

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**LEANDRO CARLOS ALVES BEZERRA**

**Dispêndio e produtividade: o panorama do consumo de agrotóxicos no Brasil após a virada do século, intoxicações e custo ao sistema de saúde em Mato Grosso do Sul.**

Linha de Pesquisa: Agronegócio e seus  
aspectos socioambientais

Campo Grande - MS

2021.

Leandro Carlos Alves Bezerra

**Dispêndio e produtividade: o panorama do consumo de agrotóxicos no Brasil após a virada do século, intoxicações e custo ao sistema de saúde ao Mato Grosso do Sul.**

Relatório de Dissertação a ser apresentado ao Programa de Pós - Graduação em Administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre.  
Orientador: Prof. Dr. Leandro Sauer

**Campo Grande - MS  
2021.**

## **Agradecimentos**

A presente dissertação foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em cooperação com a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Estendo, assim, meus agradecimentos iniciais aos institutos que possibilitaram a concepção desse trabalho.

Agradeço primeiramente à minha mãe, dona Rosemary, pelo apoio prestado desde a decisão de sair do emprego e buscar a carreira acadêmica. Também estendo meus agradecimentos a meus irmãos, Fernando, Agapito e Fernanda, que acompanharam o processo, pelo suporte e apoio durante esses dois anos.

Agradeço, também, à minha namorada, Lorena, que esteve comigo nos momentos de maior dificuldade, quando a mente já apresentava uma fadiga excruciante e precisava de descanso e relaxamento, que ouviu todas as minhas reclamações e ideias ao longo desse período com mente e ouvidos abertos, com palavras ternas e honestas e com apoio incondicional.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela possibilidade de ingressar na carreira acadêmica e propiciar, juntamente a seus professores, os incentivos à busca pelo conhecimento almejada por aqueles que desejam participar da pós-graduação.

Agradeço ao meu orientador, Leandro Sauer, pelas ajudas ao longo do mestrado, pelas sabedorias transmitidas, toques, conselhos, ideias, e, finalmente, pelo aceite da orientação e o comprometimento com o desenvolvimento da dissertação.

Agradeço aos meus colegas de mestrado: Alex, Bruna, Bruno, Cássia, Cyro, Elington, Fernanda, Flávio, Karoline, Maria, Milene, Rafaela e Vanessa, especialmente aos meus camaradas Pedro e ao mais novo Mestre do pedaço, Sérgio, que se tornou meu parceiro e teve que ler muitas coisas de minha autoria.

Por fim, agradeço também aos amigos. Ao nosso grupo de mais de dez anos de amizade (Léo, Mimá, Miyago, Rodrigues, Su e Zanda), aos Peixes Entrópicos (Baioni, João e Hígor), à Fernanda, que aprendeu comigo o prazer de dançar Forró, e ao amigo que conheço há mais tempo, Guilherme.

Agradeço, também, a todos que não estão citados nominalmente, mas que também fizeram parte desse processo, contribuindo de alguma forma, seja ela muito ou pouco expressiva.

Que fique claro aos pertencentes a este agradecimento que a presente dissertação não se faria possível sem a contribuição de vocês. Por isto, serei eternamente grato.

BEZERRA, L. C. A. Dispendio e produtividade: o panorama do consumo de agrotóxicos no Brasil após a virada do século, intoxicações e custo ao sistema de saúde em Mato Grosso do Sul. 108 f. (Mestrado em Administração) – Custo de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

Resumo:

