



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

EDSON HENRIQUE GASPAR MASSI

**A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA BIOENERGÉTICA DA  
SOJA À PROVA:  
OS AGROTÓXICOS NO AR**

---

Londrina  
2021

EDSON HENRIQUE GASPAR MASSI

**A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA BIOENERGÉTICA DA  
SOJA À PROVA:  
OS AGROTÓXICOS NO AR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, Mestrado Acadêmico, Universidade Estadual de Londrina, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Solci

Londrina  
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M417      Massi, Edson Henrique Gaspar.  
A sustentabilidade da cultura bioenergética da soja à prova: os agrotóxicos no ar / Edson Henrique Gaspar Massi. - Londrina, 2021.  
94 f. : il.

Orientador: Maria Cristina Solci.  
Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2021.  
Inclui bibliografia.

1. Sustentabilidade da cadeia de biocombustíveis - Tese. 2. Consumo de agrotóxicos no cultivo de soja - Tese. 3. Agrotóxicos no ar - Tese. 4. Políticas Públicas - Tese. I. Solci, Maria Cristina. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Título.

CDU 662

EDSON HENRIQUE GASPAR MASSI

**A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA BIOENERGÉTICA DA  
SOJA À PROVA:  
OS AGROTÓXICOS NO AR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, Mestrado Acadêmico, Universidade Estadual de Londrina, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Solci  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Renato Zanella  
Universidade Federal de Santa Maria – UFMS

---

Prof. Dr. Dimas Augusto Morozin Zaia  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 07 de maio de 2021.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela existência, por me propiciar nessa experiência terrena tantas dádivas. Agradeço a orientação para a conclusão deste trabalho, a Professora Doutora Maria Cristina Solci que me acolheu em um momento muito importante de incertezas pelos quais passei neste Mestrado, uma mulher de uma inteligência e uma espiritualidade ímpar, que me mostrou essa família que é o LACA, meu respeito e consideração a todos meus colegas que sempre nos momentos que precisei estiveram prontos a me ajudar e colaborar para que este trabalho acontecesse.

Aos professores que tive neste trajeto por me inundar com seus conhecimentos e me tornar um profissional capaz. Aos meus colegas de turma da UEL, cujo vínculo propiciou que as dificuldades enfrentadas nas caminhadas se tornassem mais brandas, aos colegas da UEPG, UEM, UNIOESTE, UFPR e UNICENTRO pelas trocas de experiências, de culturas, de viagens e por mostrar a força de um Mestrado em Rede.

Aos meus amigos da vida, que são tantos que enumera-los seria egoísmo de minha parte, sempre estando comigo me trazendo leveza em todos os momentos vividos.

Ao Ministério Público do Estado do Paraná, 2ª Promotoria de Justiça de Ibitiporã, na pessoa da minha amada e amiga “Chefa”, a Promotora de Justiça Dra. Révia Aparecida Peixoto de Paula Luna, uma mulher brilhante, vocacionada, com a força e vontade de mudar a todos a sua volta, de fazer acontecer, uma verdadeira Promotora não somente de Justiça, mas dá Justiça. A seu braço direito sua assessora Patrícia Hahn de Lima Gongora que contribui no meu engrandecimento em conhecimento e transformação humana. A todos os estagiários e equipe administrativa pelas conversas edificantes e pelo entendimento de que somos agentes de transformação da realidade local.

Aos meus familiares, meu pai Antonio que partiu a pátria espiritual, mas me deixou arraigado tantas qualidades e virtudes, por olhar sempre por nossa família e nos trilhar num caminho de luz. A minha mãe Silvia, que na adversidade das circunstâncias se mostrou a mulher mais forte que conheci. A minha irmã Clarissa, meu exemplo na busca incessante ao conhecimento e parceira nos estudos

ambientais. Ao meu irmão Matheus pela companhia contínua, pelas longas conversas e momentos vividos. Agradeço ainda aos meus familiares, por sempre me incentivarem e me apoiarem em todas as decisões que tomei.

Ao meu esposo Anderson, por ser esse ser de luz que irradia minha vida me trazendo nobreza de sentimentos. Mostrando-me o verdadeiro significado do amor, cumplicidade, paciência e companheirismo. Minha Gratidão!

*“A vontade, a persistência e o merecimento andam de mãos dadas”. Ministro Genésio.*

Nosso Lar, psicografia de Chico Xavier.

*"Ecologia sem luta de classes  
é jardinagem."  
Chico Mendes*

MASSI, Edson Henrique Gaspar. **A sustentabilidade da cultura bioenergética da soja à prova: os agrotóxicos no ar.** 2021. 94 f. Dissertação (Pós-Graduação, Mestrado em Bioenergia). Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

## RESUMO

A utilização de biocombustíveis traz a alusão da sustentabilidade, resultante da utilização de fontes renováveis de energia, no caso a soja é a mais expressiva fonte no Brasil para o biodiesel. Todavia, há questionamentos desta sustentabilidade através do uso de agrotóxicos no ciclo produtivo, como a dispersão de agrotóxicos no ar, que consiste em uma matéria transversal necessitando de diálogo constante entre as áreas técnicas para o desenvolvimento de material técnico-científico que subsidie a construção de políticas públicas adequadas para o fortalecimento dos sistemas normativos ambientais e de saúde que resultem em fiscalizações eficazes buscando a promoção ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Assim, o presente estudo tem por objetivo compreender os agrotóxicos mais comercializados em Ibiporã/PR na cultura da soja, bem como resultar na determinação dos agrotóxicos presentes no ar, decorrente a esta atividade a fim de contribuir com as discussões entre pesquisadores, gestores e atores interessados. O trabalho identificou que no Paraná no ano de 2018 foram comercializadas 92.904 toneladas de agrotóxicos. O ingrediente ativo mais comercializado foi o glifosato 27,6%. A cultura da soja é a que mais utiliza agrotóxicos 56,9%, milho 17,3% e trigo 9,1%. A classificação de uso desses ingredientes ativos no Paraná é de herbicida 62,1%, fungicida 15,5% e inseticida 11%. O estudo identificou que em Ibiporã em 2017, foram comercializadas 272,8 toneladas de agrotóxicos. Os ingredientes ativos mais comercializados foram, glifosato 96.500 kg e atrazina 31.013 kg. A cultura da soja foi a que mais consumiu agrotóxico, 151.423 kg; milho 78.678 e trigo 6.282 kg. A maior área plantada foi a soja com 16.600 ha; milho 15.350 ha e trigo 1.300 ha. O maior consumo de agrotóxicos por hectares, soja 9,1 kg ha<sup>-1</sup>; milho 5,1 kg ha<sup>-1</sup>; e trigo 4,8 kg ha<sup>-1</sup>. No tocante a caracterização do ar na área urbana de Ibiporã/PR, das 45 amostras analisadas e do uso do método GC-MS/MS, obteve-se a identificação de dois agrotóxicos em 4 amostras, para MP1: Permetrina e Picoxistrobina, sendo possível a determinação de concentração para uma amostra; já para o MP2,5 foi possível identificar a Permetrina cis. No que concerne ao método UHPLC-MS/MS, foram identificados 28 agrotóxicos: Atrazina; Azametifós; Benfuracarbe; Cresoxim-metilico; Clomazone; Clorantraniliprole; Dicrotofós; Dimoxistrobina; Espinosade D; Etiofencarbe; Fenamidona; Fenpiroximato-(E); Furatiocarbe; Hexitriazoxi; Indoxacarbe; Iprodiona; Mefosfolam; Metolacloro; Metomil; Pencicuron; Penoxsulam; Permetrina; Picoxistrobina; Pirazofós; Pirimifós-etílico; Quizalofope-P-etílico; Tebuconazol e Tebufenpirade, para MP1 foi possível determinar a concentração de 13 amostras e de 14 para o MP2,5. As informações produzidas por meio deste trabalho poderão subsidiar junto a outros estudos, políticas públicas de proteção a saúde ambiental e humana.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; soja; agrotóxicos; ar; políticas públicas.

MASSI, Edson Henrique Gaspar. **The sustainability of the bioenergetic crop of soybeans to the test: pesticides in the air.** 2021. 94 p. Dissertation (Post-Graduation, Master in Bioenergy). Exact Sciences Center, Londrina State University, Londrina, 2021.

## ABSTRACT

The use of biofuels alludes to sustainability, resulting from the use of renewable energy sources, in this case soy is the most expressive source in Brazil for biodiesel. However, there are questions about this sustainability through the use of pesticides in the production cycle, such as the dispersion of pesticides in the air, which is a cross-cutting matter requiring constant dialogue between technical areas for the development of technical-scientific material to support the construction of adequate public policies for the strengthening of health and environmental regulatory systems that result in effective inspections seeking to promote an ecologically balanced environment. Thus, this study aims to understand the most commercialized pesticides in Ibiporã/PR in the soybean crop, as well as to result in the determination of pesticides present in the air, resulting from this activity, in order to contribute to the discussions between researchers, managers and actors interested parties. The work identified that in Paraná, in 2018, 92.904 tons of pesticides were sold. The most commercialized active ingredient was Glyphosate 27,6%. The soybean crop is the one that uses the most pesticides 56,9%, corn 17,3% and wheat 9,1%. The classification of use of these active ingredients in Paraná is 62,1% herbicide, 15,5% fungicide and 11% insecticide. The study identified that in Ibiporã in 2017, 272,8 tons of pesticides were sold. The most commercialized active ingredients were Glyphosate 96.500 kg and Atrazine 31.013 kg. The soybean crop consumed the most pesticides, 151.423 kg; corn 78.678 and wheat 6.282 kg. The largest planted area was soybean with 16.600 ha; corn 15.350 ha and wheat 1,300 ha. The highest consumption of pesticides per hectare, soybean 9,1 kg ha<sup>-1</sup>; corn 5,1 kg ha<sup>-1</sup>; and wheat 4,8 kg ha<sup>-1</sup>. Regarding the characterization of the air in the urban area of Ibiporã/PR, of the 45 samples analyzed and the use of the GC-MS/MS method, it was obtained the identification of two pesticides in 4 samples, for MP1: Permethrin and Picoxystrobin, being determination of concentration for a sample possible; for MP2.5 it was possible to identify cis Permethrin. Regarding the UHPLC-MS/MS method, 28 pesticides were identified: Atrazine; Azamethiphos; Benfuracarb; Kresoxim-methyl; Clomazone; Chlorantraniliprole; Dicrotophos; Dimoxystrobin; Spinosad D; Ethiofencarb; Phenamidone; Fenpyroximate (E); Furathiocarb; Hexitriazoxy; Indoxacarb; Iprodione; Mephospholam; Metolachlor; Methomyl; Pencicuron; Penoxsulam; Permethrin; Picoxystrobin; Pyrazophos; Pyrimphos-ethyl; Quizalofop-P-ethyl; Tebuconazole and Tebufenpyrade, for MP1 it was possible to determine the concentration of 13 samples and 14 for MP2.5. The information produced through this work may support, together with other studies, public policies for the protection of environmental and human health.

**Key-words:** sustainability; soybean; pesticides; air; public policy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz Energética .....	17
Figura 2 – Participação de renováveis na OIE .....	18
Figura 3 – Repartição da OIE .....	19
Figura 4 – Consumo final de biodiesel no Brasil .....	20
Figura 5 – Produção mundial de soja em grãos - safra 2018/2019 .....	23
Figura 6 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%).....	27
Figura 7 – Comparação entre grãos de areia, fio de cabelo e MP <sub>10</sub> e MP <sub>2,5</sub> .....	31
Figura 8 – Classificação por tamanho e composição do material particulado atmosférico em relação à sua fonte .....	32
Figura 9 – Regiões de deposição para partículas atmosféricas no sistema respiratório de acordo com o diâmetro aerodinâmico .....	33
Figura 10 – Fórum de Justiça de Ibiporã .....	37
Figura 11 – Amostradores no pátio do Fórum de Justiça de Ibiporã/PR .....	39
Figura 12 – Ciclones com os filtros de MP <sub>2,5</sub> e MP <sub>1</sub> , Fórum de Justiça Ibiporã/PR à direita.....	39
Figura 13 – PIB do ramo agrícola.....	41
Figura 14 – Linhas de financiamento em 2017, Ibiporã/PR.....	42
Figura 15 – Linhas de financiamento em 2018, Ibiporã/PR.....	43
Figura 16 – Agrotóxicos comercializados no Paraná (t ano <sup>-1</sup> ) .....	45
Figura 17 – Agrotóxicos comercializados em Ibiporã/PR (t ano <sup>-1</sup> ).....	45
Figura 18 – Área plantada (ha) em Ibiporã – 2017.....	50
Figura 19 – Lavoura que foi aplicado agrotóxico, destacando o local onde estão as colmeias) .....	55
Figura 20 – Flor da soja e ausência de sinais de percevejo.....	55
Figura 21 – Abelha morta no cultivo de soja .....	55
Figura 22 – Colmeias com milhares de abelhas mortas ao redor .....	56
Figura 23 – Abelhas mortas perto da colmeia .....	56
Figura 24 – Valores de temperatura média (°C), umidade relativa média (%) e precipitação média (mm), entre os dias 11 e 23 de setembro, Ibiporã, 2019 .....	60

Figura 25 – Valores de temperatura média (°C), umidade relativa média (%) e precipitação média (mm), entre os dias 18 e 24 de novembro de 2019, Ibiporã, 2019 .....	60
Figura 26 – MP <sub>1</sub> ; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 11 e 23 de setembro de 2019, Ibiporã/PR.....	62
Figura 27 – MP <sub>1</sub> ; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 18 e 24 de novembro de 2019, Ibiporã/PR.....	62
Figura 28 – MP <sub>2,5</sub> ; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 11 e 23 de setembro de 2019, Ibiporã/PR.....	63
Figura 29 – MP <sub>2,5</sub> ; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 18 e 24 de novembro de 2019, Ibiporã/PR.....	63
Figura 30 – Classificação de uso dos agrotóxicos determinados no ar, Ibiporã/PR, 2019 .....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Repartição de Lixívia e “outras renováveis” .....	19
Quadro 2 – Complexo produtivo da soja no Brasil .....	28
Quadro 3 – Principais agrotóxicos e épocas de utilização no cultivo da soja .....	38
Quadro 4 – Período usual de aplicação em lavouras de grãos.....	38
Quadro 5 – Maiores usos de ingredientes ativos, culturas que usam mais agrotóxicos e classificação dos agrotóxicos mais utilizados no Paraná, 2018.....	46
Quadro 6 – Consumo médio anual dos agrotóxicos mais vendidos em Lucas do Rio Verde e em Campo Verde, MT entre 2005 e 2009 .....	46
Quadro 7 – Agrotóxicos mais vendidos na cultura bioenergética da soja em Ibiporã, 2017 .....	48
Quadro 8 – Área plantada, média de uso por hectare e total de agrotóxicos por tipo de lavoura no Brasil, 2015.....	49
Quadro 9 – Área plantada, média de uso por hectare e consumo de agrotóxicos por tipo de lavoura em Ibiporã, 2017 .....	51
Quadro 10 – Estimativa da produção de óleo e biocombustível das culturas bioenergéticas da soja e milho, Ibiporã – 2017 .....	52
Quadro 11 – Agrotóxicos comprados.....	57
Quadro 12 – Perfil dos agrotóxicos detectados no ar e concentração, Ibiporã/PR, 2019 .....	61
Quadro 13 – Agrotóxicos e quantidade detectada no ar em setembro (MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> ) e o Limite de detecção (LOD µg/L), 2019.....	64
Quadro 14 – Agrotóxicos e quantidade detectada no ar em novembro (MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> ) e o Limite de detecção (LOD µg/L), 2019.....	65
Quadro 15 – Quantidade total de agrotóxicos identificada no ar, Ibiporã/PR, 2019 .....	66
Quadro 16 – Agrotóxicos determinados no ar, LOQ do método e concentrações encontradas para MP <sub>1</sub> - Ibiporã/PR, 2019 .....	67
Quadro 17 – Agrotóxicos determinados no ar, LOQ do método e concentrações encontradas para MP <sub>2,5</sub> - Ibiporã/PR, 2019 .....	67
Quadro 18 – Informações dos agrotóxicos detectados no ar em Ibiporã/PR, 2019 .....	71
Quadro 19 – Informações dos agrotóxicos detectados e proibidos, Ibiporã, 2019 .....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
AIE	Agência Internacional de Energia
ALICE	Acesso Livre À Informação Científica da Embrapa
ANA	Articulação Nacional de Agroecologia
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível
BC	Banco Central
BEN	Balanco Energético Nacional
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
Capex	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPCEM	Centro de Pesquisa em Cromatografia e Espectrometria de Massas
DOU	Diário Oficial da União
EMATER	Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
EUA	Estados Unidos da América
GC-MS/MS	Cromatografia Gasosa ao detector por Espectrometria de Massas em Série
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMS	Imposto sobre Comercialização de Mercadorias e Serviços
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LACA	Laboratório de Análises Cromatográficas e Ambientais
LARP	Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas
LOD	Limite de Detecção do método
LOQ	Limite de Quantificação do método
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Material Particulado
MPPR	Ministério Público do Estado do Paraná
MS	Ministério da Saúde
MT	Mato Grosso
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIE	Oferta Interna de Energia
PA/MPPR	Procedimento Administrativo do Ministério Público
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Projeto de Lei
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PSOL	Partido Socialismo e Liberdade
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SAAMA	Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente
SciELO	Web of Science, Scientific Electronic Library
SIAGRO	Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Paraná
STF	Supremo Tribunal Federal

SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UHPLC-MS/MS	Cromatógrafo Líquido Acoplado a Espectrômetro de Massas
USP	Universidade de São Paulo
VMP	Valor Máximo Permitido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>BIOENERGIA</b> .....	17
2.1	BIOMASSA .....	21
2.2	CULTURAS BIOENERGÉTICAS .....	21
2.2.1	Cultura Bioenergética Da Soja .....	23
2.3	BICOMBUSTÍVEIS .....	24
2.3.1	Biodiesel Da Soja .....	26
<b>3</b>	<b>AGROTÓXICOS</b> .....	29
3.1	OS AGROTÓXICOS NO AR .....	30
3.1.1	Material Particulado .....	31
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	35
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	36
5.1	LEVANTAMENTOS BIBLIOGRÁFICOS .....	36
5.2	LEVANTAMENTOS SOBRE A COMERCIALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS .....	36
5.3	DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO MATERIAL PARTICULADO FINO .....	37
5.3.1	Local De Instalação Dos Coletores Para O Material Particulado Fino (MP <sub>2,5</sub> e MP <sub>1</sub> ) .....	37
5.3.2	Coleta De Informações E O Ano Agrônomo Da Soja .....	37
5.3.3	Determinação Dos Agrotóxicos No Material Particulado Fino (MP <sub>2,5</sub> e MP <sub>1</sub> ) .....	40
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
6.1	OS LUCROS DO AGRONEGÓCIO E SEUS "ZEROS" DIVIDENDOS COM A SAÚDE PÚBLICA E O MEIO AMBIENTE .....	41
6.2	AGROTÓXICOS COMERCIALIZADOS .....	44
6.2.1	Agrotóxicos Mais Vendidos Para A Cultura Bioenergética Da Soja .....	47
6.2.2	Área Plantada X Consumo De Agrotóxicos .....	49
6.3	ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ÓLEO E BICOMBUSTÍVEL .....	51

6.4	SUSTENTABILIDADE PARA QUEM? O CASO DA MORTE DE ABELHAS EM IBIPORÃ.....	53
6.5	O AGRO É POP, O AGRO É TECH, O AGRO É TUDO: O AGROTÓXICO ESTÁ NO AR.....	58
6.5.1	Agrotóxicos No Ar.....	59
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO I CONDIÇÕES DAS ANÁLISES.....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXO II COMPOSTOS ANÁLISADOS.....</b>	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas são crescentes as preocupações ambientais quanto à disponibilidade limitada de combustíveis fósseis e os altos preços de energia, decorrente a estas preocupações, novas formas de energia, ditas renováveis estão sendo promovidas buscando tornarem viáveis o processo de produção “sustentável” e que seja competitivo no mercado globalizado (CARMO; BARROS NETO; DUTRA, 2011). Sendo assim, deu-se origem ao desenvolvimento de produtos a partir de recursos renováveis e incentivando os governos em todo o mundo, a apoiarem a transição para uma economia de base biológica a fim de reduzir as emissões dos gases de efeito de estufa responsáveis pelas crises climáticas, bem como reduzir a dependência de combustíveis fósseis (BORKOWSKA; MOLAS, 2013; MUYLLE *et al.*, 2015; CAMARSA *et al.*, 2015). Neste contexto, a energia proveniente das biomassas é uma alternativa a partir das culturas bioenergéticas. A produção de bioenergia a partir de biomassa proveniente das lavouras, pode ser convertida em energia para aquecimento, em eletricidade (de combustão ou mecanização) e biocombustíveis (por exemplo: bioetanol, biodiesel e biogás) (FERREIRA, 2015).

Existe uma grande variedade de espécies de culturas bioenergéticas atualmente cultivadas para a produção de biodiesel, todavia a cultura destaque em virtude da elevada produção no Brasil, é a soja (CARBONARI; VELINI; ANTUNIASSI, 2012). A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP, 2019), salienta que em 2019, o óleo de soja foi utilizado na produção de aproximadamente 70% do biodiesel consumido no país.

O desenvolvimento sustentável possui como fulcro ideias e práticas, tais como: tecnologia limpa, produção mais limpa, minimização de rejeitos, reciclagem, conservação de recursos, eficiência energética, prevenção da biodiversidade e redução da poluição. Num escopo abrangente, a sustentabilidade implica em uma mudança na economia global, nos valores socioculturais e nas relações econômicas entre os diferentes países, assim como na consciência ambiental, em todas as sociedades (SOUZA *et al.*, 2015).

A hipótese deste trabalho advém de que a produção de grandes monoculturas, como a soja, tem associado o seu uso intensivo a utilização em demasia de agrotóxicos e neste bojo, este uso dos agrotóxicos nas lavouras pode

condicionar sua presença no ar, contribuindo com indagações quanto a cadeia de biocombustíveis serem sustentáveis.

O risco para o meio ambiente e para a saúde humana decorrente da contaminação por agrotóxicos vêm sendo investigados ao longo dos anos, o desenvolvimento e a aplicação de métodos para detectar a presença de agrotóxico não consistem num assunto novo no campo das ciências ambientais (SOUZA *et al.*, 2017).

Nesse sentido, este trabalho tem apoio do Ministério Público do Estado do Paraná (MPPR), na 2ª Promotoria de Justiça de Ibiporã/PR, que através do Comitê Institucional de Articulação para Redução do Uso de Agrotóxicos, impõe a urgência na iniciação da discussão da matéria, a fim de fomentar o aprimoramento de políticas públicas que promovam a sustentabilidade, através da redução do uso de agrotóxicos nas lavouras da região.

Destarte, a dispersão de agrotóxicos no ar consiste em uma matéria transversal que carece de diálogo permanente entre as áreas técnicas, necessitando do desenvolvimento de material técnico-científico que subsidie a construção de políticas públicas adequadas para o fortalecimento da legislação ambiental, propiciando a promoção a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Assim, o presente estudo tem por objetivo compreender os agrotóxicos mais comercializados em Ibiporã/PR na cultura da soja, resultar na determinação dos agrotóxicos presentes no ar, decorrente a esta atividade a fim de iniciar as discussões entre pesquisadores, gestores e atores interessados, dada a relevância deste tema.

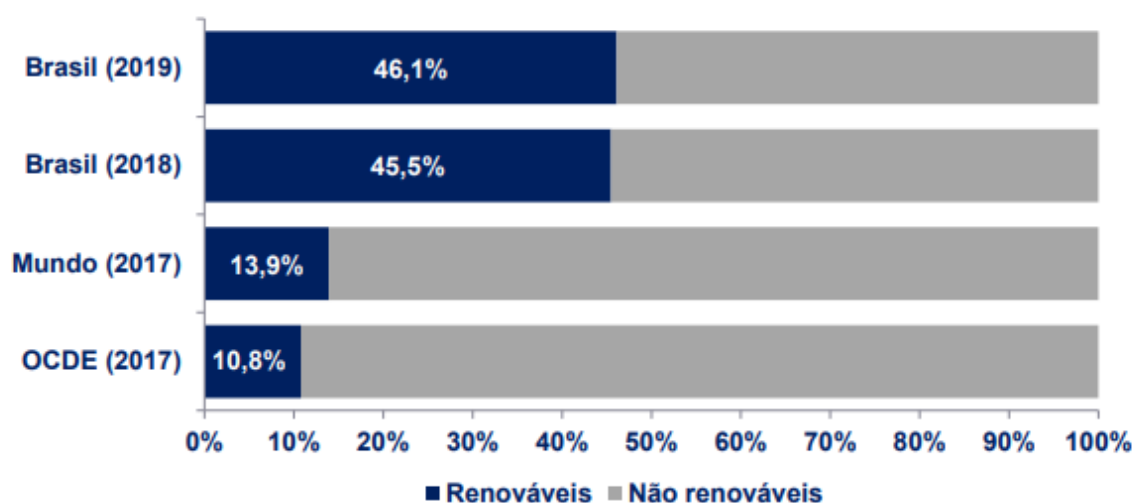
## 2 BIOENERGIA

Um dos fundamentos da sustentabilidade econômica de um país é a sua capacidade de prover logística e energia para o desenvolvimento de sua produção, com segurança e em condições competitivas e ambientalmente sustentáveis (TOLMASQUIM, 2012). As políticas e as economias internacionais devem assumir compromissos atuais e futuros para fortalecer e diversificar a matriz energética mundial de forma sustentável a fim de atender as demandas vindouras (PEDROSO *et al.*, 2018).

A Agência Internacional de Energia - AIE (2015) estima que a população mundial se aproximará de 9 bilhões em 2040 e para atender a essa demanda, em comparação ao consumo de 2010, será necessário um aumento próximo a 35% na oferta total de energia. Isto exigirá maior diversificação de recursos energéticos e inovações tecnológicas mais eficientes e confiáveis para o meio ambiente e assim tornar a matriz energética mundial mais sustentável.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) – Relatório Síntese 2020, Ano Base 2019, houve um incremento da geração hidráulica e eólica; aumento de lixívia e biodiesel; redução da oferta de petróleo e derivados e redução da oferta de gás natural. A figura 1, traz a participação de renováveis na matriz energética do Brasil, Mundo e Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

**Figura 1 – Matriz Energética**



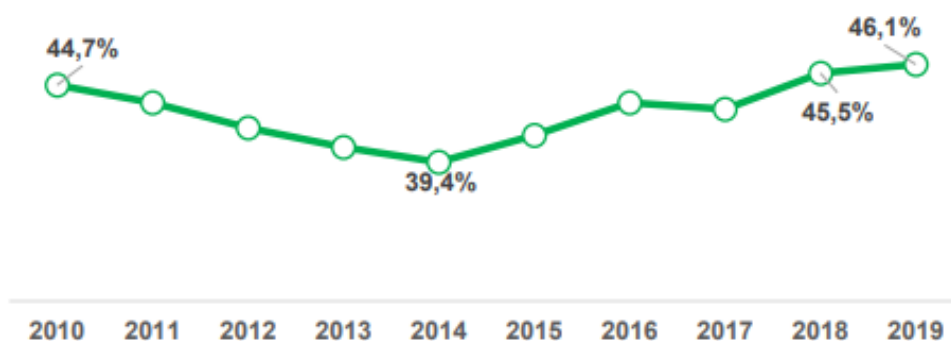
Fonte: BEN, 2020

A figura acima evidencia que o Brasil em 2019 possui 46,1% da matriz energética renovável, quando comparado com a média dos países do mundo 13,9% e OCDE 10,8%, os valores do país são evidentemente superiores.

A bioenergia recebe importância dada a atual conjuntura do setor energético, diante da necessidade de buscar alternativas que tragam soluções de eficiência na utilização de recursos, promovendo o uso de energia oriunda de novas fontes (GUEDES *et al.*, 2017; CAMIOTO; REBELATTO; ROCHA, 2016).

A figura 2, elucida a distribuição no decorrer dos anos da participação de energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) no país. A participação de fontes renováveis na oferta de energia interna do Brasil, apresenta oscilações, mas com valores significativos na participação total, com crescimento de 0,6% entre o ano de 2018 e 2019.

**Figura 2 – Participação de renováveis na OIE**



**Fonte:** BEN, 2020.

Diversos recursos naturais nas mais diferentes regiões podem ser utilizados como fontes principais de bioenergia, portanto para sua motivação há necessidade da criação de instrumentos legais de incentivo à geração descentralizada de energia por fontes renováveis e de incentivo à eficiência energética (ALTOÉ *et al.*, 2017).

A figura 3 elucida a oferta interna de energia e ressalta que a matriz energética brasileira é bastante diversificada com importante participação de energias renováveis (BEN, 2020).

**Figura 3 – Repartição da OIE**



<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

Fonte: BEN, 2020

Quando analisado a repartição da lixívia e outras renováveis 7% do total de 46,1% das fontes renováveis, uma informação interessante é de que o biodiesel ultrapassa a energia eólica em 2017, mantendo a segunda posição em 2019 quando comparado com outras ofertas de energia interna do grupo, conforme quadro 1.

**Quadro 1 – Repartição de Lixívia e “outras renováveis”**

Lixívia e outras renováveis (mil tep)	2017	2018	2019	Δ%18/19
<b>Lixívia</b>	8.892	9.553	8.948	-6,3%
<b>Biodiesel</b>	3.313	4.174	4.878	11,1%
<b>Outras biomassas</b>	1.280	1.351	1.149	1,4%
<b>Biogás</b>	191	204	269	31,8%
<b>Gás industrial de carvão vegetal</b>	74	88	81	-8,0%
<b>Eólica</b>	3.644	4.169	4.815	15,5%
<b>Solar</b>	72	298	572	92,2%
<b>Total</b>	17.467	19.837	20.712	4,4%

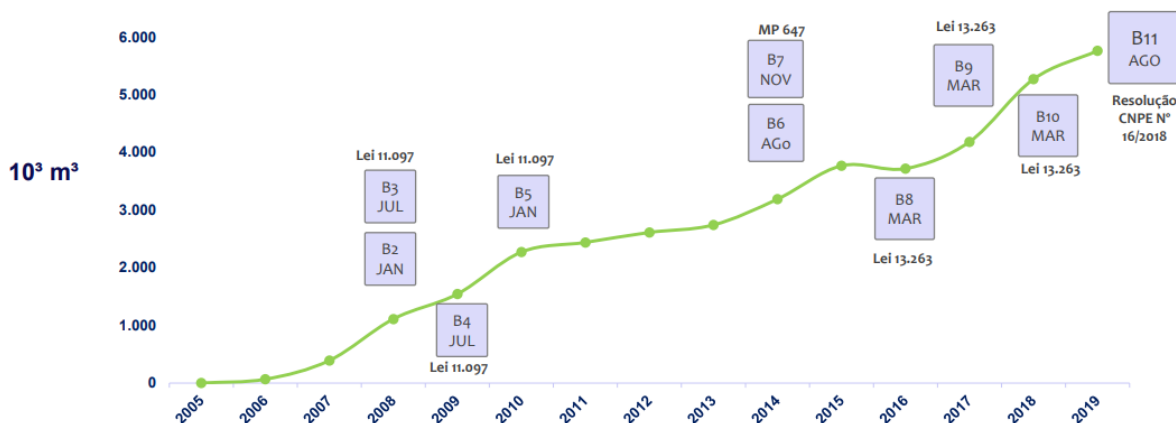
Fonte: BEN, 2019; 2020.

No tocante há o aumento do biodiesel que apresentou um crescimento de 11,1%, comparando o ano de 2018 e 2019, o relatório BEN (2020), evidencia o aumento do consumo deste biocombustível no país, conforme figura 4.

**Figura 4 – Consumo final de biodiesel no Brasil**

Em 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	66	391	1.111	1.543	2.272	2.439	2.612	2.742	3.189	3.769	3.719	4.183	5.270	5.762



Fonte: BEN, 2020

Vale ressaltar que muitas pessoas confundem a matriz energética com a matriz elétrica, estas são diferentes, enquanto a matriz energética representa o conjunto de fontes de energia disponíveis para movimentar os veículos automotivos, aquecer caldeiras, preparar a comida no fogão e gerar eletricidade, a matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica. Dessa forma, podemos concluir que a matriz elétrica é parte da matriz energética (EPE, 2018).

Historicamente o Brasil se beneficiou de seus recursos naturais para a geração de bioenergia sendo amplamente utilizada e, conseqüentemente, adquirindo aprimoramento tecnológico neste segmento (FERRAZ; CODICEIRA, 2017). A diversificação da matriz energética e elétrica é importante pois não há somente algumas fontes disponíveis, reduzindo riscos de apagões, diminui a dependência de combustíveis fósseis, bem como prioriza as fontes renováveis.

Neste bojo, pesquisas têm sido conduzidas sob diferentes perspectivas, como avaliação do custo sistêmico total da geração de energia, considerando as externalidades socioeconômicas e ambientais (TRAPP; RODRIGUES, 2016), análises da contribuição ambiental por meio da alteração da matriz energética (CAMIOTO; REBELATTO, 2014) ou análise de investimentos e riscos em eficiência energética (ARAGÓN; POMPLONA; VIDAL MEDINA, 2013).

## 2.1 BIOMASSA

Segundo Hinrichs, Kleinbach e Reis (2010), a biomassa pode ser entendida como toda matéria orgânica, vegetal ou animal, com possibilidade de ser utilizada na geração de energia e produção de biocombustíveis. Nas palavras de Sims e colaboradores (2006), a biomassa compõe a matéria-prima para a produção de diversas variações de biocombustíveis, tais como: gasosos (biogás, hidrogênio, gás de síntese); líquidos (etanol, biodiesel), e sólidos (cavacos, pellets, briquetes).

A possibilidade de estar disponível em grandes quantidades, ocasiona uma vantagem considerável da biomassa em ser a única fonte de energia renovável que pode ser armazenada e utilizada na produção de biocombustível quando necessário (DIPTI; PRIYANKA, 2013).

Todavia a produção da biomassa para a geração de energia implica utilização de grandes áreas, fato que, aliado às correntes práticas de monoculturas, gera impactos ambientais significativos sobre a biodiversidade e os modos de produção, como a destruição da fauna e da flora com extinção de certas espécies, contaminação do solo e mananciais de água por uso de agrotóxicos e outros meios de defesa manejados inadequadamente (COELHO *et al.*, 2002).

## 2.2 CULTURAS BIOENERGÉTICAS

A denominação “culturas bioenergéticas” possui esta alcunha desde que as culturas agrícolas e florestais e os seus resíduos serviram como fonte principal de energia, até a descoberta do óleo em 1859 (DIPTI; PRIYANKA, 2013). Segundo Borkowska e Molas (2013), em sua maioria, as culturas bioenergéticas são espécies de plantas com elevada produção de biomassa e rápido crescimento.

Nas palavras de Nogueira e Lora (2003) e Ribeiro (2016), em geral, os vegetais não lenhosos energéticos são tipicamente produzidos a partir de cultivos anuais e são usualmente classificados em relação ao seu tecido de armazenamento, são estes: Amiláceos; Sacarídeos; Oleaginosas; Celulósicos e Aquáticas.

- Amiláceos: vegetais cujo tecido armazena o amido. Os amidos são carboidratos complexos, que devem ser transformados para obtenção de

açúcares mais simples para fermentação. Ex: milho, mandioca, batata-doce, etc;

- Sacarídeos: vegetais que possuem como tecido de armazenamento os açúcares, como a sacarose. A sacarose é produzida a partir de uma molécula de glicose e uma de frutose. Esses açúcares geralmente são utilizados para fermentação e produção de etanol. Ex: cana-de-açúcar; beterraba-sacarina;

- Oleaginosas: vegetais que detêm óleos e gorduras, podem ser extraídos através de processos adequados. Os óleos extraídos são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), que na temperatura de 20°C exibem aspecto líquido. As gorduras distinguem-se dos óleos por apresentar um aspecto sólido à temperatura de 20°C. São formados predominantemente por triglicerídeos, compostos resultantes da condensação entre um glicerol e ácidos graxos. Ex: óleo de girassol; óleo de soja; óleo de mamona;

- Celulósicos: os vegetais desse grupo contemplam aqueles que não possuem como tecido de reserva a sacarose, amido ou óleo, sua utilidade energética é somente na estrutura morfológica. A hidrólise é necessária em alguns materiais para que se possa utilizar os carboidratos em sua forma mais simples. Ex: capim-elefante; gramíneas forrageiras;

- Aquáticos: grupo das plantas aquáticas que possuem potencial para geração de energia. Entre elas estão o aguapé ou lírio aquático; algas e microalgas.

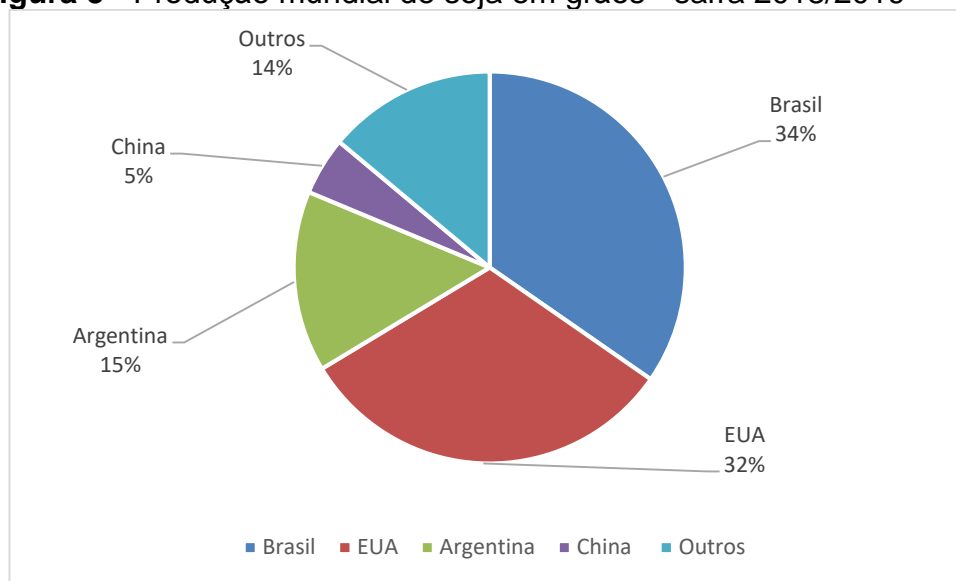
A condição com que a planta armazena a energia solar é crucial para escolha do processo tecnológico a ser utilizado na obtenção e transformação da energia da biomassa (NOGUEIRA; LORA, 2003).

A Agência Internacional de Energia - AIE (2007), salienta que uma colheita de culturas bioenergéticas deve ser caracterizada, por uma série de conjuntos, alta produção de biomassa, viabilidade econômica tanto no crescimento, na colheita e no armazenamento, em consonância com as circunstâncias específicas do mercado, exigindo baixos requisitos de entrada e de cultivo que, posteriormente, contribuirão a uma alta eficiência energética e também a um baixo impacto ambiental.

## 2.2.1 Cultura Bioenergética da Soja

Em seu relatório de julho de 2019, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA) estimou que a safra mundial de soja em grãos 2019/20 seria de aproximadamente 347,04 milhões de toneladas (CONAB, 2019). A figura 5 elucida a participação dos países na produção mundial de soja (CONAB, 2019).

**Figura 5 - Produção mundial de soja em grãos - safra 2018/2019**



**Fonte:** O próprio autor.

Da figura acima para a safra 2019/20 os maiores produtores de soja são: Brasil 123 milhões de toneladas (34%); EUA 112,95 milhões de toneladas (32%); Argentina 53 milhões de toneladas (15%); China 17 milhões de toneladas (5%); e outros países 49,4 milhões de toneladas (14%).

Há projeções do aumento de esmagamento mundial de soja na safra 2019/20, em relação à safra 2018/19, de aproximadamente 2,29% – um valor de 307,85 milhões de toneladas em esmagamentos. O aumento absoluto foi de 6,89 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

A China é o maior esmagador de soja do mundo, responsável por cerca de 27,93% de todos os esmagamentos mundiais. Somados aos esmagamentos dos Estados Unidos, com 18,69% dos esmagamentos mundiais; Argentina, com 14,61%; e Brasil, com 14,21%, os países respondem por 75,46% de todos os esmagamentos mundiais (CONAB, 2019).

No Brasil a compreensão do contexto da produção de soja é condicionada ao entendimento de como a cultura se encaixa na rotina das propriedades rurais. Conforme descrito por Hirakuri e colaboradores (2012), a sistemática da produção agrícola é composta pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou de criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir de fatores de produção (terra, capital, mão de obra, conhecimento e recursos ambientais) e interligados por um processo de gestão.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), no Brasil a soja é a principal cultura em extensão de área e volume de produção, representando aproximadamente 48% dos 240,65 milhões de toneladas de grãos produzidos em 2019 no país.

Hirakuri e colaboradores (2019) apontam que a solidez dos mercados dos produtos derivados, aliado a diferentes pacotes tecnológicos e cultivares de soja, tem criado um contexto favorável para a expansão da cultura em todas as regiões brasileiras.

A cadeia produtiva da soja está relacionada a outras, o que permite explorá-la sob diferentes aspectos. O destino do grão de soja pode ser o mercado externo ou o esmagamento na obtenção de produtos derivados, principalmente: farelo, que é utilizado na cadeia da proteína; e óleo, largamente usual nas cadeias alimentícias e de biocombustíveis (HIRAKURI *et al.*, 2019). Neste bojo, em 2019, o esmagamento gira em torno de 43,20 milhões de toneladas de soja em grãos, com uma produção próxima a 8,42 milhões de toneladas de óleo de soja, usado, sobretudo, para consumo humano e para fabricação de biodiesel (CONAB, 2019).

### 2.3 BICOMBUSTÍVEIS

No Brasil a Lei nº 9.478/97 é conhecida como Lei do Petróleo, é um marco regulatório no setor petrolífero do país (WATT NETO, 2014) sendo considerada “a mais importante norma jurídica brasileira na área de energia” (FERREIRA; LEITE, 2010).

A Lei do Petróleo traz em seu art. 6º, inciso XXIV a definição de biocombustível como sendo o “combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento, para outro tipo de

geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (AMADO, 2016), inciso incluído por força da Lei nº 11.097/05, que disciplina a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.

A Agência Nacional do Petróleo e Gás Natural (ANP) foi criada a partir da Lei do Petróleo, como órgão regulador da indústria e vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com poder normativo, poder concedente de exploração e produção de petróleo, poder fiscalizatório e poder decisório, ou seja, possui uma concentração de competência (WATT NETO, 2014).

A introdução da Lei nº 11.097/2005 representou um marco no quadro normativo brasileiro quando expande as funções da ANP, que passa a se chamar Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Desde então a ANP é o órgão regulador dos biocombustíveis. No caso dos biocombustíveis, como já visto, não existe o monopólio do Estado, sendo livre a iniciativa privada, mas regulamentado e fiscalizado pelo Estado por sua agência reguladora (PEREIRA, 2018).

Nas palavras de Pereira (2018), a Lei nº 12.490 de 2011 é um divisor do marco regulatório dos biocombustíveis pois acrescentou e deu nova redação a alguns dispositivos da Lei do Petróleo, ampliando a competência da ANP para toda a Indústria de Biocombustíveis.

No tocante a classificação técnica dos biocombustíveis há um consenso de categorizá-los por gerações em virtude dos insumos utilizados. De acordo com Sims e colaboradores (2006); Yuan e colaboradores (2008); Carvalho (2013) e Dipiti e Priyanka (2013), as culturas bioenergéticas podem ser classificadas em três de acordo com a tipologia de matéria-prima e na sua utilização, ou seja, nos seus possíveis produtos finais, as culturas bioenergéticas classificam-se nas seguintes categorias:

- Biocombustíveis de primeira geração: utilizaram-se de matérias primas extraídas de recursos agrícolas tradicionais como milho, soja, cana-de-açúcar, beterraba, cereais. As tecnologias para este tipo de biocombustível são conhecidas e desenvolvidas como o processo de fermentação para fabricação de etanol e a transesterificação de ácidos graxos para obtenção de biodiesel. A primeira geração possui uma concorrência direta com a matéria-prima destinada à alimentação humana

afetando profundamente o preço destes produtos, razão pela qual são objetos de críticas;

- Biocombustíveis de segunda geração: são aqueles obtidos a partir da biomassa lignocelulósica. Sua fabricação se dá em consequência da utilização de matéria-prima dos resíduos recicláveis, agrícolas e florestais, madeira, palha, ramos, cascas, além de culturas lignocelulósicas específicas;

- Biocombustíveis de terceira geração: incluem plantas boreais e microalgas. As plantas boreais são potenciais fontes de matérias-primas para fermentação direta da celulose, já a partir das microalgas é produzido biodiesel.

### 2.3.1 Biodiesel da Soja

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), incorporou esta fonte energética a partir de sua instituição em 2004. O programa previa, entre outros objetivos, a diversificação das matérias-primas para esta produção. Entre os principais insumos incluem-se a soja, o algodão, o dendê, o pinhão-mansão, o girassol, entre outras potencialidades (SOUZA *et al.*, 2015).

Após a sua introdução na Matriz Energética Brasileira, por meio da Lei nº 11.097/2005, o biodiesel passou a ganhar mais espaço no mercado de combustíveis e a ser considerado um substituto natural do diesel fóssil (RAMOS *et al.*, 2003).

Apesar da aptidão do Brasil para o cultivo de oleaginosas destinadas à produção de biodiesel, a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), menciona que a soja tem sido a matéria-prima mais utilizada para geração de biodiesel (SOUZA *et al.*, 2015).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), de todo o biodiesel consumido no Brasil em 2019, 3,7 bilhões de litros foram produzidos a partir do óleo de soja, o que equivale a um crescimento de 8% entre janeiro e dezembro de 2019, comparado a 2018.

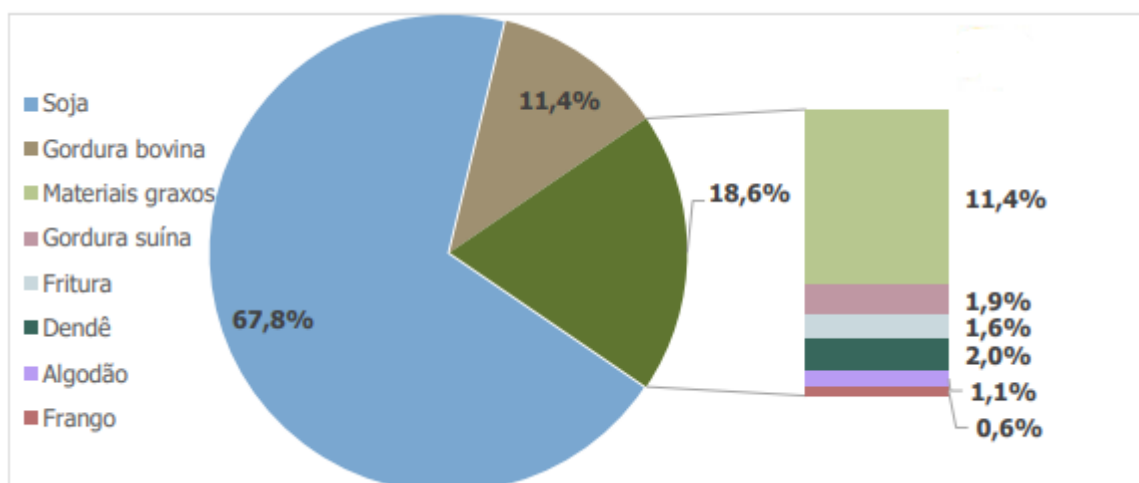
Dados da CONAB (2019), estimam há possibilidade de aumento de consumo de óleo de soja para produção de biodiesel, que passará de B12 para B13 estimulando os esmagamentos de 44,60 milhões de toneladas em 2020 para 47,30 milhões de toneladas em 2021.

A ABIOVE (2020) reforça que o volume destinado à produção de biodiesel a partir do óleo de soja, saiu de 0,8 milhão em 2008 para 3,7 milhões de toneladas em 2019, um crescimento de 365% no período.

Portanto, em relação ao óleo de soja, sua quantidade produzida é muito superior à demanda interna. Tal aspecto permitiu ao óleo de soja consagrar-se como a matéria prima mais abundante na produção de biodiesel no Brasil (SUAREZ *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2017).

Fato consubstanciado na figura 6, cujo insumo permaneceu no ano de 2019 como a principal matéria-prima para obtenção de biodiesel com participação de 67,8% de óleo de soja seguido pela gordura bovina com 11,4 % (EPE, 2020).

**Figura 6** – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%)



Fonte: EPE, 2020

Confirmando a importância da soja para a indústria de biodiesel no País, em termos percentuais, o produto atendeu próximo a 70% da produção nacional do biocombustível em 2019 (ANP, 2019).

Segundo a EPE (2020), a produção regional de biodiesel foi de 8,5% Sudeste, 7,7% Nordeste, 1,8% Norte, 41,4% Centro-Oeste e 40,6% no Sul. Assim, as regiões Centro-Oeste e Sul produziram 82,1% de todo o biodiesel consumido no país em 2019. O quadro 2 resume a situação do complexo da soja em 2019.

**Quadro 2 – Complexo produtivo da soja no Brasil**

<b>Milhões de toneladas</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Δ%18-19</b>
Produção de soja	113,8	121,3	120,8	-2%
Capacidade Instalada de processamento de soja	63,0	63,6	63,3	-0,5%
Exportação de soja em grão	68,2	83,8	74,1	-11%
Soja processada	41,8	43,6	43,5	-0,2%
Farelo de soja produzido	31,6	32,8	33,5	0,9%
Óleo de soja produzido	8,4	8,8	8,8	0,0%
Exportação de óleo de soja	1,34	1,42	1,0	-26%
Consumo de óleo alimentício e outros	7,1	7,6	7,9	4,0%
Consumo de óleo de soja para biodiesel	2,8	3,4	3,7	8%

Nota: A densidade considerada para o óleo de soja foi 0,92kg/l.

Fonte: (ABIOVE, 2019; 2020); (ANP, 2019).

A capacidade instalada de processamento de biodiesel em 51 usinas do país atingiu 9,3 bilhões de litros em dezembro de 2019 (ANP, 2019). O consumo de biodiesel, 5,9 bilhões de litros, correspondeu a 63% da capacidade instalada no país, o que demonstra que há potencial para o crescimento da produção deste biocombustível (EPE, 2020).

### 3 AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos no Brasil são regidos pela Lei nº 7.802/1989 conhecida como a Lei dos Agrotóxicos regulamentada pelo Decreto nº 4.074/2002. Essa normatividade é considerada até então como uma das mais avançadas e protetoras da saúde humana e do meio ambiente existentes no mundo, por introduzir critérios ambientais, de saúde pública e de desempenho agrônomo, considerados mais rígidos para os registros de agrotóxicos (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Atualmente a responsabilidade de avaliar, reavaliar e registrar agrotóxicos compete à três instituições (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Ministério da Saúde - MS e Ministério do Meio Ambiente - MMA), atuando de forma autônoma, sendo o MAPA responsável apenas pelo que lhe compete, a avaliação do desempenho agrônomo dos agrotóxicos; ao Ministério da Saúde, neste bojo a ANVISA compete a avaliação toxicológica; e ao MMA representado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a avaliação ambiental, cujas atribuições estão detalhadamente no Decreto nº 4.074/2002. O registro é concedido somente após o deferimento do parecer dos três órgãos, sendo que a preocupação com a saúde e o meio ambiente sempre devem prevalecer (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Todavia, na atual conjectura política, uma série de propostas de Projetos de Lei (PL) em pauta, buscam a alteração da lei dos agrotóxicos, representando um retrocesso às conquistas legislativas: como a substituição da terminologia “agrotóxicos” por “produto defensivo fitossanitário”, o que permite minimizar ou mesmo anular a percepção de toxicidade intrínseca que essas substâncias representam à saúde humana e ao ambiente, transmitindo uma ideia de que são inofensivos; a perda do poder de decisão dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente; a perda de autonomia dos Estados; a flexibilização dos casos de proibição dos registros; e as incoerências do texto e flexibilização do uso de agrotóxicos (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Como já exposto, o crescimento da agricultura brasileira e do agronegócio nos últimos anos é notória. Todavia de acordo com Soares e Porto (2012), um preço há de ser pago por todo esse "sucesso" na produção agrícola. Uma constatação se refere ao fato de os impactos negativos à saúde e ao ambiente não

serem contabilizados no preço final dos produtos, socializados por meio do que a economia denomina externalidade negativa. Muito pouco ou nada desses impactos é embutido no preço desses insumos ou de bens alimentícios produzidos no Brasil, sendo assumidos pelo sistema de saúde e da previdência social, dentre outros (SOARES; PORTO, 2012).

É necessário salientar que no país, as normas legais ambientais através do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357/2005 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (MS) (BRASIL,2017), apresentam as quantidades máximas permitidas de concentrações de alguns agrotóxicos a serem encontrados na água por classe de rio e para abastecimento humano, ainda segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2020), existe o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) que elabora diagnósticos sobre os níveis de agrotóxicos presentes em alimentos.

Neste diapasão, Li e Jennings (2017) elucidam que as jurisdições regulamentárias de diversas nações promulgaram valores padrão para pesticidas em solos, ar, água potável e commodities agrícolas. Segundo os autores 54 nações possuem valores de orientação para regulamentar os agrotóxicos em solos, 102 nações elucidam a concentração máxima de agrotóxicos a serem encontradas na água potável e mais de 90 nações forneceram limites máximos de resíduos de agrotóxicos em commodities agrícolas. No entanto, apenas os EUA regulamentaram e derivaram os níveis máximos de concentrações de agrotóxicos no ar sistematicamente.

### 3.1 OS AGROTÓXICOS NO AR

Segundo a Lei nº 6.938/1981 a denominada Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), entende a poluição como a deterioração da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, segurança e bem-estar da população e afetem desfavoravelmente a biota, os recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos que constituem a biosfera (BRASIL, 2010).

Neste contexto, o Brasil possui padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018. O art. 2º desta resolução traz a definição de poluente atmosférico.

I - Poluente atmosférico: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade.

Segundo esta resolução do CONAMA, o padrão de qualidade do ar é um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

Todavia ela não prevê nenhum contaminante proveniente dos agrotóxicos como valor de concentração na atmosfera, tornando os estudos de identificação e concentração de agrotóxicos no ar, ferramentas cruciais na contribuição e promoção de políticas públicas.

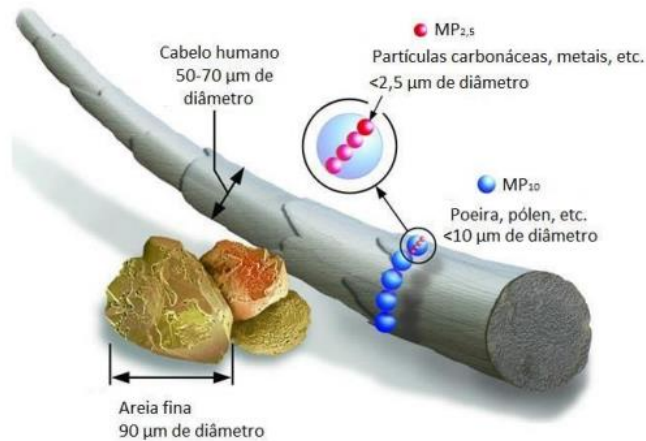
### 3.1.1 Material Particulado

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2012), no que concerne aos poluentes atmosféricos, o material particulado (MP) representa notável relevância em face da sua complexidade, no tocante a composição química e propriedades físicas, abarcando uma expressiva classe de poluentes constituída em poeira, fumaça e todo material sólido e líquido que, devido ao pequeno tamanho, mantém-se suspenso no ar.

Segundo Freitas e Solci (2009), o MP é classificado em virtude do seu tamanho considerando o diâmetro aerodinâmico médio das partículas. As autoras elucidam que as partículas inaláveis grossas (MP<sub>2,5-10</sub>) são as que possuem o diâmetro aerodinâmico médio no intervalo de 2,5 a 10 µm e as partículas finas ou respiráveis (MP<sub>2,5</sub>) são as inferiores a 2,5 µm.

Na Figura 7, constata-se quão pequenas são as partículas poluentes (MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>), comparando-as com um grão de areia e um fio de cabelo (EPA, 2016).

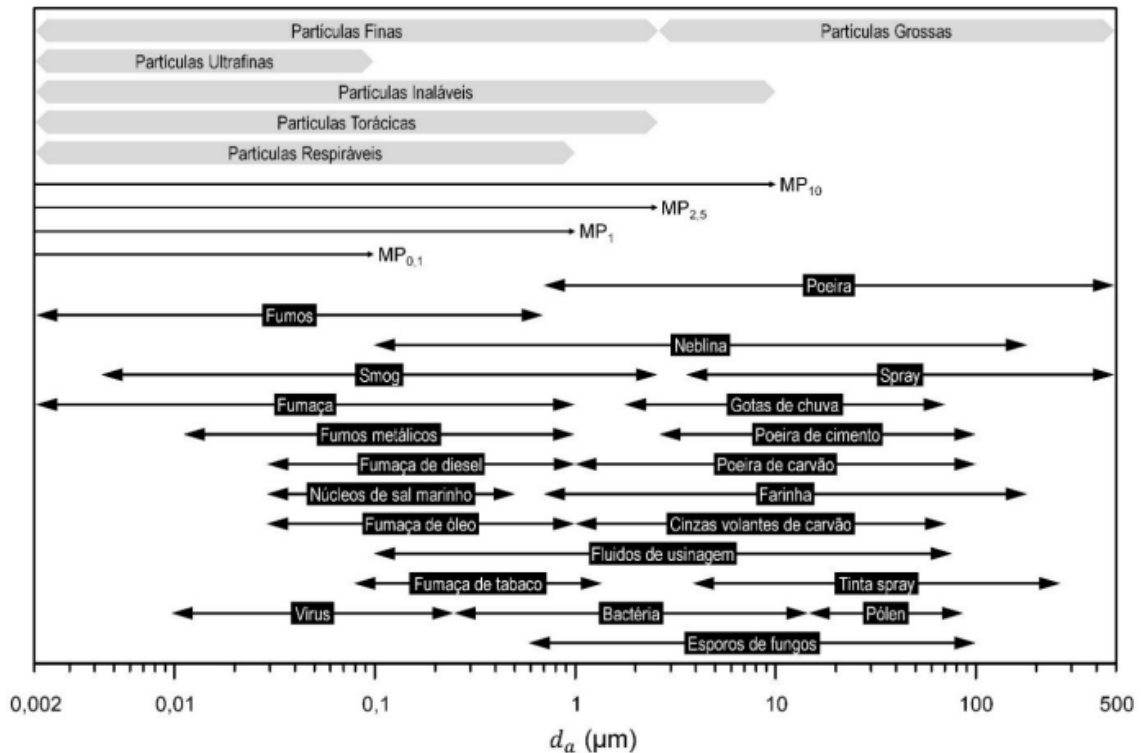
**Figura 7** – Comparação entre grãos de areia, fio de cabelo e MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>



Fonte: EPA, 2016.

A Figura 8 evidencia o intervalo de tamanho de diferentes tipos de partículas como também alguns critérios de classificação do MP com base em seus diâmetros aerodinâmicos.

**Figura 8** – Classificação por tamanho e composição do material particulado atmosférico em relação à sua fonte

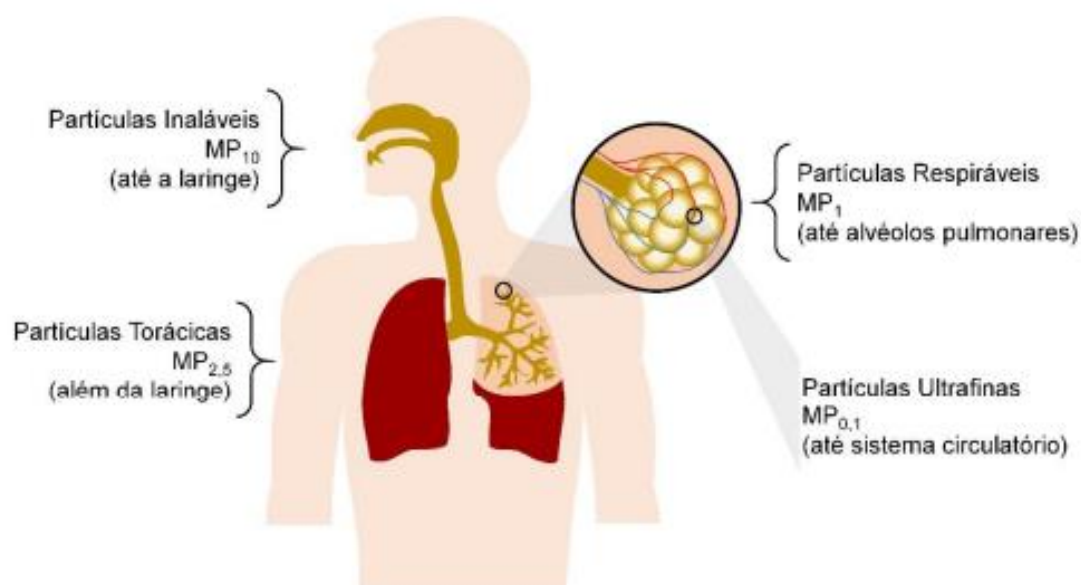


Fonte: Adaptado de Muhlfeld *et al.*, 2008.

Quanto ao MP, vem sendo apontadas associações com um grande número de problemas de saúde (ANDRADE *et al.*, 2011; DANNI-OLIVEIRA, 2008; GOUVEIA *et al.*, 2006) motivo pelo qual tem despertado grande interesse científico, tanto por sua relação com efeitos adversos à saúde humana, quanto pelos efeitos causados ao ambiente (SANTIAGO, 2015).

Nas palavras de Santos e colaboradores (2019), não existe um padrão nacional para as partículas finas (MP<sub>2,5</sub>), fração que acarreta riscos e impactos específicos na atmosfera. Segundo Brito, Soldré e Almeida (2018), é notório que a capacidade de penetração de MP no corpo humano, a partir das vias aéreas, deverá ser maior quanto menor o for diâmetro aerodinâmico. Guarieiro e colaboradores (2011), ilustraram um esquema representativo da penetração de MP atmosférico em diferentes partes do sistema respiratório humano, Figura 9.

**Figura 9** - Regiões de deposição para partículas atmosféricas no sistema respiratório de acordo com o diâmetro aerodinâmico.



**Fonte:** Guarieiro *et al.*, 2011.

De acordo com Couto e colaboradores (2020), há necessidade de mensurar tanto a diminuição da emissão de poluentes atmosféricos, como a redução da exposição individual, através da criação de um sistema que monitore e informe a situação da qualidade do ar para gestores e a coletividade. Contribuindo para que o monitoramento da qualidade do ar subsidie informações necessárias para o aprimoramento de políticas públicas que efetivem o controle dos níveis de poluentes

atmosféricos em concentrações seguras, gerando informações para o diagnóstico do risco a ser determinado associando à poluição e informando aos interessados sobre a condição da qualidade do ar na região.

## 4 OBJETIVOS

O trabalho tem por objetivo associar a sustentabilidade da cultura bioenergética da soja ao consumo de agrotóxicos e a sua determinação na atmosfera.

Os objetivos específicos são:

- Identificar a cultura bioenergética da soja em Ibiporã/PR;
- Identificar o montante do crédito rural para as culturas agrícolas em Ibiporã/PR;
- Identificar os agrotóxicos mais comercializados;
- Identificar as áreas plantadas X consumo de agrotóxicos;
- Identificar o impacto do uso agrotóxicos na biota local;
- Identificar e quantificar os agrotóxicos presentes no material particulado fino atmosférico.

## 5 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota o método dialético sobre a sustentabilidade da cultura bioenergética da soja e os agrotóxicos no ar, no território de Ibiporã/PR. Nas palavras de Kosik (2010) a dialética se constitui num método revolucionário, que permite a compreensão da essência do real e do fato de sermos sujeitos da história, possibilitando, assim, a consciência de que é provável a transformação da realidade.

Segundo Salvador (2012), assumindo o caminho do método dialético, a ciência desenvolvida é de uma maneira engajada, empregando a possibilidade futura de uma transformação na estrutura da sociedade, o que resultaria concomitantemente na transformação do espaço, propiciando com que o pilar fundamental passe a ser o bem-estar coletivo em detrimento do mercado. Neste ensejo, não é relevante apenas interpretar o mundo, como também, e sobretudo, transformá-lo.

### 5.1 LEVANTAMENTOS BIBLIOGRÁFICOS

Em feitura foram levantados nas bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), da *Web of Science*, *Scientific Electronic Library* (SciELO), repositório Acesso Livre À Informação Científica da Embrapa (ALICE), base de dados de agências do governo federal, as produções científicas e técnicas publicadas a partir de estudos realizados sobre os temas abordados.

### 5.2 LEVANTAMENTOS SOBRE A COMERCIALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

O levantamento sobre a comercialização de agrotóxicos, decorreu através da disponibilização de dados pela 2ª Promotoria de Justiça de Ibiporã – Ministério Público do Estado do Paraná (MPPR), cujas informações do Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Paraná (SIAGRO) constam no Procedimento Administrativo nº MPPR– 0062.16.000.191-3 (MPPR, 2018). A consulta ao SIAGRO é realizada por técnicos da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná

(ADAPAR) que integram o Comitê Institucional de Articulação para Redução do Uso de Agrotóxicos em Ibiporã/PR.

### 5.3 DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO MATERIAL PARTICULADO FINO

#### 5.3.1 Local de Instalação dos Coletores para o Material Particulado Fino (MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>1</sub>)

Os coletores para amostragem do material particulado fino MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>1</sub> foram instalados no pátio do Fórum de Justiça de Ibiporã, escolhido por se tratar de área urbana, bem como ser a sede do poder Judiciário e do Ministério Público do Estado do Paraná (MPPR) no município, apresentando nas proximidades áreas agrícolas, conforme Figura 10.

**Figura 10** – Fórum de Justiça de Ibiporã



**Fonte:** Google Earth, 2019. WRPLOT, 2020.

#### 5.3.2 Coleta de Informações e o Ano Agrônômico da Soja

A coleta de informações a campo é alinhada com a aplicação de agrotóxicos na cultura bioenergética estudada de acordo com o ano agrônômico da soja, conforme quadros 3 e 4.

**Quadro 3 – Principais agrotóxicos e épocas de utilização no cultivo da soja.**

<b>Tipo</b>	<b>Ingredientes ativos</b>	<b>Cultura</b>	<b>Época (meses)</b>
Herbicida	Glifosato	Soja	Set-Nov
	Haloxifope		
	Cletodim		Set-Dez
	Paraquate, Diurom		Fev-Mar
Inseticida	Clorantraniliprole		Nov-Jan
	Teflubenzurom		
	Imidacloprid, B-ciflutrina		
	Lambda-cialotrina, Tiametoxan		
Fungicida	Acefato		Nov-Jan
	Picoxistrobina, Ciproconazol		
	Azoxistrobina, Benzovindiflupyr		
	Mancozebe		
	Fluxaproxade, Piraclostrobina		

Fonte: Adaptado de MPPR, 2018.

**Quadro 4 - Período usual de aplicação em lavouras de grãos**

<b>Agrotóxico</b>	<b>Época</b>
Herbicida para dessecação de área total	Em torno de 02 semanas antes da semeadura
Herbicida para eliminação de ervas daninhas nas entrelinhas da lavoura	Em torno de 04 a 05 semanas após a semeadura
Inseticidas	01 a 02 aplicações 2 a 3 semanas após semeadura
	01 a 04 aplicações distribuídas entre a fase de pré-floração até desenvolvimento completo do grão.
Fungicidas	01 a 03 aplicações distribuídas entre 08 a 11 semanas após a semeadura

Fonte: MPPR, 2018.

Assim, seguindo as informações dos técnicos do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR) e da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), constantes no MPPR (2018), o presente estudo instalou em 2019, 4 amostradores para MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>1</sub>.

A presente pesquisa utilizou os amostradores de baixo volume do tipo ciclone (MP<sub>1,0</sub> e MP<sub>2,5</sub> - URG-2000-30EH, URG Corporation, EUA) operados na vazão de 14 L min<sup>-1</sup> usando filtros de fibra de vidro. Os coletores foram conectados a

uma bomba de diafragma e as vazões foram controladas via válvula de agulha e a vazão verificada por rotâmetro de esfera.

As coletas foram realizadas diariamente durante 2 semanas no mês de setembro e 1 semana no mês de novembro, anotando os valores de vazão ( $\text{cm}^3 \text{s}^{-1}$ ), hora da coleta, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), direção do vento (Norte, Sul, Leste, Oeste), rajada ( $\text{Km h}^{-1}$ ) e umidade relativa do ar (%) (Figura 11 e 12).

**Figura 11**– Amostradores no pátio do Fórum de Justiça de Ibiporã/PR



Fonte: O próprio autor.

**Figura 12** – Ciclones com os filtros de  $\text{MP}_{2,5}$  e  $\text{MP}_1$ , Fórum de Justiça Ibiporã/PR à direita



Fonte: O próprio autor.

Posteriormente a cada coleta, os filtros foram colocados em placas de Petri e vedados, guardados sobre refrigeração no Fórum de Justiça de Ibiporã e posteriormente levados ao Laboratório de Análises Cromatográficas e Ambientais (LACA) na Universidade Estadual de Londrina (UEL), resguardados sob refrigeração. Neste bojo, os valores meteorológicos do período analisado foram extraídos do

Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Nesta pesquisa utilizou-se a ferramenta denominada WRPLOT, que permite ler um ficheiro em formato DAT e faz a geração da respetiva rosa dos ventos e gráficos de frequência com classes de velocidade.

Os filtros foram pesados antes e após a coleta a campo em balança ultra analítica com precisão de 1 µg (METTLER TOLEDO AX26, Suíça), com vistas a quantificação gravimétrica.

### 5.3.3 Determinação dos Agrotóxicos no Material Particulado Fino (MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>1</sub>)

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (CGCRE/INMETRO), sob coordenação do Prof. Renato Zanella do Centro de Pesquisa em Cromatografia e Espectrometria de Massas (CPCEM) do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria (Anexo I e II).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

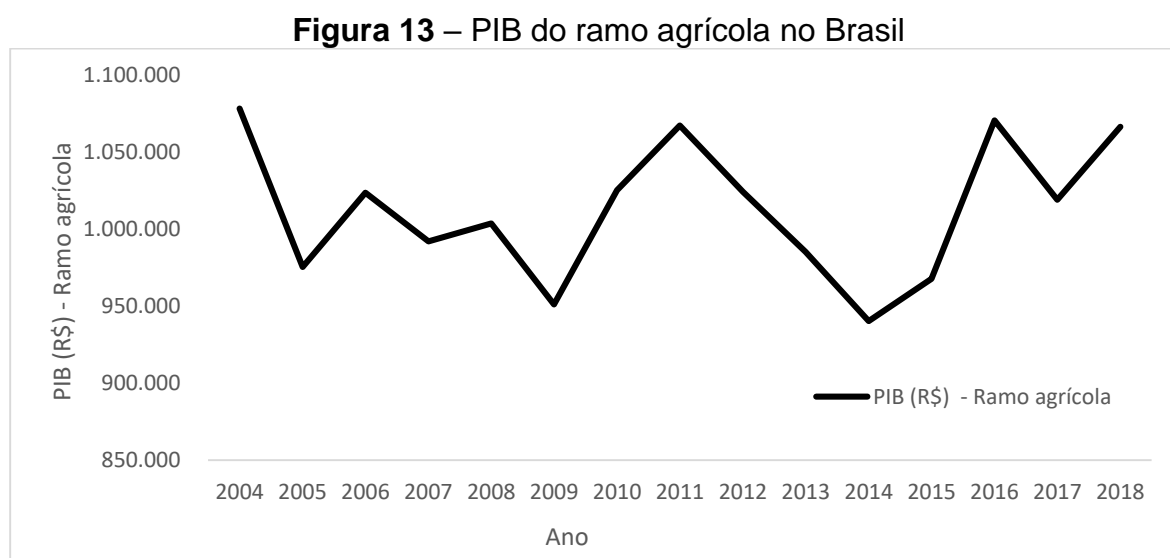
### 6.1 OS LUCROS DO AGRONEGÓCIO E SEUS “ZEROS” DIVIDENDOS COM A SAÚDE PÚBLICA E O MEIO AMBIENTE

No Brasil, o agronegócio é a atividade econômica mais importante para diversos estados. O modelo de agricultura predominante caracteriza-se por grandes latifúndios com alta concentração da propriedade da terra, produção agrícola baseada na monocultura, mecanização em larga escala, uma grande infraestrutura para armazenamento, comercialização e transporte da safra e dos insumos necessários a esta atividade e elevação dos riscos socioambientais (PIGNATI; MACHADO; CABRAL, 2007).

O Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), e da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em 2018 foi de R\$ 1.441.758.000.

A participação do agronegócio representou 21,1% do PIB no Brasil quando se observa o ramo agrícola (vegetal), no valor de R\$1.066.469.000 que corresponde a 15,6% do PIB nacional (CEPEA, 2018).

A seguir a figura 13 elucida o PIB do ramo agrícola no decorrer dos anos.



Fonte: O próprio autor.

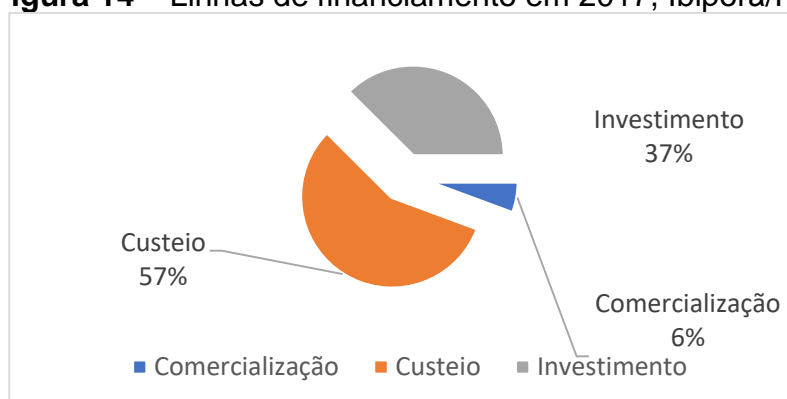
Da análise do PIB do ramo agrícola, se levanta a indagação, qual o financiamento através de créditos é dispensado para a compra desses insumos, notadamente agrotóxicos?

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2016), o Crédito Rural abrange recursos destinados ao custeio, investimento ou comercialização. Os créditos de custeio ficam disponíveis quando os recursos se destinam a cobrir despesas habituais dos ciclos produtivos, da compra de insumos à fase de colheita. Já os créditos de investimento são aplicados em bens ou serviços duráveis, cujos benefícios repercutem durante muitos anos. Por fim, os créditos de comercialização asseguram ao produtor rural e a suas cooperativas os recursos necessários à adoção de mecanismos que garantam o abastecimento e levem o armazenamento da colheita nos períodos de queda de preços.

Neste ensejo, Tourinho e Portela (2016) dissertam que quando foi criado o Sistema Nacional de Crédito Rural em 1965, concomitantemente surge o estímulo aos agrotóxicos, que vinculava à concessão de crédito agrícola à obrigatoriedade da compra de insumos agrícolas químicos pelos agricultores. Já no início dos anos 1970, o Banco do Brasil tornou obrigatório o direcionamento de 15% do valor dos empréstimos de custeio para a aquisição de agrotóxicos.

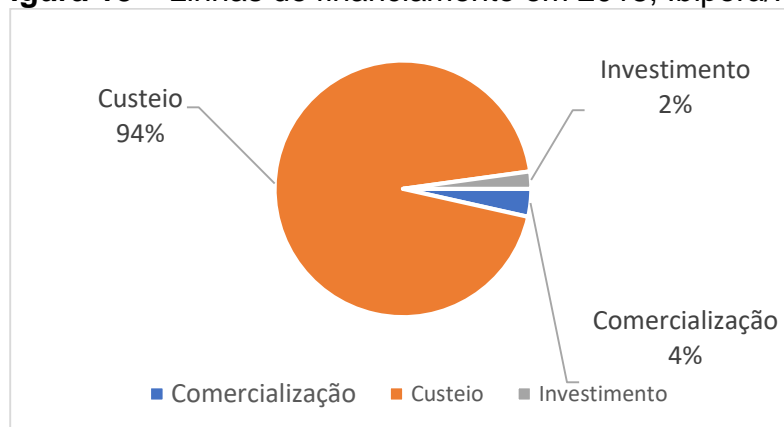
Informações do Banco Central do Brasil – BC (2019), em 2017 atesta que o valor dos contratos para o ramo agrícola no município de Ibiporã/PR, foi de R\$ 296.059.127 (Figura 14) e em 2018 o valor foi de R\$196.361.386 (Figura 15).

**Figura 14** – Linhas de financiamento em 2017, Ibiporã/PR



**Fonte:** O próprio autor.

**Figura 15 – Linhas de financiamento em 2018, Ibiporã/PR**



**Fonte:** O próprio autor.

Quando analisada as linhas de financiamento, ou seja, dinheiro público destinado, os valores encontrados são de acordo com a figura 14 em 2017: investimento R\$111.100.723,7; comercialização R\$16.690.572,9 e custeio R\$ 168.267.830,4. Para o ano de 2018, conforme figura 15: investimento R\$4.277.276,7; comercialização R\$6.872.527,2; custeio R\$185.211.582,9, informações foram extraídas do BC (2019). Salientamos que os valores utilizados para agrotóxicos se encontram na linha de custeio, como observado os valores mais financiados com dinheiro público. Se considerarmos, Tourinho e Portela (2016) que dissertam que 15% da linha custeio é usado na compra de agrotóxicos, em Ibiporã/PR podemos estimar um valor de R\$ 27.781.737,4 em 2018.

Segundo Sabrina Lorenzi (2018) em consulta a Denis Monteiro - secretário-executivo da Articulação Nacional de Agroecologia (ANA), foi mencionado que o sistema de crédito foi desenhado para este modelo que incentiva o agrotóxico. Quando um agricultor que não usa agrotóxico vai preencher os requisitos para o crédito, muitas vezes o sistema bancário não aceita, alegando que o pacote tecnológico não está sendo cumprido. Muitas vezes o agricultor é constrangido a aplicar o pacote tecnológico, que inclui o uso de agrotóxicos, para atender às exigências dos bancos.

Não bastasse o financiamento público para atividades lesivas ao meio ambiente e a saúde, impera no Brasil a famosa Lei Kandir, Lei Complementar nº 87 de 13 de setembro de 1996 que isenta muitos agrotóxicos da cobrança do Imposto sobre Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS) na maioria dos Estados.

Segundo Soares e Porto (2012) a política em prol do emprego de agrotóxicos é muitas vezes amparada pela força da bancada ruralista no Congresso Nacional brasileiro. Dois exemplos emblemáticos são o licenciamento dos agrotóxicos, já que o custo com registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) chega a ser irrisório (de R\$180 a R\$1.800 - Lei nº 9.782/99) e assim como a isenção do ICMS pela lei Kandir.

Nas palavras de Corrêa e colaboradores (2019), a escolha pela não taxaço de produtos primários para exportação contribui para a definiço do território na produço em larga escala de commodities agrícolas para exportação, amparada na Lei Kandir, que assegura a desoneraço do ICMS para os produtos primários e industrializados semielaborados e serviços destinados à exportação. Tal condiço vulnerabiliza a oferta de políticas públicas, com repercussões importantes sobre os setores de saúde e meio ambiente, uma vez que o Estado deixa de arrecadar tributos oriundos dessas desonerações.

Caminha no Poder Judiciário, a Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) 5553 ajuizada pelo Partido Socialismo e Liberdade (PSOL) em 2016. Porém, o Supremo Tribunal Federal (STF) no dia 19 de fevereiro de 2020, postergou a análise da ação que visa a inconstitucionalidade da isenço de impostos para os agrotóxicos.

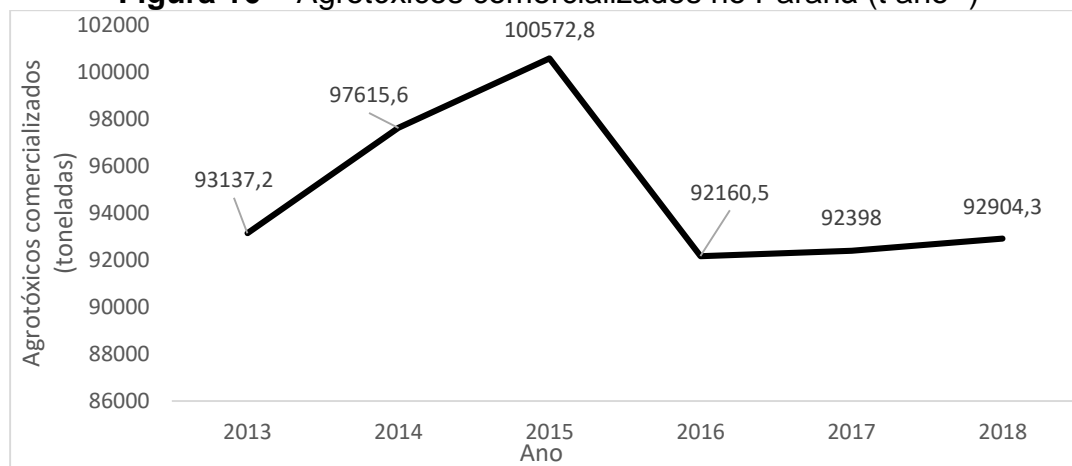
## 6.2 AGROTÓXICOS COMERCIALIZADOS

Nas palavras de Bombardi (2017), há três faces importantes quanto aos agrotóxicos: “o que se usa”; “quanto se usa”; “como se usa”. De acordo com informações fornecidas pela 2ª Promotoria de Justiça de Ibiporã, através da consulta de técnicos da ADAPAR ao Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Paraná (SIAGRO), que tem como objetivo o monitoramento eletrônico do comércio e venda de agrotóxicos no Paraná (MPPR, 2018), foi possível identificar a quantidade de agrotóxicos comercializada no Paraná e em Ibiporã/PR.

Observa-se um crescimento da comercializaço de agrotóxicos no Paraná no último ano (Figura 16) enquanto em Ibiporã (Figura 17) houve queda na comercializaço. A queda dos valores da comercializaço pode estar correlacionada na reduço do número de receitas agronômicas emitidas no município de Ibiporã, em

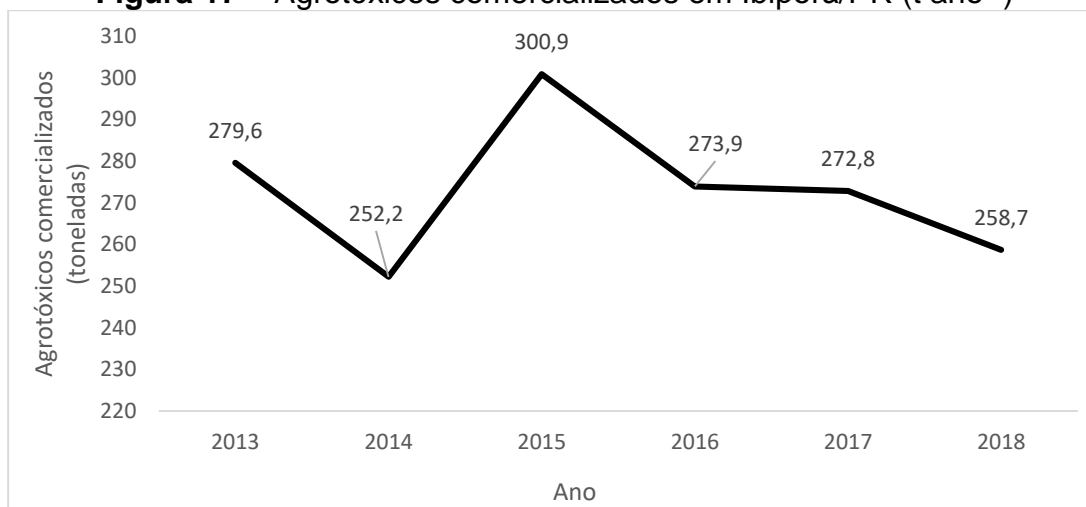
2017 foram prescritas 10.541 receitas e em 2018 foram assinados 7.973 receituários agrônômicos (MPPR, 2018).

**Figura 16 – Agrotóxicos comercializados no Paraná (t ano<sup>-1</sup>)**



Fonte: O próprio autor.

**Figura 17 – Agrotóxicos comercializados em Ibiporã/PR (t ano<sup>-1</sup>)**



Fonte: O próprio autor.

Nesse íterim, conforme consulta aos dados do MPPR (2018), os usos dos ingredientes ativos dos agrotóxicos mais comercializados, as culturas que mais utilizam agrotóxicos e o tipo de classificação para utilização dos agrotóxicos no Paraná em 2018, quadro 5.

**Quadro 5 – Maiores usos de ingredientes ativos, culturas que usam mais agrotóxicos e classificação dos agrotóxicos mais utilizados no Paraná, 2018**

<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>%</b>	<b>Cultura</b>	<b>%</b>	<b>Classificação</b>	<b>%</b>
Glifosato	30,22%	Soja	56,93%	Herbicida	62,19%
Paraquat	5,77%	Milho	17,33%	Fungicida	15,54%
Atrazina	4,68%	Trigo	9,10%	Inseticida	11,06%
Mancozebe	3,62%	Soja GM	3,58%	Outros	11,21%
2,4-D	3,54%	Pastagens	2,57%		
Imidacloprido	2,68%	Feijão	2,15%		
Acefato	2,53%	Citros	1,52%		
Trifloxistrobina	2,29%	Batata	1,41%		
Piraclostrobina	1,83%	Cana-de-açúcar	1,34%		
Ciproconazol	1,79%	Milho GM	0,99%		
Tebuconazol	1,57%	Fumo	0,66%		
Bifentrina	1,48%	Mandioca	0,40%		
Epoxiconazol	1,47%	Café	0,30%		
Cletodim	1,44%	Tomate	0,23%		
Picoxistrobina	1,42%	Outros	1,48%		
Proticonazol	1,42%				
Equivalente ácido de 2,4-D	1,41%				
Beta-Ciflutrina	1,35%				
Diuram	1,28%				
Lambda Cialotrina	1,25%				
Azoxistrobina	1,22%				
Fluxapiraxade	1,21%				
Carbendazim	1,08%				
Tiametoxam	1,05%				
2,4-D Amina	1,00%				
Outros	21,40%				

Fonte: O próprio autor.

No estudo de Moreira e colaboradores (2012), o quadro 6 sumariza as informações acerca dos agrotóxicos mais utilizados nas cidades do Mato Grosso (MT) em Lucas do Rio Verde e Campo Verde, bem como suas classificações toxicológica e de risco ambiental.

**Quadro 6 - Consumo médio anual dos agrotóxicos mais vendidos em Lucas do Rio Verde e em Campo Verde, MT entre 2005 e 2009**

<b>Agrotóxico</b>	<b>Lucas do Rio Verde</b>	<b>Campo Verde</b>	<b>Classe Toxicológica</b>	<b>Risco ambiental</b>
Glifosato	1.261.957	695.296	III e IV	III
Atrazina	390.061	150.708	III	III
Metamidofós	381.438	289.363	I	II
Endossulfan	216.950	342.697	I	I
Paraquat + diquat	167.219	107.328	I	II

Agrotóxico	Lucas do Rio Verde	Campo Verde	Classe Toxicológica	Risco ambiental
2,4 D	184.970	203.819	I	III
S- Metalocloro	87.120	90.938	I	II
Metil paration	77.497	106.037	I	III
Acefato	73.280	22.594	II	III
Clorpirifós	47.145	65.196	I	I
Trifluralina	23.094	66.293	II	II
Permetrina	22.985	9.131	III	II
Cipermetrina	19.636	76.519	III	II
Malation	11.911	53.800	III	III
MSMA	9.860	6.480	III	III
Fipronil	8.047	200	II	II
Monocrotofós	4.792	3.174	I	I
Carbofuran	3.981	4.594	I	II
Deltametrina	1.179	2.255	IV	I e II
Tebuconazol	41.734	220.633	III	II
Metomil	188.833	205.073	I	II
Clomazona	26.100	164.980	II	II
Carbosulfan	19.966	153.517	II	II
Carbendazim	95.407	95.935	II	III
Etefon	12.616	80.533	II	II
Fenoxaprop-P-metil + cletodim	29.941	80.002	II	II e III
Flutriatol	4.867	77.410	II	III
Diuron	14.727	73.408	III	II
Sub total	3.427.313	3.417.913		
Outros	902.173	1.178.805		
Total	4.329.486	4.596.718		

Fonte: Moreira *et al.*, 2012

Quando analisadas as informações do MPPR (2018) no quesito ingredientes ativos mais utilizados no município de Ibiporã em 2017, as informações são: Glifosato 96.500 kg e Atrazina 31.013 kg.

### 6.2.1 Agrotóxicos Mais Vendidos para a Cultura Bioenergética da Soja

Em Ibiporã os agrotóxicos mais utilizados especificamente na cultura bioenergética da soja em 2017 de acordo com o MPPR (2018) são apresentados no quadro 7 a seguir.

**Quadro 7 – Agrotóxicos mais vendidos na cultura bioenergética da soja em Ibiporã, 2017**

<b>Agrotóxicos</b>	<b>Utilização (kg)</b>
Glifosato	52.682
Paraquat	12.206
Acefato	9.932
2,4-D	3.043
Cletodim	2.908
Fenoxaprope-P-etílico	2.784
Cipermetrina	1.511
Mancozebe	1.508
Imidacloprido	1.472
Carbendazim	1.011
Bifentrina	541
Metomil	501
Permetrina	315

**Fonte:** O próprio autor.

Interessante constatação de que mesmo a Atrazina sendo o terceiro ingrediente ativo mais utilizado em Ibiporã, não configura entre os mais utilizados na cultura bioenergética da soja, no ano aferido, seu uso advém da cultura do milho (MPPR, 2018).

Quando analisado os agrotóxicos mais comercializados no quadro 5 (Paraná em 2018), quadro 6 (Lucas do Rio Verde e em Campo Verde, MT entre 2005 e 2009) e quadro 7 (Ibiporã em 2017) são identificados: Glifosato; Paraquat; Acefato e 2,4 D. Ressaltando que o quadro 7, evidencia os agrotóxicos mais comercializados especificamente para a cultura da soja.

Dos agrotóxicos mais comercializados, a ANVISA ressalta que devido aos riscos à saúde causados pelo Paraquat, seu uso foi proibido no país a partir de 22 de setembro de 2020, conforme estabelecido na Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017. Nesse bojo, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) emitiu um comunicado no Diário Oficial da União (DOU) nº 139, de 19 julho de 2012 desautorizando, em caráter cautelar, a modalidade de aplicação por pulverização aérea, em todo o território nacional, dos agrotóxicos que contenham o ingrediente ativo Imidacloprido, Tiametoxam, Clotianidina ou Fipronil, isoladamente ou em misturas com outros ingredientes ativos.

Segundo Bombardi (2017), dos 150 agrotóxicos autorizados para o cultivo da soja brasileira, 35 são de uso proibido na Europa, portanto, 23% do que é utilizado na soja brasileira é proibido na União Europeia, muitos há mais de 15 anos.

### 6.2.2 Área Plantada X Consumo de Agrotóxicos

As informações dos agrotóxicos mais comercializados, quando atrelados a área plantada, podem trazer panoramas da realidade local, no que concerne a utilização de determinados agrotóxicos, baseado nas culturas existentes.

Nas palavras de Pignati e colaboradores (2017), em 2015 o Brasil plantou 71,2 milhões de hectares de lavouras dos 21 cultivos analisados e entre elas predominou a soja, que representou 42% de toda área plantada do país (32,2 milhões de hectares) seguido do milho com 21% (15,8 milhões de hectares) e da cana-de-açúcar com 13% (10,1 milhões de hectares). Juntos, estes três cultivos representaram 76% de toda a área plantada do Brasil e foram os que mais consumiram agrotóxicos, correspondendo a 82% de todo o consumo do país em 2015 (quadro 8). Estimou-se que foi pulverizado um total de 899 milhões de litros de agrotóxicos em produtos formulados nos 21 tipos de lavouras brasileiras naquele ano.

**Quadro 8** - Área plantada, média de uso por hectare e total de agrotóxicos por tipo de lavoura no Brasil, 2015

<b>Cultura agrícola</b>	<b>Área plantada (hectares)</b>	<b>Média de uso de agrotóxicos (litros hectares<sup>-1</sup>)</b>	<b>Consumo de agrotóxicos (litros)</b>
Soja	32.206.787	17,7	570.060.129,90
Milho	15.846.517	7,4	117.264.225,80
Cana-de-açúcar	10.161.622	4,8	48.775.785,60
Algodão	1.047.622	28,6	29.961.989,20
Trigo	2.490.115	10	24.901.150,00
Fumo	406.377	60	24.382.620,00
Arroz	2.162.178	10	21.621.780,00
Café	1.988.272	10	19.882.720,00
Cítricos	766.516	23	17.629.868,00
Feijão	3.130.036	5	15.650.180,00
Banana	484.430	10	4.844.300,00
Tomate	63.626	20	1.272.520,00
Uva	78.026	12	936.312,00
Girassol	111.843	7,4	827.638,20

<b>Cultura agrícola</b>	<b>Área plantada (hectares)</b>	<b>Média de uso de agrotóxicos (litros hectares<sup>-1</sup>)</b>	<b>Consumo de agrotóxicos (litros)</b>
Mamão	30.445	10	304.450,00
Melancia	97.910	3	293.730,00
Abacaxi	69.565	3	208.695,00
Manga	64.412	3	193.236,00
Melão	20.837	3	62.511,00
<b>Total</b>	<b>71.227.136</b>	-	<b>899.073.840,70</b>

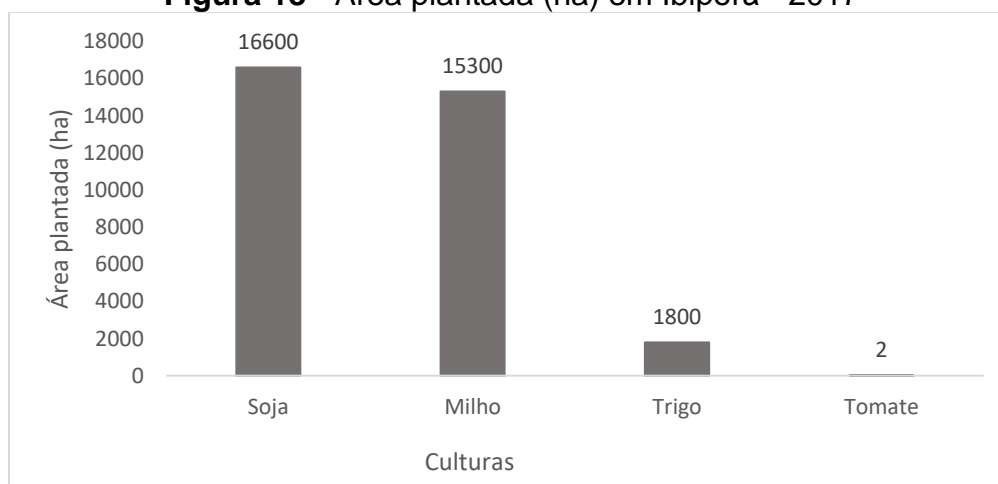
Fonte: Pignati *et al.*, 2017.

A soja foi a cultura que mais utilizou agrotóxicos no Brasil, representando 63% do total, seguido do milho (13%) e cana-de-açúcar (5%). O fumo foi o cultivo que apresentou a maior quantidade média de litros de agrotóxicos por hectare com 60 L ha<sup>-1</sup>. O algodão foi o segundo, consumindo 28,6 L ha<sup>-1</sup>, seguido dos cítricos, com 23 L ha<sup>-1</sup>, tomate (20 L ha<sup>-1</sup>), soja (17,7 L ha<sup>-1</sup>), uva (12 L ha<sup>-1</sup>), banana (10 L ha<sup>-1</sup>), arroz (10 L ha<sup>-1</sup>), trigo (10 L ha<sup>-1</sup>), mamão (10 L ha<sup>-1</sup>), milho (7,4 L ha<sup>-1</sup>) e girassol (7,4 L ha<sup>-1</sup>) (PIGNATI *et al.*, 2017).

Dados da CONAB (2019) mostram que de um total de 234,1 milhões de toneladas de grãos produzido na safra 2018/2019, o estado do Paraná foi responsável por cerca de 16,2%, num volume aproximado de 37,9 milhões de toneladas. Esta produção foi obtida a partir de uma área cultivada de 9.621,5 mil hectares e representou 56,5% da soja e 27,1% do milho produzido no estado.

A figura 18 a seguir, ilustra a área plantada do município de Ibiporã sendo a cultura bioenergética da soja a mais plantada, seguido do milho e trigo.

**Figura 18 - Área plantada (ha) em Ibiporã - 2017**



Fonte: O próprio autor.

O Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), 2019, elucida que em Ibiporã há 366 proprietários; 90 arrendatários; 29 parceiros; 55 comodatários e 03 ocupantes. Já informações da Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente (SAAMA) de Ibiporã mostra que existem entre 1400-1600 cadastros de produtores rurais, ou seja, quando atrelado à informação do IPARDES, pode ocorrer de determinado proprietário possuir mais de um imóvel rural (MPPR, 2018).

Dos dados obtidos é possível estimar a média de uso de agrotóxicos das três maiores culturas em Ibiporã, conforme quadro 9.

**Quadro 9** - Área plantada, média de uso por hectare e consumo de agrotóxicos por tipo de lavoura em Ibiporã, 2017

<b>Cultura agrícola</b>	<b>Área plantada (hectares)</b>	<b>Média de uso de agrotóxicos (kg hectares<sup>-1</sup>)</b>	<b>Consumo de agrotóxicos (kg)</b>
Soja	16.600	9,1	151.423
Milho	15.350	5,1	78.678,55
Trigo	1.300	4,8	6.282,81

Fonte: O próprio autor.

Decorrente a informação supracitada, pode-se constatar que além da soja ser a cultura que mais comercializou agrotóxicos 151.423 kg, sua média de uso estimada é superior ao milho que é 5,1 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando 9,1 kg ha<sup>-1</sup> em agrotóxicos, 4 kg a mais por hectare. O quadro 5 (Paraná em 2018) e quadro 7 (Brasil em 2015), também elucidam que a cultura bioenergética da soja é maior consumidora de agrotóxicos no total.

Sendo assim, ainda que as unidades sejam diferentes os valores encontrados para o consumo de agrotóxicos da soja no quadro 8 para o Brasil em 2015, foram de 17,7 L ha<sup>-1</sup> e em Ibiporã no ano de 2017, 9,1 kg ha<sup>-1</sup>.

### 6.3 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ÓLEO E BIOCMBUSTÍVEL

No ensejo de demonstrar que a cultura bioenergética da soja, como já evidenciado é a maior fonte da produção de biodiesel, é possível nortear essa informação através das estimativas da geração de óleo de soja para biodiesel e milho

biocombustível, bem como estimar a produção de biodiesel no município de Ibiporã, de acordo com dados de Mata, Martins e Caetano (2010) que comparam diversas culturas para a produção de biocombustível, conforme quadro 10.

Todavia é imperioso mencionar que estas estimativas devem ser vistas com cautela, pois não foi possível encontrar na literatura o montante de soja e milho cultivado no município de Ibiporã que efetivamente foi destinado para produção de biodiesel. Desta menção, se faz necessário este exercício com dados científicos e técnicos na busca de estimativas da produção do óleo e biocombustível das culturas bioenergéticas.

**Quadro 10** – Estimativa da produção de óleo e biocombustível das culturas bioenergéticas da soja e milho, Ibiporã - 2017

Cultura agrícola	Teor de Óleo (%)	Rendimento do Óleo (L de óleo (ha ano) <sup>-1</sup> )	Estimativa de Rendimento do Óleo (L)	Produtividade do Biodiesel (kg de biodiesel (ha ano) <sup>-1</sup> )	Estimativa de Produtividade do Biodiesel (kg)
Soja	18	636	10.557.600	562	9.329.200
Milho	44	172	2.640.200	152	2.333.200

**Fonte:** O próprio autor.

Podemos constatar do quadro 10, a correlação da cultura bioenergética da soja na produção de biocombustíveis em Ibiporã em 2017, o rendimento estimado de óleo é de 10.557.600 L para soja e 2.640.200 L para o milho. No que tange a estimativa de produtividade do biodiesel, a soja se consagra novamente superior 9.329.200 kg em comparação ao milho 2.333.200 kg, mais um fundamento que norteia a utilização massiva desta matéria-prima na utilização de biodiesel no país, que se aproxima de 70%.

Ademais é possível evidenciar que apesar da área plantada da soja (16.600 ha) não ser significativamente superior ao milho (15.350 ha), uma diferença de 1.250 ha, a soja utilizou 77.744,45 kg a mais de agrotóxicos, fato constatado na média de uso por hectares, soja 9,12 kg ha<sup>-1</sup>; milho 5,12 kg ha<sup>-1</sup> e trigo 4,8 kg ha<sup>-1</sup> em Ibiporã no ano de 2017.

#### 6.4 SUSTENTABILIDADE PARA QUEM? O CASO DA MORTE DE ABELHAS EM IBIPORÃ

A priori, é salutar dizer que a sustentabilidade não é restrita apenas a uma ação. Neste ensejo, se realizarmos apenas ações no sentido único da redução das emissões dos gases estufa, e ignorarmos a complexidade dos problemas a serem enfrentados, tememos que o planeta seja alterado de tal forma que, possivelmente, muitas espécies como as conhecemos agora deixarão de existir (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2010).

Em 1.962, Rachel Carson lançou o livro “Primavera Silenciosa”, em que denuncia os danos decorrentes dos agrotóxicos, em especial o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT). Iniciando movimentos ambientalistas, com foco na preocupação ambiental.

No tocante tema, é necessário mencionar que o direito ao meio ambiente é solidificado nos chamados grandes encontros ambientais da Organização das Nações Unidas (ONU), precisamente em Estocolmo (1972), que dentro de seus princípios versa o meio ambiente de qualidade, com clara visão solidarista.

O termo desenvolvimento sustentável abrange diversos padrões para o uso dos recursos naturais que objetivam atender as necessidades humanas. A alcunha deste termo advém do documento chamado de Nosso Futuro Comum ou Relatório Brundtland. Esse relatório veio a público em 1987 e definiu o desenvolvimento sustentável como um "novo caminho de progresso social, ambiental e econômico que "satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades".

Deve-se considerar a sustentabilidade ambiental, econômica e sociopolítica. Dentro da questão ambiental (água, ar, solo, florestas e oceanos), basicamente tudo que nos cerca precisa de cuidados especiais para que continue existindo. Portanto, as sustentabilidades: econômica e sócio-política só têm existência se for mantida a sustentabilidade ambiental (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2010).

No Brasil, o meio ambiente foi consagrado em nossa Carta Magna (1988), no artigo 225.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Porém, muitas vezes observa-se uma afronta a este direito fundamental, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e ausência de práticas sustentáveis. Neste interim, em consulta a 2ª Promotoria de Justiça de Ibiporã, precisamente em um procedimento de acompanhamento de políticas públicas, sobre a aplicação irregular de agrotóxico, constatou-se um caso que teria ocasionado a morte de abelhas.

No documento do MPPR (2020) é relatado que:

*“[...] sobre a morte de inúmeras abelhas e de suas colmeias, aproximadamente 50 colmeias que estão colocadas dentro da área de reserva legal de sua propriedade rural em Ibiporã/PR. De acordo com as informações relatadas, o arrendatário do sítio vizinho, mandou aplicar na lavoura de soja, um inseticida para “matar percevejo”, entretanto, neste período a lavoura de soja estava toda florada e as abelhas utilizam as flores da soja para a coleta do grão de pólen e néctar [...]*

*A aplicação deste agrotóxico foi realizada um pouco antes do Natal e ocorreu em toda lavoura de soja da propriedade vizinha, margeando a área onde estão colocadas as colmeias, fato observado por um funcionário que logo após a aplicação do produto percebeu que as abelhas começaram a morrer, fotos das abelhas foram registradas. Em vistoria in loco, foi constatado uma grande quantidade de abelhas mortas próximas as colmeias, muitas abelhas totalmente desorientadas e outras muitas estavam morrendo próxima a plantação de soja ou na estrada.*

*Também foi constatado que todas as lavouras de soja do entorno da propriedade, estavam com flores, incluindo a do vizinho que havia realizado a aplicação do veneno.*

*A Abelha cultivada é a Apis melífera, conhecida popularmente como Abelha-Europa, de acordo com alguns trabalhos científicos também é uma das espécies mais predominantes na cultura da soja durante a florada.*

*Durante a vistoria não foi encontrado em nenhuma das plantações de soja sinais da presença de percevejo [...]”.*

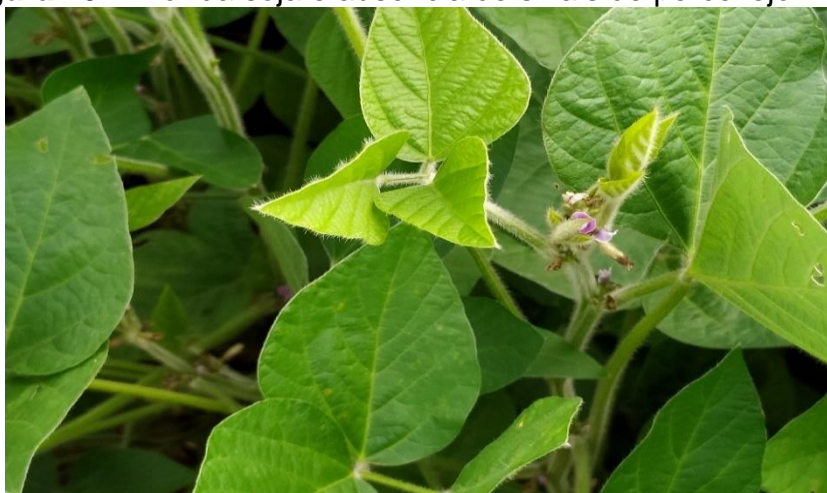
As imagens a seguir (Figura 19, 20, 21, 22 e 23) constam no documento supracitado e elucidam a morte de abelhas próximas a colmeia e ao cultivo de soja.

**Figura 19** - Lavoura que foi aplicado agrotóxico, destacando o local onde estão as colmeias na Reserva Legal



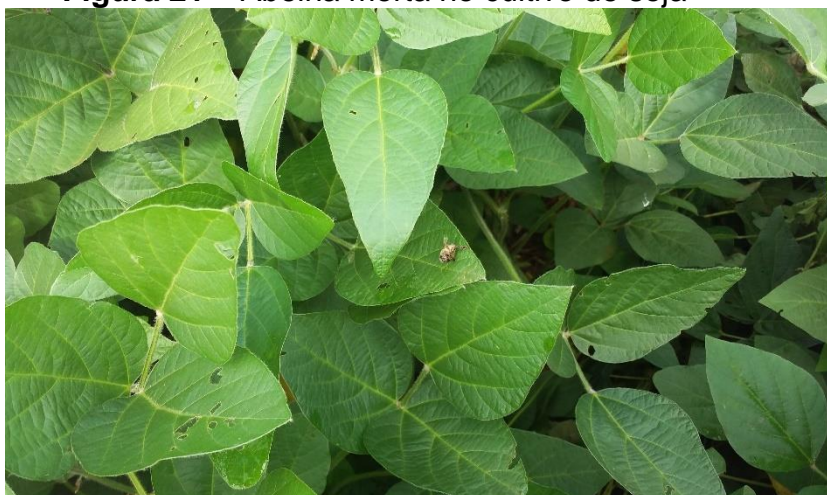
Fonte: MPPR, 2020.

**Figura 20** – Flor da soja e ausência de sinais de percevejo



Fonte: MPPR, 2020.

**Figura 21** – Abelha morta no cultivo de soja



Fonte: MPPR, 2020.

**Figura 22** – Colmeias com milhares de abelhas mortas ao redor.



Fonte: MPPR, 2020.

**Figura 23** – Abelhas mortas perto da colmeia



Fonte: MPPR, 2020.

Em consulta ao documento (MPPR, 2020), é possível elucidar o quadro 11 a seguir que ilustra os agrotóxicos comprados pelo produtor rural vizinho que faz divisa ao proprietário das colmeias.

**Quadro 11 – Agrotóxicos comprados**

Ano venda	Mês venda	Agrotóxicos	Classificação	Cultura
2019	Out	Paraquat	Herbicida	Soja
		Flomioxazina/Imazetapir		
	Nov	Glifosato		
		Cletodim		
		Bifentrina/Zetacipermetrina	Inseticida	
		Azoxistrobina/Benzodiflupir	Fungicia	
		Ciproconazol/Difenoconazol		
	Dez	Clorotalonil	Inseticida	
		Ciproconazol/Difenoconazol		
Acetamiprido/Bifentrina				
2020	Jan	Abamectina	Acaricida/Inseticida	
		Imidacloprido	Inseticida	
		Metoxifenoazida/Espinetoram		
		Lambda Cialotronia/Sulfoxaflor		
	Fev	Clorantraniliprole	Herbicida	
		Glifosato		
		Azoxistrobina/Ciproconazol/Mancozebe		Fungicia

Fonte: O próprio autor.

Diversos estudos comprovam que as abelhas contribuem no aumento da produção quando polinizam a cultura da soja (SEGALLA *et al.*, 2012; CHIARI *et al.*, 2005). Porém, há necessidade de mais estudos relacionados as funções ecossistêmicas, buscando a preservação e proteção da saúde da biota.

Segundo Bortolotti e colaboradores (2003), o agrotóxico Imidacloprido pode impactar o comportamento das forrageiras de *Apis mellifera* dificultando seu retorno à colônia. No presente tema, o estudo de Schmuck (1999) constatou que o Imidacloprido definiu o padrão da dança do oito, sendo fraco o efeito na precisão de direção, todavia representou efeito significativo na distância comunicada da fonte de alimento das abelhas forrageadoras para as da colônia. Os autores Decourtye, Lacassie e Pham-Delegue (2003), ainda dissertam sobre a redução da mobilidade, movimentação e da aptidão de comunicação das abelhas, contribuindo negativamente em suas atividades sociais.

Abelhas expostas à Permetrina perdem sua capacidade de orientação e podem não voltar à colônia, além de apresentarem graves distúrbios de comportamento que afetam a capacidade de forrageamento (COX; WILSON, 1984).

Nas palavras de Pinheiro e Freitas (2010), a literatura brasileira muitas vezes é omissa no tocante aos efeitos degradadores destas substâncias nas abelhas, pois muitos são os trabalhos com pesticidas que abordam apenas sua eficiência no controle determinadas pestes ou, mais recentemente, as técnicas e práticas menos agressivas ao meio ambiente, mas sem a investigação e olhar sistêmico, principalmente relacionado aos polinizadores.

Na temática da necessidade de avaliar as condições ambientais, trabalhos importantes como dos autores Saibt e colaboradores (2017), são cruciais na medida em que desenvolvem e validam um método para determinação multirresíduo de agrotóxicos, no caso em questão amostras de pólen apícola. Os autores utilizaram cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em série (LC-MS/MS). O método proposto por eles permite a determinação de 72 agrotóxicos, método já utilizado em amostras de pólen apícola, obtidas de diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul.

Mister se faz ressaltar que a mídia já esgotou o assunto e centenas de publicações científicas confirmam as consequências diretas e indiretas da utilização dos agrotóxicos nos humanos, na natureza e na própria agricultura. Ao mesmo tempo, a flexibilização das leis, a falta de fiscalização e a opção tecnológico-industrial permitem aumentar indescritivelmente o número de produtos a serem introduzidos nos ecossistemas. Até por que, o conceito de precaução sequer tem sido considerado nos tribunais (LAUDO TÉCNICO, 2018).

## 6.5 O AGRO É POP, O AGRO É TECH, O AGRO É TUDO: O AGROTÓXICO ESTÁ NO AR

Uma das questões presentes no debate atual sobre a agricultura é justamente as formas de sustentabilidade (MIRANDA, 2017; CENTENO; FAGUNDES; 2019; GONGORA; MASSI; LUNA, 2019; MAAS; MALVESTITI; GONTIJO, 2020;). No tocante tema há carência de somatórios das externalidades negativas na avaliação do ciclo de vida dos processos produtivos em virtude do consumo de agrotóxicos. Qual o real impacto desse consumo no ambiente e saúde? Quais são as outras opções para o manejo adequado das lavouras?

Das considerações aos agrotóxicos mais comercializados para a cultura bioenergética da soja em Ibiporã, cuja tipo de cultura é a mais representativa

na produção de biocombustíveis do país, bem como uma das que mais utilizam agrotóxicos, as informações que seguem buscam correlacionar a comercialização dos agrotóxicos e evidenciar quais são encontrados no material particulado fino, contribuindo em oferecer suporte para o aprimoramento de políticas públicas e enriquecimento de discussões futuras.

#### 6.5.1 Agrotóxicos no Ar

Segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), 2019, a aplicação do uso intensivo de agrotóxicos pode gerar um conjunto de externalidades negativas e salienta que a existência destas externalidades negativas implica uma falha de mercado no setor.

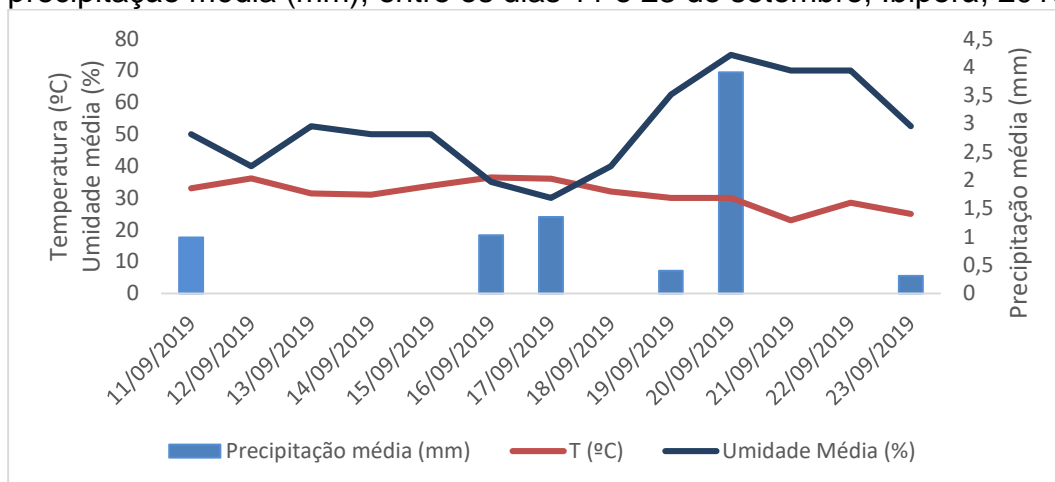
Diversos autores tratam dessas externalidades negativas, elucidando os impactos ambientais incluindo a contaminação da água, plantas, solo e ar, diminuição no número de organismos vivos e aumento da resistência de pestes, bem como os impactos sobre seres humanos que vão desde simples náuseas, dores de cabeça e irritações na pele até problemas crônicos, como diabetes, malformações congênitas e vários tipos de câncer. (EVANGELOU *et al.*, 2016; LARSEN; GAINES; DESCHÊNES, 2017; MILNER; BOYD 2017; DUTRA; FERREIRA, 2017).

Souza e colaboradores (2017), pontuam sabiamente que as externalidades negativas advindas dos agrotóxicos no contexto da Vigilância em Saúde são direcionadas para a água, solo e na saúde do trabalhador. Os autores conclamam o fomento do aprimoramento das medidas de Vigilância em Saúde Ambiental para grupos populacionais expostos ao ar contaminado por agrotóxicos.

Os resultados a seguir objetivam contribuir para o conhecimento mais concreto desse problema de saúde ambiental, através da identificação destes agrotóxicos no ar.

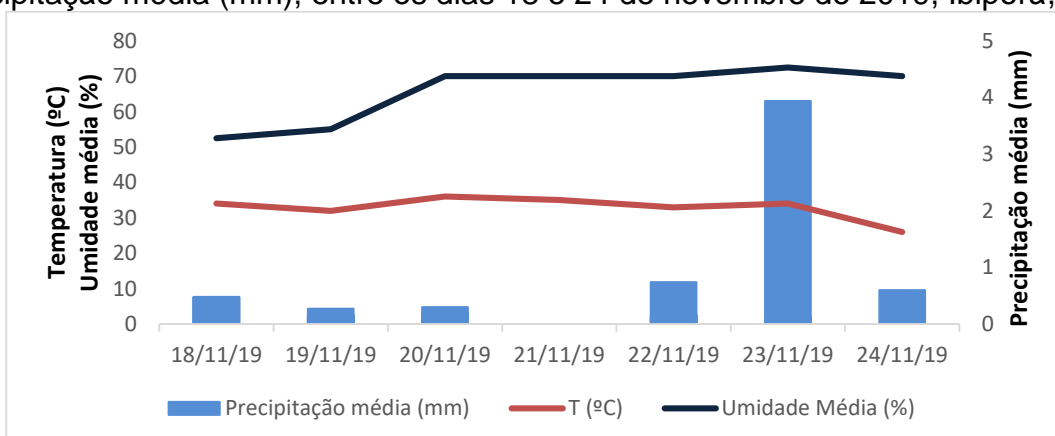
Primeiramente dos resultados obtidos, pode-se traçar um perfil das condicionantes atmosféricas em Ibiporã/PR, nas semanas coletadas nos meses de setembro e novembro de 2019, conforme figuras 24 e 25.

**Figura 24** – Valores de temperatura média (°C), umidade relativa média (%) e precipitação média (mm), entre os dias 11 e 23 de setembro, Ibitorã, 2019



Fonte: O próprio autor.

**Figura 25** – Valores de temperatura média (°C), umidade relativa média (%) e precipitação média (mm), entre os dias 18 e 24 de novembro de 2019, Ibitorã, 2019



Fonte: O próprio autor.

No tema, o presente estudo utilizou dois métodos de análise para determinação e concentração dos agrotóxicos nas amostras, por Cromatografia Gasosa acoplado ao detector por Espectrometria de Massas em Série (GC-MS/MS) e pelo Cromatógrafo Líquido Acoplado a Espectrômetro de Massas (UHPLC-MS/MS), realizadas no Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) do Centro de Pesquisa em Cromatografia e Espectrometria de Massas (CPCEM) (Anexo I e II).

Foram analisadas 45 amostras, coletadas do ar entre os dias 11 e 23 de setembro de 2019 e entre 18 e 24 de novembro de 2019, no Fórum de Justiça de

Ibiporã/PR. Primeiramente, a análise dos resultados identificados realizou-se através da metodologia GC-MS/MS, cujos dados são expostos no quadro 12 a seguir.

**Quadro 12 – Perfil dos agrotóxicos no ar detectados e concentração, Ibiporã/PR, 2019**

MP <sub>1</sub>		Agrotóxico	LOD (µg L <sup>-1</sup> )	LOQ (µg L <sup>-1</sup> )	Concentração determinada (µg L <sup>-1</sup> )
FB1	11/09/19	Picoxistrobina	1,5	5	-
FB5	13/09/19	Permetrina	3	10	-
FB15	18/09/19				11,8
MP <sub>2,5</sub>		Agrotóxico	LOD (µg L <sup>-1</sup> )	LOQ (µg L <sup>-1</sup> )	Concentração determinada (µg L <sup>-1</sup> )
FB2	11/09/2019	Permetrina	1	5	-

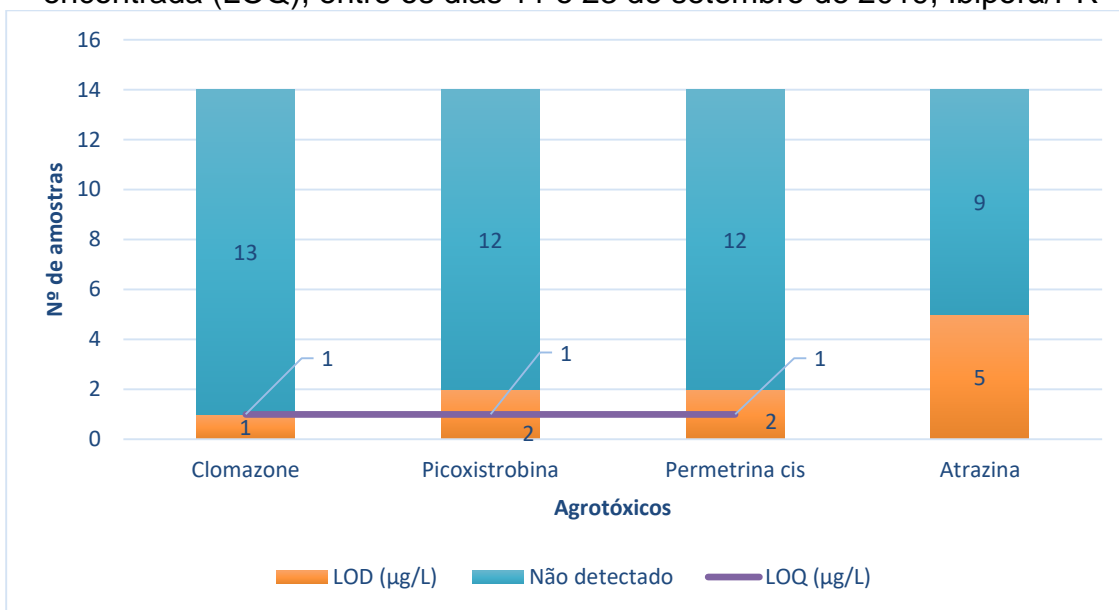
**Legenda:** O Limite de Detecção (LOD) do método é definido como a menor quantidade ou concentração em uma amostra que pode ser detectada, com 99% de confiança, mas não necessariamente quantificada. O Limite de Quantificação (LOQ) é a menor quantidade ou concentração que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão.

**Fonte:** O próprio autor.

Constatou-se 4 resultados, com a detecção do agrotóxico Permetrina em três amostras, sendo que em uma delas foi possível determinar a concentração 11,8 µg/L MP<sub>1</sub>, o outro agrotóxico detectado foi a Picoxistrobina para MP<sub>2,5</sub>.

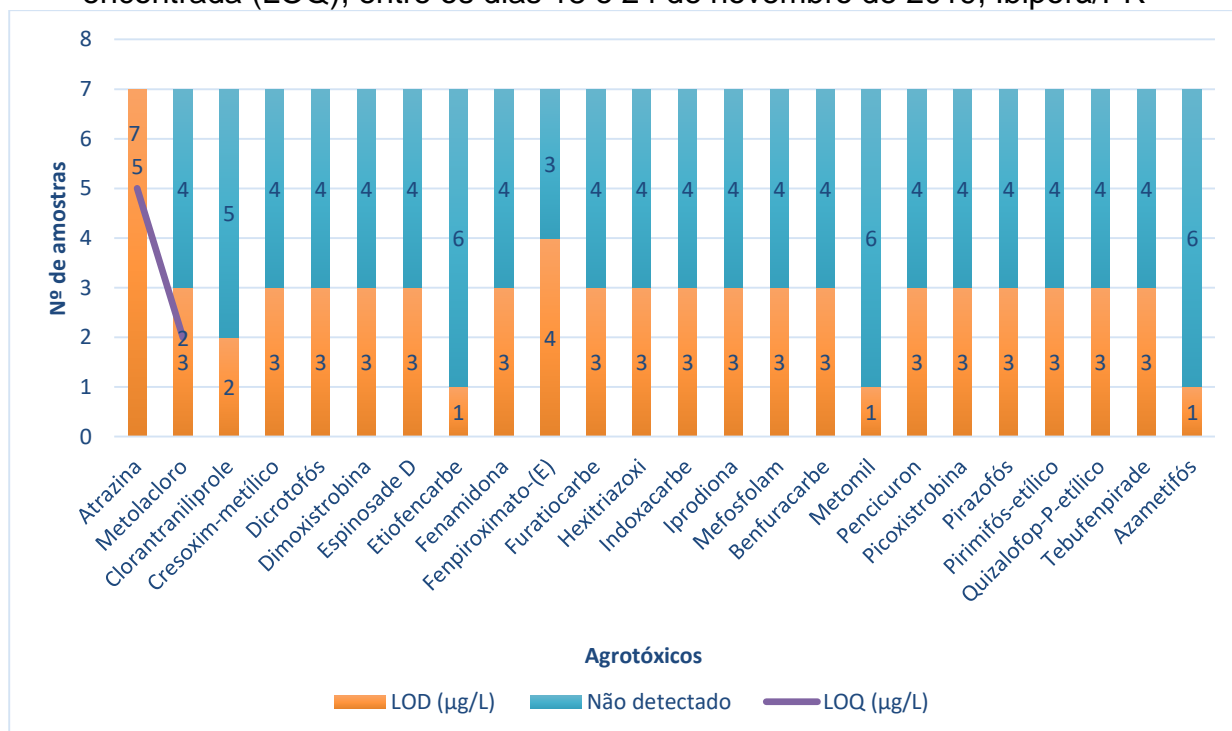
No que se refere as análises por UHPLC-MS/MS, foram analisadas 45 amostras dentre os dias 11 e 23 de setembro de 2019 e 18 e 24 de novembro de 2019 no Fórum de Justiça de Ibiporã. Os resultados são evidenciados nas figuras de frequência abaixo (Figuras 26, 27, 28 e 29). Podemos constatar o nº de amostras assim como os agrotóxicos detectados no ar, bem como quantos apresentaram concentração. As figuras 26 e 27 referem se ao MP<sub>1</sub> e as figuras 28 e 29 referem-se ao MP<sub>2,5</sub>.

**Figura 26 – MP<sub>1</sub>; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 11 e 23 de setembro de 2019, Ibiporã/PR**



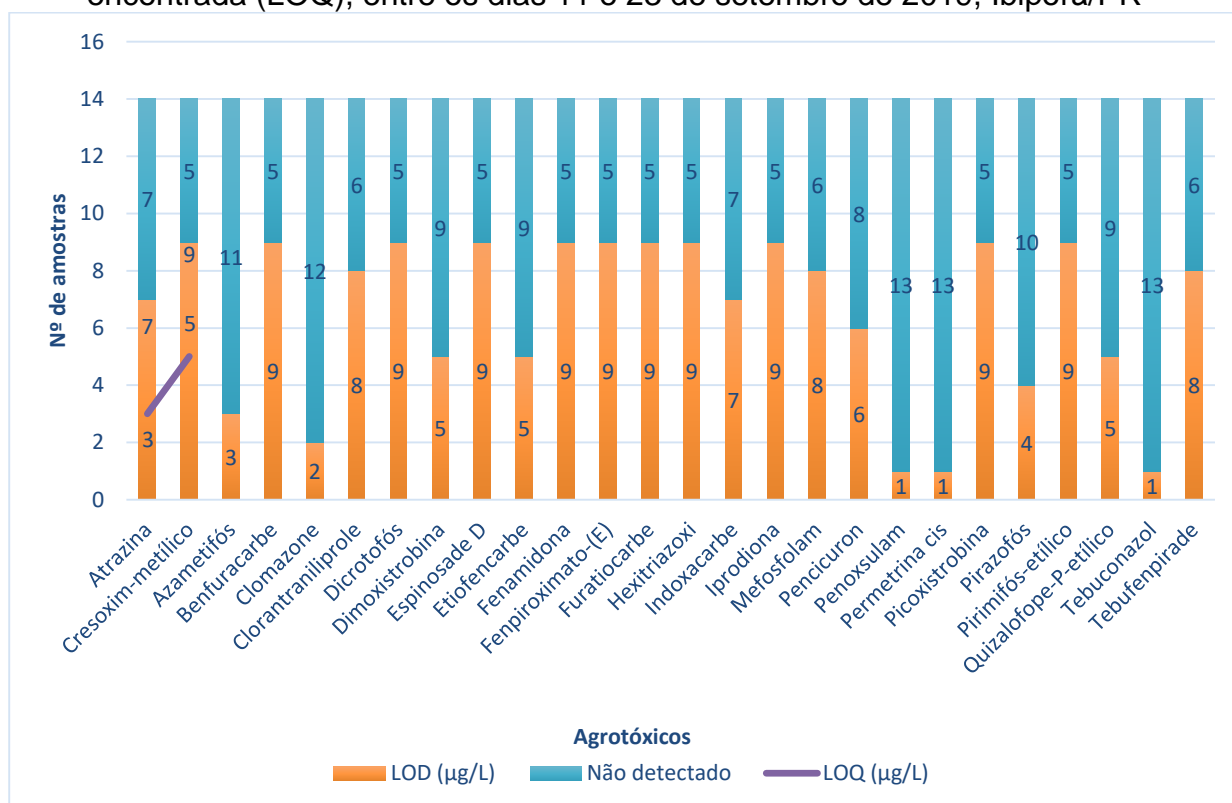
Fonte: O próprio autor.

**Figura 27 –MP<sub>1</sub>; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 18 e 24 de novembro de 2019, Ibiporã/PR**



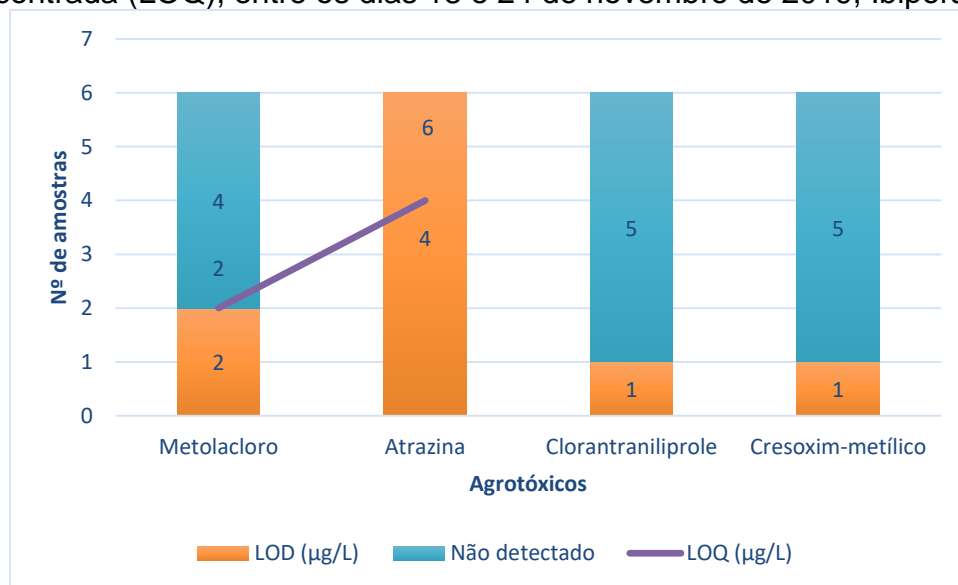
Fonte: O próprio autor.

**Figura 28 – MP<sub>2,5</sub>; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 11 e 23 de setembro de 2019, Ibiporã/PR**



Fonte: O próprio autor.

**Figura 29 –MP<sub>2,5</sub>; Agrotóxicos detectados no ar nas amostras (LOD); Concentração encontrada (LOQ), entre os dias 18 e 24 de novembro de 2019, Ibiporã/PR**



Fonte: O próprio autor.

Das informações acima, podemos constatar quais agrotóxicos foram detectados no ar em setembro bem como elucidar seu limite de detecção, quadro 13.

**Quadro 13** – Agrotóxicos e quantidade detectada no ar em setembro (MP<sub>1</sub>, MP<sub>2,5</sub>) e o Limite de detecção (LOD µg/L), 2019

<b>MP 1</b>		
<b>Agrotóxico</b>	<b>Quantidade detectada</b>	<b>LOD (µg/L)</b>
Clomazone	1	0,15
Picoxistrobina	2	0,075
Permetrina cis	2	3,003
Atrazina	5	0,075
<b>MP 2,5</b>		
<b>Agrotóxico</b>	<b>Quantidade detectada</b>	<b>LOD (µg/L)</b>
Atrazina	7	0,075
Cresoxim-metílico	9	
Azametifós	3	0,3
Benfuracarbe	9	
Clomazone	2	
Clorantraniliprole	8	
Diclotofós	9	0,075
Dimoxistrobina	5	
Espinosade D	9	
Etiofencarbe	5	
Fenamidona	9	
Fenpiroximato-(E)	9	
Furatiocarbe	9	
Hexitriazoxi	9	
Indoxacarbe	7	0,15
Iprodiona	9	0,075
Mefosfolam	8	
Pencicuron	6	0,15
Penoxsulam	1	0,15
Permetrina cis	1	3,003
Picoxistrobina	9	0,075
Pirazofós	4	
Primifós-etílico	9	
Quizalofope-P-etílico	5	0,15
Tebuconazol	1	
Tebufenpirade	8	

Fonte: O próprio autor.

No tocante aos agrotóxicos detectados no ar em novembro, podemos constatar seu limite de detecção do quadro 14.

**Quadro 14** – Agrotóxicos e quantidade detectada no ar em novembro (MP<sub>1</sub> e MP<sub>2,5</sub>) e o Limite de detecção (LOD µg/L), 2019

<b>MP 1</b>		
<b>Agrotóxico</b>	<b>Quantidade detectada</b>	<b>LOD (µg/L)</b>
Atrazina	7	0,075
Metolaclo-ro	3	
Clorantraniliprole	2	0,3
Cresoxim-metílico	3	0,075
Dic-roto-fós	3	
Dimoxistrobina	3	
Espinosade D	3	
Etiofencarbe	1	
Fenamidona	3	
Fenpiroximato-(E)	4	
Furatiocarbe	3	
Hexitriazoxi	3	
Indoxacarbe	3	
Iprodiona	3	0,15
Mefosfolam	3	0,075
Benfuracarbe	3	0,3
Metomil	1	0,075
Pencicuron	3	
Picoxistrobina	3	
Pirazofós	3	
Pirimifós-etílico	3	
Quizalofop-P-etílico	3	
Tebufenpirade	3	
Azametifós	1	0,15
		0,075
<b>MP 2,5</b>		
<b>Agrotóxico</b>	<b>Quantidade detectada</b>	<b>LOD (µg/L)</b>
Metolaclo-ro	2	0,075
Atrazina	6	
Clorantraniliprole	1	0,3
Cresoxim-metílico	1	0,075

**Fonte:** O próprio autor.

O quadro 15 a seguir trata da quantidade total de agrotóxicos determinada no ar, Fórum de Justiça de Ibiporã, 2019.

**Quadro 15** – Quantidade total de agrotóxicos identificados no ar, Ibiporã/PR, 2019

<b>Agrotóxico</b>	<b>Quantidade total identificada</b>
Atrazina	25
Azametifós	4
Benfuracarbe	12
Clomazone	3
Clorantraniliprole	11
Cresoxim-metílico	13
Dicrotofós	12
Dimoxistrobina	8
Espinosade D	12
Etiofencarbe	6
Fenamidona	12
Fenpiroximato-(E)	13
Furatiocarbe	12
Hexitriazoxi	12
Indoxacarbe	10
Iprodiona	12
Mefosfolam	11
Metolacloro	5
Metomil	1
Pencicuron	9
Penoxsulam	1
Permetrina cis	3
Picoxistrobina	14
Pirazofós	7
Pirimifós-etílico	12
Quizalofope-P-etílico	8
Tebuconazol	1
Tebufenpirade	11

**Fonte:** O próprio autor.

Das informações do quadro acima, podemos observar que o agrotóxico mais presente no material particulado atmosférico é a Atrazina 25 vezes; seguido da Picoxistrobina 14 vezes; 13 vezes para Cresoxim-metílico e Fenpiroximato-(E); 12 vezes para Benfuracarbe, Dicrotofós, Hexitriazoxi, Espinosade D, Fenamidona, Furatiocarbe; Iprodiona e Pirimifós-etílico; Clorantraniliprole, Tebufenpirade e Mefosfolam 11 vezes; e por fim Indoxacarbe 10 vezes.

Agora em que pese aos agrotóxicos que apresentaram concentrações estes podem ser visualizados no quadro 16 para MP<sub>1</sub>.

**Quadro 16 – Agrotóxicos determinados no ar, LOQ do método e concentrações encontradas para MP<sub>1</sub>- Ibiporã/PR, 2019**

<b>MP<sub>1</sub></b>				
<b>Filtros</b>	<b>Data</b>	<b>Agrotóxicos</b>	<b>LOQ (µg/L)</b>	<b>Concentração Encontrada (ng/L)</b>
FB1	11/09/2019	Picoxistrobina	0,250	0,205
FB11	16/09/2019	Clomazone	0,500	0,0487
FB15	18/09/2019	Permetrina cis	10	0,0990
2FB1	18/11/2019	Atrazina	0,250	0,0313
2FB3	19/11/2019	Atrazina		34,44
		Metolacloro	0,500	0,0275
2FB5	20/11/2019	Atrazina	0,250	34,52
		Metolacloro	0,500	0,0457
2FB9	22/11/2019	Atrazina	0,250	19,11
		Cresoxim-metílico		0,0254
2FB11	23/11/2019	Cresoxim-metílico		0,0207
2FB13	24/11/2019	Atrazina		25,39
		Cresoxim-metílico		0,0217

Fonte: O próprio autor.

Em relação ao MP<sub>2,5</sub>, o quadro 17 abaixo, evidencia os agrotóxicos em que foi possível determinar as concentrações.

**Quadro 17 – Agrotóxicos determinados no ar, LOQ do método e concentrações encontradas para MP<sub>2,5</sub>- Ibiporã/PR, 2019**

<b>MP<sub>2,5</sub></b>					
<b>Filtros</b>	<b>Data</b>	<b>Agrotóxicos</b>	<b>LOQ (µg/L)</b>	<b>Concentração Encontrada (ng/L)</b>	
FB6	13/09/2019	Cresoxim-metílico	0,250	0,0219	
FB8	14/09/2019	Atrazina		0,0245	
FB12	16/09/2019	Atrazina		12	
		Cresoxim-metílico		0,0217	
FB18	19/09/2019	Cresoxim-metílico		0,0214	
FB19	20/09/2019	Cresoxim-metílico		0,0216	
FB24	22/09/2019	Cresoxim-metílico		0,0181	
FB26	23/09/2019	Cresoxim-metílico		0,0245	
2FB2	18/11/2019	Atrazina		0,0355	
2FB4	19/11/2019	Atrazina		32,14	
		Metolacloro		0,500	0,0262
2FB6	20/11/2019	Atrazina		0,250	28,91
		Metolacloro		0,500	0,0595
2FB10	22/11/2019	Atrazina	0,250	0,0359	

Fonte: O próprio autor.

Das informações dos quadros 16 e 17, podemos constatar que para MP<sub>1</sub> foram determinadas concentrações em 5 vezes para Atrazina; 3 de Cresoxim-metílico; 2 de Metolacloro; 1 para Clomazone, Permetrina e Picoxistrobina. No tocante ao MP<sub>2,5</sub> 6 valores relevantes de concentração para a Atrazina e Cresoxim-metílico e 2 para o Metolacloro. Salientamos que quanto ao Glifosato não foi possível realizar as suas medições no ar.

Das informações, atenção deve ser dada a Atrazina que apresentou concentrações em três amostras mais elevadas. Segundo Canevaroli e colaboradores (2021), a Atrazina é um herbicida representado por um anel triazínico substituído com cloro, etilamina e isopropilamina, o que torna este agrotóxico recalcitrante para a degradação biológica no ambiente, permanecendo por muito tempo no meio e tornando-o um dos fatores responsáveis pela contaminação do solo, do ar e das águas. Ainda de acordo com Bombardi (2017), a Atrazina é proibida na União Europeia desde 2003.

O estudo de Yera e colaboradores (2020), contabilizou vinte agrotóxicos detectados dos quais 14 foram quantificados, considerando dois locais de amostragem, Piracicaba/SP e São Paulo/SP. Para as amostras de Piracicaba/SP, os compostos com maior frequência de detecção (maior que 50%), levando em consideração os valores acima do LOD, foram Heptacloro e Ethion,  $\beta$ -Endosulfan, Bifentrina, Permetrina I e II,  $\lambda$ -Cialotrina e Demeton-o. Para amostras de São Paulo/SP, os pesticidas com as maiores frequências de detecção foram Permetrina I e II, Diazinon,  $\beta$ -Endosulfan, Bifentrina e Ethion.

O estudo de Santos e colaboradores (2011), buscou níveis dos resíduos de agrotóxicos analisados em amostras de ar coletados em 04 pontos de Escolas em Lucas do Rio Verde/MT, na área urbana e rural, identificando  $\beta$ -Endossulfam e Atrazina em todos locais.

Socorro e colaboradores (2016), dissertam que os pesticidas semivoláteis, os quais são principalmente adsorvidos em partículas de aerossol atmosférico são muito persistentes em relação aos radicais hidroxila altamente reativos (OH) que são o agente de autolimpeza da atmosfera. As meias-vidas na fase particulada de Difenoconazol, Tetraconazol, Fipronil, Oxadiazon, Deltametrina, Ciprodinil, Permetrina e Pendimetalina são da ordem de vários dias e até superiores

a um mês, o que significa que esses agrotóxicos podem ser transportados por longas distâncias, chegando a regiões remotas.

Um grande número de pesticidas e substâncias relacionadas foram detectados no ar alemão, foram abundantes: Glifosato, Clorotalonil, Metolacloro, Pendimetalina e Terbutilazina e altas concentrações de Prosulfocarb também foram encontradas (KRUSE-PLAß *et al.*, 2021).

Os dados suecos Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU, 2020), detectaram 45 substâncias na estação de amostragem Hallahus. No entanto, seis substâncias foram encontradas apenas abaixo do limite de quantificação, Clorpirifós, Prosulfocarbe, Terbutilazina e Trialato, estes são os pesticidas usados atualmente e mais frequentemente detectados. As maiores concentrações foram observadas para Prosulfocarbe. No caso da Pendimetalina, foi detectado em quase 40% de todas as amostras, semelhante ao Clorpirifós, a Pendimetalina não está aprovada para uso na Suécia.

Ao todo, 42 substâncias foram detectadas no ar da França continental. Glifosato, Lindano, Metolacloro, Pendimetalina e Trialato tiveram mediana acima de zero. O Prosulfocarb e o Folpet apresentaram as maiores concentrações no ar (MARLIERE; LETINOIS; SALOMON, 2020).

Na Itália, Estellano e colaboradores (2015) avaliaram a ocorrência e variações sazonais de 10 pesticidas de uso atual: Clorpirifós, Clorpirifós metílico, Malation, Terbufós, Diazinon, Disulfoton, Dactal, Trifluralina, Pendimetalina e Clorotalonil, sendo que todos os 10 pesticidas foram detectados.

Degrendele e colaboradores (2016) avaliaram 27 pesticidas usados atualmente e 10 poluentes orgânicos persistentes na República Tcheca. A ênfase do estudo foi a determinação da partição de gás-partícula e distribuição de tamanho de partícula em pesticidas de uso atual e poluentes orgânicos persistentes. Isoproturon, Metazacloro, Clorpirifós, Terbutilazina, S-Metolacloro e Fenpropimorfo foram detectados em mais de 65% das amostras. Clorpirifós, Metazacloro, Acetocloro, Isoproturon E S-Metolacloro foram identificados como substâncias com um máximo combinado total de (fase de partículas de gás). Ressalta-se que Koblizkova, Lee, Harner (2012) estabeleceram a ocorrência de Clorotalonil, Clorpirifós e Pendimetalina no ar europeu e mundial.

O transporte de média distância de pesticidas é descrito por Kreuger e Lindström (2019), que encontrou Pendimetalina em quase 40% de todas as amostras, embora este pesticida não seja aprovado para uso na Suécia e provavelmente se originou em países vizinhos, como Dinamarca, Alemanha e Polônia. Dados abundantes estão disponíveis para Clorpirifós em amostradores de ar passivos, o que não foi aprovado para uso na Alemanha, embora tenha sido detectado ao longo das fronteiras oeste e leste (KRUSE-PLAß *et al.*, 2021).

Os pesticidas e suas substâncias relacionadas estão onipresentes no ar ambiente na República Federal da Alemanha, há evidências de que os pesticidas e suas substâncias relacionadas podem viajar pelo ar, pelo menos a médio prazo e, possivelmente, também a longo prazo (KRUSE-PLAß *et al.*, 2021). Isso é há muito conhecido por substâncias listadas na Convenção de Estocolmo, como DDT, PCBs e  $\gamma$ -HCH (PNUMA, 2020). O glifosato ficou em quinto lugar em frequência de detecção, demonstrando o transporte aéreo desse pesticida (KRUSE-PLAß *et al.*, 2021).

A Suécia é o primeiro país europeu a realizar amostragens ativas de longo prazo de pesticidas transportados pelo ar em áreas rurais cercadas por florestas e localizadas a mais de 1 km de distância dos campos tratados (KREUGER; LINDSTRÖM, 2019); dados semanais estão disponíveis na University of Uppsala (SLU, 2020).

A redução da aplicação de pesticidas, conforme proposto pela Comissão da União Europeia (2020) em maio de 2021, é de 50% até 2030, sendo um primeiro passo importante para reduzir a carga de ar e aliviar os problemas associados à aplicação de pesticidas. No entanto, não está claro a partir dos dados atuais se os pesticidas transportados pelo ar e suas substâncias relacionadas são detectados como um efeito colateral geral da agricultura convencional. É possível que nossas observações estejam relacionadas a substâncias específicas com um potencial excepcionalmente alto para transporte aerotransportado. No primeiro caso, o volume geral de pesticidas usados deve ser reduzido. No segundo caso, a gestão regulamentar de substâncias propensas ao transporte aéreo poderia ser uma solução adequada e expedita. A falta de dados não permite conclusões sobre os efeitos na saúde da exposição por inalação a misturas de pesticidas, que são provavelmente crônicas e devem ser investigadas. Da mesma forma, os efeitos em ecossistemas sensíveis requerem um estudo mais aprofundado (KRUSE-PLAß *et al.*, 2021).

Li e Jennings (2017) informam que Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), elaborou modelos de risco para a saúde humana de câncer e não câncer, elencando os níveis máximos de concentrações para 43 pesticidas no ar, sendo estes voláteis e semivoláteis, sendo apenas os EUA, o único país a regulamentar e derivar os níveis máximos de concentrações de agrotóxicos no ar.

Os aerossóis atmosféricos podem afetar a saúde humana, especialmente as partículas com diâmetro menor que 100 nm apresentam mais efeitos adversos à saúde em comparação com as partículas maiores devido à maior probabilidade de penetrar no pulmão humano e até mesmo no sangue (POPE; DOCKERY, 2006).

No tocante a questão da ecotoxicidade e impactos na saúde humana, foi elaborada o quadro 18 com a classificação dos agrotóxicos detectados no ar em Ibiporã, 2019, buscando correlacionar com a cultura da soja e dados do MPPR (2018) se foram comercializados.

**Quadro 18** – Informações dos agrotóxicos detectados no ar em Ibiporã/PR, 2019

<b>Agrotóxico</b>	<b>Classificação<sup>1</sup></b>	<b>Ecotoxicidade<sup>2</sup></b>	<b>Risco Saúde humana<sup>2</sup></b>	<b>Cultura soja<sup>1</sup></b>	<b>Venda (kg)<sup>3</sup></b>
Cresoxim-metílico	Fungicida	Alto	Moderado	Sim	0
Azametifós	Inseticida	Alto	Alto	Não	0
Benfuracarbe	Inseticida e nematocida	Alto	Alto	Não	0
Clomazone	Herbicida	Moderado	Alto	Sim	46
Clorantriliprole	Inseticida	Alto	Moderado	Sim	51
Dimoxistrobina	Fungicida	Alto	Alto	Sim	0
Espinosade D	Inseticida	Alto	Moderado	Sim	0
Fenamidona	Fungicida	Moderado	Moderado	Não	0
Fenpiroximato-(E)	Acaricida	Alto	Alto	Não	0
Hexitriazoxi	Acaricida	Alto	Moderado	Não	0
Indoxacarbe	Inseticida, cupinicida e formicida	Alto	Alto	Sim	0
Iprodiona	Fungicida	Moderado	Alto	Sim	0
Mefosfolam	Inseticida	-	-	Não	0
Pencicuron	Fungicida	Moderado	Moderado	Não	0
Penoxsulam	Herbicida	Moderado	Moderado	Não	0
Permetrina	Inseticida e formicida	Alto	Alto	Sim	315

Agrotóxico	Classificação <sup>1</sup>	Ecotoxicidade <sup>2</sup>	Risco Saúde humana <sup>2</sup>	Cultura soja <sup>1</sup>	Venda (kg) <sup>3</sup>
Picoxistrobina	Fungicida	Alto	Moderado	Sim	-
Pirimifós-etílico	Inseticida e acaricida	Alto	Alto	Não	0
Quizalofope-P-etílico	Herbicida	Alto	Moderado	Sim	210
Tebuconazol	Fungicida	Alto	Alto	Sim	88
Tebufenpirade	Inseticida e acaricida	Alto	Moderado	Não	0
Atrazina	Herbicida	Moderado	Moderado	Não	0
Cresoxim-metílico	Fungicida	Alto	Moderado	Sim	0
Metomil	Inseticida e acaricida	Alto	Alto	Sim	501

**Legenda:** 1 – Monografia ANVISA; 2- PDB: Pesticide Properties DataBase; 3 – MPPR (2018)

**Fonte:** O próprio autor.

Ademais, o quadro 19 a seguir ilustra os agrotóxicos detectados no ar em Ibiporã, 2019, que estão excluídos da monografia da ANVISA

**Quadro 19** – Informações dos agrotóxicos detectados e proibidos, Ibiporã, 2019

Agrotóxico	Classificação <sup>1</sup>	Ecotoxicidade <sup>2</sup>	Risco Saúde humana <sup>2</sup>
Dicrotofós	Inseticida	Alto	Alto
Etiofencarbe	Inseticida	Moderado	Alto
Furatiocarbe	Inseticida	Alto	Alto
Pirazofós	Fungicida	Alto	Alto
Metolacoloro	Herbicida	Moderado	Moderado

**Legenda:** 1 – Monografia ANVISA; 2- PDB: Pesticide Properties DataBase;

**Fonte:** O próprio autor.

O presente estudo pode determinar um total de 29 agrotóxicos no ar em Ibiporã/PR. No tocante a correlação dos agrotóxicos mais utilizados na cultura da soja e no ar, apenas a Permetrina e o Metomil estão entre os mais utilizados. Todavia, o Clomazone, Clorantraniliprole e Quizalofope-P-Etílico foram comercializados para a soja em Ibiporã e detectados no ar. Importante salientar que a Atrazina um dos mais utilizados em Ibiporã na cultura do milho também apresentou significativa representação na detecção.

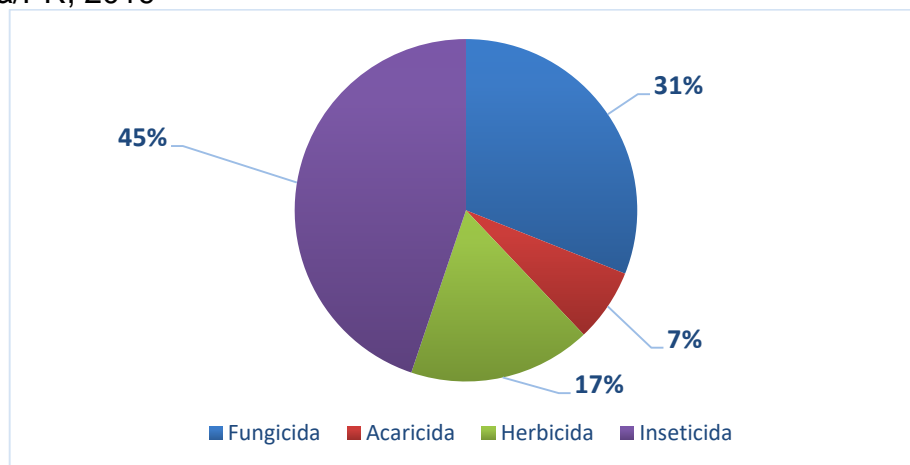
O Departamento de Regulação de Pesticidas (DPR), 2021, da Califórnia, através do Código de Regulamentos da Califórnia, listou alguns contaminantes tóxicos do ar, segundo dois apontamentos:

(a) Os seguintes pesticidas são designados contaminantes tóxicos do ar de acordo com a seção 14023 do Código Agrícola e Alimentar: Cloropicrina, Clorpirifós, Endosulfan, Etil paration, Metidation, Isotiocianato de metila e outros pesticidas que geram MITC Paration de metila, S,S,S-tributil fosforotritioato (DEF, tribufós), Fluoreto de sulfurila.

(b) Os seguintes pesticidas são designados como contaminantes tóxicos do ar para implementar a seção 14021 do Código de Alimentos e Agricultura: Acroleína; Arsênio ácido; Pentóxido de arsênio; Otrióxido de arsênio; Captan; Carbaril; Pesticidas geradores de dissulfureto; Cloro crômico; Ácido m-creosol; Sais de 2,4-D e seus ésteres, 1,4-diclorobenzeno, 1,3-dicloropropeno, Diclórovos; Óxido de etileno; Formaldeído; Ácido clorídrico; Lindano; Mancozebe; Manebe; Metanol; Metoxicloro; Metil brometo de naftaleno; Metil iodeto de naftaleno; 10 10' oxybisphenoxyarsine; Pentacloronitrobenzeno; Pentaclorofenol; Fenol; Fósforo; Pesticidas geradores de fosfina; Permanganato de potássio; Propoxur; Óxido de propileno; Cianeto de sódio Dicromato de sódio; Trifluralin e Xileno.

A figura 30 a seguir ilustra a classificação de uso os agrotóxicos determinados no ar em Ibiporã, 2019.

**Figura 30** - Classificação de uso dos agrotóxicos determinados no ar, Ibiporã/PR, 2019



Fonte: O próprio autor.

A figura acima evidencia que foram encontrados 45% de inseticidas; 31% de fungicidas; 17% herbicidas e 7% acaricidas no material particulado atmosférico em Ibiporã/PR, 2019.

Globalmente, o uso médio de inseticidas, herbicidas e fungicidas e acaricidas de 1990 a 2010 foi de 342.000; 566.000 e 353.000 t, respectivamente (LIU; PAN; LI, 2015).

A identificação destes agrotóxicos no ar no perímetro urbano levanta questionamentos, o Código de Posturas do Município de Ibiporã/PR, lei municipal nº 2.206/2008 no seu art. 53 proíbe o plantio de culturas que utilizem agrotóxicos, dentro dos limites do perímetro urbano e na faixa periférica, neste caso, respeitando uma faixa de 100 (cem) metros, e tal proibição estende-se aos distritos urbanos e escolas localizadas na zona rural. Somada a esta limitação do uso de agrotóxicos no perímetro urbano municipal, a ANVISA (2010) publicou Nota Técnica em 15.01.2010 referente ao uso de produtos agrotóxicos em meio urbano, esclarecendo e se posicionando, e afastando a possibilidade de regulamentação da prática da capina química em área urbana. Voltando a publicar a Nota Técnica 04, em 06.07.2016 em que reafirma:

“Reitera, ainda, que é proibida a capina química (herbicidas) em ambientes urbanos de livre circulação (praças, jardins, logradouros, etc.), em que não há meios de assegurar o adequado isolamento, ou seja, onde não é possível aplicar medidas que garantam condições ideais de segurança da população que reside ou circula.” (ANVISA, 2016).

Porém, se existe essa regulamentação a tratativa vale para todos: Fungicida, Inseticida, Acaricida?

A Secretaria de Estado da Saúde do Estado de São Paulo, publicou uma Nota Técnica CVC/Toxicovigilância nº 01 de 04.04.2017, cujo intuito é a Campanha Eliminando a Capina Química das Cidades Paulistas, neste bojo elucidou uma questão urgente o uso dos domissanitários e suas finalidades:

a) o controle de pragas e vetores em logradouros públicos com o uso de produtos agrotóxicos/ domissanitários como inseticidas, molusquicidas e raticidas com fins de saúde pública é realizado sob a responsabilidade dos órgãos estaduais e municipais, e só podem ser utilizados quando autorizados pelos órgãos da saúde competentes. Devendo sempre ser considerados os demais métodos do Controle Integrado de Pragas e Vetores, sendo recomendado que se utilize o método químico quando os outros não são possíveis ou eficazes, pois o uso de agrotóxicos é sempre preocupante por ser um contaminante tóxico com risco para o trabalhador, os munícipes, a fauna e flora ambiental, além de desenvolver resistência.

b) Os produtos agrotóxicos/domissanitários que se destinam a comercialização para controle de pragas e vetores em áreas públicas devem ser avaliados, registrados/ autorizados pelo órgão federal responsável, que é a ANVISA/MS, devendo ser fiscalizados pela vigilância sanitária.

c) o IBAMA/MMA e o MAPA não têm competência para registrar/autorizar nenhum agrotóxico para uso em ruas, calçadas, terrenos baldios, parques, praças e jardins, margens de arroios e valas, enfim, logradouros municipais, em ambientes densamente povoados, e que contribuam com despejos em mananciais.

Neste diapasão, a Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976, define os saneantes domissanitários como: “Substância ou preparação destinada à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos ou públicos”. Sua aprovação e seu registro dependem apenas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde. Por esse motivo, eles escapam de ser classificados e fiscalizados como agrotóxico.

Esses produtos, usados para o controle de vetores no ambiente domiciliar, são inseticidas principalmente do grupo químico dos piretróides e piretrinas e estão entre as principais causas de intoxicação no ambiente doméstico (PRESGRAVE; CAMACHO; VILLAS BOAS, 2008).

Segundo os autores Mello, Rozemberg e Castro (2015), o modelo de controle químico ao vetor utilizado no ambiente doméstico, atrelado a um consumidor incentivado pela necessidade de proteção fomentada por propagandas indutoras, configura um cenário importante nesse processo de resistência do mosquito ao inseticida, sendo o consumidor a vítima de sua própria aquisição. Afinal como provocam os autores são Domissanitários ou Domitóxicos? A maquiagem dos venenos.

Dos resultados obtidos é pertinente pontuar sobre o impacto dos agrotóxicos e talvez dos domissanitários, conforme postulam, os autores Soares e Porto (2012): para cada dólar gasto com a compra de agrotóxicos no Paraná, por exemplo, são gastos U\$\$ 1,28 no tratamento de intoxicações agudas – aquelas que ocorrem imediatamente após a aplicação. Nesse cálculo não são considerados os gastos com saúde pública em decorrência da exposição constante aos venenos agrícolas, como com o tratamento do câncer.

Neste bojo, o trabalho em questão vai de encontro a asserção de Leff (2001), de que a articulação da questão ambiental, como a poluição e a degradação do meio, a crise de recursos naturais, energéticos e de alimentos, e a má distribuição de renda, estão ligados a uma “crise de civilização”, que coloca em xeque, ao mesmo

tempo, a racionalidade econômica e tecnológicas dominantes, visto que o modelo atual não atende a todos homogeneamente, trazendo exclusão social e política.

Magera (2012) afirma que, na concepção da epistemologia de Leff, a crise ambiental é a crise da razão e os problemas ambientais são relativos ao conhecimento sobre o meio, e se, o homem não for capaz de mudar esses paradigmas em relação ao modo de produzir e não reconceitualizar sua relação socioambiental, procurando racionalizar e apresentar alternativas para o modelo atual capitalista de produção e consumo, o planeta não se sustentará enquanto viveiro desse inquilino mais predador.

Para Foladori (2001) a crise é social, pois sustentamos que o problema da crise ambiental não deve ser colocado na frente da sociedade com seus limites físicos. Uma vez que não existe tal sociedade humana abstrata. Todavia, existem classes e grupos em alianças e oposição, que se relacionam entre si e com o entorno de maneira totalmente diferente. O problema não é somente técnico, tampouco prioritamente técnico, o problema é social. Além das relações técnicas aparentes, existem relações sociais de produção que geram, segundo o tipo, tendências de utilização do entorno, dos materiais e/ou da natureza em geral de forma particular.

No ensejo, ainda que os resultados mostrem estas determinações de agrotóxicos presentes no ar no perímetro urbano, novos estudos devem ser realizados no tocante tema, principalmente com o desenvolvimento de uma rede de monitoramento de qualidade do ar nas diversas regiões do país, sendo necessários para que possam subsidiar políticas públicas de qualidade do ar, ainda incipientes no Brasil. Neste bojo, chamo a atenção a Resolução CONAMA nº 491/2018 e ao Monitoramento da Qualidade do Ar no Paraná, baseado no referido CONAMA, que não prevê concentrações de agrotóxicos presentes no ar.

Segundo Castro, Gouveia e Cejudo (2003) para que sejam construídas políticas públicas ambiental e de saúde eficazes, tornam-se necessários estudos que mostrem a relação entre poluição do ar e a saúde, pois estes podem garantir uma melhoria da qualidade de informação a ser utilizada pelos gestores.

Alguns exemplos de ganhos na saúde podem ser encontrados na bibliografia mundial, como a publicação de Roberts (2013), que analisa o período entre 1997 e 2007 em que houve a aplicação de políticas governamentais cujas

intervenções visavam à melhora da qualidade do ar e, como resultado, um potencial decréscimo da toxicidade do material particulado inalante (MP<sub>10</sub>), um dos principais poluentes atmosféricos, ocasionando a diminuição de 10% na mortalidade anual por doenças cardiovasculares nas cidades de Brisbane e Sidney, Austrália.

Os autores Henschel e colaboradores (2012), demonstram através de 28 estudos analisados que as intervenções governamentais contribuem na redução da poluição atmosférica, possibilitando benefícios diretos na qualidade do ar como também em efeitos para a saúde, reduzindo a morbidade cardiorrespiratória e mortalidade.

Bombardi (2017) disserta que:

Verifica-se atualmente no Brasil, um caminho inverso “ao princípio da precaução”. Tanto assim que 30% dos ingredientes ativos no Brasil são proibidos na União Europeia, e dois destes estão entre os mais vendidos no Brasil.

Nesta geografia desigual do uso e dos impactos dos agrotóxicos temos uma parcela da humanidade que literalmente, no cotidiano de suas vidas, vale menos, está alijada do Direito Humano Fundamental que é o próprio direito à vida.

Diálogos entre diversos interessados, sejam eles formuladores ou executores de políticas públicas, a população em geral ou os empreendedores e investidores dos diferentes setores econômicos do país ou região, podem resultar em esforços para implantação de políticas de mitigação da poluição atmosférica. Nesse cenário, associar valores econômicos aos custos com a saúde, como uma estimativa do custo total da doença ou à disponibilidade de se pagar por uma redução desses efeitos, é argumento eficiente para fomentar essa discussão.

Portanto, uma forma plausível de avaliar e questionar as injustiças ambientais correlacionadas aos padrões de saúde são através de estudos com parâmetros ambientais definidos e atrelados com indicadores de impacto nos serviços de saúde nas regiões estudadas do país.

## 7 CONCLUSÃO

O grau de contaminação ambiental e humana pelos agrotóxicos usados na produção de grãos na cidade de Ibiporã, é de interesse do Comitê Institucional de Articulação para Redução do Uso de Agrotóxicos, mobilizados pela 2ª Promotoria de Justiça de Ibiporã. Sendo que um dos eixos de trabalho definidos pelo Comitê é a educação ambiental e o incentivo em pesquisas na área em parceria com as universidades. Sendo abraçado pelo MPPR, precisamente na 2ª Promotoria de Justiça de Ibiporã, este trabalho contribui na identificação das culturas bioenergéticas que mais utilizam agrotóxicos, atendendo a hipótese de que o uso dos agrotóxicos nas lavouras pode condicionar sua presença no ar, fomentando indagações quanto a cadeia de biocombustíveis serem sustentáveis.

O trabalho identificou que no Paraná no ano de 2018 foram comercializadas 92.904,3 toneladas de agrotóxicos. A cultura da soja é a que mais utiliza agrotóxicos 56,93%, milho 17,33% e trigo 9,10%. A classificação de uso desses ingredientes ativos no Paraná é de herbicida 62,19%, fungicida 15,54% e inseticida 11,06%. O estudo identificou que em Ibiporã em 2017, foram comercializadas 272,8 toneladas de agrotóxicos. Os ingredientes ativos mais comercializados foram, Glifosato 96.500 kg e Atrazina 31.013 kg. A cultura da soja foi a que mais consumiu agrotóxico, 151.423 kg; milho 78.678,55 e trigo 6.282,81 kg. A maior área plantada foi a soja com 16.600 ha; milho 15.350 ha e trigo 1.300 ha. O maior consumo de agrotóxicos por hectares, soja 9,12 kg ha<sup>-1</sup>; milho 5,12 kg ha<sup>-1</sup>; e trigo 4,8 kg ha<sup>-1</sup>. Além da realização de estimativas do rendimento de óleo e produtividade de biodiesel, estimativa do rendimento em virtude do teor de óleo em Ibiporã, soja 10.557.600 L e milho 2.640.200 L; estimativa da produtividade do biodiesel 9.329.200 kg para a soja e para o milho 2.333.200 kg.

No que concerne ao valor do crédito agrícola total em Ibiporã/PR no ano de 2018 foram destinados R\$196.361.386, a estimativa a partir da linha de custeio, foi de que R\$27.781.737,4 foram utilizados por meio de financiamentos com dinheiro público para a compra de agrotóxicos no município.

O presente estudo pode determinar um total 29 de agrotóxicos no ar urbano, precisamente no Fórum de Justiça de Ibiporã/PR, 2019. No tocante a correlação dos agrotóxicos mais utilizados na cultura da soja, a Permetrina e o Metomil

estão entre os mais utilizados. Todavia, o Clomazone, Clorantraniliprole e Quizalofop-P-etílico foram comercializados para a soja em Ibiporã. Importante salientar que a Atrazina um dos agrotóxicos mais utilizados em Ibiporã na cultura do milho também apresentou significativa representação na determinação. Do total no material particulado atmosférico na área urbana de Ibiporã/PR, 2019, 45% são inseticidas; 31% fungicidas; 17% herbicidas e 7% acaricidas, fomentando o olhar não somente ao uso de agrotóxicos, mas também aos domissanitários que podem ser utilizados no perímetro urbano. A presente pesquisa em consulta a um procedimento de acompanhamento de políticas públicas (MPPR, 2020), constatou-se um caso em que teria ocasionado a morte de abelhas através da aplicação irregular de agrotóxico, elucidando que mesmo as colmeias em área de reserva legal devido a sua proximidade com as culturas agrícolas, podem sofrer com o manejo incorreto das plantações provocando impactos ambientais significativos na biota.

As informações produzidas por meio deste trabalho poderão subsidiar ações integradas dos órgãos de fiscalização da agricultura, meio ambiente, trabalho, saúde, Ministério Público, dentre outros, que são fundamentais para o avanço da vigilância dos impactos dos agrotóxicos e também dos domissanitários. Estudos como este são importantes para a sustentação de políticas públicas, contribuindo em processos de educação e visando o fortalecimento das ações de fiscalização e de monitoramento.

## REFERÊNCIAS

- ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Estatística Mensal do Complexo Soja**. 2019. Disponível em: [www.abiove.org.br](http://www.abiove.org.br). Acesso em: 12 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de Capacidade Instalada da Indústria de Óleos Vegetais**. 2020. Disponível em: [www.abiove.org.br](http://www.abiove.org.br). Acesso em: 12 fev. 2020.
- ALMEIDA, M. D.; CAVENDISH, T. A.; BUENO, P. C.; ERVILHA, I. C.; GREGÓRIO, L. S.; KANASHIRO, N. B. O.; ROHLFS, D. B.; CARMO, T. F. M. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 7, p.1-11, 2017.
- ALTOÉ, L.; COSTA, J. M.; OLIVEIRA FILHO, D.; MARTINEZ, F. J. R.; FERRAREZ, A. H.; VIANA, L. A. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Informações de Mercado - 2018**. 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/informacoes-de-mercado>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Boletim mensal do biodiesel**. 2019.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>. Acesso em: 24 nov. 2020.
- \_\_\_\_\_. Diretoria Colegiada - **Nota Técnica Sobre o Uso de Agrotóxicos em Área Urbana**, 15.01.2010.
- \_\_\_\_\_. GGTOX/DIARE Nota Técnica Nº 04/2016. **Esclarecimentos sobre capina química em áreas urbanas de intersecção com outros ambientes**, 06.07.2016.
- AMADO, F. **Direito Ambiental esquematizado**. 6ª ed. Método: São Paulo. 2016.
- ANDRADE, S. J.; ANJOS, J.P.; GUARIEIRO, L.L.N.; LOPES, W. A.; CARVALHO, L. S.; SOUSA, L. T.; SILVA, R. L.; REGIS, A. C. D.; SILVA, J. D. S.; CARDOSO, M. P.; ROCHA, G. O.; ANDRADE, J. B. Concentração de material particulado atmosférico (MP10 e MP2,5) em duas regiões distintas da Bahia: uma estação de ônibus e uma ilha, *In*: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, **Anais**: Sociedade Brasileira de Química, Florianópolis, AMB080, mai. 2011.
- AIE. Agência Internacional de Energia. **Bioenergy Project Development & Biomass Supply**. Good practice guidelines p.66. Head of Publications Service, 2007.

\_\_\_\_\_. **Key World Energy Statistics 2015**. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication>. Acesso em: 20 nov. 2019.

ARAGÓN, C. S.; PAMPLONA, E.; VIDAL MEDINA, J. R. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n.3, p. 525-536, 2013.

BC. Banco Central do Brasil. **Crédito Rural**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BEN. Balanço Energético Nacional. **Relatório Síntese 2019, BEN, Ano Base 2018**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>. Acesso em: 06 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Relatório Síntese 2020, BEN, Ano Base 2019**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em 23 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976**. Dispõe sobre a Vigilância Sanitária a que ficam sujeitos os Medicamentos, as Drogas, os Insumos Farmacêuticos e Correlatos, Cosméticos, Saneantes e Outros Produtos, e dá outras Providências. Diário Oficial da União: Brasília, D. F. 24 set.1976.

\_\_\_\_\_. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária - MAPA. **Crédito Rural**. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/creditorural>. Acesso em: 31 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - MS. **Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 3 de outubro de 2017**. Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 2 set. 1981.

\_\_\_\_\_. **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. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 12 jul. 1989.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996**. Dispõe sobre o imposto dos Estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de

mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, e dá outras providências. (LEI KANDIR). Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 16 set. 1996.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997.** Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 7 ago. 1997.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999.** Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 27 jan. 1999.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005.** Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 14 jan. 2005.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011.** Altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999, que dispõem sobre a política e a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis; o § 1º do art. 9º da Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores; as Leis nºs 10.336, de 19 de dezembro de 2001, e 12.249, de 11 de junho de 2010; o. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 19 set. 2011.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 4074, de 4 de janeiro de 2002.** Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, D.F, 08 jan. 2002.

BRITO, G. F. S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. O Impacto do Material Particulado na Qualidade do Ar. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v.10, n.5, p.1-20, 2018.

BIOWARE. **Pirólise e Gaseificação Biomassa e Outros Resíduos.** Disponível em: <https://www.bioware.com.br/>. Acesso em: 23 ago. 2019.

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

BORKOWSKA, H.; MOLAS, R. Yield comparison of four lignocellulosic perennial energy crop species. **Biomass and Bioenergy**, Londres, v. 51, p.145–153, 2013.

BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sublethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 56, p. 63-67, 2003.

CAMARSA, G.; TOLAND, J.; HUDSON, T.; NOTTHINGHAM, S.; JONES, W.; ELDRIGE, J.; SEVERSON, M.; ROSE, C.; SLIVA, J.; JOOSTEN, H.; THÉVIGNOT, C. **Life and climate change mitigation**. Life Environment. European Commission, p. 92-96, 2015.

CAMIOTO, F. D. C.; REBELATTO, D. A. D. N. Assessment of the environmental contribution by changing the energy matrix of the Brazilian pig iron and steel sector. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 732-744, 2014.

CAMIOTO, F. D. C.; REBELATTO, D. A. D. N.; ROCHA, R. T. Análise da eficiência energética nos países do BRICS: um estudo envolvendo a Análise por Envoltória de Dados. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 1, p. 192-203, 2016.

CANEVAROLI, M. R.; LEMOS, E. G. M.; OLIVEIRA, K. M. P.; ISIQUE, W. D.; SÚAREZ, Y. R.; MINILLO, A. Removal of atrazine herbicide through granular activated carbon filters associated with microorganisms in drinking water treatment. **Engenharia Sanitária e Ambiental [online]**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 263-272, 2021.

CARBONARI, C.A.; VELINI, E. D.; ANTUNIASSI. Tecnologias de aplicação e inovações voltadas ao uso racional de defensivos agrícolas em culturas destinadas à produção de bioenergia. *In*: LEMOS, E. G. M.; STRADIOTTO, N. R. **Bioenergia desenvolvimento, pesquisa e inovação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. p. 53-82.

CARREIRA, M. A. C. **Agregação de dados com a metáfora da rosa dos ventos**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado – Engenharia Informática) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

CARVALHO, A. **Estratégias de desenvolvimento de biocombustíveis na França e no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ – Escola Politécnica, 2013.

CARMO, B. B. T.; BARROS NETO, J. F.; DUTRA, N. G. S. Análise do impacto nos custos de transporte de um modelo de seleção de fornecedores baseado em variáveis socioambientais e de competitividade. **Produção**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 466-483, 2011.

CASTRO, A. H.; GOUVEIA, N.; CEJUDO, E.A.J. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Rio de Janeiro, v.6, n.2, 2003.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2018. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 24 ago. 2019.

CENTENO, R. P.; FAGUNDES, P. M. Análise do papel dos defensivos agrícolas e a relação com a sustentabilidade. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.5, n.6, p.4875-4893, jun. 2019.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>. Acesso em: 03 abr. 2020.

CHIARI, W.C.; TOLEDO, V.A.A.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; OLIVEIRA, A.J.B.; SAKAGUTI, E.S.; ATTENCIA, V.M.; COSTA, F.M.; MITSUI, M.H. Pollination of Soybean (*Glycine max* L. Merrill) by Honeybees (*Apis mellifera* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n.1, p. 31-36, 2005.

