEVA, a. **Manejo integrado de pragas**. 2020. Disponível em: https://www.corteva.com.br/content/dam/dpagco/corteva/la/br/pt/bpa-site/ebooks/pdfs/Ebook_MIP_Manejo_Integrado_de_Pragas_Modos_de_acao_de_inseticidas.pdf. Acesso em: 27 maio 2022.
- DELKASH-ROUDSARI, S. *et al.* Side effects of imidacloprid, ethion, and hexaflumuron on adult and larvae of honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Apidologie**, v. 53, n. 1, p. 17, mar. 2022. ISSN 0044-8435, 1297-9678. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s13592-022-00910-z>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- FERMAM, R. K. S.; ANTUNES, A. M. d. S. Uso de defensivos agrícolas, limites máximos de resíduos e impacto no comércio internacional: estudo de caso. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 07, n. 2, p. 197–213, 2009. ISSN 1679-1614. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/56853>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- GABOARDI, S. C.; CANDIOTTO, L. Z. P.; RAMOS, L. M. Perfil do uso de agrotóxicos no sudoeste do Paraná (2011-2016). **Rev. Nera**, v. 22, n. 46, p. 13–40, 2019. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/5566>. Acesso em: 27 out. 2021.
- HERMIDA, C.; PELAEZ, V. A Indústria de agrotóxicos no Brasil: o debate em torno da lei sobre informações não divulgada. **Revista De Políticas Públicas**, v. 15, n. 1, p. 63–75, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/download/48748720/Artigo_RPP_2011.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.
- IBGE, I. B. d. G. e. E. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html>. Acesso em: 27 maio 2021.
- IPARDES, I. P. d. D. E. e. S. **Leituras regionais : mesorregiões geográficas paranaenses : sumário executivo**. 2004. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_sumario_executivo.pdf. Acesso em: 26 maio 2022.
- IPARDES, I. P. d. D. E. e. S. **Paraná em números**. 2016. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/>. Acesso em: 19 nov. 2021.
- MESQUITA, O. V.; SILVA, S. T. Regiões agrícolas do Estado do Paraná: uma definição estatística. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 3–42, 1970. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1970_v32_n1.pdf. Acesso em: 26 maio 2022.
- MIRANDA, E. D. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **AGROANALYSIS**, p. 25–27, fev. 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/77453/74223>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- NUNES, A. L.; TREZZI, M. M.; DEBASTIANI, C. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 299–304, 2010. ISSN 0006-8705. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000200006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 18 jun. 2022.
- OBBEREMOK, V. V. *et al.* A short history of insecticides. **Journal of Plant Protection Research**, v. 55, n. 3, p. 221–226, jul. 2015. ISSN 1899-007X. Disponível em: <http://journals.pan.pl/dlibra/publication/103638/edition/89645/content>. Acesso em: 03 jun. 2022.

- OLIVEIRA, R. A. *et al.* Nível de conhecimento de agricultores familiares em relação ao uso de agrotóxicos em um município do interior da Bahia. v. 17, p. 2254–2266, 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rsc/article/view/8094/6172>. Acesso em: 05 nov. 2021.
- PANIZZI, A. R. **Importância histórica e perspectivas do manejo integrado de pragas (MIP) em soja**. 2006. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/469167>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- PAWESTRI, I. N.; SULISTYANINGSIH, E. Neurobehavioral performance of Indonesian farmers and its association with pesticide exposure: a cross-sectional study. **Clinical Epidemiology and Global Health**, v. 11, p. 100754, jul. 2021. ISSN 22133984. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213398421000580>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- PICANÇO, M. C. **Manejo integrado de Pragas**. 2010. Disponível em: https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf.
- PORRO, R.; PORRO, N. S. M. Identidade social, conhecimento local e manejo adaptativo de comunidades tradicionais em babaçuais no Maranhão. São Paulo, p. 1–20, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124731/1/pt-1414-753X-.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- PRIORI, A. *et al.* **História do Paraná: séculos XIX e XX - A modernização do campo e o êxodo rural**. EDUEM, 2012. ISBN 978-85-7628-587-8. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/k4vrh>. Acesso em: 30 maio 2022.
- PÒLIPPO, D. **Panorama da utilização de agrotóxicos no estado do Paraná**. 2018. Tese (Monografia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Pato Branco, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14133>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- SANTOS, G. R. d. Características, sistema de registros de produtos e concorrência no mercado de agrotóxicos no Brasil. **Radar-Artigos**, 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/120704_radar20_cap1.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.
- SCHNEIDERS, S. **Uso de agrotóxicos no estado do Paraná em 2016 e 2017**. 2018. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14144>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- SENAR, S. Agrotóxicos-uso correto e seguro. p. 64, 2015. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/156-AGROTOXICOS.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- SIGA, B.; CAMPOS, L. C. d.; NEVES, M. F. Agronegócio paranaense: oportunidades e desafios. **AGRONEGÓCIO PARANAENSE: POTENCIALIDADES E DESAFIOS II**, p. 15–36, 2020. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/PGDRA/E-book_Agronegocio_paranaense_II.pdf. Acesso em: 19 nov. 2021.
- SILVA, H. P. da *et al.* Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. **Embrapa Milho e Sorgo - Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: **Seminário Nacional de Milho Safrinha, 6 Conferência Nacional de Pós - Colheita, 2 Simpósio em Armazenamento de Grãos do Mercosul.**, p. 113–144, 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/485002/1/ManejoIntegrado4.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.

TERRA, F. H. B. **A indústria dos agrotóxicos no Brasil**. 2008. Tese (Mestrado) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/15861>. Acesso em: 17 nov. 2021.

THE Future Role of Pesticides in US Agriculture. Washington, D.C.: National Academies Press, 2000. Pages: 9598. ISBN 978-0-309-06526-9. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/9598>. Acesso em: 17 jun. 2022.

VARGAS, L. **Sintomas e diagnose de toxicidade herbicida na cultura da maçã**. 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPUV/8121/1/cir044.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.