O presente trabalho teve como objetivo geral identificar como se desenvolveu o consumo de agrotóxicos no Brasil e seu decorrente custo ao sistema de saúde pública, tendo como base o estado de Mato Grosso do Sul, a sétima Unidade da Federação com maior consumo de defensivos agrícolas até 2019. Para responder ao questionamento: como se deu o desenvolvimento do consumo de agrotóxicos no Brasil e seu custo ao sistema de saúde no século XXI? Buscou-se compreender a relação entre a concentração de área plantada e o consumo de agrotóxicos; a relação do consumo com as externalidades negativas pelo consumo de pesticidas ao sistema de saúde, caracterizadas pelas intoxicações exógenas por agrotóxicos e; estimar os custos, diretos e indiretos, ao sistema de saúde pública no estado de Mato Grosso do Sul provenientes das intoxicações exógenas por agrotóxicos. Intentou-se contemplar o objetivo deste trabalho através de uma análise descritiva dos dados históricos entre 2001 e 2019 da produção agrícola, da área plantada, do consumo de agrotóxicos e dos casos notificados de intoxicações exógenas por agrotóxicos no Brasil. Também foi utilizada a metodologia *cost of illness* para, através dos dados fornecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), estimar os custos relativos às intoxicações exógenas por agrotóxicos no país, como forma de mensuração das externalidades negativas pelo consumo de agrotóxicos no âmbito da saúde pública. Os resultados gerais indicaram um aumento nos casos notificados por intoxicações exógenas por agrotóxicos, representando um custo cada vez maior ao sistema de saúde. Em contrapartida, a produção, que também cresceu no período, teve uma evolução inferior às demais variáveis, indicando que a relação de diferença entre a produtividade e as externalidades negativas decorrentes do consumo de agrotóxicos têm diminuído no período, suscitando a necessidade de avaliação de formas de mitigação das externalidades.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Externalidades negativas. Saúde pública. Intoxicações exógenas. Custo financeiro.

BEZERRA, L. C. A. Spending and productivity: the panorama of pesticide consumption in Brazil after the turn of the century, poisoning and cost to the health system in Mato Grosso do Sul. 108 f (Mastership in Administration) – Postgraduate Course in Administration, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

Abstract:

This study aimed to identify how the consumption of pesticides in Brazil developed and its resulting cost to the public health system, based on the state of Mato Grosso do Sul, the seventh unit of the Federation with the highest consumption of pesticides until 2019. To answer the question: how was the development of pesticide consumption in Brazil and its cost to the health system in the 21st century? We sought to understand the relationship between the concentration of planted area and the consumption of pesticides; the relationship between consumption and negative externalities caused by pesticide consumption in the health system, characterized by exogenous pesticide poisoning and; estimate the direct and indirect costs to the public health system in the state of Mato Grosso do Sul arising from exogenous pesticide poisoning. The aim of this work was to contemplate the objective of this work through a descriptive analysis of historical data between 2001 and 2019 of agricultural production, planted area, consumption of pesticides and reported cases of exogenous pesticide poisoning in Brazil, as well as the distribution of the main crops. The cost of illness methodology was also used to estimate the costs related to exogenous pesticide poisoning in the country, through data provided by the Unified Health System (SUS), as a way of measuring the negative externalities caused by the consumption of pesticides in the context of public health. The general results indicated that the concentration of pesticide consumption per hectare grew significantly in the country between 2001 and 2019, as well as the reported cases of exogenous pesticide poisoning, representing an increasing cost to the health system. On the other hand, production, which also grew in the period, had a lower evolution than the other variables, indicating that the relationship of difference between productivity and negative externalities resulting from the consumption of pesticides has decreased in the period, raising the need to evaluate ways of mitigation of externalities.

Keywords: Pesticides. Negative externalities. Public health. Exogenous intoxications. Financial costs.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Total de área plantada no Brasil em hectares por ano .....	32
Gráfico 2 – Desenvolvimento histórico de área plantada nas dez maiores Unidades da Federação em 2019, em hectares, por ano. ....	34
Gráfico 3 – Proporção de área plantada no Brasil entre lavouras permanentes e temporárias por ano em porcentagem .....	36
Gráfico 4 – Produção agrícola bruta no Brasil em toneladas por ano .....	39
Gráfico 5 – Produção agrícola brasileira em toneladas por hectare, por ano. ....	39
Gráfico 6 – Distribuição da produção bruta entre lavouras temporárias e lavouras permanentes em percentual, por ano. ....	41
Gráfico 7 – Produtividade por hectare das culturas da soja, cana-de-açúcar e milho no Brasil, em toneladas, por ano. ....	42
Gráfico 8 – Produção bruta dos dez estados com maior área plantada em 2019, em toneladas, por ano. ....	44
Gráfico 9 – Produção por hectare dos dez estados com maior produtividade por hectare em 2019, em hectares, por ano. ....	47
Gráfico 10 - Consumo de agrotóxicos no Brasil, em toneladas, por ano. ....	49
Gráfico 11 – Consumo de agrotóxicos dos dez estados com maior consumo de agrotóxicos em 2019, em toneladas, por ano. ....	50
Gráfico 12 – Consumo de agrotóxicos por hectare no Brasil, em toneladas, por ano. ....	52
Gráfico 13 – Evolução do consumo de agrotóxicos por hectare nos dez estados com maior consumo de ingredientes ativos por hectare em 2019, em toneladas, por ano. ....	53
Gráfico 14 – Tonelada de produção por quilo de ingrediente ativo de agrotóxicos, em toneladas, por ano. ....	55
Gráfico 15 – Agrotóxicos por hectare, em quilos, produção por hectare, em toneladas e toneladas de produção por quilo de agrotóxicos, no Brasil, por ano. ....	56
Gráfico 16 – Casos notificados de intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	74
Gráfico 17 – Evolução da quantidade de casos notificados nos dez estados com maior número de notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos em 2019 no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	76

Gráfico 18 – Evolução do índice de intoxicação por 100 mil habitantes no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	77
Gráfico 19 – Evolução do índice de intoxicações por 100 mil habitantes dos dez estados com maior índice no ano de 2019 no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	78
Gráfico 20 – Produção por hectares, em toneladas, consumo de agrotóxicos por hectare, em quilogramas, intoxicações por 100 mil habitantes e toneladas de produção por quilo de agrotóxico por hectare, no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	83
Gráfico 21 - Evolução da área plantada no Mato Grosso do Sul, em hectares, entre 2001 e 2019. ....	85
Gráfico 22 - Evolução da produção no Mato Grosso do Sul, em toneladas, entre 2001 e 2019. ....	85
Gráfico 23 - Evolução do consumo de agrotóxicos no Mato Grosso do Sul, em toneladas, entre 2001 e 2019. ....	86
Gráfico 24 - Evolução do consumo de agrotóxicos por hectare no Mato Grosso do Sul, em quilogramas, entre 2001 e 2019. ....	87
Gráfico 25 - Evolução da produtividade por hectare no Mato Grosso do Sul, em toneladas, entre 2001 e 2019. ....	88
Gráfico 26 - Notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos em Mato Grosso do Sul, entre 2001 e 2019. ....	90
Gráfico 27 - Índice de intoxicações por 100 mil habitantes no Mato Grosso do Sul, entre 2001 e 2019. ....	91
Gráfico 28 - Custo anual, em reais, dos custos ao sistema de saúde no Mato Grosso do Sul por intoxicações por agrotóxicos, entre 2001 e 2019. ....	95
Gráfico 29 - Custo anual, em reais, ao sistema de saúde no Brasil por intoxicação por agrotóxicos, entre 2001 e 2019. ....	96
Gráfico 30 - Produtividade da soja, em toneladas por hectare, e consumo de agrotóxicos por hectare, em quilogramas, no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dez Unidades da Federação com maiores áreas plantadas em 2019 em hectares e sua representação em relação ao total de área plantada por ano. ....	33
Tabela 2 – Proporção de área plantada entre lavouras permanentes e temporárias em percentual por ano.....	35
Tabela 3 – Distribuição das três maiores culturas agrícolas no Brasil por ano em porcentagem .....	36
Tabela 4 – Distribuição das três maiores culturas em área plantada nos dez estados com maior área plantada em 2019, em 2001, em percentual.....	37
Tabela 5 - Distribuição das três maiores culturas em área plantada nos dez estados com maior área plantada em 2019, em 2010, em percentual.....	37
Tabela 6 - Distribuição das três maiores culturas em área plantada nos dez estados com maior área plantada em 2019, em 2019, em percentual.....	38
Tabela 7 – Distribuição da produção bruta no Brasil entre lavouras temporárias e lavouras permanentes em toneladas e em percentual, por ano.....	40
Tabela 8 – Distribuição das três principais culturas em produção bruta no Brasil, em 2001, 2010 e 2019, em percentual.....	41
Tabela 9 – Produção por hectare das culturas da soja, cana-de-açúcar e milho, em toneladas, por ano.....	42
Tabela 10 – Distribuição das principais culturas em produção bruta nos dez estados com maior produção bruta em 2019, em 2001, em percentual.....	45
Tabela 11 - Distribuição das principais culturas em produção bruta nos dez estados com maior produção bruta em 2019, em 2010, em percentual.....	45
Tabela 12 - Distribuição das principais culturas em produção bruta nos dez estados com maior produção bruta em 2019, em 2019, em percentual.....	46
Tabela 13 – Distribuição da produção dos dez estados com maior produção por hectare em 2019, em 2001, em percentual.....	47
Tabela 14 - Distribuição da produção dos dez estados com maior produção por hectare em 2019, em 2001, em percentual.....	47
Tabela 15 - Distribuição da produção dos dez estados com maior produção por hectare em 2019, em 2019, em percentual.....	48

Tabela 16 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos e área plantada e toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos e produção bruta no Brasil, entre os anos de 2001 e 2019.....	51
Tabela 17 – Índice de Correlação de Pearson dos estados com maior consumo de agrotóxicos entre o uso consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e área plantada e consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e produção bruta.....	51
Tabela 18 – Distribuição de área plantada nos estados com maior consumo de agrotóxicos por hectare em 2019, em 2001, em percentual. ....	53
Tabela 19 - Distribuição de área plantada nos estados com maior consumo de agrotóxicos por hectare em 2019, em 2010, em percentual. ....	54
Tabela 20 - Distribuição de área plantada nos estados com maior consumo de agrotóxicos por hectare em 2019, em 2019, em percentual. ....	54
Tabela 21 – Distribuição dos casos entre os estados com maior número de notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil em relação ao número total, em percentual, nos anos de 2001, 2010 e 2019.....	75
Tabela 22 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre casos notificados por intoxicação exógena por agrotóxicos e consumo bruto de agrotóxicos, área plantada e produção bruta, entre os anos de 2001 e 2019.....	76
Tabela 23 – Distribuição das principais culturas dos dez estados com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes em 2019 no Brasil, em percentual, em 2001.....	78
Tabela 24 - Distribuição das principais culturas dos dez estados com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes em 2019 no Brasil, em percentual, em 2010.....	79
Tabela 25 - Distribuição das principais culturas dos dez estados com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes em 2019 no Brasil, em percentual, em 2019.....	79
Tabela 26 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre consumo de agrotóxicos por hectare e intoxicações por 100 mil habitantes no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	81
Tabela 27 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre intoxicação por 100 mil habitantes e consumo de agrotóxicos dos dez estados com maior índice de intoxicações exógenas por agrotóxicos em 2019 no Brasil, entre 2001 e 2019. ....	81
Tabela 28 - Distribuição das três principais culturas em área plantada no Mato Grosso do Sul, em percentual, nos anos de 2001, 2010 e 2019. ....	88
Tabela 29 - Distribuição das três principais culturas em produção bruta no Mato Grosso do Sul, em percentual, nos anos de 2001, 2010 e 2019. ....	88

Tabela 30 - Custo anual das intoxicações por agrotóxicos no Mato Grosso do Sul, em reais, entre 2001 e 2019..... 93

## LISTA DE SIGLAS

ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
BM - Banco Mundial  
CEPEA - