

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LALLUCHA ALVES BLANCO**

**PRODUÇÃO DA SOJA E DO MILHO NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ:  
CORRELAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS**

**SANTA HELENA**

**2023**

**LALLUCHA ALVES BLANCO**

**PRODUÇÃO DA SOJA E DO MILHO NA MESORREGIÃO OESTE  
DO PARANÁ: CORRELAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO E  
PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS**

**Soybean and corn production in the Western Mesoregion of Paraná:  
Correlation whit the legislation and sustainable practices**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais e Sustentabilidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rejane Barbosa de Oliveira

**SANTA HELENA**

**2023**



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Santa Helena**



LALLUCHA ALVES BLANCO

**PRODUÇÃO DA SOJA E DO MILHO NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ: CORRELAÇÃO COM A  
LEGISLAÇÃO E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Recursos Naturais E Sustentabilidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Recursos Naturais E Sustentabilidade.

Data de aprovação: 27 de Março de 2023

Dra. Rejane Barbosa De Oliveira, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Alessandra Matte, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Jonas Francisco Egewarth, Doutorado - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Iapar-Emater)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 27/04/2023.

Dedico este trabalho ao meu amado avô Ernesto (*in memoriam*) por ter sido meu pai, meu exemplo de caráter e de honestidade, do qual sinto imensa saudade, e ao meu amado esposo Daniel por todo amor, apoio e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus pela vida e saúde.

À minha orientadora, Profa. Dra. Rejane Barbosa de Oliveira, pela disponibilidade, orientação, apoio e paciência.

Ao meu amado esposo Daniel, por ter sido minha fonte de inspiração e exemplo de ser humano, muito obrigada por toda paciência, companheirismo, apoio e incentivo que me foi dedicado para concretização desse trabalho.

Aos meus avós Ernesto (*in memoriam*) e Rita, que me criaram como filha, por todo amor, cuidado, pelo exemplo de honestidade e caráter.

Aos meus amigos, que de alguma maneira estiveram presentes nesse período me incentivando.

Aos integrantes da banca examinadora, muito obrigada pela disponibilidade em colaborar com este trabalho.

Meu profundo agradecimento a todos vocês!

A dúvida é se a civilização pode mesmo travar esta guerra contra a vida sem se destruir e sem perder o direito de se chamar de civilizada.

Rachel Carson (Primavera Silenciosa, 1962)

## RESUMO

Contemporaneamente questões de ordem ambiental ocupam um significativo espaço nos âmbitos político, social e moral. Preservar o meio ambiente, tornando a utilização dos recursos naturais mais sustentáveis é condição essencial para se obter a mitigação dos efeitos da ação antrópica. A mesorregião Oeste do Paraná é conhecida por sua produção de grãos, como a soja e o milho, sendo que a monocultura, sistema muito utilizado nessa produção, causa significativos impactos ambientais. Considerando a importância comercial desses grãos, foram realizadas análises quantitativas dessas produções no Brasil e Paraná através da base de dados do IBGE, levantando os insumos necessários para a produção e seus resíduos através de estudo adaptado de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na qual foram apontados os impactos dessas produções no meio ambiente e saúde humana. Adicionalmente foram levantadas as práticas sustentáveis disponíveis que possibilitam mitigar esses danos no meio ambiente, pois diante do crescente esgotamento dos recursos naturais aliado à necessidade de se promover um desenvolvimento sustentável, o alinhamento da legislação em prol da adoção de práticas sustentáveis na produção são ferramentas essenciais para a mitigação de danos ao meio ambiente e para a saúde humana. Por fim, considerando o contexto supracitado, pode-se concluir que a legislação favoreceu a maximização da produção da soja e do milho, entretanto considerando os impactos da produção desses cultivares nos recursos naturais e na saúde humana, há a necessidade de incentivos e investimentos na adoção de práticas de produção mais sustentáveis.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Impactos ambientais; Meio ambiente; Monocultura.

## **ABSTRACT**

At the same time, environmental issues occupy a significant space in the political, social and moral spheres. Preserving the environment, making the use of natural resources more sustainable is an essential condition for mitigating the effects of anthropic action. The Western of Paraná mesoregion is known for its production of grains, such as soybeans and corn, and monoculture, which is the system widely used in this production, causes significant environmental impacts. Considering the commercial importance of these grains, quantitative analyzes of these productions were carried out in Brazil and Paraná through the IBGE database, raising the necessary inputs for production and their residues through a Life Cycle Assessment (LCA) study, in which the impacts of these productions on the environment and human health were pointed out. Additionally, the available sustainable practices that make it possible to mitigate these damages to the environment were raised, because in the face of the increasing depletion of natural resources combined with the need to promote sustainable development, the alignment of legislation in favor of the adoption of sustainable practices in the production are essential tools to mitigate damage to the environment and human health. Finally, considering the aforementioned context, it can be concluded that the legislation favored the maximization of soybean and corn production, but considering the impacts of the production of these cultivars on natural resources and human health, there is a need for incentives and investments in the adoption of more sustainable production practices.

**Keywords:** Pesticides; Environmental impacts; Environment; Monoculture.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa do Estado do Paraná com destaque na mesorregião Oeste.....	24
Quadro 1 – Cidades da mesorregião Oeste do Paraná separadas por microrregiões .....	25
Figura 2 – Área plantada de soja e milho em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná .....	30
Figura 3 – <i>Box Plot</i> das áreas plantadas de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná .....	30
Figura 4 – Área colhida de soja e milho em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná .....	31
Figura 5 – <i>Box Plot</i> das áreas colhidas de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná .....	32
Figura 6 – Quantitativo produzido, em toneladas, de soja e milho em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná .....	33
Figura 7 – <i>Box Plot</i> das quantidades produzidas, em toneladas, de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.....	33
Figura 8 – Médias e Desvio Padrão do quantitativo produzido, em toneladas, de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná .....	34
Figura 9 – Rendimento médio de produção, em Kg/Hectare, de soja e milho entre 2011 a 2021 na mesorregião Oeste do Paraná .....	35
Figura 10 – <i>Box Plot</i> do rendimento médio de produção, em Kg/Hectare, de soja (azul) e milho (laranja) entre 2011 a 2021 na mesorregião Oeste do Paraná .....	35
Figura 11 – Valor da produção de soja e milho entre os anos de 2011 a 2021, em “Mil Reais”, na mesorregião Oeste do Paraná .....	36
Figura 12 – <i>Box Plot</i> do valor da produção de soja (azul) e milho (laranja) entre os anos de 2011 a 2021, em “Mil Reais”, na mesorregião Oeste do Paraná .....	37
Figura 13 – Médias e Desvio Padrão do valor da produção de soja (azul) e milho (laranja) entre os anos de 2011 a 2021, em “Mil Reais”, na mesorregião Oeste do Paraná .....	37
Figura 14 – Comparativo temporal da produção brasileira de Milho e Soja .....	39
Figura 15 – Comparativo temporal da produção de Milho e Soja no Paraná .....	40
Figura 16 – Percentual temporal da produção brasileira de Milho e Soja referente à produção do Estado do Paraná .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Área plantada, colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção da soja e milho entre os anos de 2011 a 2021 .....	28
Tabela 2- Entradas e saídas do sistema de produção de soja .....	49
Tabela 3- Estimativa de entradas e saídas da produção de soja no ano de 2021 na Mesorregião Oeste do Paraná .....	51
Tabela 4- Entradas e saídas do sistema de produção do milho .....	55
Tabela 5- Estimativa de entradas e saídas da produção de milho no ano de 2021 na Mesorregião Oeste do Paraná .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADAPAR	Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CF	Constituição Federal
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEE	Gases de Efeito Estufa
IAT	Instituto Água e Terra
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
ITCG	Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná
MIP	Manejo Integrado de Pragas
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PL	Projeto de Lei
PLANAPO	Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SDA	Secretaria de Defesa Agropecuária
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
SPD	Sistema Plantio Direto

## LISTA DE SÍMBOLOS

CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
N	Nitrogênio
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de Fósforo
K <sub>2</sub> O	Óxido de Potássio
S	Enxofre
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Hidrocarbonetos
CO	Monóxido de Carbono
CH <sub>4</sub>	Metano
NH <sub>3</sub>	Amoníaco
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
NO <sub>x</sub>	Número de oxidação
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> NO <sub>5</sub> P	Glifosato
PO <sub>4</sub>	Fosfato
NO <sub>3</sub>	Nitrato
Cd	Cádmio
Cr	Cromo
Co	Cobalto
Ni	Níquel
Pb	Chumbo
Zn	Zinco
C	Carbono

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1.</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>23</b>
<b>3.</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.</b>	<b>Coleta e análise de dados</b> .....	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1.</b>	<b>Produção da soja e do milho na mesorregião oeste do paraná</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2.</b>	<b>Produção de soja e milho no brasil e paraná <i>versus</i> evolução da legislação.</b>	<b>38</b>
<b>4.3.</b>	<b>Impactos ambientais</b> .....	<b>49</b>
4.3.1.	Impactos ambientais da soja .....	49
4.3.2.	Impactos ambientais do milho .....	54
4.3.3.	Impactos ambientais e sociais do cultivo da soja e do milho .....	58
<b>4.4.</b>	<b>Alternativas sustentáveis de produção</b> .....	<b>61</b>
4.4.1.	Manejo Integrado de Pragas .....	61
4.4.2.	Agricultura Orgânica .....	62
4.4.3.	Sistema Plantio Direto .....	64
4.4.4.	Sistemas de integração .....	66
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>69</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>71</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXO</b> .....	<b>92</b>

## INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XVIII, o advento da Revolução Industrial na Europa, que alterou significativamente a relação do homem com a natureza, fez com que a extração dos recursos naturais passasse a ocorrer de forma acelerada. Com o passar dos anos e com o aumento constante e desenfreado do uso desses recursos, a preocupação da utilização sustentável dos recursos naturais aumentou significativamente (SILVA, 2016).

Ao final da Segunda Guerra Mundial, a agricultura tornou-se um meio para a reprodução do capital e, quando chegou ao fim, as indústrias químicas que até então abasteciam a indústria bélica passaram a produzir agrotóxicos. Concomitantemente, iniciou-se o processo de construção e utilização de maquinários pesados na produção agrícola (AMEEN; RAZA, 2017).

Tais inovações tecnológicas impactaram na forma de produção e por terem gerado uma significativa modernização na agricultura, com conseqüente aumento de produtividade, originaram a Revolução Verde. Entretanto, foi no cenário da Guerra Fria que a implantação da Revolução Verde, que além da modernização supracitada estimulou o uso extensivo de produtos químicos na agricultura, teve argumentação política, econômica e social. Utilizava-se, nestes âmbitos, como justificativa para a implementação de tais práticas, o argumento de exterminar a fome mundial, mas a real intenção era a modernização da agricultura e a maximização do lucro através do monopólio do mercado e de pacotes tecnológicos produzidos pelas transnacionais adquiridos pelos produtores (ANDRADES; GANIMI, 2007). Assim, os agrotóxicos foram utilizados como parte integrante deste pacote tecnológico, estando interligados a várias tecnologias agrícolas, como os fertilizantes sintéticos, sementes certificadas, calcário, tratores e demais implementos agrícolas (CARVALHO; NODARI; NODARI, 2017).

Em contrapartida, o crescimento do comércio internacional de sementes e safras e os novos transportes motorizados levaram à disseminação de novas pragas e intensificação do uso de pesticidas químicos, o que conseqüentemente veio a gerar crises ecológicas, problemas econômicos e sociais, como por exemplo o deslocamento de comunidades rurais (BERTOMEU-SÁNCHEZ, 2019).

Diante deste cenário, em junho de 1972, ocorreu a primeira Conferência Global das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia (SILVA, 2016). Ao fim dessa conferência, os 113 países participantes assinaram a Declaração de Estocolmo, na qual se comprometiam a inserir as questões ambientais em suas pautas políticas, projetos de desenvolvimento e legislações. Desde então, as questões ambientais no Brasil passaram a ser pensadas de maneira mais significativa (POTT; ESTRELA, 2017).

Contudo, somente em 1981, foi promulgada no Brasil a Lei nº 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual é vista como um dos instrumentos mais importantes em matéria de regulamentação ambiental. Esta, que instituiu formalmente a educação ambiental no país e a aplicação de multas a infrações ambientais, tem entre seus objetivos compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente (THOMÉ, 2015).

Na Constituição Federal de 1988, um capítulo foi dedicado para tratar de questões ambientais, algo inexistente nas constituições anteriores. Em seu Artigo 225 consta que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo dever do Poder Público e da coletividade preservá-lo para as gerações presentes e futuras (BRASIL, 1988).

Para que a Política Nacional do Meio Ambiente pudesse ser executada, foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com a promulgação da Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989. O órgão está vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e tem como função fiscalizar e aplicar penalidades administrativas ambientais ou compensatórias nos casos de descumprimento de medidas que visam a preservação ou a correção da degradação ambiental (TRENNEPOHL, 2020). Esta entidade surgiu como consequência da fusão de outras quatro, sendo a Secretaria do Meio Ambiente - Decreto nº 73.030 de 30 de outubro de 1973, Superintendência da Borracha - SUDHEVEA - Lei nº 5.227/67, Superintendência da Pesca - SUDEPE - Lei Delegada nº 10/62 e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF - Decreto Lei nº 298/67 (MMA, 2021).

Atualmente, o IBAMA juntamente com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), são os órgãos do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) que têm a finalidade de fiscalizar e executar, em âmbito federal, a Política Nacional do Meio Ambiente prevista no artigo 9, inciso III, da Lei nº

6.938/1981 (BREDIROL, 2020). Seguindo a hierarquia do SISNAMA, abaixo do IBAMA e ICMBio estão os órgãos seccionais, que fazem a fiscalização no âmbito estadual. No Estado do Paraná, o órgão seccional é o Instituto Água e Terra (IAT), antigo Instituto Ambiental do Paraná – IAP. Esta mudança, ocorrida em 2022, deve-se à incorporação da Secretaria de Turismo e Meio Ambiente, Mineropar (Minerais do Paraná) e Instituto das Águas.

O IAT é uma autarquia estadual ligada à Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo do Paraná, que iniciou suas atividades em 27 de julho de 1992 por intermédio da Lei Estadual nº 10.066. Este órgão, que incorporou pela Lei 20.070/2019 as atividades do Instituto das Águas do Paraná e do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia (ITCG, 2020), responde, conforme seu organograma, por atividades no Paraná referentes ao Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (gestão de Bacias), Patrimônio Natural (gestão da Biodiversidade, restauração ambiental e áreas protegidas), Licenciamento e Outorga (monitoramento e fiscalização), e Gestão Territorial (Geociências e regularização fundiária). Assim, é responsável por emitir as multas ambientais conforme a legislação ambiental vigente no estado (IAT, 2020).

A Lei nº 12.651/2012, conhecida como o novo Código Florestal, determina normas sobre a proteção da vegetação nativa e criou o Cadastro Ambiental Rural - CAR, que permite que os órgãos ambientais estaduais e o governo federal saibam a localização e a situação ambiental de imóveis rurais (BRASIL, 2012). A Lei Complementar nº 140/2011, traz a competência material entre todos os entes federativos para a proteção das paisagens naturais notáveis, na proteção do meio ambiente, no combate à poluição em qualquer de suas formas e na preservação das florestas, da fauna e da flora (BRASIL, 2011).

No Brasil, ao cometer um crime ambiental, o infrator pode responder tanto criminalmente, quanto administrativamente pelos atos praticados contra o meio ambiente. A Lei de Crimes Ambientais Lei nº 9.605/98, em seu artigo 70, traz como infração administrativa toda ação ou omissão que infrinja as regras de preservação do meio ambiente. Dentre as sanções administrativas previstas no artigo 2 da referida lei, temos a multa simples que é aplicada com a fixação do valor e que pode ser convertida em serviços voltados ao meio ambiente, como recuperação e preservação, e temos a

multa diária que é aplicada sempre que a ocorrência da infração se prolongar no tempo ou até a cessação dos danos (THOMÉ, 2015).

Apesar das sanções aplicadas ao infrator pelo cometimento de crime ambiental, estas não são suficientes para frear seu ato. Segundo Silva, Ribeiro e Porto (2019), entre os anos de 2015 e 2017, o IBAMA aplicou o valor de R\$ 3,8 bilhões/ano em multas, porém o valor que foi quitado pelos infratores foi de apenas R\$ 9,6 milhões, demonstrando o valor expressivo de multas que acabam prescrevendo ou não são cobradas e tampouco se revertem em melhoria do meio ambiente, pois não são capazes de dissuadir a prática criminosa.

A Revolução Verde resultou no surgimento de sistemas de cultivo especializados (SPAROVEK *et al.*, 2010). A modernização, que teve como base a industrialização e o progresso técnico da Revolução Verde, alterou a forma de organização da produção, bem como as relações sociais e principalmente as relações com o meio natural (BRANDENBURG, 2002).

Até o início da década de 1960, o milho era um produto de consumo regional, não possuindo um mercado definido, tanto que os excedentes de produção que pudessem surgir tornavam-se um problema, pois não havia modos adequados para seu armazenamento e tampouco para exportação. Com isso, o Brasil era dependente das variações de mercado. No final da década de 1960, oscilações geradas pela crise de abastecimento mundial de alimentos, em decorrência de uma forte seca nos Estados Unidos, evidenciaram a fragilidade do setor agropecuário no Brasil que não possuía alimentos suficientes para a população, além do preço dos alimentos estarem muito elevados (EMBRAPA, 2000).

Com a criação da EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, no ano de 1973, como uma resposta aos anseios por tecnologias adequadas à nova dinâmica da agricultura, esse cenário de fragilidade do setor agropecuário começou a se modificar ao longo dos anos seguintes (CAMPOS, 2010).

O padrão de desenvolvimento da agricultura brasileira não era mais baseado no incremento de área, passando a ser embasado pelo aumento de produtividade na década de 1980. Nesse mesmo período, os preços dos agrotóxicos, fertilizantes e combustíveis apresentaram queda por diversos fatores econômicos, fazendo com que o aumento da produtividade gerada pelo investimento em pesquisas e adoção de

tecnologia no setor, aliado à queda dos preços dos insumos, resultasse no crescimento do setor agrícola na década de 1980 (FERREIRA, 1998).

Com a modernização da agricultura e os incentivos para expansão desse setor, o Brasil se tornou um país predominantemente produtor e exportador de *commodities*, projetando-se internacionalmente no agronegócio como um vendedor desse tipo de produto (PAULA; BASTOS, 2009). Atualmente o Brasil é o quarto maior produtor e o segundo maior exportador de grãos do mundo, nosso país destaca-se como o maior produtor mundial da soja, sendo que no ano de 2021 atingiu uma produção de 134.086 milhões de toneladas resultantes de uma área plantada de 38.866 milhões de hectares. Outro grão de destaque na produção brasileira é o milho, responsável por colocar o Brasil, no ano de 2020, como o terceiro maior produtor mundial, com uma produção de 103.234 milhões de toneladas, ocupando o posto de segundo maior exportador deste grão (IBGE, 2022).

Neste contexto, o Estado do Paraná, localizado na região sul do país, destaca-se por ser o terceiro maior produtor brasileiro da soja e também é o terceiro maior produtor de milho, sendo que ambos grãos são seus principais produtos da agricultura, ficando evidente que possuem grande relevância para sua economia (IBGE, 2022).

Apesar da importância para os setores produtivos e econômicos do país, geralmente essas atividades causam consideráveis impactos ambientais. De maneira geral, os impactos dessas produções vão desde danos ambientais como o desmatamento, fragmentação de *habitats*, perda da biodiversidade, alteração na qualidade do solo, erosão do solo, poluição causada por agrotóxicos em águas subterrâneas e em corpos hídricos, poluição atmosférica; a impactos sociais como conflito de uso da terra causado quando a expansão do agronegócio invade terras de povos tradicionais (JIA *et al.*, 2020).

A cultura da soja, por exemplo, acaba impactando as condições futuras do solo, pois promove a perda de sua diversidade natural, além de impactar as culturas destinadas ao consumo existentes nas propriedades e a qualidade da água local, quando estão localizadas próximo às lavouras de soja (MATTE; WAQUIL, 2020).

De acordo com o artigo 1º, *caput* da Resolução CONAMA nº 001/86, impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou

energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, segurança, o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 2021). Portanto, muitas das ações antrópicas, das quais as atividades objeto deste trabalho (produção de soja e milho) se enquadram, podem impactar negativamente o meio ambiente.

Com relação aos agrotóxicos, a falta de armazenamento e descarte seguro dos pesticidas, além do fato de que seu uso em grandes quantidades passou a ser um perigo ambiental, pois poluem principalmente o solo e a água, causam danos aos microorganismos, bem como prejudicam o processo de absorção de nutrientes pelas plantas (SHARMA *et al.*, 2019). Desta forma, os pesticidas podem ser encontrados em águas superficiais, na qual as principais formas de entrada de produtos químicos podem ser por meio da erosão e do escoamento (LUSHCHAKUMA *et al.*, 2018). Assim, o uso extensivo de agrotóxicos em todo o mundo, bem como a poluição ambiental ocasionada por esses poluentes, constitui problemas em escala global (LONDRES, 2011).

De acordo com a Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, os agrotóxicos são definidos como:

[...] os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

A referida Lei, em seu artigo 3º, dispõe que os agrotóxicos, seus componentes e afins só serão “produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura.”

Cumpra esclarecer que o termo agrotóxico, atualmente utilizado, foi adotado no Brasil com a promulgação da Lei Federal nº. 7.802, de 11 de julho de 1989, (Anexo) pois até a promulgação da Constituição Federal de 1988 o termo comumente utilizado era defensivo agrícola, o que acabava mascarando o caráter danoso dos agrotóxicos (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

No ano de 2008, o Brasil passou a ser o principal consumidor mundial de agrotóxicos, somando-se a este fato as dificuldades de gerenciamento e de controle pelos órgãos ambientais, têm-se como consequência uma preocupação tanto ponto de vista ambiental relacionado aos recursos naturais, como de saúde pública (SOUZA *et al.*, 2017). Mais de uma década depois e esse consumo se mantém, no ano de 2019 foram aprovados 474 novos produtos, sendo que destes somente 26 eram princípios ativos inéditos, além do fato de que 42 desses produtos foram banidos na União Europeia (UE), ficando evidente a diferença na regulação de Agrotóxicos na União Europeia e no Brasil (LUIG *et al.*, 2020).

O Estado do Paraná se destaca em vários cultivos, mas também se destaca entre os que mais consomem agrotóxicos na produção agrícola. No período de 2013 a 2017, a soja utilizou 49,72%, seguida pelo milho com 18,70% de todo agrotóxico consumido no Estado (CONAB, 2018). Segundo Vennet, Schneider e Dessein (2015), a produção de soja em extensas monoculturas é inevitavelmente acompanhada pelo aumento no uso de agrotóxicos para que possa conter a crescente vulnerabilidade às pragas, o que acaba resultando na redução da biodiversidade.