COELHO, S. T.; SILVA, O. C.; CONSÍGLIO, M.; PISETTA, M.; MONTEIRO, M. B. C. de A. **Panorama do potencial de biomassa no Brasil**. Brasília, DF: ANEEL, 2002

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas das safras**. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 24 ago. 2019.

CONCEIÇÃO, R.; MELGÃO, M.; SILVA, H. G.; NICOLL, K.; HARRISON, R. G.; REIS, A. H. Transport of the smoke plume from Chiado's fire in Lisbon (Portugal) sensed by atmospheric electric field measurements, **Air Quality Atmosphere & Health**, Amsterdã, v. 9, n. 3, p. 275–283, 2016.

COMISSÃO EUROPEIA. **Estratégia da exploração agrícola para o garfo**. 2020. Disponível em: [https://ec-europa-eu.translate.goog/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy\\_en?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=pt&\\_x\\_tr\\_hl=pt-BR&\\_x\\_tr\\_pto=nui,sc](https://ec-europa-eu.translate.goog/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=nui,sc). Acesso em: 20 dez. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar. Publicada DOU nº 223, de 21/11/2018, Seção 01, p. 155-156.

CORRÊA, M. L. M.; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M. G.; MACHADO, J. M. H.; LIMA, F. A. N. S. L. Alimento ou mercadoria? Indicadores de autossuficiência alimentar em territórios do agronegócio, Mato Grosso, Brasil. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 123, p. 1070-1083, out-dez, 2019.

COUTO, L. O. DO; HACON, S. S.; GIODA, A.; SOUSA, F. W.; BARREIRA FILHO, E. B.; GONÇALVES, K. S.; PÉRISSÉ, A. R. S. Estimativa da concentração média diária de material particulado fino na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, Ceará, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.7, 2020.

COX, R. L.; WILSON, W. T. Effects of permethrin on the behavior of individually tagged honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae). **Environmental Entomology**, Oxford, v. 13, p. 375-378, 1984.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. Poluição do ar como causa de morbidade e mortalidade da população urbana, **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 15, p. 113-126, 2008.

DPR. Departamento de Regulação de Pesticidas da Califórnia. **Division 6. Pesticide Operations and Pest Control Chapter 4. Environmental Protection Subchapter 2. Air Article 1. Toxic Air Contaminants**. Disponível em: <https://www.cdpr.ca.gov/docs/legbills/calcode/040201.htm#a6864>. Acesso em: 11 dez. 2020.

DECOURTYE, A.; LACASSIE, E.; PHAM-DELEGUE, M.H. Learning performances of honey bees are differentially affected by imidacloprid according to the season. **Pest Management Science**, Mississippi, v. 59, p. 269-278, 2003.

DEGRENDELE, C.; OKONSKI, K.; MELYMUK, L.; LANDLOVÁ, L.; KUKUČKA, P.; AUDY, O.; KOHOUTEK, J.; ČUPR, P.; KLÁNOVÁ, J. Pesticides in the atmosphere: a comparison of gas-particle partitioning and particle size distribution of legacy and current-use pesticides. **Atmospheric Chemistry and Physics**, Bruxelas, v.6, n. 3, p.1531–1544, 2016.

DIPTI, N.; PRIYANKA, P. Bioenergy Crops an Alternative Energy, **International Journal of Environmental Engineering and Management**, India, v. 4, n.3, p. 265-272, 2013.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Paraná, Brasil. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, p. 241-253, 2017.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **What is PM, and how does it get into the air?**. 2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#pm>. Acesso em: 22 dez. 2019.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. EPE. **Matriz Energética e Matriz Elétrica - 2018**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 11 set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2019**. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. p. 79, 2020.

ESTELLANO, V. H.; EFSTATHIOU, C.; POZO, K.; CORSOLINI, S.; FOCARDI, S. Assessing levels and seasonal variations of current-use pesticides (CUPs) in the Tuscan atmosphere, Italy, using polyurethane foam disks (PUF) passive air samplers. **Environmental Pollution**. v.205: p. 52–59, 2015.

EVANGELOU, E.; Ntritsos, G.; Chondrogiorgi, M.; Kavvoura, F. K.; Hernández, A. F.; Ntzani, E. E.; Tzoulaki, I.; Exposure to pesticides and diabetes: a systematic review and metaanalysis. **Environment International**, v. 91, p. 60-68, May. 2016.

FERRAZ, R.; CODICEIRA, A. Diversificação da Matriz de Energias Renováveis no Brasil: O Desenvolvimento das Novas Fontes de 2010 a 2016. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, Recife, v. 2, n. 4, p. 30, dez. 2017.

FERREIRA, H, S.; LEITE, J. R. M. **Biocombustíveis – fonte de energia sustentável?** Considerações jurídicas, técnicas e éticas. São Paulo: Saraiva, 2010. p.320.

FERREIRA, A. L. D. **Culturas energéticas: produção de biomassa e bioenergia.** 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2015.

FREITAS, A. M.; SOLCI, M. C. Caracterização do MP10 e MP2,5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Unicamp, 2001.

GONGORA, P. H. L.; MASSI, E. H. G.; LUNA, R. A. P. P. Educação Ambiental na Redução do Uso de Agrotóxicos: O Manejo Integrado de Pragas (MIP) na Cultura da Soja. *In: XVII Encontro Paranaense de Educação Ambiental (XVII EPEA) e IV Colóquio Internacional em Educação Ambiental*, 2019, Londrina. **Anais: XVII EPEA.** São Paulo: Revista Brasileira de Educação Ambiental [RevBEA], 2019. v. 15 (2). p. 319-330.

GOUVEIA, N.; FREITAS, C.U.; MARTINS, L.C.; MARCILIO, I. O. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil, **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, Dez. 2006.

GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELLOS, P. C.; SOLCI, M. C. Air Pollutants from the Burning of Fossil Fuels and Biofuels: A Brief Review. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v.3, n.5, p. 434-445, 2011.

GUEDES, H. P.; ZIVIANI, F.; PAIVA, R. V. C.; FERREIRA, M. A. T.; HERZOG, M. M. Mensuração da capacidade absorptiva: um estudo nas empresas brasileiras fabricantes de coletores solares. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.24, n.1, p.50-63, 2017.

HENSCHER, S.; ATKINSON, A.; ZEKA A.; TERTRE A.; ANALITIS, A.; KATSOUYANNI, K.; CHANEL, O.; PASCAL, M.; FORSBERG, B.; MEDINA, S.; GOODMAN, P.G. Air pollution interventions and their impact on public health. **International Journal of Public Health**, Genebra, v. 57, n.5, p.757-768, 2012.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. dos. **Energia e meio ambiente**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCOPIO, S. de O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. de. **Sistemas de produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CAMPOS, L. J. M.; RAMOS JUNIOR, E. U. **A cultura da soja no Brasil e metodologia para o diagnóstico**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 13 p. (Embrapa Soja. Documentos, 412).

IPEA. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. **Agrotóxicos no Brasil**: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2019.

KOBLIZKOVA, M.; LEE, S. C.; HARNER, T. Sorbent impregnated polyurethane foam disk passive air samplers for investigating current-use pesticides at the global scale. **Atmospheric Pollution Research**, Istanbul, v.3, p. 456–462, 2012.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Tradução de Célia Neves e Alderico Toríbio. 8ª reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

KREUGER, J.; LINDSTRÖM, B. **Long-term monitoring of pesticides in air and atmospheric deposition in Sweden**. IUPAC; Ghent, Bélgica, 20 de maio de 2019. Universidade Sueca de Ciências Agrícolas (SLU), Uppsala, Suécia, 2019.

KRUSE-PLAß, M.; HOFMANN, F.; WOSNIOK, W.; SCHLECHTRIEMEN, U.; KOHLSCHÜTTER, N. Pesticides and pesticide-related products in ambient air in Germany. **Environmental Sciences Europe**, Alemanha, v.33, p. 114, 2021.

LARSEN, A. E.; GAINES, S. D.; DESCHÊNES, O. Agricultural pesticide use and adverse birth outcomes in the San Joaquin Valley of California. **Nature communications**, Nova York, v. 8, n. 1, p. 302, 29 ago. 2017.

LAUDO TÉCNICO. **Mortandade de abelhas no Município de Mata/RS**. p. 54, 2018. Disponível em: <http://www.direito.ufpr.br/portal/animaiscomdireitos/wp-content/uploads/2019/08/mata-abelhas.pdf>. Acesso em: 25 out. 2020.

LAURENT, A.; PELZER, E.; LOYCE, C.; MAKOWSKI, D. Ranking yields of energy crops: A meta-analysis using direct and indirect comparisons. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Belfast, v. 46, p.41–50, 2015.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LORENZI, S. Sistema financeiro estimula consumo de agrotóxicos no Brasil. **Agência Nossa**, Rio de Janeiro, 17 jul. 2018. Sustentabilidade. Disponível em: <https://www.agencianossa.com/2018/07/17/sistema-financeiro-estimula-consumo-de-agrotoxicos-no-brasil/>. Acesso em 31 mar. 2020.

LI, Z.; JENNINGS, A. Worldwide Regulations of Standard Values of Pesticides for Human Health Risk Control: A Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.14, n.7, p. 836, 2017.

LIU, Y.; PAN, X.; LI, J. A 1961–2010 record of fertilizer use, pesticide application and cereal yields: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, n.1, p. 83-93, 2015.

MAGERA, M. **Os caminhos do lixo**. São Paulo: Átomo, 2012.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Belfast, v. 14, n.1, p. 217-232, 2010.

MAAS, L.; MALVESTITI, R.; GONTIJO, L. A. O reflexo da ausência de políticas de incentivo à agricultura urbana orgânica: um estudo de caso em duas cidades no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.8, 2020.

MARLIERE F.; LETINOIS L.; SALOMON M. **Résultats de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (2018–2019)** Ineris: Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, 2020.

MELLO, M. G. S.; ROZEMBERG, B.; CASTRO, J. S. M. Domissanitários ou domitóxicos? A maquiagem dos venenos. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 101-108, 2015.

MPPR. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ - MPPR. **PA/MPPR - Procedimento Administrativo nº MPPR– 0062.16.000.191-3**, 2018.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ - MPPR. **PA/MPPR - Inquérito Civil nº MPPR-0062.20. 000002-4**, 2020.

MILNER, A. M.; BOYD, I.L. Toward pesticidovigilance. **Science**, Washington, v. 357, n. 6357, p. 1232-1234, 2017.

MIRANDA, E. E. de. Meio ambiente: a salvação pela lavoura. **Ciencia e Cultura**, São Paulo, v.69, n.4, p.38-44, out, 2017 .

MOREIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. C.; VIEIRA, S. N.; STRUSSMANN, C.; MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.17, n.6, p.1557-1568, 2012.

MUHLFELD, C.; ROTHEN-RUTISHAUSER, B.; BLANK, F.; VANHECKE, D.; OCHS, M.; GEHR, P. Interactions of nanoparticles with pulmonary structures and cellular responses. **American Journal of Physiology Lung Cellular and Molecular Physiology**, Estados Unidos da América, v.5, p. 294, 2008.

MUYLLE, H.; HULLE, S. V.; VliegHER, A.; BAERT, J.; BOCKSTAELE, E. V.; ROLDÁN-RUIZ, I. Yield and energy balance of annual and perennial lignocellulosic crops for biorefinery use: A 4-year field experiment in Belgium. **European Journal of Agronomy**, Amsterdã, v. 63, p. 62–70, 2015.

NOGUEIRA, L.A.H.; LORA, E E.S. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003, p. 200.

IBIPORÃ. **Lei nº 2.206/2008**. Institui o novo Código de Posturas do Município de Ibiporã.

IPARDES. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno Estatístico Ibiporã – 2019**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=86200&btOk=ok>. Acesso em: 18 ago. 2019.

PEDROSO, L, L, A.; SILVA, F. F.; SILVA, F. F.; MELO, Á. M.; JUNIOR ERTHAL, M.; SHIMOYA, A.; MATIAS, Í. O.; BRAZ, C. L. M. S. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.4, n.5, Edição Especial, p.1980-1996, 2018.

PEREIRA, L. M. **Os biocombustíveis no plano nacional de energia e a garantia do direito fundamental ao ambiente equilibrado**. 2018. 180f. Dissertação (Mestrado em Biocombustíveis) – Programa de Pós Graduação em Biocombustíveis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

PIGNATI, W. A; MACHADO, J.M.H; CABRAL J. F. Acidente rural ampliado: o caso das “chuvas” de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde - MT. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.12, p.105-114, 2007.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. R.; LARA, S. S. CORRÊA, M. L. M.; BARBOSA, J. K.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.22, n.10, p.3281-3293, 2017.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 266-281, 2010.

POPE, C. A.; DOCKERY, D. W. Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. **J. Journal of the Air & Waste Management Association**, Pittsburgh v. 56, p.709–742, 2006.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Todos os POPs listados na Convenção de Estocolmo**. Disponível em: <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/ListingofPOPs/tabid/2509/Default.aspx>. Acesso em: 09 nov. 2020.

PRESGRAVE, R. F.; CAMACHO, L.A.B.; VILLAS BOAS, M. H. S. A profile of unintentional poisoning caused by household cleaning products, disinfectants and pesticides. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v. 24, n.12, p.1-8, dez, 2008.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia & Desenvolvimento**, Tirol, v.31, p.28-37, 2003.

RAMOS, L. P.; KOTHE, V.; CÉSAR-OLIVEIRA, M.A.F.; MUNIZ-WYPYCH, A.S.; NAKAGAKI, S.; KRIEGER, N.; WYPYCH, F.; CORDEIRO, C.S. Biodiesel: Matérias-Primas, Tecnologias de Produção e Propriedades Combustíveis. **Revista Virtual Química**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 317-369, 2017.

RIBEIRO, J. A. **Recursos Naturais Como Insumo Energético: um Estudo do uso da Biomassa**. 1ª ed. Curitiba: Appris Ltda, 2016. p. 97.

ROBERTS, S. Have the short-term mortality effects of particulate matter air pollution changed in Australia over the period 1993-2007? **Environmental Pollution**, v.182, p. 9-14, 2013.

SAIBT, N.; RIBEIRO, L. C; BANDEIRA, N. M. G.; DONATO, F. F.; PRESTES, O. D; ZANELLA, R. Determinação multirresíduo de agrotóxicos em pólen apícola empregando método QuEChERS modificado e LC-MS/MS. *In: 57º Congresso Brasileiro de Química, 2017, Gramado. Anais: 57º Congresso Brasileiro de Química, 2017.*

SÃO PAULO. NOTA TÉCNICA CVS/ Toxicovigilância nº 01 de 04.04.2017  
**Campanha Eliminando a Capina Química das Cidades Paulistas.**

SANTOS, L. G. DOS.; LOURENCETTI, C.; PINTO, A. A.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. F. G. C. Validation and application of an analytical method for determining pesticides in the gas phase of ambient air. **Journal of Environmental Science and Health**, Londres, v.46, n.2, p.150-162, 2011.

SANTOS, F. S. DOS; PINTO, J. A.; MACIEL, F. M.; HORTA, F. S.; ALBUQUERQUE, T. T. A.; ANDRADE, M. F. Avaliação da influência das condições meteorológicas na concentração de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) em Belo Horizonte, MG. **Engenharia Sanitária e Ambiental (online)**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 371-381, 2019.

SANTIAGO, A.; PRADO, R. J.; FILHO MODESTO, P.; ALONSO, R. V. Caracterização do material particulado suspenso no ar de Cuiabá-MT no período de queimadas. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v.20, n. 1, p. 273-283, mar. 2015.

SALVADOR, D. S. C. O. A Geografia e o Método Dialético, **Sociedade e Território**, Natal, v. 24, nº 1, p.97-114, 2012.

SEGALLA, S.; SEKINE, E.S.; BUENO, P.A.A; SILVA, L.B.; GRZEGOZESKI, T.L.; STACHISSINI, M.G.; DEVENS, K. Visitantes florais na cultura da soja safrinha,

Glycine max (L.) Merrill no município de campo Mourão – Pr. *In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR*, 17, Curitiba, 2012. **Anais: Resumos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 6p.

SCHMUCK, R. No causal relationship between Gaucho seed dressing in sunflowers and the French bee syndrome. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Baviera, v. 52, p.257-299, 1999.

SIMS, R. E. H.; HASTING, A.; SCHLAMADINGER, B.; TAYLOR, G.; SMITH, P. Energy crops: current status and future prospects. **Global Change Biology**, Lancaster, v.12, p. 2054-2076, 2006.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 209-217, 2012.

SOCORRO, J.; DURAND, A.; TEMIME-ROUSSEL, B.; GLIGOROVSKI, S.; WORTHAM, H.; QUIVET, E. The persistence of pesticides in atmospheric particulate phase: An emerging air quality issue. **Scientific Reports**, Cambridge, v. 6, p.1-7, 2016.

SOUZA, V. H. A. de; SANTOS, L. T.; PAGEL, U. R.; SCARPATI, C. B. L.; CAMPOS, A. F. Aspectos Sustentáveis da Biomassa como Recurso Energético. **Revista Augustus (Unisuam. Online)**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 105-123, 2015.

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. **Ciência Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.22, n.10, p. 3269-3280, 2017.

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J. P.; ALVES, M. B. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 768-775, 2009.

SLU. Sveriges lantbruksuniversitet (Universidade Sueca de Ciências Agrárias). **Avaliação ambiental**. Disponível em: [https://www.slu.se/en/departments/aquatic-sciences-assessment/environment/pesticide\\_monitoring/pesticide\\_data/](https://www.slu.se/en/departments/aquatic-sciences-assessment/environment/pesticide_monitoring/pesticide_data/). Acesso em: 02 nov. 2020.

TRAPP, G. S.; RODRIGUES, L. H. Avaliação do custo sistêmico total da geração de energia eólica em face da substituição das fontes hidrelétrica e termoelétrica considerando as externalidades socioeconômicas e ambientais. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 3, p. 556-569, 2016.

TOLMASQUIM, M. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. O que é sustentabilidade. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n.5. p.1-8 , 2010.

TOURINHO, R.; PORTELA, G. Pressão política dificulta redução do uso de agrotóxicos. **Assessoria de Comunicação, Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, 28 jan. 2016. Comunicação e Informação. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/pressao-politica-dificulta-reducao-do-uso-de-agrotoxicos-no-brasil>. Acesso em 31 mar. 2020.

WATT NETO, A. **Petróleo, gás natural e biocombustíveis**. São Paulo: Saraiva, 2014. p.111.

WRPLOT. **Lakes Environmental Software**, 2020. Disponível em: [www.weblakes.com/products/wrplot](http://www.weblakes.com/products/wrplot). Acesso em: 01 abr. 2020.

YERA, A. M. B.; NASCIMENTO, M. M.; ROCHA, G. O.; ANDRADE, J. B.; VASCONCELLOS, P. C. Occurrence of Pesticides Associated to Atmospheric Aerosols: Hazard and Cancer Risk Assessments. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. São Paulo, v. 31, n. 6, p. 1317-1326, 2020.

YUAN, J.S.; TILLER, K.H.; AL-AHMAD, H.; STEWART, N.R.; STEWART JR, C.N. Plants to power: bioenergy to fuel the future. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v.13, n. 8, p. 421-429, 2008.

## ANEXO I CONDIÇÕES DAS ANÁLISES

### **Condições das análises por GC-MS/MS**

Foi utilizado o sistema GC-MS/MS triplo quadrupolo, modelo Intuvo (Agilent Technologies, EUA)  
Coluna capilar planar: HP-5 MS UI (30 m x 0,25 mm e 0,25 µm de espessura de filme)  
Temperatura do injetor: 280 °C  
Volume de injeção: 1 µL  
Modo de injeção: Splitless pulsado (50 psi)  
Gás carreador: Hélio (1,2 mL min<sup>-1</sup>)  
Programação do forno da coluna: 60 °C (1 min), 40 °C/min até 170°C e 10 °C/min até 310 °C  
Linha de transferência: 290 °C  
Modo de ionização: Impacto por elétrons  
Temperatura da fonte: 300 °C  
Modo de aquisição: Monitoramento de Reações Múltiplas (MRM) dinâmico  
Gás de colisão: Nitrogênio (1,5 mL min<sup>-1</sup>)

### **Condições das análises por UHPLC-MS/MS**

Para as análises por UHPLC-MS/MS utilizou-se o equipamento modelo 6470 LC/TQ (Agilent Technologies, EUA) compostos por:  
Cromatógrafo a líquido modelo Agilent 1290 e o amostrador automático modelo Agilent G7167B;  
Interface/fonte de ionização por eletronebulização (ESI) Agilent Jet Stream;  
Detector: analisador de massas triplo quadrupolo (QqQ) modelo Agilent G6470A.  
Software de aquisição dos dados MassHunter Workstation 10.0 (Agilent Technologies, EUA);  
Coluna cromatográfica: Poroshell 120 EC C18 da Agilent (2,1 x 100 mm e 1,9 µm de diâmetro de partícula);  
Temperatura da coluna: 40 °C;  
Volume de injeção: 3 µL;  
Modo de ionização: eletronebulização  
Voltagem do capilar: 4000 V (modo positivo) e 3000 V (modo negativo);  
Temperatura de dessolvatação: 140 °C;  
Vazão do gás de dessolvatação (N<sub>2</sub>): 5 L min<sup>-1</sup>;  
Pressão do gás nebulizador: 30 psi;  
Temperatura da fonte: 140 °C;  
Modo de aquisição: MRM dinâmico.

## ANEXO II COMPOSTOS ANALISADOS

COMPOSTOS ANALISADOS	LOD ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Atrazina, azinfós-etílico, ametrina, azaconazol, azametifós, benalaxil, buprofenzina, carbendazim, cresoxim-metílico, dicrotofós, dimoxistrobina, diurom, epoxiconazol, espinosade D, espinetoram, etiofencarbe, fempropimorfe, femproximato-(E), fenamidona, fenazaquina, fenbuconazol, fipronil, flusilazol, furatiocarbe, hexitriazoxi, imazalil, imazamoxi, imazetapir, imibenconazol,iprovalicarbe, mecarbam, mefosfolam, metalaxil, metaloclor, metomil, metribuzim, monolinuron, nicosulfurom, oxamil, paraoxom-etílico, pencicuro, penconazol, picoxistrobina, butóxido de piperonila, pirazofós, piridabem, piridafentona, pirimifós-etílico, pirimifós-metílico, piriproxim, profenofós, prometrina, propoxur, quinoxifeno, quizalofope-p-etílico, tiabendazol, tiodicarbe, triazofós, triciclazol, trifloxistrobina, vamidotona, zoxamida	0,075	0,250
Aldicarbe, azinfós-metílico, azoxistrobina, boscalida, bromoconazol, ciazofamida, ciproconazol, clofentezina, clomazona, demeton-s-metil-sulfona, diazinona, difenoconazol, dimetoato, dimetomorfe, espinosade A, etoprofós, etoxisulfurom, fenamifós, fenoxicarbe, fluazifope-p-butílico, fluquinconazol, flutolanil, flutriafol, fosmete, imazapique, imazapir, imazaquim, imidacloprido, indoxacarbe, linurom, mepronil, metamidofós, metconazol, metiocarbe, metiocarbe sulfona, metoxifenoazida, metsulfurom-metílico, miclobutanil, monocrotofós, pendimetalina, penoxsulam, piraclostrobina, pirimicarbe, procloraz, propargito, propizamida, tebuconazol, teflubenzurom, tetraconazol, tiobencarbe, triadimefom, trifloxissulfurom	0,150	0,500
Acetamiprido, bispiribaque-sódico, bitertanol, carbaril, carbofurano-3-hidróxido, carboxim, clorantranilprole, clorfenvinfós, clorotalonil, clotianidina, clorimuro-metílico, clorpirifós-etílico, clorpirifós-metílico, diclosulam, diniconazol, fempropatrina, fenhexamida, fluopicolida, fluroxipir, fosalona, malationa, metaflumizona, metiocarbe sulfóxido, mevinfós, monesina-sódica, oxadixil, pirimetanil, profoxidim-lítio, propanil, propiconazol, quinalfós, salbutamol, tiacloprido, tiametoxam, triflumuro	0,300	1,000
Azadiractina, bentazona, carbofurano, cimoxanil, cipermetrina, cletodim, diclorvós, diflubenzurom, EPN, fenarimol, fentona, metidationa, mirex,parationa-etílica, parationa-metílica,terbufós, trifluralina	0,601	2,000
Alacloro, aldrin, bifentrina, cadusafós, cloroprofam, DDT-o,p', DDT-p,p', dissulfotom, endosulfan alfa, endosulfan beta, etrimfós, famoxadona, fenvalerato, heptacloro, hexaclorobenzeno, hexaclorociclohexano-alfa, hexaclorociclohexano-beta, hexaclorociclohexano-gama, saflufenacil, simazina, vinclozolina	1,502	5,000
Bupirimato, buprofenzina, carbofenotona, ciflutrina, clorfenapir, diclorana, etona, fenotrina, metoxicloro-p,p', pendimetalina, permetrina cis, tebufempirade	3,003	10,000
Endrin, permetrina trans	6,006	20,000

LOD = Limite de detecção do método; LOQ = Limite de quantificação do método.