De acordo com as informações disponíveis no último censo agropecuário brasileiro (IBGE, 2019b), o Brasil conta com 236.245 estabelecimentos rurais dedicados à produção de soja em uma área total de cultivo de 30.722.657 hectares. O estado do Mato Grosso é o líder em área cultivada e quantidade produzida, seguido do Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente. Por sua vez, o Paraná possui 84.590 estabelecimentos rurais produtores de soja. Com relação ao milho, o Brasil conta com 1.655.450 estabelecimentos rurais dedicados à sua produção em uma área total de cultivo de 15.783.895 hectares. O estado do Paraná, possui 127.810 estabelecimentos rurais produtores de milho, equivalente a 7,7% do país.

A produção total de soja em todo o Estado do Paraná foi de 19.205.802 toneladas e a de milho 10.528.860 toneladas no ano de 2021. A mesorregião Oeste teve neste mesmo período 987.414 hectares de área plantada de soja e 766.269 de milho, somando um total de 1.753.683 hectares plantados entre os dois grãos, com uma produção de 3.334.943 toneladas de soja e 2.723.042 toneladas de milho (IBGE, 2019a).

Ambas produções utilizam agrotóxicos para proteção de suas lavouras e para o aumento de produtividade, neste contexto, segundo Osorio (2018, p.33):

“De um lado, os padrões produtivos característicos da Revolução Verde, baseados em monocultivo, uso de agrotóxicos, fertilizantes, maquinários e outros insumos, visando garantir a lucratividade deste modelo de produção, contribuíram para que o Brasil alcançasse posição de destaque no mercado internacional de produção de *commodities*; de outro, porém, incorreram em graves consequências para a sociedade e para o meio ambiente. A atividade produtiva que antes era dedicada à produção de alimentos, passou a ter esforços empreendidos na produção destinada ao mercado mundial, especialmente a soja, que possui baixa destinação para o consumo direto pelo ser humano.”

O modelo de produção agrícola convencional utilizado no Brasil tem se fundamentado no uso de agrotóxicos, que nem sempre são utilizados da maneira correta ou até mesmo na dosagem recomendada, levando a uma pressão química sobre o meio ambiente. A longo prazo, esta prática de utilização desenfreada e incorreta de agrotóxicos acarretará em um alto custo ambiental, inclusive afetando o ser humano (BELCHIOR *et al.*, 2014).

Apesar da crescente consciência dos impactos negativos dos agrotóxicos, a quantidade de produção e consumo para produção agrícola em nível global continua aumentando anualmente (HEDLUND; LONGO; YORK, 2019). A partir da criação dos agrotóxicos, a tolerância das ervas daninhas e pragas se desenvolveu rapidamente, a dependência de seu uso, que em parte está relacionada à evolução dessa resistência, faz com que novas variedades de pesticidas sejam constantemente inventadas para combater o processo de evolução genética (BAKKER *et al.*, 2020). Adicionalmente, a falta de informação e de consciência dos efeitos ambientais causados pelos agrotóxicos, levam ao uso excessivo e indevido, o que resulta em danos ambientais e agroecológicos (SPONSLER *et al.*, 2019).

O Brasil possui uma vasta extensão de terras com viabilidade para a produção agropecuária, com solos férteis, bem como uma boa distribuição de chuvas, além de capital natural que traz condições para uma agricultura sustentável e capaz de atender a demanda mundial de alimentos (MARTINELLI *et al.*, 2010).

A adaptação dos agricultores às mudanças de métodos e técnicas que visam auxiliar a recuperação e manutenção dos solos, como reposição de nutrientes químicos, avaliação da condição física, o controle de plantas daninhas, pragas ou doenças, bem como o controle da erosão, entre outros, é de suma importância (BODDEY *et al.*, 2003).

Em suma, considerando a ineficácia das sanções aplicadas pelos órgãos de controle, fica evidente a necessidade de um melhor entendimento dos danos ambientais de determinadas atividades antrópicas, juntamente com a busca de soluções menos danosas ao meio ambiente. Apesar da importância do agronegócio para o desenvolvimento econômico, estamos diante do crescente esgotamento dos recursos naturais e da necessidade de adequação e adoção de práticas sustentáveis de produção que sejam capazes de diminuir os impactos ambientais que são causados por essas atividades.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo geral**

Considerando o contexto supracitado, o objetivo deste trabalho foi analisar os impactos ambientais e sociais causados pela produção da soja e do milho na mesorregião Oeste do Paraná, verificando as práticas sustentáveis disponíveis e o impacto da Legislação na produção desses grãos.

### **1.2. Objetivos específicos**

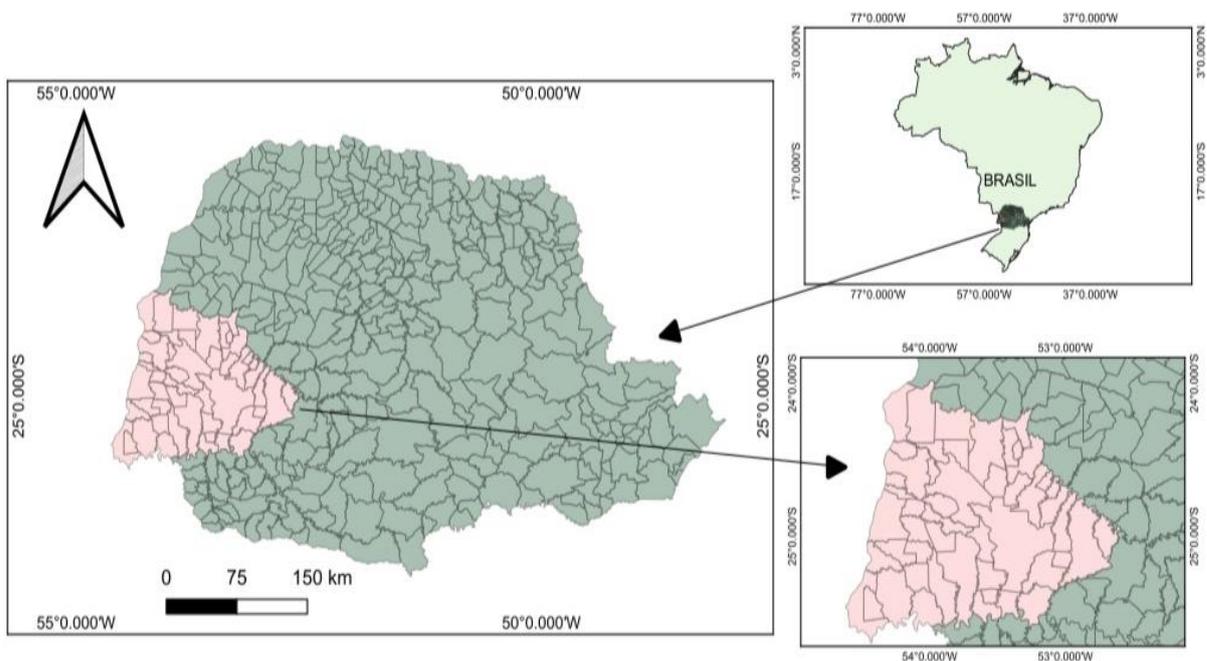
- Levantar os indicadores de produção da soja e do milho na mesorregião Oeste do Paraná, utilizando-se da base de dados do IBGE;
- Relatar os impactos ambientais e sociais gerados por essas atividades;
- Verificar quais práticas sustentáveis poderiam mitigar os impactos ambientais oriundos dessas culturas;
- Correlacionar a legislação brasileira com a produção da soja e do milho, a fim de verificar os impactos dessa na produção e se a legislação incentivou a utilização de práticas sustentáveis.

## 2. MÉTODO

### 3.1 Caracterização da área de estudo

O Estado do Paraná está localizado na região sul do Brasil, com uma população de aproximadamente 11.597.484 habitantes, distribuída em uma área territorial de 199.298.981 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). A mesorregião Oeste do Paraná contempla 50 (cinquenta) municípios que estão espalhados em três microrregiões, que são as de Cascavel, Foz do Iguaçu e de Toledo (Figura 1; Tabela 1).

**Figura 1: Mapa do Estado do Paraná com destaque na mesorregião Oeste.**



**Fonte: Elaborado pela autora (Qgis 2.18.28) (2023).**

Segundo dados do IPARDES (2021), essa mesorregião possui população de aproximadamente 1.330.154 pessoas, distribuída em 22.859,762 Km<sup>2</sup> de área territorial.

**Quadro 1: Cidades da mesorregião Oeste do Paraná separadas por microrregiões.**

<b>Microrregião de Cascavel</b>	<b>Microrregião de Foz do Iguaçu</b>	<b>Microrregião de Toledo</b>
Anahy	Céu Azul	Assis Chateaubriand
Boa Vista da Aparecida	Foz do Iguaçu	Diamante D'Oeste
Braganey	Itaipulândia	Entre Rios do Oeste
Cafelândia	Matelândia	Formosa do Oeste
Campo Bonito	Medianeira	Guaíra
Capitão Leônidas Marque	Missal	Iracema do Oeste
Cascavel	Ramilândia	Jesuítas
Catanduvas	Santa Terezinha de Itaipu	Marechal Cândido Rondon
Corbélia	São Miguel do Iguaçu	Maripá
Diamante do Sul	Serranópolis do Iguaçu	Mercedes
Guaraniaçu	Vera Cruz do Oeste	Nova Santa Rosa
Ibema		Ouro Verde do Oeste
Iguatu		Pato Bragado
Lindoeste		Quatro Pontes
Nova Aurora		Santa Helena
Santa Lúcia		São José das Palmeiras
Santa Tereza do Oeste		Palotina
<b>Microrregião de Cascavel</b>	<b>Microrregião de Foz do Iguaçu</b>	<b>Microrregião de Toledo</b>
Três Barras do Paraná		São Pedro do Iguaçu
		Terra Roxa
		Toledo
		Tupãssi

Fonte: IBGE (2021).

### 3.2. Coleta e análise de dados

Para a elaboração e desenvolvimento do presente trabalho foi realizado o levantamento dos dados referentes à produção de toda a safra da soja e do milho da região Oeste do Paraná em banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (Banco de Tabelas Estatísticas- SIDRA), utilizando a Tabela 5457- Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. Esses dados foram utilizados para caracterizar a produção, possibilitando relacioná-los com os impactos levantados. Posteriormente, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, usando a média e o desvio padrão, para verificar possíveis diferenças entre as produções.

As expressões “Impactos ambientais no plantio da soja”, “Impactos ambientais no plantio do milho”, “Soja e milho na região Oeste do Paraná”, “Ciclo de vida da soja na região Oeste do Paraná”, “Ciclo de vida do milho na região Oeste do Paraná”, “Agrotóxicos utilizados no cultivo da soja e milho” e “alternativas sustentáveis da produção de soja e milho” foram pesquisadas nas bases científicas *Google Scholar* (<https://scholar.google.com>), *Scielo* (<https://scielo.org>), *Scopus* (<https://www.scopus.com>) e *Web of Science* (<https://login.webofknowledge.com>), tanto em português, quanto em inglês.

Dos artigos obtidos, foram levantados os impactos ambientais e sociais causados por esse tipo de produção agrícola, bem como os recursos naturais utilizados nas produções de soja e milho, tais como água, solo, outros insumos, tais como fertilizantes e pesticidas, além dos resíduos gerados. Com estes dados, foram elaborados gráficos, que além de uma dispersão temporal dos mesmos, continham dados quantitativos como média e o desvio padrão, utilizando o *software Microsoft Excel*. Adicionalmente, foram desenvolvidas tabelas de estimativa de entrada e saída de diferentes substâncias nas culturas tanto da soja quanto do milho, para a mesorregião Oeste do Paraná, multiplicando-se os dados de Análise do Ciclo de Vida (ACV) dessas culturas pela área cultivada da referida mesorregião. A partir desses dados foi utilizado o método dedutivo para discutir os impactos.

O método dedutivo visa explicar o conteúdo das premissas, sendo que ou sustentam a conclusão ou não a sustentam de forma alguma, assim, não há

graduações intermediárias. Os argumentos dedutivos sacrificam a ampliação do conteúdo, para que possa atingir uma “certeza”, ou seja, se procura a todo custo confirmar a hipótese (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Esse método tem como ponto de partida as constatações mais gerais, como dados e informações que já são existentes, passando a examinar casos particulares com a finalidade de verificar seu enquadramento nas constatações gerais. Desta forma, a explicação deixa de ser mais generalizante, se enquadrando dentro de uma categoria ou constatação já conhecida (MAZUCATO, 2018).

Adicionalmente, foram utilizados trabalhos que descreviam alternativas de práticas sustentáveis de produção, bem como estudos referente à legislação ambiental e da legislação específica relacionadas à agricultura. A partir desses dados, foi utilizado o método dedutivo para discutir se a legislação favorece ou não a implementação das alternativas sustentáveis pelos produtores.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão bibliográfica nas plataformas supracitadas resultou, considerando todas as expressões anteriormente mencionadas, sem delimitação de data de publicação, em um total de 202 trabalhos científicos. Após esse levantamento, a etapa seguinte consistiu na leitura dos resumos de cada artigo com a finalidade de verificar quais estavam alinhados ao tema estudado. Por fim, considerou-se serem adequados e foram efetivamente utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho 112 artigos.

#### 3.1. Produção da soja e do milho na mesorregião oeste do paraná

Como mencionado anteriormente, a soja e o milho são culturas amplamente difundidas e bem estabelecidas na região Oeste do Paraná. A seguir, apresentamos dados da produção na mesorregião oeste do Paraná da soja e do milho (em toneladas) nos últimos 10 anos, de 2011 a 2021, além de dados relativos à área plantada, área colhida (em hectares), quantidade produzida (em toneladas), rendimento médio de produção (do Kg por hectare) e o valor da produção da soja e do milho no referido período (Tabela 1).

**Tabela 1: Área plantada, colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção da soja e milho entre os anos de 2011 a 2021.**

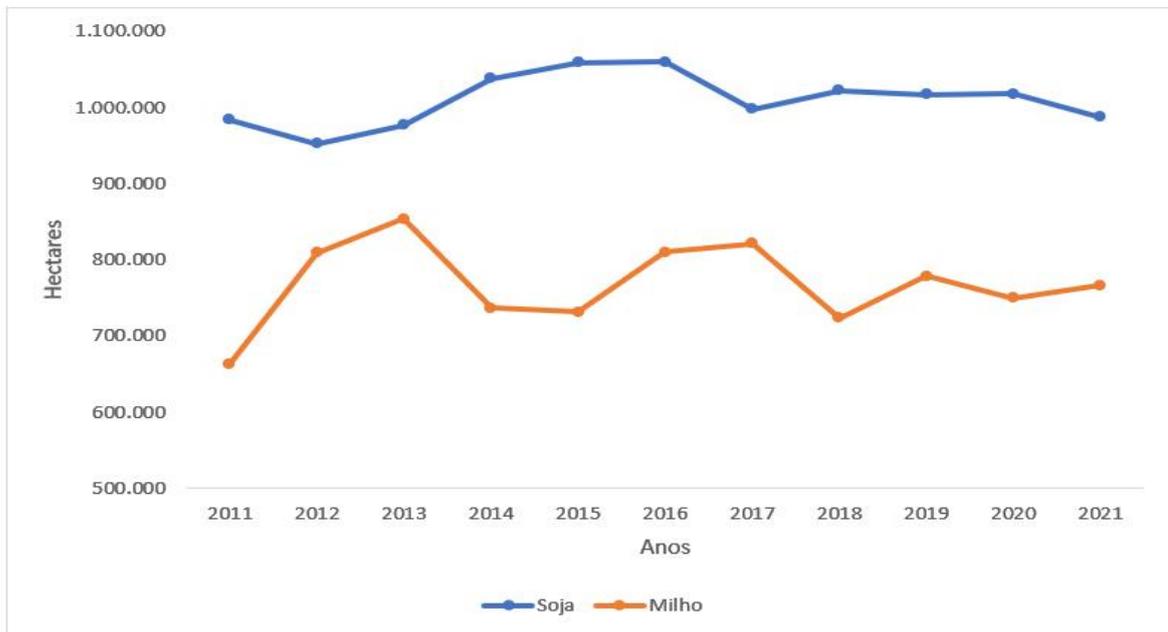
Cultura	Ano	Área plantada (Hectares)	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida (Toneladas)	Rendimento Médio (Kg/hectare)	Valor da produção (Mil Reais)
SOJA	2011	983.693	983.693	3.376.373	3.432	2.381.146
	2012	952.900	952.900	1.774.532	1.862	1.372.112
	2013	976.798	976.798	3.456.540	3.539	3.262.360
	2014	1.038.221	1.038.201	3.552.912	3.422	3.691.905
	2015	1.058.884	1.058.884	3.586.217	3.387	3.452.061
	2016	1.059.910	1.059.910	3.720.565	3.510	4.016.820
	2017	998.348	998.348	3.788.757	3.795	4.066.709
	2018	1.022.060	1.022.060	3.651.517	3.573	3.981.777
	2019	1.017.073	1.017.073	2.632.204	2.588	3.098.271

<b>Cultura</b>	<b>Ano</b>	<b>Área plantada (Hectares)</b>	<b>Área colhida (Hectares)</b>	<b>Quantidade produzida (Toneladas)</b>	<b>Rendimento Médio (Kg/hectare)</b>	<b>Valor da produção (Mil Reais)</b>
<b>SOJA</b>	2020	1.018.294	1.018.294	4.051.928	3.979	6.330.146
	2021	987.414	987.414	3.334.943	3.377	8.682.098
<b>MILHO</b>	2011	663.081	642.725	2.916.589	4.538	1.086.938
	2012	809.729	806.168	4.099.341	5.085	1.707.637
	2013	853.517	852.017	5.088.572	5.972	1.679.008
	2014	736.532	736.532	4.387.897	5.958	1.415.483
	2015	731.535	731.535	4.836.951	6.612	1.670.102
	2016	809.974	809.974	4.952.546	6.114	2.672.614
	2017	821.188	821.188	4.763.989	5.801	1.542.744
	2018	723.672	723.672	4.097.346	5.662	2.008.685
	2019	778.916	778.916	5.322.076	6.833	2.635.981
	2020	750.353	749.953	3.902.581	5.204	3.302.166
2021	766.269	760.804	2.723.042	3.579	3.778.617	

**Fonte: Adaptado de IBGE (2022).**

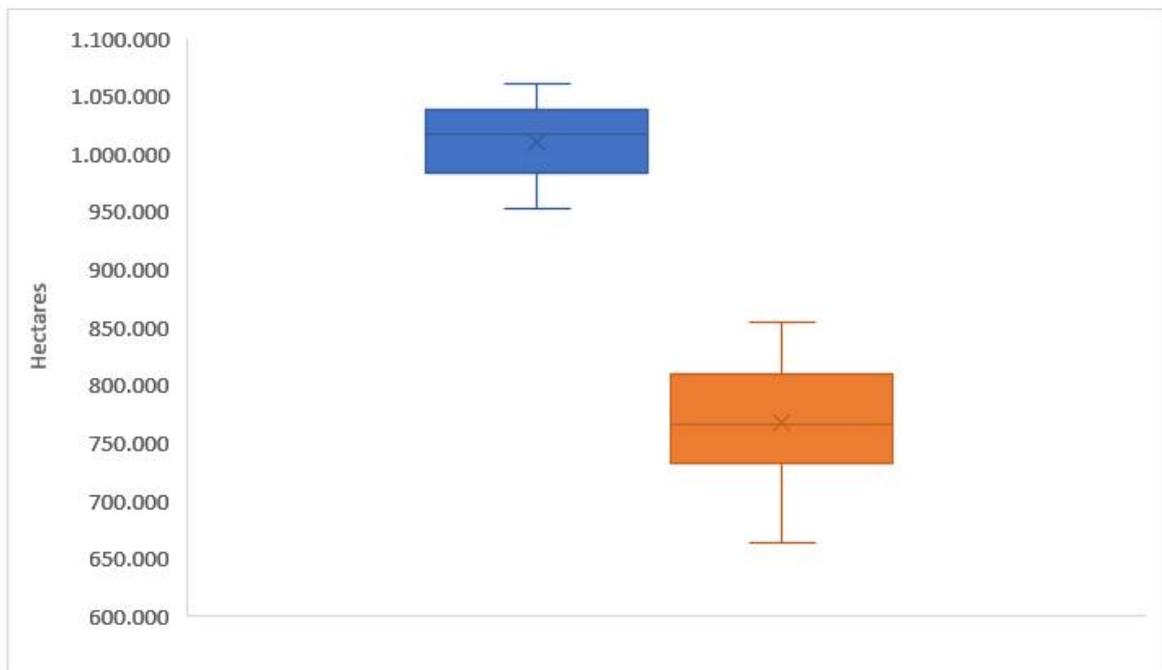
Com relação à área plantada da soja e do milho (Tabela 1, Figuras 5 e 6), o valor médio de área plantada de soja é 1.010.327 hectares e o valor médio de área plantada de milho é 767.706 hectares, sendo que a área destinada para o plantio de soja é, em média 24 % maior que a área plantada do milho. Mesmo no ano em que se destinou menor área plantada para a soja (2012, com 952.900 hectares), este valor é superior ao ano com maior destinação para a milho (2017, com 821.188 hectares).

**Figura 2: Área plantada de soja e milho em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

**Figura 3: *Box Plot* das áreas plantadas de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.**



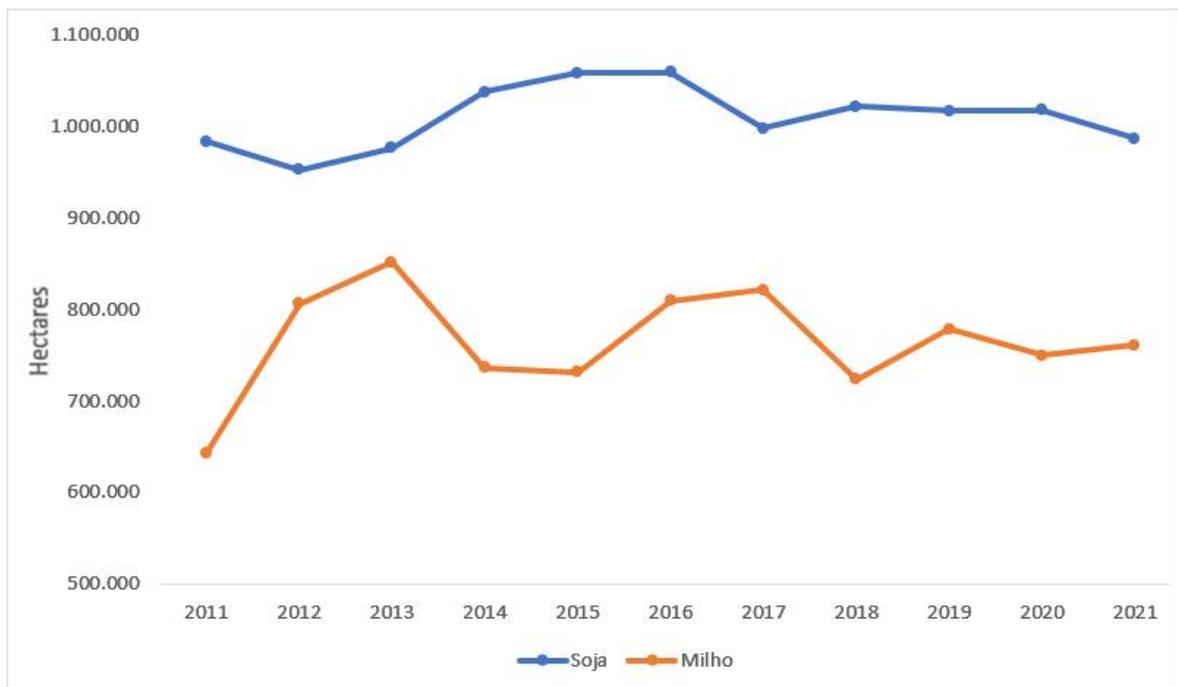
Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

Para fins de interpretação, vale ressaltar que o estilo utilizado na figura 3 é conhecido como *Box plot* ou diagrama de caixa. Este nada mais é do que uma representação gráfica da mediana (segundo quartil), dos primeiro e terceiro quartil (valor no qual 25% e 75% da amostra são menores ou iguais a ele, respectivamente), além dos valores extremos dos dados em questão (MUCELIN, 2006).

Com relação a área colhida da soja e do milho (Tabela 2, Figuras 4 e 5), ambas praticamente se mantiveram constantes, quando comparadas com suas áreas plantadas, no período analisado. Entretanto, temos algumas exceções, sendo que para a soja a área colhida foi menor do que a área plantada no ano de 2014 e para o milho, observamos esta condição nos anos de 2011, 2012, 2013, 2020 e 2021.

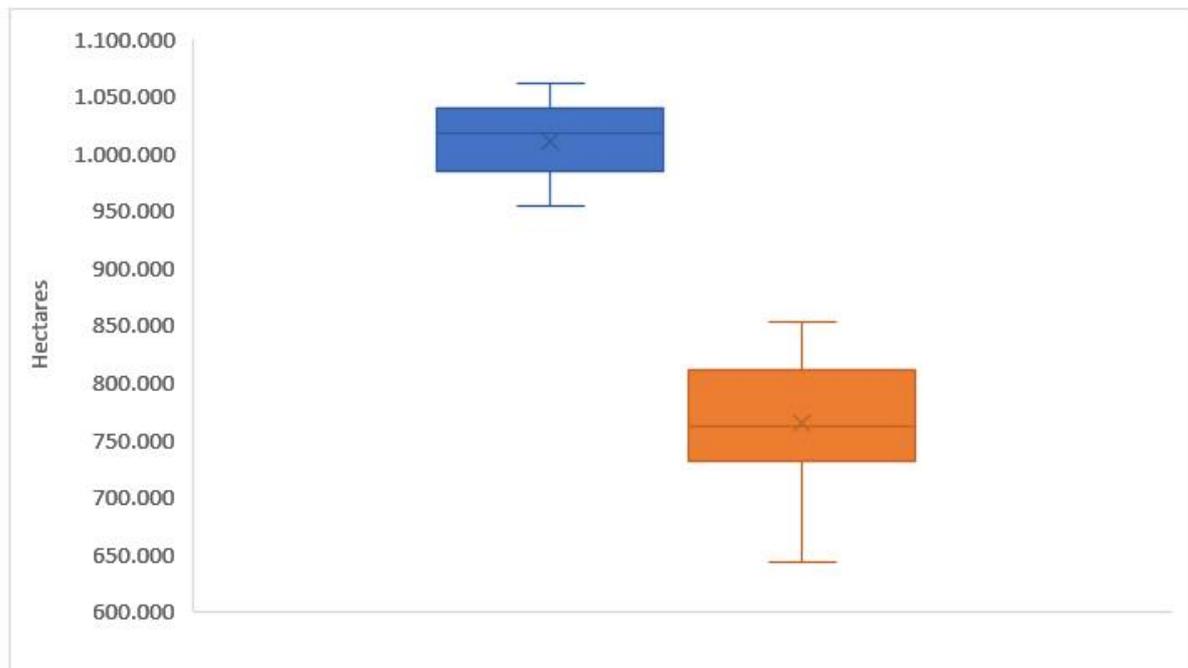
Outro fato importante, que podemos destacar refere-se a média da área colhida, sendo que a da soja no intervalo de 2011 a 2021 é de 1.010.325 Hectares, e a média da área colhida do milho é de 764.862 hectares, no mesmo intervalo temporal.

**Figura 4: Área colhida de soja e milho em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná**



**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

**Figura 5: *Box Plot* das áreas colhidas de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.**

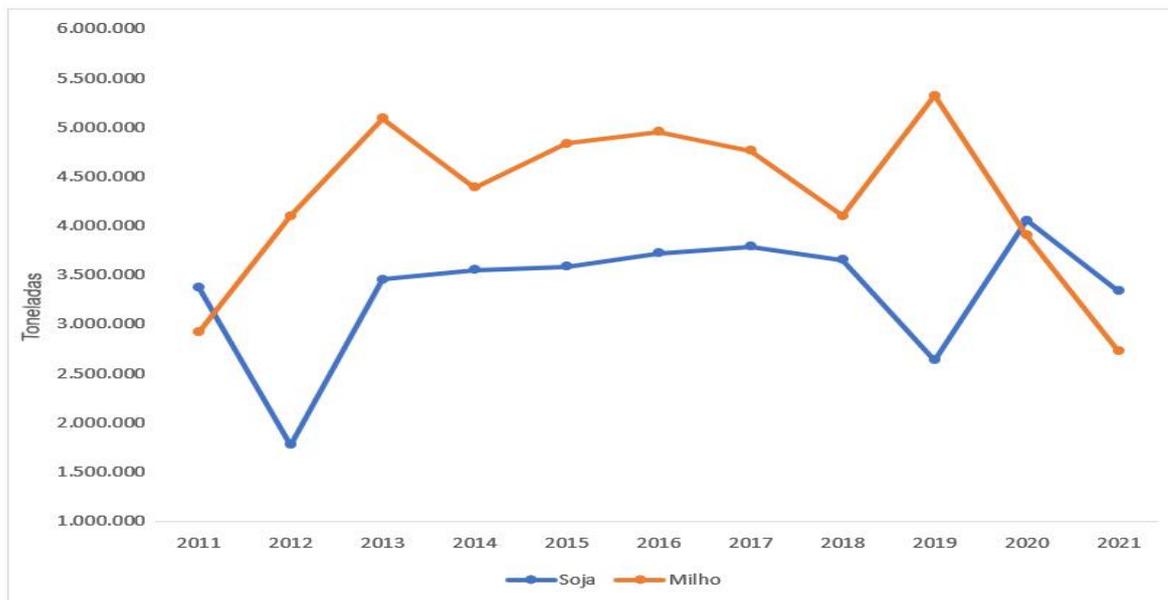


**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

Com relação à quantidade produzida, em toneladas, de soja e milho, no interstício estudado, observamos que o quantitativo de produção de milho foi maior do que a de soja (Tabela 2, Figuras 6, 7 e 8) na mesorregião Oeste do Paraná. Em média, o quantitativo de produção do milho é de 4.280.994 toneladas e o de soja é de 3.356.953 toneladas.

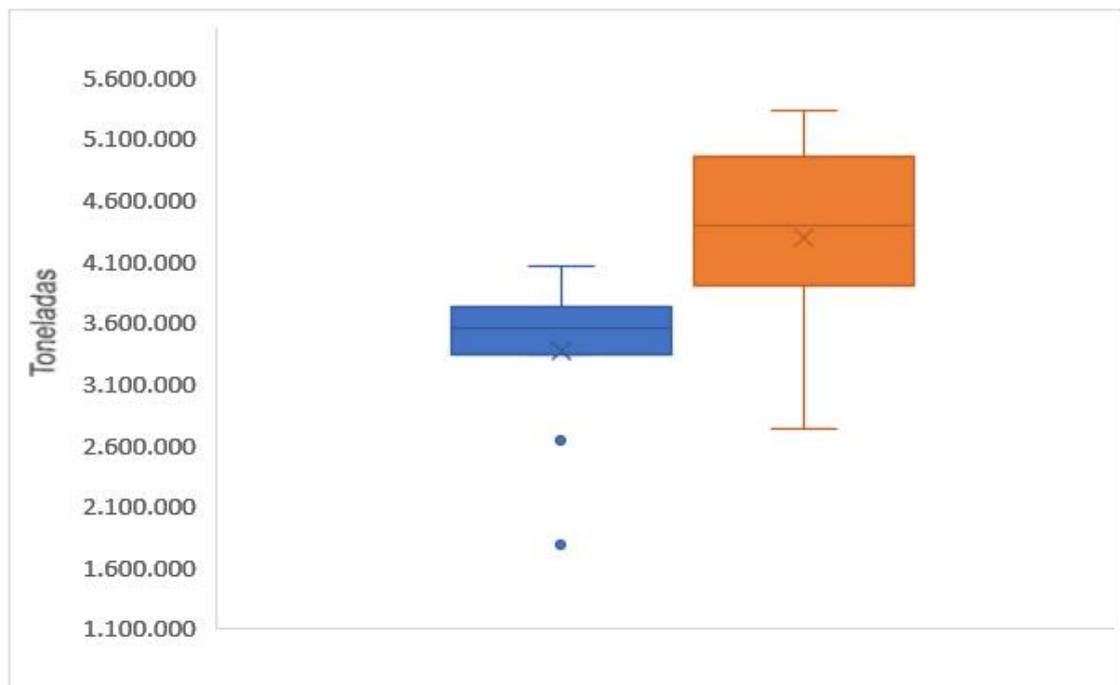
É pertinente ressaltar que a quantidade produzida de milho obteve um superávit de aproximadamente trinta por cento (30%) em 2019, com relação a quantidade de soja produzida no mesmo ano, obteve um decréscimo de vinte e oito por cento (28%), quando comparado com o ano anterior. Podemos observar na produção de soja um déficit acentuado no ano de 2012, no qual atingiu seu menor índice de produtividade na região, isto se deu pela ocorrência de estiagem severa que atingiu o Paraná entre dezembro de 2011 e fevereiro de 2012.

**Figura 6: Quantitativo produzido, em toneladas, de soja e milho em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.**



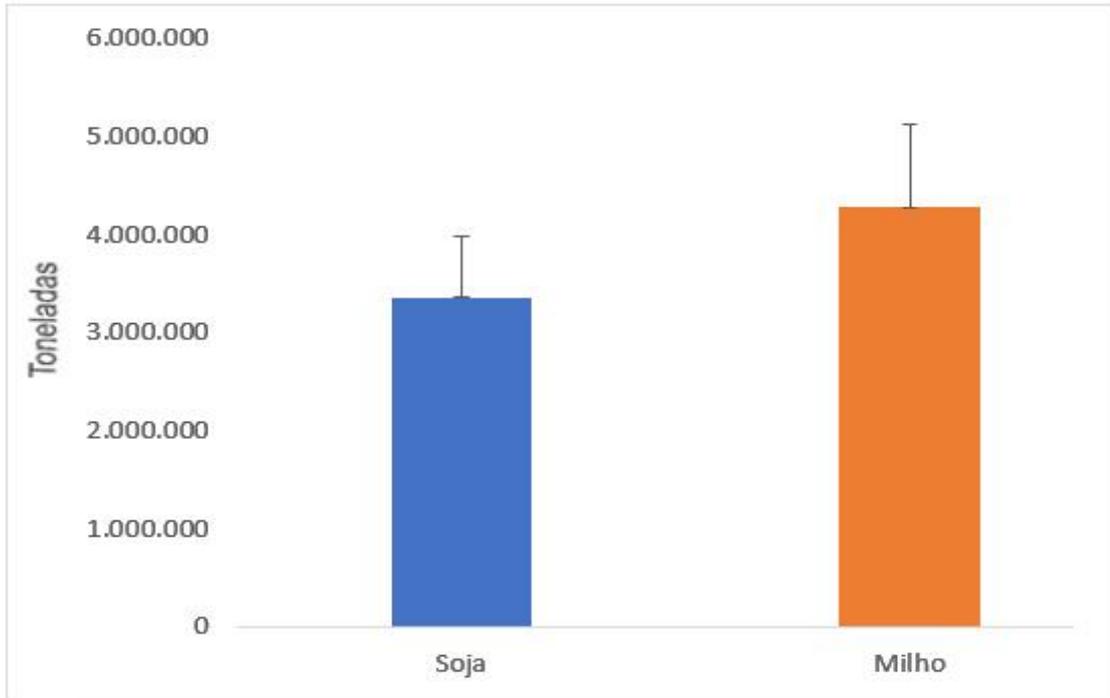
Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

**Figura 7: Box Plot das quantidades produzidas, em toneladas, de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

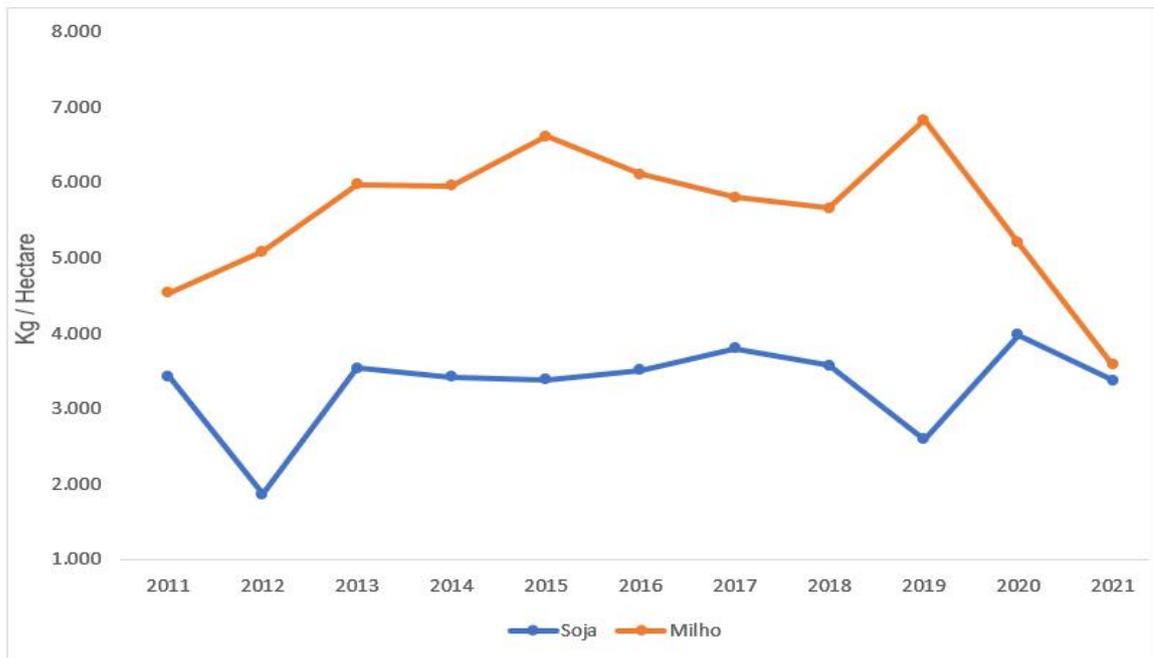
**Figura 8: Médias e Desvio Padrão do quantitativo produzido, em toneladas, de soja (azul) e milho (laranja) em hectares, entre 2011 a 2021, da mesorregião Oeste do Paraná.**



**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

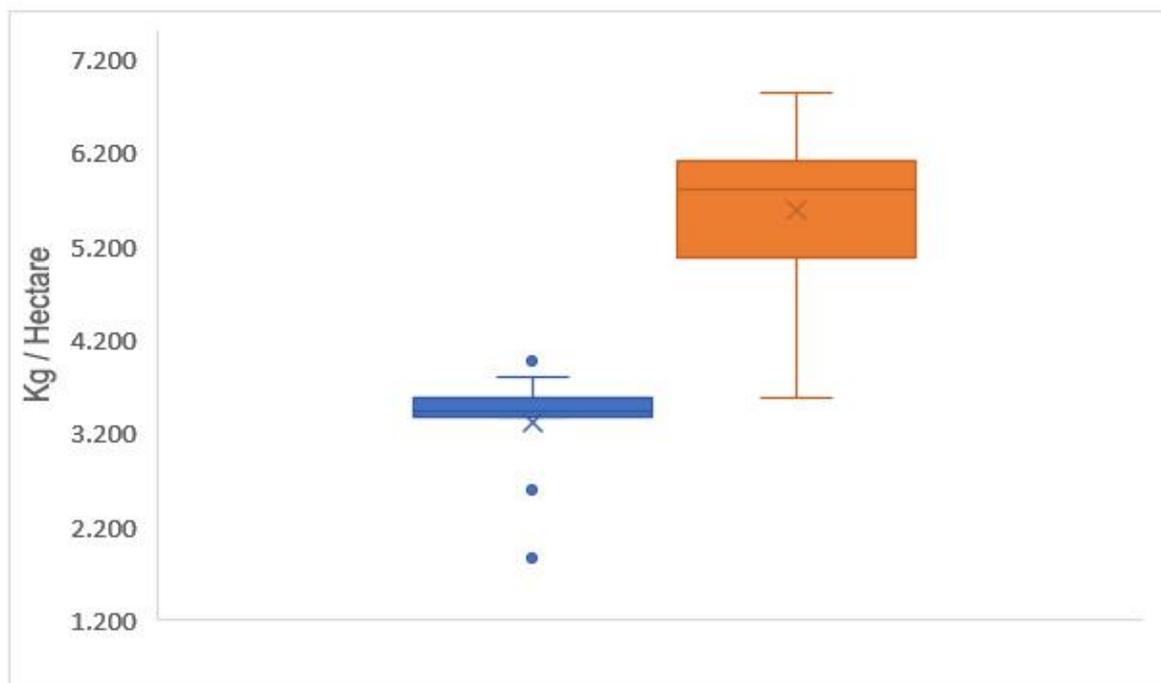
A média de produção de milho no período de 2011 a 2021 é 5.578 Kg/Hectare, com relação à soja, a média de produção é de aproximadamente 3.315 Kg/Hectare (Tabela 2, Figuras 9 e 10). Podemos observar na figura 10 que o rendimento médio da soja há três *outliers*, sendo dois déficits (1.862 kg / Hectare em 2012 e 2.588 Kg / Hectare em 2019) e um superávit (3.979 em 2020), sendo que seu rendimento médio apresenta uma amplitude e desvio padrão menores, enquanto que o rendimento médio do milho apresenta uma amplitude e desvio padrão maiores, indicando que a soja apresenta uma maior constância para esse atributo.

**Figura 9: Rendimento médio de produção, em Kg / Hectare, de soja e milho entre 2011 a 2021 na mesorregião Oeste do Paraná.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

**Figura 10: *Box plot* do rendimento médio de produção, em Kg / Hectare, de soja (azul) e milho (laranja) entre 2011 a 2021 na mesorregião Oeste do Paraná.**

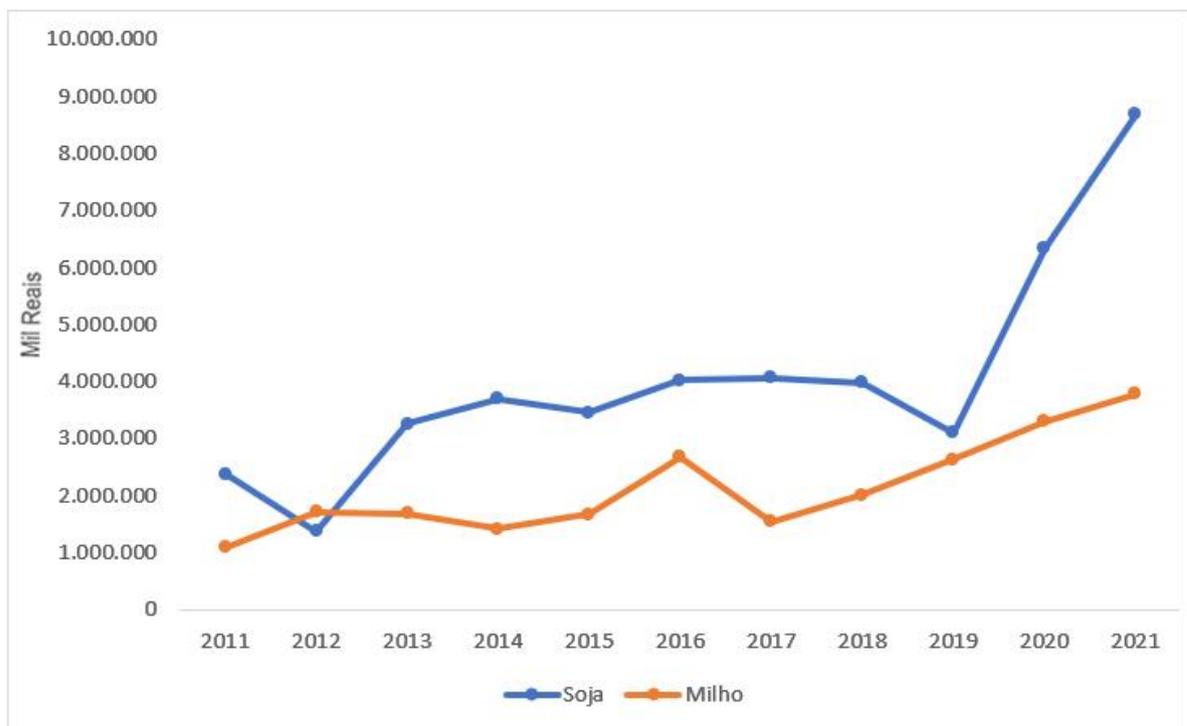


Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

Com relação ao valor de produção da soja e do milho, a média do valor da produção de soja entre 2011 a 2021 foi de mais de quatro bilhões de Reais (R\$ 4.030.491.000,00) e a média do valor de produção do milho, no mesmo intervalo temporal, foi de um pouco mais de dois bilhões de Reais (2.136.361.000,00) (Tabela 2; Figuras 11, 12 e 13).

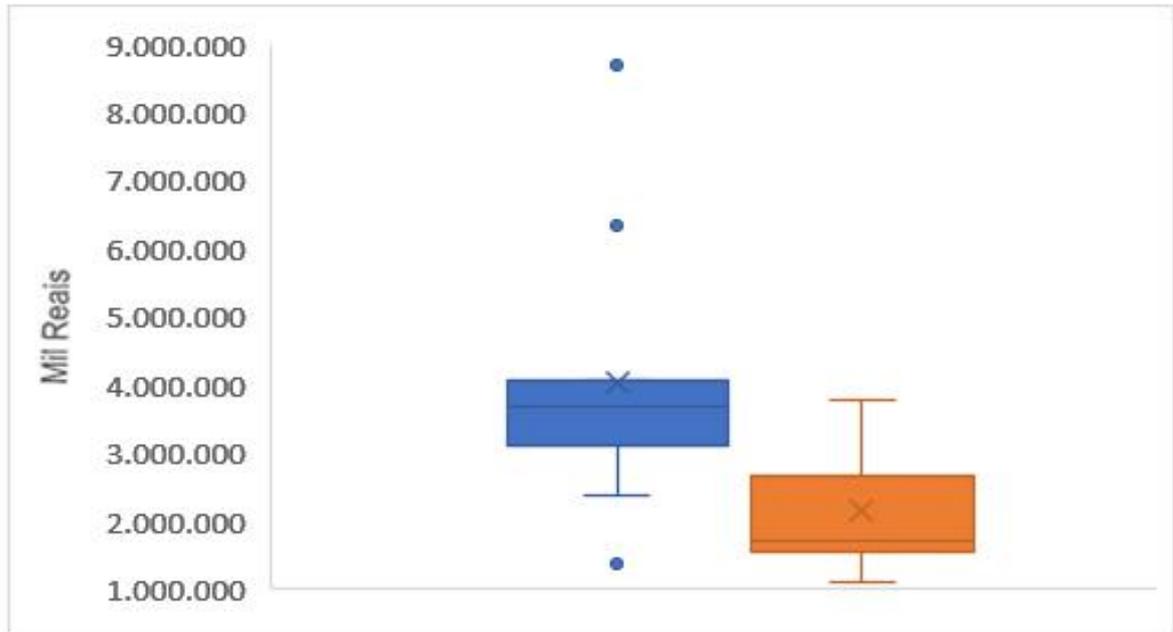
Podemos observar que, no ano de 2020, o rendimento do milho foi de 5.204 Kg/Hectares, e o da soja foi de 3.979 Kg / Hectares, com destaque para o ano de 2021, em que o rendimento médio de ambos os grãos foram parecidos, sendo de 3.377 kg / Hectare para a soja e 3.579 kg / Hectare para o milho, sendo que o valor da produção da soja foi mais que o dobro do valor de produção do milho, isto ocorre pelo fato do preço da saca de milho ser inferior ao da saca de soja.

**Figura 11: Valor da produção de soja e milho entre os anos de 2011 a 2021, em “Mil Reais”, na mesorregião Oeste do Paraná.**



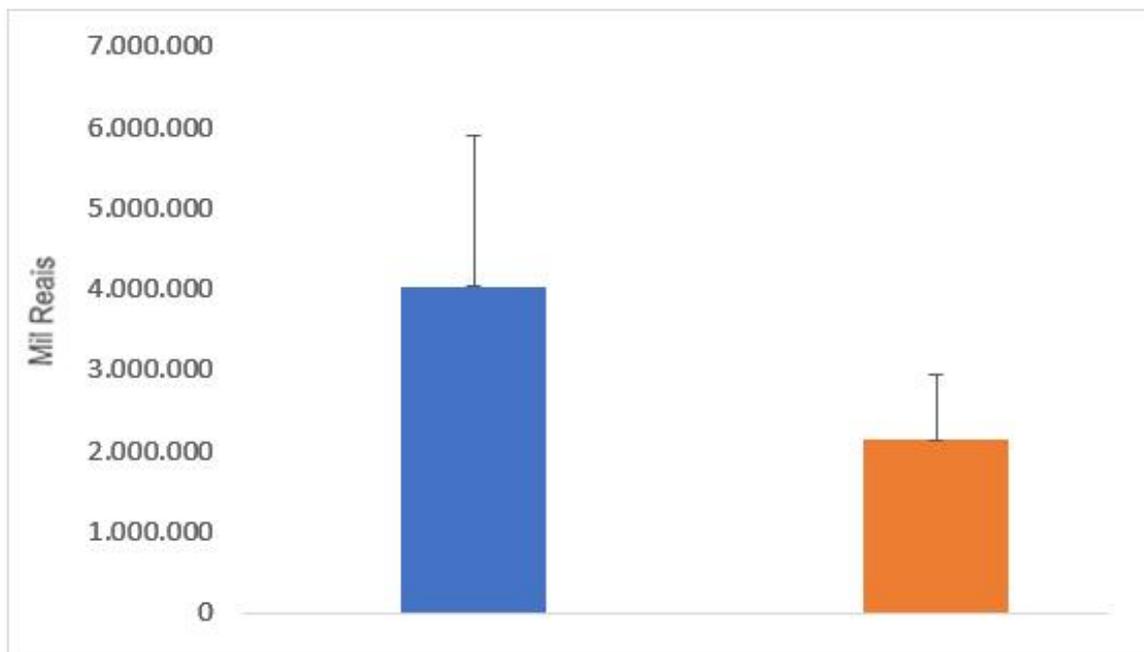
**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

**Figura 12: *Box plot* do valor da produção de soja (azul) e milho (laranja) entre os anos de 2011 a 2021, em “Mil Reais”, na mesorregião Oeste do Paraná.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

**Figura 13: Médias e Desvio Padrão do valor da produção de soja (azul) e milho (laranja) entre os anos de 2011 a 2021, em “Mil Reais”, na mesorregião Oeste do Paraná.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).

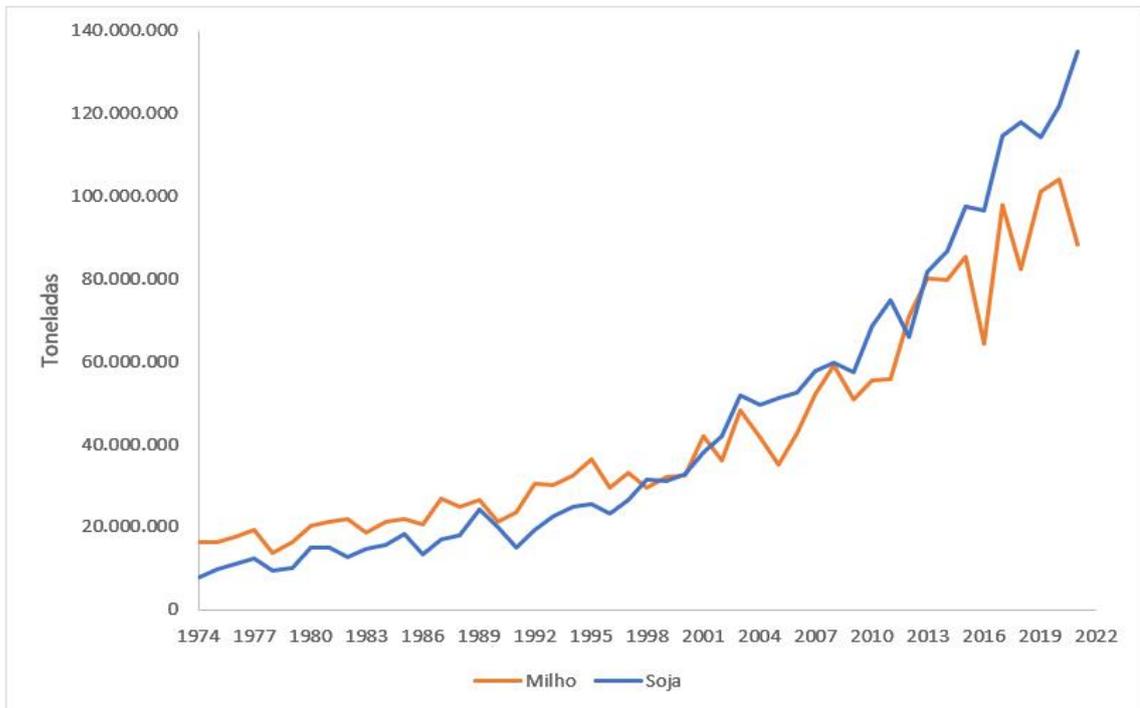
### 3.2. Produção de soja e milho no Brasil e Paraná *versus* evolução da legislação

Ao realizarmos uma comparação temporal desde 1974 até 2021 da produção brasileira de milho e soja podemos observar que a produção de milho era superior à de soja até 1997. Em 1998, o Brasil produziu 29.601.753 toneladas de milho contra 31.307.440 toneladas de soja, sendo esta a primeira vez em que a produção brasileira de soja superou a de milho. Desde então, excetuando alguns anos esporádicos (como por exemplo em 2012), a produção de soja no Brasil tem sido maior que a de milho (Figura 14).

Adicionalmente, é pertinente ressaltar que a produção brasileira de ambos os grãos vem crescendo exponencialmente, entretanto a produção de milho oscila com maior frequência, quando comparada com produção de soja, principalmente nos últimos anos (Figura 14). Por exemplo, desde 2013 a produção brasileira de milho vem apresentando *superávits*, intercalados com anos de *déficits*, possivelmente relacionados com significativas oscilações de fatores climáticos.

No último ano analisado (2021), a produção brasileira de soja atingiu seu maior valor, até o momento, totalizando 134.934.935 toneladas. Com relação a produção brasileira de milho, esta atingiu seu maior valor em 2020, totalizando 88.461.943 toneladas. Quando comparamos estes valores com as produções brasileiras no ano de 1974 de soja e milho (7.876.527 toneladas e 16.273.227 toneladas, respectivamente), podemos observar que a produção de milho aumentou mais de seis vezes, enquanto a de soja aumentou quase 19 vezes (Figura 14).

**Figura 14: Comparativo temporal da produção brasileira de milho e soja.**



**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

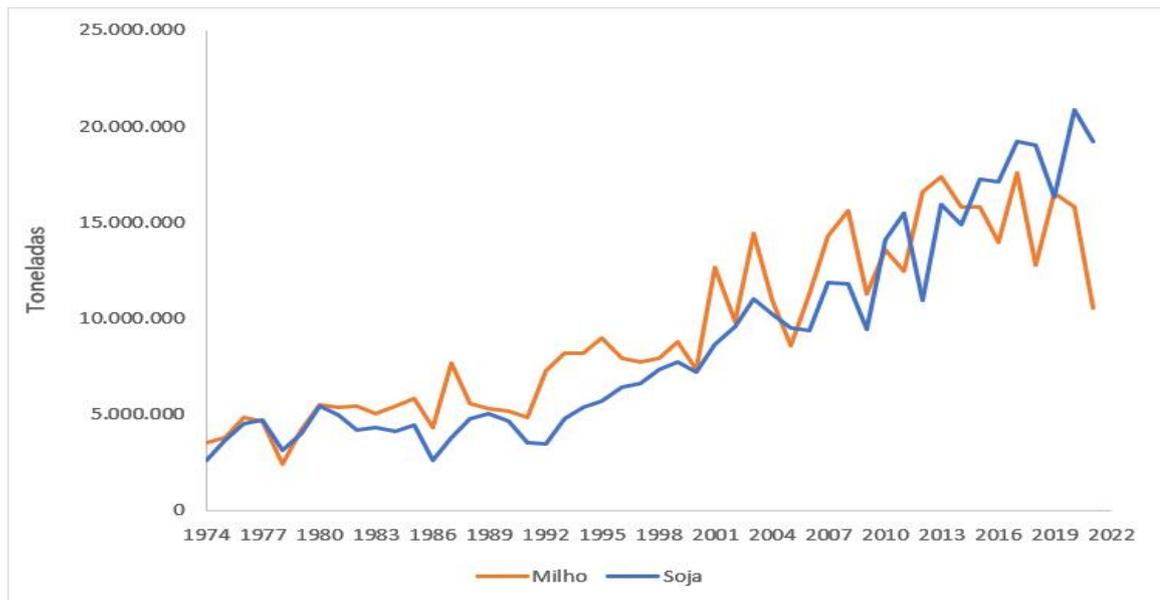
Ao realizarmos a mesma análise comparativa da produção de soja e milho no Estado do Paraná podemos observar, assim como demonstrado anteriormente para o Brasil, que a produção temporal de ambos os grãos apresenta uma curva crescente (Figura 15). A produção paranaense de soja em 1974 foi de 2.588.880 toneladas e a produção de milho, neste mesmo ano, foi de 3.553.000 toneladas. Considerando que a produção paranaense de milho atingiu seu maior valor em 2017 com 17.542.688 toneladas e a produção de soja atingiu seu maior valor em 2020 com 20.875.792 toneladas, podemos notar que a produção paranaense de soja atingiu, nos anos de máxima produção, um *superávit* de aproximadamente 800%, enquanto a produção de milho atingiu um *superávit* de aproximadamente 500%.

Além dos recursos destinados à agricultura pelo SNCR, desde o início do Pronaf no ano de 1996, o milho foi o principal produto financiado até o ano de 2008 no Paraná, após esse período a soja passou a ser a principal *commodity* financiada (GRISA; WESZ JUNIOR; BUCHWEITZ, 2014), o que pode ser verificado entre os anos de 1974 a 2009, com exceção de 2005, onde a produção paranaense de milho, em toneladas, excedeu a de soja. Entretanto, desde 2010 a produção de soja é maior do que a de milho no Estado do Paraná. Possivelmente esse valor refere-se à

valorização deste grão aliado a incentivos, que propiciaram sua significativa expansão, sendo hoje o Paraná o terceiro maior produtor de soja no Brasil (IBGE, 2022).

Adicionalmente, vale destacar que a produção de ambos os grãos no Estado do Paraná se encontra atualmente em declínio (Figura 15). Esta queda iniciou-se em 2018 para a produção de milho, sendo que em 2017 o Paraná produziu 17.542.688 toneladas e em 2021 foram somente 10.528.860 toneladas. Em contrapartida, para a soja, a produção apresenta uma oscilação, tendo em 2021 (19.205.802 toneladas) apresentado uma de produção quando comparado a 2020 (20.875.792 toneladas). Assim como discutido para o cenário nacional, esta queda apresentada nas produções pode estar relacionada à estiagem prolongada, visto que o período de fevereiro a abril de 2021 foi considerado um dos mais secos desde o início dos registros de dados meteorológicos no Paraná (SIMEPAR, 2022).

**Figura 15: Comparativo temporal da produção de milho e soja no Paraná.**

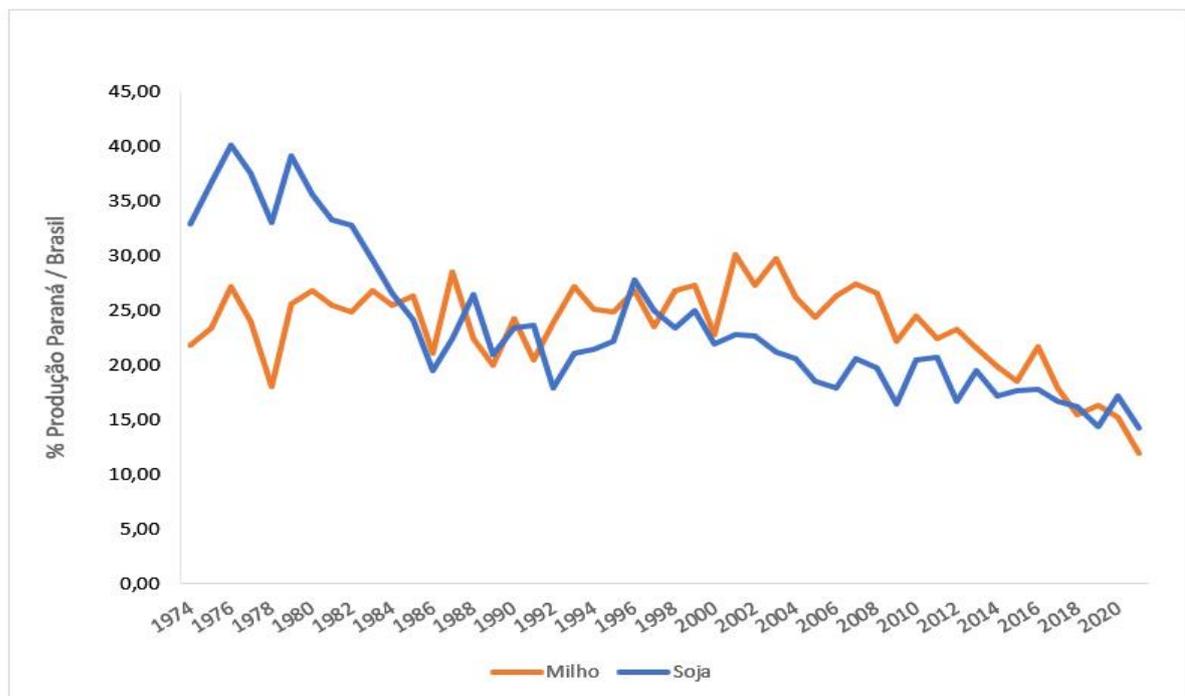


**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

Vale ressaltar que, como mencionado anteriormente, a produção paranaense tanto para o milho quanto para a soja é extremamente significativa, sendo o Estado destaque nacional na produção de ambos os grãos. Entretanto, uma análise temporal do percentual da produção brasileira mostra que há um declínio em relação à produção paranaense (Figura 16).

Outra característica importante de ser observada é que, no período entre 1974 a 1984, há um predomínio do percentual relativo da soja quando comparado ao do milho. O maior percentual da produção paranaense de soja relativo ao percentual de produção brasileira foi registrado em 1976, no qual a produção paranaense representava 40% da produção nacional para este grão. Entre 1985 a 2000 houve uma oscilação nas produções relativas de milho e soja, porém entre os anos de 2001 a 2017 o percentual relativo da produção paranaense comparada com a nacional foi maior para o milho do que para a soja, sendo que em 2001 a produção no Estado do Paraná atingiu seu maior valor, representando aproximadamente 30% da produção nacional (Figura 16).

**Figura 16: Percentual temporal da produção brasileira de milho e soja referente à produção do Estado do Paraná.**



**Fonte: Elaborado pela autora a partir do IBGE (2023).**

Com o golpe militar de 1964, consolidou-se um sistema econômico que estava atrelado à economia mundial, em que o Brasil presenciava uma nova etapa de desenvolvimento capitalista com altas taxas de crescimento, sendo que tais mudanças foram decisivas para a agricultura, pois nesse momento havia um processo de modernização atrelado ao processo de industrialização. O governo

militar passou a investir em políticas de modernização da agricultura, como o crédito rural (CAMPOS, 2010), culminando na crescente produção anteriormente observada tanto em nível nacional, quanto estadual.

A criação da Lei nº 4.829 de 05 de novembro de 1965, instituiu o Crédito Rural, sendo esta a principal linha de crédito a financiar a modernização da agricultura no Brasil.

Em seu artigo 3º elenca seus objetivos:

“Art. 3º. São objetivos específicos do crédito rural:

I-estimular o incremento ordenado dos investimentos rurais, inclusive para armazenamento beneficiamento e industrialização dos produtos agropecuários, quando efetuado por cooperativas ou pelo produtor na sua propriedade rural;

II-favorecer o custeio oportuno e adequado da produção e a comercialização de produtos agropecuários;

III-possibilitar o fortalecimento econômico dos produtores rurais, notadamente pequenos e médios;

IV-incentivar a introdução de métodos racionais de produção, visando ao aumento da produtividade e à melhoria do padrão de vida das populações rurais, e à adequada defesa do solo(...).”

O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi um exemplo de política pública de fomento irrestrito à diversificação e dinamismo do setor agrícola, garantindo melhoria dos índices de produção, com incorporação de insumos como máquinas agrícolas, fertilizantes e defensivos, que foram financiados por esse programa. Apesar de sua estrutura ser voltada ao atendimento da agricultura familiar e da agricultura empresarial ou agronegócio, ou seja, dois públicos distintos, sua forma de desenvolvimento privilegiou a modernização produtivista da agricultura nos moldes da Revolução Verde, ou seja, estimulando a mecanização, a monocultura e o uso intensivo de agrotóxicos (AQUINO; GAZOLLA e SCHNEIDER, 2017).

Anos depois da criação do SNCR, observou-se a necessidade de melhorar a produção e produtividade das culturas agrícolas por meio de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias, o que levou à criação de programas e planos governamentais como o Plano Nacional de Desenvolvimento- PND, dos quais o PND I e II, que vigoraram respectivamente entre os anos de 1972/74 e 1975/79, tinham sua atenção voltada à agricultura, sendo que o PND II tinha a pretensão de colocar o Brasil como potência internacional e a EMBRAPA seria uns dos instrumentos para isto (CAMPOS, 2010).

Neste contexto, no intuito de modernizar o segmento agropecuário por meio de projetos de pesquisa vinculados às prioridades determinadas pelo Governo foi criada no ano de 1973 a EMBRAPA, ligada ao MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, gerando tecnologias, conhecimento científico e transferência de tecnologia ao setor produtivo em conjunto com outras instituições de pesquisa, o que foi fundamental para o desenvolvimento do agronegócio no país. Posteriormente, foram criadas as Unidades Embrapa Soja no Paraná no ano de 1975 e a Embrapa Milho e Sorgo em Minas Gerais no ano de 1976. As pesquisas que foram realizadas em conjunto com os incentivos fiscais desempenharam papel fundamental no aumento da produtividade de algumas culturas, o que conseqüentemente culminou na diminuição da área destinada à lavoura em alguns casos (SALLES-FILHO; PAULINO; CARVALHO, 2001).

A criação no ano 1975 do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, no âmbito do PND II, foi essencial para a indústria de agrotóxicos, pois proporcionou recursos financeiros para a criação de empresas nacionais e a instalação de subsidiárias de empresas transnacionais no país, além da oferta de crédito de custeio, necessário para uma demanda em larga escala de insumos para a agricultura que foram viabilizados com a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural em 1965 (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010).

É salutar esclarecer que os agrotóxicos tiveram sua primeira regulamentação sobre o uso e consumo no Brasil por meio do Decreto nº 24.114, de 12 de abril de 1934, que vigorou até 1989, quando a Lei nº 7.802/89- Lei dos agrotóxicos, foi promulgada. Esse primeiro Decreto continha poucas exigências normativas, não havia previsão da classificação toxicológica dos agrotóxicos, não havia exigência de receituário agrônomo e não havia regulamentação sobre propagandas comerciais de agrotóxicos (BRASIL, 1934). Com isso, a entrada de agrotóxicos de indústrias estrangeiras no Brasil acabou sendo incentivada por sua facilidade, sendo que tanto a orientação como o controle do uso desses produtos foram ignoradas e por mais de cinco décadas a única norma que tratava dos agrotóxicos, mesmo que de forma indireta, era um Decreto da vigilância sanitária editado em 1934.

Desta maneira, buscando regulamentar o uso de agrotóxicos na agricultura, em razão do novo padrão tecnológico emergente, foi promulgada a Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989, conhecida como “Lei dos agrotóxicos” (Anexo), já anteriormente

mencionada, que dispõe sobre a pesquisa, produção, embalagem, transporte, armazenamento, comercialização, utilização, destinação dos resíduos e embalagens, classificação e demais providências relacionadas aos agrotóxicos (BRASIL, 1989).

De acordo com o disposto em seu artigo 3º, §6º, ficava proibido o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, nas seguintes situações:

- “a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;
- b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil;
- c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica;
- d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;
- e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados;
- f) cujas características causem danos ao meio ambiente” (BRASIL, 1989).

O Ministério da Agricultura, através da Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA, o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa e o Ministério do Meio Ambiente, por meio do IBAMA, são responsáveis pela avaliação da eficácia agrônômica, pela avaliação toxicológica dos riscos à saúde humana e pela avaliação dos riscos ambientais dos agrotóxicos. Desta forma, ao solicitar o registro para um novo agrotóxico é necessário apresentar a estes três órgãos estudos comprobatórios da eficácia e segurança do produto (LONDRES, 2011).

Apesar da legislação ambiental brasileira ser uma das mais modernas no mundo, a Lei dos agrotóxicos acaba sendo permissiva quando comparada a legislação da União Europeia em relação ao Limite Máximo de Resíduos- LMR encontrado em alimentos. No Brasil, é permitido mais resíduos de agrotóxicos em alimentos do que em países da Europa, além do fato de vários agrotóxicos banidos na Europa ainda serem permitidos no Brasil (GONÇALVES, 2016). Segundo Bombardi (2017), no Brasil é permitido o resíduo do agrotóxico glifosato em alimentos em quantidade 200 vezes maior do que o permitido na União Europeia.

Desde o ano de 2002, mudanças na legislação acerca do registro simplificado de agrotóxico por equivalência passaram a ocorrer, sendo que por meio do Decreto nº 5.981, passou-se a isentar da apresentação de avaliações agrotóxicos que

tivessem similares registrados, quando as similaridades fossem em decorrência do princípio ativo, igual finalidade, mesma forma de aplicação, em comparação aos produtos registrados (BRASIL, 2006).

A Lei 7.802/89 vem sendo alvo do Projeto de Lei- PL 6.299/02, conhecida popularmente como “PL do veneno”, que busca sua revogação para flexibilizar as regras de aprovação e comercialização de agrotóxicos, bem como uso de agrotóxicos de produtos cancerígenos, bem como mudar o uso do termo agrotóxico para pesticida.

Em 1995, foi instituída a Lei de Biossegurança - Lei 8.974, que estabelecia as bases para pesquisas com biotecnologia, permitindo que diversas empresas e instituições públicas e privadas pudessem requerer seu credenciamento para poder atuar em diversos segmentos, dentre eles o agrícola. Posteriormente esta lei acabou sendo revogada pela Lei 11.105 de 2005, que foi a responsável por criar o Conselho Nacional de Biossegurança- CNBS, bem como reestruturou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança- CTNBio, além de tratar sobre a Política Nacional de Biossegurança- PNB (BRASIL, 2005). Essa lei também autorizou de maneira definitiva tanto a produção quanto a comercialização de sementes de soja geneticamente modificadas, bem como o plantio de soja geneticamente modificada, pois, até sua entrada em vigor, ocorria o cultivo de maneira clandestina e, diante da impossibilidade de o governo barrar esses atos, passou a emitir autorizações específicas que permitiam sua comercialização (VILLAS BOAS, 2008).

Conforme observado na Figura 14, até o ano de 2005, em que foi permitida a comercialização de sementes de soja geneticamente modificadas, a produção de soja no Brasil estava abaixo das 60.000.000 toneladas, sendo que 16 anos depois, no ano de 2021 atingiu uma produção de 134.934.935 toneladas, mais que o dobro produzido até a criação da referida lei.

Vislumbrando o aumento crescente de tecnologias para aumento da produtividade na agricultura, no ano de 1997 foi instituída a Lei nº 9.456, Lei de Proteção de Cultivares, garantindo a propriedade intelectual das cultivares, bem como incentiva as atividades de melhoramento vegetal, sendo que esta lei estimulou a pesquisa no campo da genética e possibilitou a proteção do conhecimento gerado (BRASIL, 1997).

Segundo Campos (2011), a criação da Comissão Estadual de Sementes de Soja no Paraná em 1969, bem como a criação do Instituto Agrônomo do Paraná

contribuíram para a expansão da soja no Estado. No âmbito estadual, a Lei nº 7.827/83 é a responsável por nortear a comercialização e distribuição de agrotóxicos no Estado do Paraná, sendo que o decreto 3876/84 regulamenta o registro de agrotóxicos e a portaria nº45 de 05 de março de 2015 da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, ADAPAR, trata das multas sobre a distribuição, comercialização e o uso inadequado dos agrotóxicos (PARANÁ, 1983; PARANÁ, 1984; PARANÁ, 2015).

Com a promulgação da Lei 20.121/2019, foi criado o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná- IAPAR- EMATER vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento- SEAB, que incorporou a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural- EMATER, Companhia de Desenvolvimento Agropecuário- CODAPAR, Centro Paranaense de Referência de Agroecologia- CPRA, e Instituto Agrônomo do Paraná- IAPAR. O Instituto presta serviço de forma integrada de pesquisa e experimentação agrícola, de assistência técnica e extensão rural, de fomento e de expansão da base de agroecologia para a produção de alimentos.

Em seu artigo 2º traz sua finalidade, quais sejam:

**Art. 2.º** O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER tem por finalidades básicas:

**I** - a promoção do desenvolvimento rural, tecnológico, socioeconômico, político e cultural da família rural e seu meio, em atuação conjunta com a população rural e suas organizações;

**II** - a pesquisa e a inovação técnico-científicas no meio rural mediante o desenvolvimento e a transferência de tecnologias e a execução de políticas públicas que priorizem a inclusão social e produtiva capazes de promover a competitividade da agricultura e o bem estar do produtor rural e suas famílias;

**III** - a divulgação, o apoio e a promoção de ações de ensino, pesquisa e extensão voltados ao desenvolvimento de modelos agrícolas sustentáveis baseados nos preceitos da ciência agroecológica;

**IV** - a coordenação e provimento de soluções de engenharia rural em empreendimentos voltados ao desenvolvimento agropecuário, na infraestrutura logística de estradas rurais e de armazenagem, do abastecimento e segurança alimentar, de classificação de produtos de origem vegetal e de energias renováveis;

**V** - ações coordenadas visando a produção de alimentos saudáveis e de alta qualidade;

**VI** - a certificação das propriedades rurais produtivas sustentáveis e éticas, com emissão de selo certificador, conforme critérios a serem definidos pelo próprio Instituto.

**Parágrafo único.** O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER executará suas ações com princípios do desenvolvimento sustentável, com preceitos da ciência agrônoma, inovação e competitividade, preservação e conservação ambiental, segurança alimentar e nutricional e inclusão social, tendo como base processos integrados, educativos e participativos.

Com relação aos recursos hídricos, o Brasil instituiu através da Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que tem entre seus objetivos assegurar a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados (BRASIL, 1997).

A Lei 12.651/2012 afirma o compromisso na preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como do solo, dos recursos hídricos e da biodiversidade, orientando sobre as áreas de reserva legal e preservação permanente, prevendo a imposição de penalidades. A referida Lei instituiu o Cadastro Ambiental Rural-CAR, que se trata da obrigatoriedade de inscrição para todos os imóveis rurais, com o objetivo de integrar as informações ambientais dessas propriedades para controle, monitoramento, planejamento econômico e ambiental, bem como combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

Um dos fatores que favorecem e estimulam a utilização e comercialização dos agrotóxicos são os benefícios fiscais, como isenções fiscais e tributárias que reduzem seu preço final, como é o caso da redução dada pelo Governo Federal de 60% da alíquota de cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) a todos os agrotóxicos, concebida através do Conselho Nacional de Política Fazendária por meio do Convênio CONFAZ 100/97, que vem sendo renovado constantemente, sendo sua mais recente renovação o convênio ICMS 26/21 de 12 de março de 2021, que tornou esta renovação válida até 31/12/2025 (CONFAZ, 2021).

Em 1996, o Governo Federal criou o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf, que foi instituído para promover o desenvolvimento sustentável de produtores familiares, pois até então não havia uma linha de financiamento específica que apoiasse suas atividades produtivas. Entretanto, este programa também contribuiu para a disseminação do pacote tecnológico modernizante entre os produtores familiares, como é o caso do Pronaf Mais Alimentos, uma linha de crédito criada em 2008 que tinha o intuito de complementar a mecanização dos estabelecimentos da agricultura familiar e elevando a produtividade (AQUINO; SCHNEIDER, 2015).

Dentre os subprogramas do Pronaf, atualmente existe o Pronaf ABC+ Agroecologia, que concede financiamento com uma taxa de juros de 5% ao ano para

investimento em sistemas de produção agroecológicos ou orgânicos, e o Pronaf ABC+ Bioeconomia, que concede financiamento com uma taxa de juros de 5% a.a. para o investimento na utilização de tecnologias de energia renovável, de tecnologias ambientais, de armazenamento hídrico, de aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura, de adoção de práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo (BNDES, 2022).

Essas linhas de crédito, chamadas de crédito verde, são de significativa importância para o financiamento de práticas agroecológicas e da produção orgânica de alimentos. Entretanto, as condições de pagamento não são adequadas e as exigências técnicas de enquadramento dos projetos são muito burocráticas quando comparadas com a simplicidade das demais linhas de financiamento (GODOI; BÚRIGO; CAZELLA, 2016).

A baixa demanda do Pronaf Verde e do Programa ABC, podem ser explicados pela falta de divulgação e de conhecimento dos agricultores sobre essas linhas de crédito, bem como da falta de assistência técnica adequada para elaboração de projetos de base ecológica e das dificuldades burocráticas de acesso à essas linhas de crédito nos bancos (STAUB; MELLO, 2012).

Em 2013, o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica- Planapo foi instituído objetivando a promoção de ações para ampliação e fortalecimento da produção orgânica e de base agroecológica no Brasil, cujo público prioritário seriam os agricultores familiares e segmentos de empreendedores rurais da agricultura empresarial. Um dos focos do Planapo é a promoção de sistemas de produção ambientalmente mais sustentáveis e que sejam menos dependentes de insumos externos. O Planapo identifica no Pronaf Verde e ABC Orgânicos uma oportunidade de fortalecimento da agroecologia e da produção orgânica, mas também reconhece que o número de contratos dessas modalidades de financiamento são poucos, além do fato de que as condições de pagamento são pouco atrativas (BRASIL, 2013).

### 3.3. Impactos ambientais

#### 3.3.1. Impactos ambientais da soja

A soja foi introduzida no Brasil no ano de 1882 no estado da Bahia. Posteriormente, no ano de 1908 foi cultivada em São Paulo, sendo que a primeira produção com relevância ocorreu em 1941 no Rio Grande do Sul. Inicialmente sua expansão ocorreu de forma lenta, mas na década de 1960 o ritmo de expansão aumentou rapidamente após uma campanha do governo, fazendo com que seu cultivo se expandisse por outros estados do país (BODDEY *et al.*, 2003). Até a década de 1980, a cultura da soja esteve presente essencialmente nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo responsáveis por 98% da produção nacional (DALL'AGNOL, 2016).

Entre as várias preocupações ambientais ligadas à produção de soja estão as relacionadas à excessiva interferência no ecossistema local (ALCANTARA; LEITE, 2018). Os avanços na produção vieram acompanhados de impactos sociais e ambientais, à exemplo do desmatamento, o abandono da produção pelos pequenos produtores que resultou no êxodo rural e a intensificação do uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos (KREUTZ *et al.*, 2014).

A tabela a seguir (Tabela 2), mostra os dados referentes à Avaliação do Ciclo de Vida na produção de soja na mesorregião oeste do Paraná, realizado pelos autores Tomadon Jr., Gimenes e Ugaya (2013) na qual estão estimados os recursos necessários e potenciais emissões poluentes da produção do grão nessa região.

**Tabela 2: Entradas e saídas do sistema de produção de soja.**

	UNIDADE	PRODUÇÃO DE 1 TONELADA DE GRÃOS DE SOJA
<b>ENTRADAS</b>		
Sementes	Kg	22,66
CO <sub>2</sub>	Kg	3.032,00
Calcário	Kg	183,10
Benzoiluréia	Kg	0,0165
Organofosforado	Kg	0,4326
Benzimidazol	Kg	0,006798
Dimetilditiocarbamato	Kg	0,01586
Estrobulurina	Kg	0,1042

Triazol	Kg	0,04038
Glicina substituída	Kg	6,982
N	Kg	2,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kg	20,60
K <sub>2</sub> O	Kg	65,92
S	Kg	15,00
Óleo diesel	Kg	17,86
	<b>UNIDADE</b>	<b>PRODUÇÃO DE 1 TONELADA DE GRÃOS DE SOJA</b>
<b>SAÍDAS</b>		
<b>EFLUENTES LÍQUIDOS</b>		
Compostos de N	Kg	0,40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kg	2,06
Benzoiluréia	Kg	0,003119
Organofosforado	Kg	0,08176
Benzimidazol	Kg	0,001285
Dimetilditiocarbamato	Kg	0,002998
Estrobilurina	Kg	0,0197
Triazol	Kg	0,007631
Glicina substituída	Kg	1,32
<b>EMISSIONES ATMOSFÉRICAS</b>		
CO <sub>2</sub>	Kg	154,85
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Kg	0,0642
CO	Kg	0,242
CH <sub>4</sub>	Kg	0,00317
NH <sub>3</sub>	Kg	0,0824
N <sub>2</sub> O	Kg	0,02718
NO <sub>x</sub>	Kg	0,6774
SO <sub>2</sub>	Kg	0,0906
Material Particulado	Kg	0,031
Benzoiluréia	Kg	0,006729
Organofosforado	Kg	0,1764
Benzimidazol	Kg	0,002772
Dimetilditiocarbamato	Kg	0,006468
Estrobilurina	Kg	0,04251
Triazol	Kg	0,01647
Glicina substituída	Kg	2,847
<b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b>		
Benzoiluréia	Kg	0,005960
Organofosforado	Kg	0,1563
Benzimidazol	Kg	0,002455
Dimetilditiocarbamato	Kg	0,005729
Estrobilurina	Kg	0,03765
Triazol	Kg	0,01458
Glicina substituída	Kg	2,522

Fonte: Adaptado de Tomadon Jr., Gimenes, Ugaya, 2013.

Com base nos dados obtidos no estudo supracitado, a tabela a seguir (Tabela 3) traz uma estimativa dos recursos necessários e das emissões poluentes com relevância ambiental que foram geradas no ano de 2021 para a produção de 3.334.943 (três milhões trezentos e trinta e quatro mil novecentos e quarenta e três) toneladas de soja na mesorregião oeste do Paraná, que foi o valor total produzido nessa região em referido período.

**Tabela 3: Estimativa de entradas e saídas da produção de soja no ano de 2021 na mesorregião Oeste do Paraná.**

	UNIDADE	PRODUÇÃO DE 3.334.943 TONELADAS DE SOJA
<b>ENTRADAS</b>		
Sementes	Tonelada	75.596,8
CO <sub>2</sub>	Tonelada	10.111.547,2
Calcário	Tonelada	610.628,1
Benzoiluréia	Tonelada	5,5
Organofosforado	Tonelada	1.434,0
Benzimidazol	Tonelada	2,3
Dimetilditiocarbamato	Tonelada	52,9
Estrobilurina	Tonelada	347,5
Triazol	Tonelada	134,7
Glicina substituída	Tonelada	2.338,6
N	Tonelada	6.870,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Tonelada	68.700,0
K <sub>2</sub> O	Tonelada	219.839,4
S	Tonelada	50.024,1
Óleo diesel	Tonelada	5.956,2
<b>SAÍDAS</b>		
<b>EFLUENTES LÍQUIDOS</b>		
Compostos de N	Tonelada	1.334,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Tonelada	6.870,0
Benzoiluréia	Tonelada	10,4
Organofosforado	Tonelada	227,7
Benzimidazol	Tonelada	4,3
Dimetilditiocarbamato	Tonelada	1,0
Estrobilurina	Tonelada	65,7
Triazol	Tonelada	25,4
Glicina substituída	Tonelada	4.402,1
<b>EMISSIONES ATMOSFÉRICAS</b>		
CO <sub>2</sub>	Tonelada	516.416,0
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Tonelada	214,1
CO	Tonelada	516.415,9
CH <sub>4</sub>	Tonelada	10,6
NH <sub>3</sub>	Tonelada	274,8
N <sub>2</sub> O	Tonelada	90,6
NO <sub>x</sub>	Tonelada	2.259,1

SO <sub>2</sub>	Tonelada	302,2
Material Particulado	Tonelada	103,4
Benzoiluréia	Tonelada	22,5
Organofosforado	Tonelada	588,3
Benzimidazol	Tonelada	9,2
Dimetilditiocarbamato	Tonelada	21,6
Estrobilurina	Tonelada	141,8
Triazol	Tonelada	54,9
Glicina substituída	Tonelada	9.494,6
	<b>UNIDADE</b>	<b>PRODUÇÃO DE 3.334.943 TONELADAS DE SOJA</b>
<b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b>		
Benzoiluréia	Tonelada	19,9
Organofosforado	Tonelada	521,2
Benzimidazol	Tonelada	8,2
Dimetilditiocarbamato	Tonelada	19,1
Estrobilurina	Tonelada	125,6
Triazol	Tonelada	48,6
Glicina substituída	Tonelada	8.410,7

Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com a tabela 4, para a produção de 3.334.943 toneladas de soja durante todo o ano de 2021 na região oeste do Paraná, estimasse que foram utilizadas 1.434,0 toneladas de organofosforado. Destes, houve a estimativa de dispersão de 227,7 toneladas em forma de efluente líquido, 588,3 toneladas para atmosfera e 521,2 toneladas na forma de resíduos sólidos.

Os organofosforados são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico. Esses agrotóxicos contêm um átomo central de fósforo pentavalente que está ligado a um átomo de oxigênio ou enxofre mediante dupla ligação (LARINI, 1999).

Segundo Cavaliere *et al.* (1996), os organofosforados são inseticidas conhecidos por seu efeito anticolinesterásico, inibindo a enzima acetilcolinesterase responsável pela hidrólise da acetilcolina, o que acarreta um acúmulo deste neurotransmissor nas sinapses nervosas, podendo ocasionar em mamíferos, lacrimejamento, salivação, sudorese, diarreia, tremores e distúrbios cardiorrespiratórios. Em decorrência da exposição aguda e crônica, podem causar efeitos neurológicos retardados, incluindo confusão mental, fraqueza muscular, desenvolvimento de depressão e câncer (ALAVANJA; HOPPIN; KAMEL, 2004).

Das 347,5 toneladas de estrobilurina, que foram utilizadas houve uma estimativa de dispersão em forma de efluente líquido na quantidade de 65,7 toneladas,

na atmosfera a quantidade de 141,8 toneladas e em resíduos sólidos a quantidade de 125,6 toneladas. Das 134,7 toneladas de triazol que foram utilizadas houve uma estimativa de dispersão em forma de efluente líquido na quantidade de 25,4 toneladas, na atmosfera a quantidade de 54,9 toneladas e em resíduos sólidos a quantidade de 48,6 toneladas. Das 2,3 toneladas de benzimidazol que foram utilizadas houve uma estimativa de dispersão em forma de efluente líquido na quantidade de 4,3 toneladas, na atmosfera a quantidade de 9,2 toneladas e em resíduos sólidos a quantidade de 8,2 toneladas. Estes compostos são fungicidas que apresentam eficiência no controle de várias doenças que atacam tanto a cultura da soja como a do milho (BARBOSA *et al.*, 2011).

Segundo Rodrigues (2009), as plantas apresentam alterações fisiológicas como maximização do teor de clorofila, aumento na assimilação de N<sub>2</sub>, redução da síntese de gás etileno, alteração no ponto de compensação de CO<sub>2</sub>; além de um significativo aumento na defesa a estresses bióticos e abióticos. Ou seja, tais alterações fisiológicas apresentadas após a aplicação de estrobilurina contribuíram para aumentos significativos no rendimento das culturas.

Os compostos do grupo benzimidazol, são fungicidas de ação sistêmica, que por ligarem-se nas proteínas tubulinas dos fungos, impedem a polimerização dos microtúbulos do fuso mitótico, ou seja, afetam diretamente divisão celular (WHEELER *et al.*, 1995). Em contrapartida, esta característica supracitada, que agrega tamanha especificidade aos benzimidazóis, faz dele suscetível à resistência adquirida pelo patógeno. Assim, a alta pressão de seleção causada pelo uso intensivo destes fungicidas pode culminar na seleção de cepas resistentes, o que leva a necessidade de concentrações cada vez mais elevadas (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Foram utilizadas 52,9 toneladas de Dimetilditiocarbamato, ocorrendo uma estimativa de dispersão em forma de efluente líquido de 1,0 tonelada, na atmosfera a quantidade de 21,6 toneladas e em resíduos sólidos a quantidade de 19,1 toneladas. Os ditiocarbamatos, também denominados de Alquilenobis, são compostos derivados do ácido carbâmico. São comercializados na forma de pó (geralmente branco ou amarelo-claro), apresentam baixa toxicidade aguda, baixa volatilidade e solubilidade em solventes orgânicos. Apresentam como derivados os dimetilditiocarbamatos, cujos principais representantes são popularmente conhecidos como Ferbam, Metam, Tiram e Ziram (SILVA, 2005).

Dentre os exemplos supracitados, um dos mais utilizados é o Tiram (tetrametiltiuram). Este fungicida foi introduzido em 1934, sendo até hoje recomendado como protetor contra fungos de partes aéreas e de sementes. Atualmente, ele tem sido utilizado também como repelente de pássaros (CARVALHO; BARBOSA, 2013).

Com relação ao gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), estimasse a emissão de 516.416,0 toneladas na atmosfera, bem como a estimativa de emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) na quantidade de 10,6 toneladas na atmosfera, a emissão de Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) na quantidade de 90,6 toneladas, sendo todos Gases de Efeito Estufa (GEE). O aumento da concentração atmosférica desses gases são comprovadamente os principais responsáveis pelo aquecimento global, fazendo com que tal fenômeno levasse diversos países a se preocuparem com as consequências resultantes desse aquecimento (BALBINO; CORDEIRO; MARTÍNEZ, 2011).

Os GEE contribuem para a manutenção da temperatura média do planeta entre 16 e 18 °C, porém o aumento da concentração destes gases na atmosfera, decorrentes da atividade antrópica, têm causado o aumento do efeito estufa, que é um desequilíbrio energético resultante do aumento da retenção dos raios infravermelhos (DAVIDSON *et al.*, 2012). No Brasil, há a estimativa de que 74,4% das emissões de  $\text{CH}_4$  e que 84,2% das emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  sejam oriundas do setor agropecuário (Brasil, 2016).

A prática do Sistema Plantio Direto combinado com sistemas de culturas com grande quantidade de resíduos vegetais como o milho, atuam como um dreno de  $\text{CO}_2$  da atmosfera para o solo, se mostrando uma importante ferramenta para minimização desses gases na atmosfera (BAYER *et al.*, 2006).

### 3.3.2. Impactos ambientais do milho

Em decorrência da urbanização e aumento da população que ocorreu na década de 1950, o setor agrícola passou a sofrer maior pressão devido à crescente demanda por alimentos, fazendo com que a produção de milho aumentasse, principalmente devido à incorporação de novas áreas destinadas à produção. Contudo, no final da década de 1960 e início da década de 1970, percebeu-se a

necessidade de investimentos em pesquisas para aumentar a produção (GARCIA; RUAS; VENCOSKY, 1980).

A tabela a seguir (Tabela 4) mostra os dados referentes à Avaliação do Ciclo de Vida na produção de milho, realizado por Alvarenga (2010) no município de Castro no Paraná, onde foram estimados os recursos necessários e potenciais emissões poluentes da produção do grão nessa região.

**Tabela 4: Entradas e saídas do sistema de produção do milho.**

	<b>UNIDADE</b>	<b>PRODUÇÃO DE 993,94Kg DE GRÃOS DE MILHO</b>
<b>ENTRADAS</b>		
Calcário	Kg	151,52
Uréia	Kg	26,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kg	11,39
K <sub>2</sub> O	Kg	11,39
Trator	Kg	0,50
Colhedeira	Kg	0,96
Máquinas Agrícolas	Kg	0,93
Diesel (produção e combustão)	Kg	11,32
Glifosato (360 g/l)	Kg	0,131
Atrazina (250 g/l)	Kg	0,227
Simazina (250 g/l)	Kg	0,227
Outros pesticidas	Kg	0,029
<b>SAÍDAS</b>		
<b>EMISSIONES ATMOSFÉRICAS</b>		
NH <sub>3</sub>	Kg	8,23
N <sub>2</sub> O	Kg	0,66
NO <sub>x</sub>	Kg	0,06
<b>EFLUENTES LÍQUIDOS</b>		
PO <sub>4</sub>	Kg	0,52
NO <sub>3</sub>	Kg	10,07
<b>SOLO</b>		
Cd	Gramas	1,11
Cr	Gramas	2,02
Co	Gramas	4,53
Ni	Gramas	2,04
Pb	Gramas	4,48

Zn	Grama	6,31
----	-------	------

Fonte: Adaptado de Alvarenga, 2010.

Com base nos dados obtidos no estudo supracitado, a tabela a seguir (Tabela 5) traz uma estimativa dos recursos necessários e das emissões poluentes com relevância ambiental que foram geradas no ano de 2021 para a produção de 2.723.042 (dois milhões setecentos e vinte e três mil e quarenta e duas) toneladas de milho na mesorregião oeste do Paraná, que foi o valor total produzido nessa região no referido período.

**Tabela 5: Estimativa de entradas e saídas de produção de milho no ano de 2021 na mesorregião Oeste do Paraná.**

	UNIDADE	PRODUÇÃO DE 2.723.042 TONELADAS DE GRÃOS DE MILHO
<b>ENTRADAS</b>		
Calcário	Tonelada	415.110,1
Uréia	Tonelada	71.778,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Tonelada	31.204,6
K <sub>2</sub> O	Tonelada	31.204,6
Trator	Tonelada	1.369,8
Colhedeira	Tonelada	2.630,1
Máquinas Agrícolas	Tonelada	2.547,9
Diesel (produção e combustão)	Tonelada	31.012,8
Glifosato (360 g/l)	Tonelada	358,9
Atrazina (250 g/l)	Tonelada	621,9
Simazina (250 g/l)	Tonelada	621,9
Outros pesticidas	Tonelada	79,5
<b>SAÍDAS</b>		
<b>EMISSIONES ATMOSFÉRICAS</b>		
NH <sub>3</sub>	Tonelada	22.547,3
N <sub>2</sub> O	Tonelada	1.808,2
NO <sub>x</sub>	Tonelada	164,4
<b>EFLUENTES LÍQUIDOS</b>		
PO <sub>4</sub>	Tonelada	1.424,6
NO <sub>3</sub>	Tonelada	27.588,2
<b>SOLO</b>		

Cd	Tonelada	3,0
Cr	Tonelada	5,5
Co	Tonelada	12,4
Ni	Tonelada	5,6
Pb	Tonelada	12,3
Zn	Tonelada	17,3

Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com a tabela 6, para a produção de 2.723.042 toneladas de grão de milho durante todo o ano de 2021 na região oeste do Paraná, estimasse a emissão de 1.808,2 toneladas de N<sub>2</sub>O na atmosfera, como já mencionado o óxido nitroso é um dos gases de efeito estufa. Também foram utilizadas 358,9 toneladas de glifosato.

O glifosato possui fórmula química C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P, sendo indicado no controle de ervas daninhas anuais e perenes, monocotiledôneas ou dicotiledôneas, em culturas de arroz irrigado, cana-de-açúcar, café, citros, maçã, milho, pastagens, soja, fumo, uva e soqueira em cana-de-açúcar. Além disso, pode ser aplicado na água para o controle de ervas aquáticas, sendo que em diversos tipos de cultivo costuma ser pulverizado (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2022).

Diferente da maioria de outros herbicidas agrícolas, que são empregados principalmente na agricultura, o glifosato é utilizado no meio doméstico, como em jardins e gramados o que acarreta na utilização sem a devida adoção de precauções para uma aplicação segura, que por sua vez também pode contribuir para a contaminação dos aquíferos (HANKE *et al.*, 2010).

Seus resíduos podem ser encontrados em diversas fontes, como em águas superficiais, mesmo estando estas distantes da área de cultivo em que foi utilizado. A presença de glifosato na água e em alimentos pode significar que ele é regularmente ingerido, além do fato de não se ter conhecimento de quais são todas as consequências da exposição crônica à essa substância (MESNAGE *et al.*, 2015).

Na cultura do milho no oeste do Paraná foram utilizadas 621,9 toneladas de atrazina. Este composto pertence ao agrupamento químico das triazinas e se destaca como um dos principais herbicidas utilizados nas culturas do milho, por apresentar ação de inibição do fotossistema II. Geralmente, é aplicado como controle preventivo de plantas daninhas, podendo ser utilizado quando estas estão em estágio inicial de desenvolvimento (LARINI, 1999).

Segundo Vidal & Merotto (2001), a permanência dos herbicidas do grupo das triazinas, na maioria dos solos, varia de 1 mês a 2 anos. Este período sofre influência de fatores como formulação, dose aplicada, condições geoclimáticas locais, principalmente precipitação pluviométrica total após a aplicação, bem como o tipo e o pH do solo.

Com relação à simazina, foram utilizadas 621,9 toneladas deste herbicida, que tem como função a eliminação de espécies vegetais invasoras (SEQUINATTO *et al.*, 2006). Segundo Velisek *et al.* (2012), este herbicida é o segundo mais encontrado em águas superficiais dos EUA, Austrália e Europa.

O contato com a simazina pode causar, em humanos, danos nos sistemas endócrinos e nervoso, além de ser considerada carcinogênica. No âmbito ambiental, segundo Sequinatto *et al.* (2006) a simazina já foi identificada como causadora da morte de peixes, além de promover a contaminação do solo.

### 3.3.3. Impactos ambientais e sociais do cultivo da soja e do milho

O monocultivo utilizado nas produções agrícolas acarreta em desgaste e empobrecimento nutricional do solo, além da contaminação ambiental decorrente do uso excessivo de agrotóxicos, que passam a ser indispensáveis no controle de pragas que surgem e acabam se espalhando rapidamente por causa da uniformização da cultura. Por estes motivos, esse modo de produção se torna extremamente prejudicial para o solo (ZIMMERMANN, 2009).

A degradação decorrente dessas práticas são alterações que ocorrem nos atributos do solo, acarretando em efeitos negativos sobre uma ou várias de suas funções, como a perda de seu potencial produtivo, sobre o meio ambiente e a saúde humana. O cultivo de grãos em sistemas de produção convencionais resulta no declínio da produção, pois o solo torna-se compactado, limitando a infiltração de água e o desenvolvimento adequado das raízes. Adicionalmente, com o avanço da erosão, há o declínio dos nutrientes, limitando o desenvolvimento adequado das culturas (GIAROLA; SANTOS, 2016). Segundo Lombardi Neto e Drugowich (1994), a cultura da soja pode perder até 10Kg de solo para cada quilograma de soja produzido em um sistema de produção convencional onde ocorre o revolvimento do solo.

Dentre as modificações que foram ocasionadas pela intensificação agrícola, pode-se citar, a perda da biodiversidade produtiva, o desaparecimento de ecossistemas, a dificuldade de acesso a produtos da cesta básica, a perda da capacidade gerencial e conseqüente dependência externa do produtor rural, perda de informação e formação adequada sobre o conhecimento agropecuário e aceleração na degradação do solo (PENGUE, 2004).

Segundo Souza *et al.* (2017), as áreas rurais são mais contaminadas do que as áreas próximas às indústrias e zonas urbanas no que se refere à contaminação atmosférica por agrotóxicos. Conseqüentemente, a população rural residente nestas áreas é drasticamente afetada pela exposição a essas substâncias, seja de forma ocupacional ou ambiental. Isso acontece, pois apesar de terem sido projetados para proteger as plantas de insetos, de pragas e de ervas daninhas, também ocasionam inúmeros riscos à sustentabilidade ambiental e à saúde humana (PRETTY, 2018).

Os agrotóxicos ao caírem em corpos d'água podem agir sozinhos ou em conjunto com vários fatores biológicos, físicos ou químicos que podem afetar os organismos aquáticos devido à bioacumulação e à biomagnificação, na levando à interrupção do funcionamento do sistema corporal de espécies em diferentes níveis da cadeia alimentar (KHAN; LAW, 2005). A exposição humana a essas substâncias através da água acaba ocorrendo pelo contato dérmico, pela ingestão da própria água e de vegetais e animais contaminados (ZAIDON, *et al.*, 2018).

Diante disso, os agrotóxicos se tornaram uma ameaça persistente e grave à saúde humana, estando associados a diversas doenças e distúrbios humanos, como câncer, diabetes, leucemia, Parkinson, doenças neurológicas e respiratórias (HU, 2020). Segundo Guyton *et al.* (2015), o glifosato foi classificado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como possivelmente cancerígeno para seres humanos.

Além dos impactos ambientais, as desigualdades geradas pela modernização da agricultura tornaram-se cada vez maiores, com a concentração de terras nas mãos de poucos, visto que os agricultores que não conseguiram se adaptar a este novo modelo acabaram sendo expulsos das terras ocasionando um êxodo rural (PIRES; RAMOS, 2009).

No Paraná, as relações de trabalho existentes na zona rural no início da década de 1960 era o colonato, sendo que os colonos eram a maioria entre os trabalhadores nas propriedades dedicadas ao cultivo do café. Com a chegada da soja,

que acabou substituindo o cultivo do café, essas relações de trabalho passaram por transformações que obrigaram esses trabalhadores a deixarem a área rural, sendo que vários fatores ocasionaram o êxodo rural dessa população, como a substituição de culturas, a introdução de maquinários agrícolas, o uso intensivo de agrotóxicos atrelados ao pacote tecnológico, a redução de emprego das pessoas, dentre outros fatores. Posteriormente, entre as décadas de 1980 e 1990, parte dessa população voltou a trabalhar na zona rural como volante (CAMPOS, 2011).

O impacto causado pelo deslocamento de populações rurais para as cidades, que até então se dedicavam no meio rural com o plantio de culturas diversificadas e por culturas familiares, implicaram na redução da capacidade de produção de alimentos, comprometendo a segurança alimentar da população (DOMINGUES; BERMANN, 2012).

O padrão agrário da monocultura é uma ameaça para a segurança alimentar da população mundial, pois as consequências negativas desse modo de produção são muito maiores do que seus benefícios, principalmente no que se refere aos impactos ambientais e à insegurança alimentar, colocando em risco a continuidade da espécie humana (ZIMMERMANN, 2009).

Com relação ao uso de agrotóxicos, para Silva *et al.* (2014), a contaminação dos alimentos está relacionada com a dose aplicada desses produtos, que por serem utilizados de maneira incorreta, com quantidades excessivas, propiciam e permanência de resíduos nos alimentos, que ao serem consumidos pelas pessoas podem causar problemas à saúde.

Segundo os autores Peres, Moreira e Dubois (2003):

Os inseticidas da classe dos organofosforados, bem como os carbamatos atuam no organismo humano inibindo um grupo de enzimas denominadas colinesterases. Essas enzimas atuam na degradação da acetilcolina, um neurotransmissor responsável pela transmissão dos impulsos no sistema nervoso (central e periférico). Uma vez inibida, essa enzima não consegue degradar a acetilcolina, ocasionando um distúrbio chamado de crise colinérgica, principal responsável pelos sintomas observados nos eventos de intoxicação por estes produtos.

Embora alguns agrotóxicos constem em sua classificação como pouco tóxicos, estes podem ocasionar efeitos crônicos que podem ocorrer meses ou até décadas após a exposição, como ocorrência de cânceres, distúrbios neurológicos, endócrinos e mentais (CARNEIRO *et al.*, 2015).

### 3.4. Alternativas sustentáveis de produção

#### 3.4.1. Manejo Integrado de Pragas

Entre as práticas sustentáveis disponíveis que buscam minimizar os impactos ambientais gerados na produção, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) oferece prevenção a longo prazo de através de meios naturais (SYAFRUDIN *et al.*, 2021). É composto por práticas que combinam ferramentas de controle, como o uso de inseticidas seletivos e a aplicação destes produtos somente quando a infestação ocasionar dano econômico superior ao custo financeiro da intervenção para seu controle, sendo que a utilização dessas práticas resulta na economia de água, de mão de obra e combustível, além da economia dos custos dos defensivos (AVILA; SANTOS, 2018).

O MIP é capaz de integrar a proposta de uma agricultura mais sustentável, através da utilização de métodos alternativos ou não químicos, como o controle biológico, feromônios, erradicação de hospedeiros alternativos e retirada das partes vegetais afetadas (HEINRICH, 2005). Segundo Conte *et al.* (2014), é um processo de tomada de decisão que envolve o uso coordenado de diversas estratégias, com a otimização do controle de pragas de forma sustentável e economicamente viável.

O grande sucesso do MIP em décadas passadas estava relacionado ao fato de que tinha como principal ferramenta o serviço de extensão rural, mas o trabalho que antes era feito por esses técnicos passa a ser realizado por cooperativas, e até mesmo pela indústria de agrotóxicos, podendo haver interesses que estejam em conflito com o monitoramento do MIP. Outro ponto é que os investimentos são voltados para o desenvolvimento de agrotóxicos por proporcionarem maior retorno econômico para as indústrias, além de muitos agricultores desconhecerem as vantagens econômicas, sociais e ambientais do MIP (PANIZZI, 2006).

Segundo Conte *et al.* (2015), a produtividade da safra 2014/2015 de soja no Paraná pode ser considerada como um exemplo de sucesso de MIP, visto que na região estudada, os autores demonstraram que a adoção do MIP pode gerar redução de custo, acarretando no aumento do lucro do produtor. Adicionalmente, a adoção dessas práticas de manejo pode causar uma amenização dos impactos ambientais da produção desse grão.

O controle biológico é uma ferramenta para utilização no MIP, consistindo na regulação populacional através de inimigos naturais, capazes de manter as densidades de outros organismos em uma média menor do que ocorreria sem essa regulação, atuando de tal forma que uma população é regulada por outra população, ou seja, é simplesmente o restabelecimento do balanço da natureza. Esse tipo de controle impede que os insetos-praga sejam capazes de aumentar a sua densidade a ponto de causar dano econômico, além da vantagem de não deixar resíduos no ambiente e ser atóxico (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014). Segundo Cruz (2007), o controle biológico natural consiste na redução da população de uma espécie de praga por seus inimigos naturais, sem que ocorra a manipulação desses pelo homem, diferentemente do controle biológico aplicado, no qual a redução da população de uma espécie por inimigos naturais ocorre pela manipulação do homem.

Ao contrário dos agrotóxicos, esse método é específico para os organismos-alvo sem que cause impactos na qualidade dos alimentos produzidos, bem como permite a redução no número de aplicações de inseticidas químicos, redução no custo da produção, redução dos riscos de contaminação dos recursos naturais, havendo a possibilidade de ser permanente pela presença dos patógenos ou insetos controladores na área (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

Segundo Gallo (2002), o controle biológico deve ser compreendido como uma ferramenta do MIP ou de produção orgânica, sendo que jamais deve ser considerado o seu uso de maneira isolada, ou como uma técnica definitiva no controle agroecológico de pragas (GALLO *et al.*, 2002).

Considerando os problemas que ocorrem nas lavouras pelo mau manejo de pragas e as crescentes exigências por ambientes mais sustentáveis, as alternativas de controle biológico que são capazes de diminuir o impacto causado pelo sistema agrícola ao meio ambiente são cada vez mais necessárias (CONTE *et al.*, 2014).

#### 3.4.2. Agricultura Orgânica

No ano de 2003, foi sancionada a Lei 10.831 - Lei dos Orgânicos, sendo que no ano de 2007 a agricultura orgânica foi regulamentada pela Lei 6.323. A Lei dos Orgânicos traz em seu artigo 1 a sua definição e no §1º sua finalidade:

“Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

§ 1º A finalidade de um sistema de produção orgânico é:

- I- a oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais;
- II- a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção;
- III- incrementar a atividade biológica do solo;
- IV- promover um uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas;
- V- manter ou incrementar a fertilidade do solo a longo prazo;
- VI- a reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis;
- VII- basear-se em recursos renováveis e em sistemas agrícolas organizados localmente;
- VIII- incentivar a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos;
- IX- manipular os produtos agrícolas com base no uso de métodos de elaboração cuidadosos, com o propósito de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais do produto em todas as etapas (BRASIL, 2003).”

De acordo com a lei supracitada, os produtos orgânicos deverão ser certificados por órgãos oficiais para serem comercializados. No caso dos agricultores familiares que vendem diretamente aos consumidores, desde que estejam cadastrados junto ao órgão fiscalizador, a certificação é facultativa, condicionada a rastreabilidade do produto. A certificação de um produto orgânico é garantia de qualidade para o consumidor e de remuneração diferenciada para o produtor rural.

O consumo de alimentos orgânicos é benéfico para a saúde, pois em sua produção não ocorre a utilização de agrotóxicos ou outras substâncias tóxicas como ocorre na agricultura convencional. A agricultura orgânica consiste na utilização de técnicas de conservação de solos, evitando sua contaminação e dos recursos hídricos. Por ser um produto comercialmente diferenciado, existe a preocupação com a saúde humana e o meio ambiente (DOMINGUES, 2011).

Caumo e Staduto (2014) verificaram por intermédio da aplicação de questionário a 15 famílias de produtores orgânicos da mesorregião Oeste do Paraná (cidades de Cascavel, Nova Santa Rosa, Marechal Cândido Rondon, Quatro Pontes

e Toledo) que a agricultura orgânica pode representar uma excelente estratégia para a diversificação da agricultura familiar, maximizando a rentabilidade de qualidade de vida. Adicionalmente, os autores identificaram uma maior participação das mulheres nessas atividades.

Segundo os mesmos autores, a agricultura orgânica, contrapondo-se à agricultura convencional, não objetiva somente o aumento da produtividade e sim ao utilizar-se dos conceitos de sustentabilidade ambiental como princípios norteadores, possibilita que a agricultura familiar possa participar do processo produtivo. Adicionalmente, impulsionados por Programas Governamentais como o Programa Merenda Escolar e Programa Fome Zero, a agricultura orgânica contribuiu para a criação de novos nichos de mercados.

No caso da soja orgânica, segundo a EMBRAPA (2015), é um bom investimento para pequenos produtores rurais, pois o fato de seu manejo ser livre de agrotóxicos permite que seu custo de produção seja menor do que o custo da soja convencional. Entre os benefícios proporcionados pela adoção da agricultura orgânica como um sistema de cultivo, há a conservação do solo e da biodiversidade, gerando o uso eficiente da água e de energia, além de promover justiça social com geração de emprego, de renda e melhoria na qualidade de vida (MORAES; OLIVEIRA, 2017).

### 3.4.3. Sistema Plantio Direto

No início da década de 1970, iniciou-se a utilização do Sistema Plantio Direto na agricultura, mas nessa época havia muitos entraves pela falta de máquinas adequadas para perfuração, problemas com ervas daninhas e com o controle de pragas, mas com o desenvolvimento de máquinas adequadas e de produtos químicos esses obstáculos acabaram sendo superados gradualmente (BODDEY *et al.*, 2003).

Com a evolução de tecnologias, a agricultura passou a ter capacidade de produzir duas safras ao ano, a de primavera-verão e a de outono-inverno, bem como houve significativa transformação no plantio de soja, com a época de semeadura iniciando em outubro para os genótipos que permitem a colheita em fevereiro, momento em que o milho de segunda safra é semeado, além do melhoramento das variedades de soja que aumentaram a resistência a pragas e doenças, sendo que o

Sistema Plantio Direto é uma importante tecnologia para o manejo e conservação do solo e da água (TELLES *et al.*, 2021).

A evolução tecnológica tem contribuído para o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis, baseados na agricultura de baixo carbono, como é o caso do Sistema Plantio Direto (VIEIRA FILHO, 2018). O método do Sistema Plantio Direto consiste no mais baixo grau de mobilização do solo. Nesse método, o solo é rompido apenas para que se deposite nele as sementes ou mudas das plantas, sendo que os resíduos de culturas anteriores permanecem quase totalmente na superfície (GILLES *et al.*, 2009).

Segundo Derpsch *et al.* (2010), o Sistema Plantio Direto pode ser considerado como o mais importante sistema de conservação do solo e da água. É uma das práticas que minimizam os impactos ambientais causados na agricultura, pois ao revolver o solo somente na linha de semeadura, fazendo a rotação de culturas e mantendo o material orgânico das safras anteriores, possibilita diversos benefícios para a conservação do solo, da biodiversidade e da água, bem como o aumento da eficiência da adubação (TELLES *et al.*, 2021).

Esse sistema gera ganhos de produtividade nas lavouras que aplicam o método, permitindo um crescimento econômico do setor que não acarreta em ameaça ao meio ambiente, por ser um conjunto de práticas agrícolas que objetivam conservação, bem como melhorar o uso dos recursos naturais através do manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, em compatibilidade com o uso de insumos externos (GILLER *et al.*, 2015).

Segundo Bertol *et al.* (2007), o sistema de semeadura direta apresenta um maior potencial na redução de perdas de solo causadas pela erosão hídrica, sendo que em algumas situações essa perda é mínima. Tal fato ocorre graças a redução do preparo do solo, permitindo a manutenção de grande parte dos resíduos culturais, bem como o aumento da consolidação na superfície do solo.

Rosa *et al.* (2011) realizaram um experimento em uma propriedade agrícola localizada no município de Braganey, região Oeste do Paraná para verificar a efetividade do plantio direto do milho sobre resíduos de algumas leguminosas e verificaram, que após dois meses da semeadura, as culturas semeadas sob os resíduos de feijão guandu anão e mucuna anã atingiram estaturas maiores. Desta forma, os autores demonstraram que o manejo integrado de espécies na prática de

adubação verde, aliado à rotatividade de cultura no sistema de plantio direto, pode ser uma alternativa viável na produção do milho.

Na cultura do milho, o Sistema Plantio Direto é utilizado com o objetivo principal de reduzir custos de produção em conjunto com necessidade da melhoria na qualidade do solo, buscando desta forma uma produção sustentável (ALBUQUERQUE *et al.*, 2013).

#### 3.4.4. Sistemas de integração

Nos sistemas em integração, o cultivo e/ou criação são integrados entre si, em uma mesma gleba da propriedade rural, que tem a finalidade de intensificar o uso da área e dos meios de produção, bem como diversificar a renda, pois podem ser mais lucrativos em decorrência das várias atividades, do aumento de produtividade, bem como da redução de custos, além de possibilitar a recuperação da estrutura física do solo, da fertilidade química e do teor de matéria orgânica. Os sistemas de integração são capazes de aumentar os estoques de carbono (C) no solo e de mitigar a emissão dos gases de efeito estufa (GEE), além de contribuir com a biodiversidade e conservação dos recursos naturais (HIRAKURI *et al.*, 2012).

Essas práticas objetivam a intensificação de forma sustentável do uso do solo, pois fundamentam-se na integração espacial e temporal dos componentes do sistema produtivo, buscando atingir níveis mais elevados referentes a qualidade ambiental, bem como de competitividade, além da redução da pressão sobre o meio ambiente, se apresentando como alternativa às práticas de produção convencionais (CORDEIRO *et al.*, 2015).

Os sistemas de integração podem ser classificados em quatro modalidades, que são as integrações Lavoura-Pecuária (Agropastoril), Pecuária-Floresta (Silvipastoril), Lavoura-Floresta (Silviagrícola) e Lavoura-Pecuária-Floresta (Agrossilvipastoril). Como os solos são recursos finitos e propensos à degradação pelo manejo inadequado, com a intensificação por meio da diversificação, ao invés da expansão da área agrícola, é possível melhorar os rendimentos das atividades produtivas enquanto também melhora o meio ambiente (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

Práticas de diversificação como essas, que permitem a conservação do solo e da água, possibilitam que o ecossistema agrícola seja um provedor de alimentos, fibras e de renda ao produtor, mas também possibilita que seja um provedor de serviços ambientais (MACHADO; MADARI; BALBINO, 2010).

O sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP) pode ser compreendido como a diversificação das atividades de agricultura e de pecuária dentro de uma propriedade rural, que ocorre de forma harmônica em um mesmo sistema, gerando benefícios para ambas atividades. Esse sistema permite que a área seja explorada durante todo o ano, favorecendo uma maior oferta de grãos, de leite e de carne por um custo mais baixo, em decorrência do sinergismo entre lavoura e pastagem, também permite a redução das causas da degradação física, química e biológica do solo, que resultam de cada tipo de exploração (ALVARENGA; NOCE, 2005).

Com a introdução de pastagens nas áreas agrícolas ocorre a elevação dos níveis de matéria orgânica e melhoria da qualidade física do solo, promovendo níveis adequados de fertilidade. Desta maneira, esse sistema de integração tem potencial para reduzir o impacto ambiental das atividades produtivas, permitindo a redução das emissões de GEE, bem como proporcionando maior estabilidade à produção das culturas e maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes e da água (FRANCHINI *et al.*, 2010).

Dentre as vantagens do uso desse sistema temos, a recuperação mais eficiente da fertilidade do solo; facilidade da aplicação de práticas de conservação do solo; recuperação e facilidade na renovação das pastagens; melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas com; diversificação do sistema produtivo e aumento da produtividade tornando a atividade sustentável em termos econômicos e agroecológicos (KICHEL; MIRANDA, 2001).

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é uma prática de produção sustentável que engloba atividades agrícolas, pecuárias e florestais, que são realizadas na mesma área em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, permitindo a adequação ambiental, bem como a viabilidade econômica da atividade agropecuária (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

Nesse sistema as árvores possuem um importante papel em sequestrar carbono (C) e mitigar a emissão de GEE, portanto os sistemas que contemplem o componente arbóreo apresentam uma importante contribuição para o balanço de emissões de GEE, além do fato de que o cultivo de árvores em consórcio com lavoura ou pastagem contribui para a redução do desmatamento, pois permite um maior fornecimento de madeira para o comércio, além de contribuir na preservação de espécies nativas (CORDEIRO *et al.*, 2015).

Dentre os pontos positivos do sistema de iLPF, ele permite que qualquer produtor rural, seja o porte de sua propriedade pequena, média ou grande, possa empregar esse sistema, bem como também possibilita uma melhor distribuição de renda, geração de empregos, aumento da renda do produtor, além de reunir a produção com a preservação do meio ambiente (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As produções da soja e do milho no Brasil tiveram um crescimento exponencial após o processo de industrialização e modernização da agricultura ocorrido na década de 1960 com os incentivos financeiros oportunizados pelo Crédito Rural, o que levou o país a alcançar altos rendimentos de safras e níveis elevados de exportação, colocando o Brasil em posição de destaque mundial como exportador de *comodities*.

Inúmeros investimentos foram feitos em prol dessa modernização e ocupação de destaque mundial, como a linha de Crédito Rural, criação da Embrapa, Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, legislações, isenções fiscais, dentre outros incentivos. Adicionalmente, esses investimentos elevaram o país ao posto de um dos maiores consumidores de agrotóxicos.

Como resultado temos o aumento da produção gerado por essa modernização, em que a produção paranaense de soja no ano de 1974 era de 2.588.880 toneladas, atingiu seu maior valor, até o momento, em 2020 com 20.875.792 toneladas, um *superávit* de aproximadamente 800%, e a produção de milho que no ano de 1974 era de 3.553.000 toneladas, atingiu seu maior valor em 2017 com 17.542.688 toneladas, um *superávit* de aproximadamente 500%.

O Crédito Rural teve papel fundamental na modernização da agricultura, mas em decorrência dessa modernização ocasionou diversos impactos ambientais e sociais que perduram até hoje, pois ambas culturas estudadas no presente trabalho se utilizam de diversos agrotóxicos, que tiveram seu uso estimulado intensivamente desde a década de 1960 e que sabidamente são nocivos para o meio ambiente e saúde humana, causando diversos impactos negativos que foram aqui relatados.

A legislação ambiental, que tem um papel de proteção do meio ambiente, no que se refere aos agrotóxicos, acaba não cumprindo de maneira efetiva essa proteção ao permitir níveis tão elevados de resíduos de agrotóxicos em alimentos que são consumidos por toda a população, impactando de forma negativa na saúde humana.

Apesar de existirem opções de práticas sustentáveis que minimizam a degradação do meio ambiente e o impacto na saúde humana, estas são pouco estimuladas, como é o caso do Pronaf ABC+ Agroecologia que é uma importante linha de financiamento de produção agroecológica e de produção orgânica de alimentos. O

Pronaf, diferentemente do aporte financeiro que incentiva as práticas convencionais da monocultura, dispõe de muita burocracia em relação aos projetos e as condições de pagamento que muitas vezes são inadequadas, diferindo da simplicidade em contratar as demais linhas de financiamento.

As políticas adotadas pelo governo nas últimas décadas propiciaram um crescimento significativo da agricultura, fazendo com que o Brasil que era até então um país que importava alimentos para sua população, passasse a ser um país exportador de *commodities*, sendo que toda a legislação, políticas econômicas e programas do governo, mesmo que voltadas para a proteção do meio ambiente e saúde humana, como é o caso da Lei dos Agrotóxicos, foram permissivas e flexíveis em prol do sistema atual da agricultura, que é baseado na monocultura e uso intensivo de agrotóxicos. Esse sistema é uma ameaça para a segurança alimentar, sendo que suas consequências negativas são muito maiores do que seus benefícios.

Quando se pensa em um modelo de produção eficiente e sustentável economicamente, socialmente e ambientalmente, se pode concluir que a redução no uso de agrotóxicos combinado com o uso de práticas sustentáveis de produção seriam uma medida que traria benefícios tanto econômicos, quanto para a preservação dos recursos naturais e para a saúde humana.

Este estudo levanta alguns questionamentos, como por exemplo a necessidade de dados atuais de ACV da soja e do milho na mesorregião oeste do Paraná, necessitando ser melhor investigados em trabalhos futuros. Em suma, é necessário e urgente maiores incentivos e investimentos para a adoção de práticas sustentáveis na agricultura, bem como uma maior conscientização dos impactos causados pelos agrotóxicos e maior rigor da legislação no que se refere ao quantitativo de resíduos que podem ser encontrados em alimentos e fiscalização quanto ao cumprimento dessas leis.

## 5. REFERÊNCIAS

ALAVANJA, M.C.; HOPPIN, J.A.; KAMEL, F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. **Annual Review of Public Health**, v. 25, p.155 – 97, 2004.

ALBUQUERQUE, W.; SANTOS, R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p. 721- 726, 2013.

ALCANTARA, G. O.; LEITE, J. L. A mercantilização da proteção ambiental: a responsabilidade socioambiental e a sustentabilidade em questão. **O Social em Questão**, PUC-Rio, n. 40, p. 103-134, 2018.

ALTIERI, M. A. **Biotecnologia agrícola: mitos, riscos ambientais e alternativas**. Porto Alegre: EMATER, 2002.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

ALVARENGA, R. A., F. **Avaliação de Métodos de AICV: Um Estudo de Caso de Quatro Cenários de Ração para Frangos de Corte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

AMEEN, A.; RAZA, S. Green Revolution: A Review. **International Journal of Advances in Scientific Research**, v.3, 2017.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. **Revolução Verde e a Apropriação Capitalista.** CES Revista, v.21.p.43-56, 2007.

AQUINO, J. R.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. **O financiamento público da produção agroecológica e orgânica no Brasil: inovação institucional, obstáculos e desafios.** In: SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Brasília: Ipea, 2017.

AQUINO, J. R.; SCHNEIDER, S. **O Pronaf e o desenvolvimento rural brasileiro: avanços, contradições e desafios para o futuro.** In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2015.

AVILA, C. J.; SANTOS V. **Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja: um estudo de caso com benefícios econômicos e ambientais.** Dourados-MS: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2018.

BAKKER, L.; VAN DER WERF, W.; TITTONELL, P.; WYCKHUYS, K. A. G.; BIANCHI, F. J. J. A. Neonicotinoids in global agriculture: Evidence for a new pesticide treadmill? **Ecology and Society**, v. 25, n. 3, p. 26, 2020.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta.** Brasília: Embrapa, 2011.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 06, P. 1163-1175, 2011.

BARBOSA, K. A.; FAGAN, E. B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S.C.; TEIXEIRA, W. F. Aplicação de estrobilurina na cultura do milho: alterações fisiológicas e

bromatológicas. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**. Patos de Minas, UNIPAM, v. 2, p. 20-29, 2011.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, v. 86, p. 237-245, 2006.

BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. S.; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.34, n.1, p.135-151, 2014.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J. C.; AMARAL, A. J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.133-142, 2007.

BERTOMEU-SÁNCHEZ, J. R. Introduction. Pesticides: Past and Present. Especial issue - Before the silent spring: Pesticides in twentieth-century Europe. **Journal of History of Science and Technology**, v. 13, n.1, p. 1-27, 2019.

BODDEY, R. M.; XAVIER D. F.; ALVES B. J. R.; URQUIAGA S. Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, v. 9, n. 1, p. 593-621, 2003.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH-USP, 2017.

BNDES. O Banco nacional do desenvolvimento. **Pronaf- Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível em <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf>. Acesso em 23 set. 2022.

BRANDENBURG, A. Movimento agroecológico: trajetória, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 6, p. 11-28, 2002.

BRASIL. **Decreto nº 24.114 de 12 de abril de 1934**. Aprova o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/d24114.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d24114.htm). Acesso em 09 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.829, de 05 de novembro de 1965**. Institucionaliza o crédito rural. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4829.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4829.htm). Acesso em 08 out. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 22/11/2021.

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, 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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm). Acesso em 26 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991**. Dispõe sobre a política agrícola. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8171.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm). Acesso em 26 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em 03 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.456, DE 25 DE ABRIL DE 1997.** Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9456.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9456.htm). Acesso em 10 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.831, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003.** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/l10.831.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm). Acesso em 12 jan 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005.** Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm#art42](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm#art42). Acesso em 10 fev.2023.

BRASIL. **Decreto nº 5.981 de 06 de dezembro de 2006.** Dá nova redação e inclui dispositivos ao Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que 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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/decreto/d5981.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5981.htm). Acesso em 08 out.2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº

2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em 26 nov. 2021.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm). Acesso em 26 nov. 2021.

BRASIL. **Brasil agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica- Planapo**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Volume III/** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016.

BREDIROL, T. O. **Governança Ambiental: Conceito, Histórico e a Experiência Brasileira**. *In*: Trajetórias, perspectivas e desafios da gestão ambiental pública/Coordenação de Gestão da Informação Ambiental, - Brasília, DF: IBAMA, n.2, 2020.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

CAMPOS, M. C. **A Embrapa/Soja em Londrina-PR a pesquisa agrícola de um país moderno**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CAMPOS, M. C. Modernização da agricultura, expansão da soja no Brasil e as transformações socioespaciais no Paraná. **Revista Geografar**. Curitiba, v.6, n.1, p.161-191, 2011.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARVALHO, R. D. E.; BARBOSA, F. H. F. Resíduos de agrotóxicos organofosforados e ditiocarbamatos presentes na cultura de tomate consumidos no Estado de Minas Gerais nos anos de 2006, 2007 e 2008: Avaliação da exposição humana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 13, n. 1, p. 171-190, 2013.

CARVALHO, M. M. X.; NODARI, E. S.; NODARI, R. O. “Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.24, n.1, p. 75-91, 2017.

CAUMO, A. J.; STADUTO, J. A. R. Produção Orgânica: Uma Alternativa na Agricultura Familiar. **Revista Capital Científico**, v. 12, n.2, 2014.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 26/21 de 12 de março de 2021**. Disponível em:

[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2021/CV026\\_21](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2021/CV026_21). Acesso em 10 out. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Atos normativos**. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema> Acesso em 05 nov. 2021.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA FERREIRA, B. S. **Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na Safra 2013/14 no Paraná**. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2014.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja no Paraná**. Londrina, Embrapa Soja, p. 60, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Agrícola**. v.5, n3. Brasília, 2018.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, 2015.

CRUZ, I. **Controle Biológico de Pragas na Cultura de Milho para Produção de Conservas (Minimilho), por Meio de Parasitóides e Predadores**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 91, 2007.

DALL'AGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. – Brasília, DF: Embrapa, 2016.

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M.; COE, M. T.; DEFRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGER, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES-FILHO, B. S.; SOUZA JUNIOR, C. M.; WOFSY, S. C. The Amazon basin in transition. **Nature**, v. 481, n. 7381, p. 321-328, 2012.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH T.; KASSAM A.; HONGWEN L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 3, n. 1, p. 1-25, 2010.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente e Sociedade**, v. XV, n. 2, p. 1-22, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Novas trilhas no Sertão: história da pesquisa agropecuária em Sete Lagoas: das origens à Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000.

FARIA, N. M. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: prioridades para uma agenda de pesquisa e ação. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, n. 37, p. 17-50, 2012.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. **Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente**. Editora UFPR, Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.18., 2008.

FERREIRA-FILHO, J. B. S. Ajustamento estrutural e crescimento agrícola na década de 80: notas adicionais. **Revista de Economia Política**, vol; 18, n. 4, p. 72, 1998.

FRANCO, J.; PEREIRA, M. F. Crescimento e modernização do setor agropecuário paranaense: no período de 1970 a 2004. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 187-210, 2008.

FRANGHINI, J. C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F. J.; SKORUPA, L. A.; WINK, N. N.; GUISSOLPHI I. J.; CAUMO, A. L.; HATORI, T. **Integração lavoura-pecuária: Alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu**. Londrina – PR: Embrapa Soja, 2010.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P.L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R.P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba-SP: Editora FEALQ, 2002.

GARCIA, J. C.; RUAS, D.; VENCOVSKY, R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento do milho e do sorgo. **Revista de Economia Rural**, vol. 18, n. 03, p. 475-493, 1980.

GIAROLA, N. F. B.; SANTOS, J. A. B. **Agricultura conservacionista no paraná: fundamentos, implanta o e condu o**. Curitiba-PR: SENAR, v.1, 2016.

GILLER, K. E.; ANDERSSON, J. A.; CORBEELS, M.; KIRKEGAARD, J.; MORTENSEN, D.; ERENSTEIN, O.; VANLAUWE, B. Beyond conservation agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-14, 2015.

GILLES, L.; COGO, N. P.; BISSANI, C. A.; BAGATINI, T.; PORTELA, J. C. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de aduba o. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.1427-1440, 2009.

GODOI, T. G.; BÚRIGO, F. L.; CAZELLA, A. A. A sustentabilidade dos financiamentos do PRONAF para a agricultura familiar. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 38, p. 637-661, 2016.

GONÇALVES, M. S. **O uso sustentável de pesticidas. Análise comparativa entre a União Européia e o Brasil**. Tese (Doutorado em Altera es Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Gradua o em Altera es Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Lisboa, 2016.

GUYTON, K. Z.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; EL GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **Lancet Oncology**, France, v. 16, p. 490–491, 2015.

GRISA, C.; WESZ JUNIOR, V. J.; BUCHWEITZ, V. D. Revisitando o Pronaf: velhos questionamentos, novas interpretações. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 2, p. 323-346, 2014.

HANKE, I.; WITTMER, I.; BISCHOFBERGER, S.; STAMM, C.; SINGER, H. Relevance of urban glyphosate use for surface water quality. **Chemosphere**, v. 81, p. 422-429, 2010.

HEDLUND, J.; LONGO, S. B.; YORK, R. Agriculture, Pesticide Use, and Economic Development: A Global Examination (1990–2014). **Rural Sociology**, 85, 519-544, 2019.

HEINRICHS, E. A. A new paradigm for implementing ecologically – based participatory IPM in a global context: the IPM CRSP model. **Neotropical Entomology**. v. 34, n. 2, p. 143-153, 2005.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2012.

HU, Z. What Socio-Economic and Political Factors Lead to Global Pesticide Dependence? A Critical Review from a Social Science Perspective. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, V.17, p. 8119, 2020.

IAT. **Instituto Água e Terra**. Paraná. Disponível em:  
<http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Organograma#> Acesso em 07 nov.2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados definitivos do censo agro 2017** (2019 b). Disponível em:  
<[https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html)> Acesso em 12 set.2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021). **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr.html>. Acesso em 15 set. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Banco de Tabelas Estatísticas** (2022). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em 10 out. 2022.

IPARDES. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. Paraná. Disponível em: [http://www.ipardes.gov.br/perfil\\_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=706&btOk=ok](http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=706&btOk=ok). Acesso em 01 nov.2021.

ITCG. **Instituto de Terras, Cartografia e Geologia**. Brasil. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/>. Acesso em 07 nov. 2020.

JIA, F.; PENG, S.; GREEN, J.; KOH, L.; CHEN, X. Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v.255, 2020.

KHAN, M. Z.; LAW, F. C. P. Adverse effects of pesticides and related chemicals on enzyme and hormone systems of fish, amphibians and reptiles: A review. **Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences**, v.42, p.315-23, 2005.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistema de integração agricultura x pecuária**. Campo Grande-MS: Embrapa Gado de Corte, n.53, 2001.

KREUTZ, M. R.; MACHADO, N. G.; SCHNEIDER, F. WOLF, S.; GHENO, D. A. O cultivo da soja e a supressão da vegetação durante a década de 1970. **Desenvolvimento em Questão**, v. 12, n. 26, p. 320-346, 2014.

LANGIANO, V. C.; MARTINEZ, C. B. R. Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 147, p. 222-231, 2008.

LARINI, L.; Toxicologia dos praguicidas, 1ª edição, Editora Manole, 1999.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas-SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, v. 1, n. 38, 1994.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa- ASPTA, 2011.

LUIG, B.; CASTRO, F. P.; TYGEL, A.; LUIG, L.; DADA, S.; SCHNEIDER, S.; URHAHN, J. **Agrotóxicos perigosos Bayer e BASF-um negócio global com dois pesos e duas medidas**. Rio de Janeiro: Campanha Permanente Contra os Agrotóxicos e Pela Vida, 2020.

LUSHCHAK, V. I.; MATVIISHYN, T. M.; HUSAK, V. V.; STOREY, J. M.; STOREY, K. B. Pesticide toxicity: a mechanistic approach. **EXCLI Journal**, v.17, p.1101-1136, 2018.

MACHADO, P. L. O. A.; MADARI, B. E.; BALBINO, Luiz C. **Manejo e conservação do solo e água no contexto das mudanças ambientais- Panorama Brasil**. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. (Org.). Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARTINELLI, L. A.; NAYLOR R.; VITOUSEK P., M.; MOUTINHO P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5, p. 431-438, 2010.

MATTE, A.; WAQUIL, P.D. Productive changes in Brazilian Pampa: impacts, vulnerabilities and coping strategies. **Natural Hazards**, v. 101, p. 1-28, 2020.

MAZUCATO, T. **Metodologia da Pesquisa e do Trabalho Científico**. 1ª ed. Penápolis-SP: FUNEPE, 2018.

MESNAGE, R.; DEFARGE, N.; DE VENDOMOIS, J. S.; SERALINI, G. E. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. **Food and Chemical Toxicology**, v. 84, p. 133-153, 2015.

MIER, M.; CACHO, T. G. Soybean agri-food systems dynamics and the diversity of farming styles on the agricultural frontier in Mato Grosso, Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v.43, n. 2, p. 419-441, 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Histórico Institucional do Ministério do Meio Ambiente - Brasil**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/o-ministerio/historico-institucional.html>. Acesso em 07 nov. 2020.

MORAES, M. D.; OLIVEIRA, N. A. M. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. **Revista Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**. v.3, n.1, p.19-37, 2017.

MUCELIN, C. A. **Estatística elementar e experimental aplicada às tecnologias**. 2ª ed. Medianeira-PR, 2006.

OLIVEIRA, J. A.; KURESKI, R.; SANTOS, M. A. **PIB do Agronegócio no Paraná**. Curitiba: Ipardes, Nota Técnica, n.25, 2020.

OSORIO, Raissa M. L.; **A Produção de Soja no Oeste do Pará: A Tomada de Decisão do Produtor Rural e as Características da Atividade Produtiva Em Meio à Floresta Amazônica**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2018.

PAULA, N.; BASTOS, L. T. Inserção do agronegócio alimentar brasileiro nos mercados mundiais. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, vol. 17, n. 2, 304-331, 2009.

PANIZZI, A. R. Abandono do MIP pode ter consequências desastrosas. **Revista Visão Agrícola**, n. 5, p. 81-84, 2006.

PARANÁ. **Lei 7827 de 29 de dezembro de 1983**. Dispõe que a distribuição e comercialização no território do Estado do Paraná, de produtos agrotóxicos e outros biocidas, ficam condicionados ao prévio cadastramento perante a Secretaria de Agricultura e Secretaria do Interior e adota outras providências. Diário Oficial do Estado nº 1.691 de 30 de dez de 1983. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=93578>  
. Acesso em: 23 nov. 2022.

PARANÁ. **Decreto 3876 20 de setembro de 1984**. Aprova o regulamento da Lei nº 7.827, de 29 de Dezembro de 1983, que dispõe sobre a distribuição e comercialização, no território do Estado do Paraná, de produtos agrotóxicos e outros biocidas, na forma do Anexo que faz parte integrante do presente Decreto. Disponível em:  
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=142990>. Acesso em: 12 jan. 2023.

PARANÁ. **Lei nº 20.121 de 31 de dezembro de 2019**. Autoriza a incorporação do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, do Centro Paranaense de Referência em Agroecologia e da Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Paraná, nas condições que especifica, pelo Instituto Agrônomo do Paraná, e adota outras providências. Disponível em:

<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/exibirAto.do?action=iniciarProcesso&codAto=230514&codItemAto=1430033> Acesso em: 06 mar. 2023.

PARANÁ. **Portaria ADAPAR 45 de 05 de março de 2015**. Dispõe sobre a quantificação da pena de multa às infrações a que se refere o Artigo 17, da Lei Federal nº 7.802/89. Diário Oficial do Estado nº 9.409 de 12 de março de 2015. Diário Oficial do Estado nº 1.691 de 30 de dezembro de 1983. Disponível em:

<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=282106#:~:text=Rep.,uso%20de%20agrot%C3%B3xicos%20e%20afins>. Acesso em 18 jan. 2023.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; SILVA, L. R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de Economia - UFPR**, v.36, n.1, UFPR, 2010.

PENGUE, W. A. Producción agroexportadora e (in)seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina. **Revista Ibero-americana de Economía Ecológica**, v.1, p.46-55, 2004.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, Saúde e Ambiente**. 1ª ed. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2003.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento**. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017.

PIRES, M. J. S.; RAMOS, P. O termo modernização conservadora: sua origem e utilização no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 40, n. 3, 2009.

PRETTY, J. Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems. **Science**, v. 362, 2018.

RODRIGUES, M. B.C.; DINIANDREOTE, F.; SPÓSITO, M. B.; AGUILLAR-VILDOSO, C. I.; ARAÚJO, W. L.; PIZZIRANI-KLEINER, A. P. Resistência a benzimidazóis por *Guignardia citricarpa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.323-327, 2007.

RODRIGUES, M. A.T. **Avaliação do efeito fisiológico do efeito de fungicidas na cultura da soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Escola Superior de Agricultura, ESALQ, Piracicaba, 2009.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MAULI, M. M. Desempenho da cultura do milho implantada sobre resíduos culturais de leguminosas de verão em sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1287-1296, 2011.

SALLES-FILHO, S. L. M.; PAULINO, S. R.; CARVALHO, S. M. P. Reorganização em Instituições Públicas de pesquisa: Embrapa e Fiocruz. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p.11-38, 2001.

SAMPAIO, R. M. O.; GONÇALVES, J. C. G. N. O paradigma da intensa utilização de agrotóxicos no brasil sob o contexto da mundialização da agricultura. **Revista de Direito Agrário e Agroambiental**, v. 4, n. 1, Salvador, 2018.

SEQUINATTO, L.; REICHERT J. M.; REINERT, D. J.; RHEINHEIMER, D. S.; COPETTI, A. C. C. Contaminação da água por agrotóxicos numa microbacia cultivada com fumo Conference: **Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, 16 At: Aracaju-SE, 2006.

SILVA, J. N.; ANTUNES, P. A.; FAVARETO, A. P. A. O Consumo crescente de agrotóxicos e suas implicações na saúde reprodutiva. *In: X Fórum Ambiental de Alta Paulista*, v. 10, n. 12, 2014.

SILVA, L. M.C.; RIBEIRO, G. P.; PORTO, P. A. Análise do instituto de conversão de multas em serviços ambientais na promoção do desenvolvimento sustentável. **Revista Controversia**, v.1, p.1-30, 2019.

SILVA, R. C. **Comparação entre métodos cromatográficos, empregando GCECD, GC-FPD, e GC-MS e espectrofotométrico para determinação de ditiocarbamatos em alface.** Dissertação (mestrado em Química Analítica). Programa de Pós-Graduação em Química Analítica. Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

SILVA, T. F. D. **Direito ambiental.** Rio de Janeiro: SESES, p. 464, 2016.

SIMEPAR. Sistema Meteorológico do Paraná. **Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná.** Disponível em:

<http://simepar.br/prognozweb/simepar/post/28925#:~:text=Abril%20de%202021%20foi%20um,quase%20todas%20as%20regi%C3%B5es%20paranaenses>. Acesso em: 10 out. 2022.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J.; OLIVEIRA, H. **Controle Biológico de Insetos-Praga na Soja.** In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). Tecnologia e produção: Soja 2013/2014. Maracaju-MS: Fundação MS, 2014.

SOUZA, G. S.; COSTA, L. C. A.; MACIEL, A. C.; REIS, F. D. V.; PAMPLONA, Y. A. P. Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a vigilância em Saúde Ambiental. **Ciências & saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.22, n.10, p.3269-3280, 2017.

SHARMA, A.; KUMAR, V.; SHAHZAD, B.; TANVEER, M.; SIDHU, G. P. S.; HANDA, N.; KOHLI, S. K.; YADAV, P.; BALI, A. S.; PARIHAR, R. D.; DAR, O. I.; SINGH, K.; JASROTIA, S.; BAKSHI, P.; M. RAMAKRISHNAN; KUMAR, S.; BHARDWAJ, R.; THUKRAL, A. K. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. **SN Applied Sciences**, v.1, p.1446, 2019.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. L.F.; BARRETTO, A. G.O.P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science and Technology**, v. 44, 6046- 6053, 2010.

SPONSLER, D. B.; GROZINGER, C. M.; HITAJ, C.; RUNDLÖF, M.; BOTÍAS, C.; CODE, A.; LONSDORF, E. V.; MELATHOPOULOS, A. P.; SMITH, D. J.; SURYANARAYANAN, S.; THOGMARTIN, W. E.; WILLIAMS, N. M.; ZHANG M.; DOUGLAS M. R. Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. **Science of the Total Environment**, v. 662, p. 1012-1027, 2019.

STAUB, G. A.; MELLO, R. Análise e indicações de adequações do financiamento da agricultura orgânica pelo Banco do Brasil no Estado do Paraná, a partir da visão dos gerentes de financiamento rural. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 42-50, 2012.

SYAFRUDIN, M.; KRISTANTI, R. A.; YUNIARTO, A.; HADIBARATA, T.; RHEE, J.; AL-ONAZI, W. A.; ALGARNI, T. S.; ALMARRI, A. H.; AI-MOHAI MEED, A. M. Pesticides in Drinking Water- A Review. **International Journal Environmental Research and Public Health**, v.18, p.468, 2021.

TELLES, T. S.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; RIGHETTO, A. J.; RIBEIRO, M. R. **Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2021.

TOMADON JR, J.; GIMENES, M. L.; UGAYA, C. M. L. Estimativa dos recursos necessários e potenciais emissões poluentes na produção de soja no Paraná: em busca de uma produção mais sustentável. *In: IX Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.9, n.7, p.110-121, 2013.

THOMÉ, R. **Manual de Direito Ambiental**. 5ª ed. Salvador: JusPODIVM, p.911, 2015.

TRENNEPOHL, T. **Manual de direito ambiental**. 8ª ed. São Paulo: Saraiva Educação, p.456, 2020.

VELISEK, J.; STARA, A.; MACHOVA, J.; SVOBODOVA, Z. Effects of long-term exposure to simazine in real concentrations on *Common carp* (*Cyprinus carpio* L.). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 76, n. 02, p. 79-86, 2012.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publication UEPG**, Ponta Grossa, v.9, n.3, p.59-68, 2004.

VENNET, B. V.; SCHNEIDER, S.; DESSEIN, J. Different farming styling behind the homogeneous soy production in southern Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v.43, n.2, p.396-418, 2015.

VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr., **Herbicidas Inibidores de Fotossistema 2** (Capítulo 10). In: VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr., *Herbicidologia*.1. ed. Porto Alegre, 2001.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro**. Brasília: Ipea, 2018.

VILLAS-BOAS, H. D. C. **A empresa Pública de pesquisa e os marcos legais na indústria de sementes**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, 2008.

WHEELER, I.E.; KENDALL, S.J.; BUTTERS, J.; HOLLOMON, D.W.; HALL, L. Using allele-specific oligonucleotide probes to characterize benzimidazole resistance in *Rhynchosporium secalis*. **Pesticide Science**, v.43, p.201-209, 1995.

ZAIDON, S. Z.; HO, Y. B.; HASHIM, Z.; SAARI, N.; PRAVEENA, S. M. Pesticides Contamination and Analytical Methods of Determination in Environmental Matrices in Malaysia and Their Potential Human Health Effects- A Review. **Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences**, v.14, p.81- 88, 2018.

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito – Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.12, p. 79-100, 2009.

ZUBROD, J. P.; BUNDSCHUH, M.; ARTS, G.; BRÜHL, C. A.; IMFELD, G.; KNÄBEL, A.; PAYRAUDEAU, S.; RASMUSSEN, J. J.; ROHR, J.; SCHARMULLER, A.; SMALLING, K.; STEHLE, S.; SCHULZ, R.; SCHAFFER, R. B. Fungicides: An Overlooked Pesticide Class? **Environmental Science Technology**, v.53, p. 3347–3365, 2019.

## 6. ANEXO

**Presidência da República  
Casa Civil  
Subchefia para Assuntos Jurídicos**

**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, 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.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º 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, serão regidos por esta Lei.

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

Art. 3º Os agrotóxicos, seus componentes e afins, de acordo com definição do art. 2º desta Lei, só poderão ser produzidos, exportados, importados,

comercializados e utilizados, se previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

§ 1º Fica criado o registro especial temporário para agrotóxicos, seus componentes e afins, quando se destinarem à pesquisa e à experimentação.

§ 2º Os registrantes e titulares de registro fornecerão, obrigatoriamente, à União, as inovações concernentes aos dados fornecidos para o registro de seus produtos.

§ 3º Entidades públicas e privadas de ensino, assistência técnica e pesquisa poderão realizar experimentação e pesquisas, e poderão fornecer laudos no campo da agronomia, toxicologia, resíduos, química e meio ambiente.

§ 4º Quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá à autoridade competente tomar imediatas providências, sob pena de responsabilidade.

§ 5º O registro para novo produto agrotóxico, seus componentes e afins, será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, para o mesmo fim, segundo os parâmetros fixados na regulamentação desta Lei.

§ 6º Fica proibido o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins:

a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;

b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil;

c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica;

d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;

e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados;

f) cujas características causem danos ao meio ambiente.

Art. 4º As pessoas físicas e jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, ou que os produzam, importem, exportem ou comercializem, ficam obrigadas a promover os seus

registros nos órgãos competentes, do Estado ou do Município, atendidas as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis que atuam nas áreas da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

Parágrafo único. São prestadoras de serviços as pessoas físicas e jurídicas que executam trabalho de prevenção, destruição e controle de seres vivos, considerados nocivos, aplicando agrotóxicos, seus componentes e afins.

Art. 5º Possuem legitimidade para requerer o cancelamento ou a impugnação, em nome próprio, do registro de agrotóxicos e afins, arguindo prejuízos ao meio ambiente, à saúde humana e dos animais:

I - entidades de classe, representativas de profissões ligadas ao setor;

II - partidos políticos, com representação no Congresso Nacional;

III - entidades legalmente constituídas para defesa dos interesses difusos relacionados à proteção do consumidor, do meio ambiente e dos recursos naturais.

§ 1º Para efeito de registro e pedido de cancelamento ou impugnação de agrotóxicos e afins, todas as informações toxicológicas de contaminação ambiental e comportamento genético, bem como os efeitos no mecanismo hormonal, são de responsabilidade do estabelecimento registrante ou da entidade impugnante e devem proceder de laboratórios nacionais ou internacionais.

§ 2º A regulamentação desta Lei estabelecerá condições para o processo de impugnação ou cancelamento do registro, determinando que o prazo de tramitação não exceda 90 (noventa) dias e que os resultados apurados sejam publicados.

§ 3º Protocolado o pedido de registro, será publicado no Diário Oficial da União um resumo do mesmo.

Art. 6º As embalagens dos agrotóxicos e afins deverão atender, entre outros, aos seguintes requisitos:

~~I - devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo;~~

I - devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo e de modo a facilitar as operações de lavagem, classificação, reutilização e reciclagem; (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

II - os materiais de que forem feitas devem ser insuscetíveis de ser atacados pelo conteúdo ou de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;

III - devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes, de forma a não sofrer enfraquecimento e a responder adequadamente às exigências de sua normal conservação;

IV - devem ser providas de um lacre que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez.

~~Parágrafo único. Fica proibido o fracionamento ou a reembalagem de agrotóxicos e afins para fins de comercialização, salvo quando realizados nos estabelecimentos produtores dos mesmos.~~

§ 1º O fracionamento e a reembalagem de agrotóxicos e afins com o objetivo de comercialização somente poderão ser realizados pela empresa produtora, ou por estabelecimento devidamente credenciado, sob responsabilidade daquela, em locais e condições previamente autorizados pelos órgãos competentes. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

§ 2º Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

§ 3º Quando o produto não for fabricado no País, assumirá a responsabilidade de que trata o § 2º a pessoa física ou jurídica responsável pela importação e, tratando-se de produto importado submetido a processamento industrial ou a novo acondicionamento, caberá ao órgão registrante defini-la. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

§ 4º As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme normas técnicas oriundas dos órgãos competentes e orientação constante de seus rótulos e bulas. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

§ 5º As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

§ 6º As empresas produtoras de equipamentos para pulverização deverão, no prazo de cento e oitenta dias da publicação desta Lei, inserir nos novos equipamentos adaptações destinadas a facilitar as operações de tríplice lavagem ou tecnologia equivalente. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

~~Art. 7º Para serem vendidos ou expostos à venda em todo território nacional, os agrotóxicos e afins ficam obrigados a exibir rótulos próprios, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados:~~

Art. 7º Para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional, os agrotóxicos e afins são obrigados a exibir rótulos próprios e bulas, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados: (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

I - indicações para a identificação do produto, compreendendo:

a) o nome do produto;

b) o nome e a percentagem de cada princípio ativo e a percentagem total dos ingredientes inertes que contém;

c) a quantidade de agrotóxicos, componentes ou afins, que a embalagem contém, expressa em unidades de peso ou volume, conforme o caso;

d) o nome e o endereço do fabricante e do importador;

e) os números de registro do produto e do estabelecimento fabricante ou importador;

f) o número do lote ou da partida;

g) um resumo dos principais usos do produto;

h) a classificação toxicológica do produto;

II - instruções para utilização, que compreendam:

a) a data de fabricação e de vencimento;

b) o intervalo de segurança, assim entendido o tempo que deverá transcorrer entre a aplicação e a colheita, uso ou consumo, a semeadura ou plantação, e a semeadura ou plantação do cultivo seguinte, conforme o caso;

c) informações sobre o modo de utilização, incluídas, entre outras: a indicação de onde ou sobre o que deve ser aplicado; o nome comum da praga ou enfermidade que se pode com ele combater ou os efeitos que se pode obter; a época em que a aplicação deve ser feita; o número de aplicações e o espaçamento entre elas, se for o caso; as doses e os limites de sua utilização;

~~d) informações sobre os equipamentos a serem utilizados e sobre o destino final das embalagens;~~

d) informações sobre os equipamentos a serem usados e a descrição dos processos de tríplex lavagem ou tecnologia equivalente, procedimentos para a devolução, destinação, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização das

embalagens vazias e efeitos sobre o meio ambiente decorrentes da destinação inadequada dos recipientes; (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

III - informações relativas aos perigos potenciais, compreendidos:

a) os possíveis efeitos prejudiciais sobre a saúde do homem, dos animais e sobre o meio ambiente;

b) precauções para evitar danos a pessoas que os aplicam ou manipulam e a terceiros, aos animais domésticos, fauna, flora e meio ambiente;

c) símbolos de perigo e frases de advertência padronizados, de acordo com a classificação toxicológica do produto;

d) instruções para o caso de acidente, incluindo sintomas de alarme, primeiros socorros, antídotos e recomendações para os médicos;

IV - recomendação para que o usuário leia o rótulo antes de utilizar o produto.

§ 1º Os textos e símbolos impressos nos rótulos serão claramente visíveis e facilmente legíveis em condições normais e por pessoas comuns.

§ 2º Fica facultada a inscrição, nos rótulos, de dados não estabelecidos como obrigatórios, desde que:

I - não dificultem a visibilidade e a compreensão dos dados obrigatórios;

II - não contenham:

a) afirmações ou imagens que possam induzir o usuário a erro quanto à natureza, composição, segurança e eficácia do produto, e sua adequação ao uso;

b) comparações falsas ou equívocas com outros produtos;

c) indicações que contradigam as informações obrigatórias;

d) declarações de propriedade relativas à inocuidade, tais como "seguro", "não venenoso", "não tóxico"; com ou sem uma frase complementar, como: "quando utilizado segundo as instruções";

e) afirmações de que o produto é recomendado por qualquer órgão do Governo.

§ 3º Quando, mediante aprovação do órgão competente, for juntado folheto complementar que amplie os dados do rótulo, ou que contenha dados que obrigatoriamente deste devessem constar, mas que nele não couberam, pelas dimensões reduzidas da embalagem, observar-se-á o seguinte:

I - deve-se incluir no rótulo frase que recomende a leitura do folheto anexo, antes da utilização do produto;

II - em qualquer hipótese, os símbolos de perigo, o nome do produto, as precauções e instruções de primeiros socorros, bem como o nome e o endereço do fabricante ou importador devem constar tanto do rótulo como do folheto.

Art. 8º A propaganda comercial de agrotóxicos, componentes e afins, em qualquer meio de comunicação, conterà, obrigatoriamente, clara advertência sobre os riscos do produto à saúde dos homens, animais e ao meio ambiente, e observará o seguinte:

I - estimulará os compradores e usuários a ler atentamente o rótulo e, se for o caso, o folheto, ou a pedir que alguém os leia para eles, se não souberem ler;

II - não conterà nenhuma representação visual de práticas potencialmente perigosas, tais como a manipulação ou aplicação sem equipamento protetor, o uso em proximidade de alimentos ou em presença de crianças;

III - obedecerá ao disposto no inciso II do § 2º do art. 7º desta Lei.

Art. 9º No exercício de sua competência, a União adotará as seguintes providências:

I - legislar sobre a produção, registro, comércio interestadual, exportação, importação, transporte, classificação e controle tecnológico e toxicológico;

II - controlar e fiscalizar os estabelecimentos de produção, importação e exportação;

III - analisar os produtos agrotóxicos, seus componentes e afins, nacionais e importados;

IV - controlar e fiscalizar a produção, a exportação e a importação.

Art. 10. Compete aos Estados e ao Distrito Federal, nos termos dos arts. 23 e 24 da Constituição Federal, legislar sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como fiscalizar o uso, o consumo, o comércio, o armazenamento e o transporte interno.

Art. 11. Cabe ao Município legislar supletivamente sobre o uso e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins.

Art. 12. A União, através dos órgãos competentes, prestará o apoio necessário às ações de controle e fiscalização, à Unidade da Federação que não dispuser dos meios necessários.

Art. 12A. Compete ao Poder Público a fiscalização: (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

I – da devolução e destinação adequada de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, de produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso; (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

II – do armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias e produtos referidos no inciso I. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

Art. 13. A venda de agrotóxicos e afins aos usuários será feita através de receituário próprio, prescrito por profissionais legalmente habilitados, salvo casos excepcionais que forem previstos na regulamentação desta Lei.

~~Art. 14. As responsabilidades administrativa, civil e penal, pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, a comercialização, a utilização e o transporte não cumprirem o disposto nesta Lei, na sua regulamentação e nas legislações estaduais e municipais, cabem:~~

Art. 14. As responsabilidades administrativa, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, comercialização, utilização, transporte e destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, não cumprirem o disposto na legislação pertinente, cabem: (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

a) ao profissional, quando comprovada receita errada, displicente ou indevida;

~~b) ao usuário ou a prestador de serviços, quando em desacordo com o receituário;~~

b) ao usuário ou ao prestador de serviços, quando proceder em desacordo com o receituário ou as recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário-ambientais; (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

~~c) ao comerciante, quando efetuar venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita;~~

c) ao comerciante, quando efetuar venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita ou recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário-ambientais; (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

d) ao registrante que, por dolo ou por culpa, omitir informações ou fornecer informações incorretas;

~~e) ao produtor que produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto e da propaganda;~~

e) ao produtor, quando produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto

e da propaganda, ou não der destinação às embalagens vazias em conformidade com a legislação pertinente; (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

f) ao empregador, quando não fornecer e não fizer manutenção dos equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores ou dos equipamentos na produção, distribuição e aplicação dos produtos.

~~Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar ou prestar serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, descumprindo as exigências estabelecidas nas leis e nos seus regulamentos, ficará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além da multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além da multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.~~

Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar, prestar serviço, der destinação a resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, em descumprimento às exigências estabelecidas na legislação pertinente estará sujeito à pena de reclusão, de dois a quatro anos, além de multa. (Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000)

Art. 16. O empregador, profissional responsável ou o prestador de serviço, que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde e ao meio ambiente, estará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além de multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além de multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

Art. 17. Sem prejuízo das responsabilidades civil e penal cabíveis, a infração de disposições desta Lei acarretará, isolada ou cumulativamente, nos termos previstos em regulamento, independente das medidas cautelares de estabelecimento e apreensão do produto ou alimentos contaminados, a aplicação das seguintes sanções:

I - advertência;

II - multa de até 1000 (mil) vezes o Maior Valor de Referência - MVR, aplicável em dobro em caso de reincidência;

III - condenação de produto;

IV - inutilização de produto;

V - suspensão de autorização, registro ou licença;

VI - cancelamento de autorização, registro ou licença;

VII - interdição temporária ou definitiva de estabelecimento;

VIII - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, com resíduos acima do permitido;

IX - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, nos quais tenha havido aplicação de agrotóxicos de uso não autorizado, a critério do órgão competente.

Parágrafo único. A autoridade fiscalizadora fará a divulgação das sanções impostas aos infratores desta Lei.

Art. 18. Após a conclusão do processo administrativo, os agrotóxicos e afins, apreendidos como resultado da ação fiscalizadora, serão inutilizados ou poderão ter outro destino, a critério da autoridade competente.

Parágrafo único. Os custos referentes a quaisquer dos procedimentos mencionados neste artigo correrão por conta do infrator.

Art. 19. O Poder Executivo desenvolverá ações de instrução, divulgação e esclarecimento, que estimulem o uso seguro e eficaz dos agrotóxicos, seus componentes e afins, com o objetivo de reduzir os efeitos prejudiciais para os seres humanos e o meio ambiente e de prevenir acidentes decorrentes de sua utilização imprópria.

Parágrafo único. As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, implementarão, em colaboração com o Poder Público, programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à devolução das embalagens vazias por parte dos usuários, no prazo de cento e oitenta dias contado da publicação desta Lei. (Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000)

Art. 20. As empresas e os prestadores de serviços que já exercem atividades no ramo de agrotóxicos, seus componentes e afins, têm o prazo de até 6 (seis) meses, a partir da regulamentação desta Lei, para se adaptarem às suas exigências.

Parágrafo único. Aos titulares do registro de produtos agrotóxicos que têm como componentes os organoclorados será exigida imediata reavaliação de seu registro, nos termos desta Lei.

Art. 21. O Poder Executivo regulamentará esta Lei no prazo de 90 (noventa) dias, contado da data de sua publicação.

Art. 22. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 23. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 11 de julho de 1989; 168º da Independência e 101º da República.

JOSÉ SARNEY  
*Íris Rezende Machado*  
*João Alves Filho*  
*Rubens Bayma Denys*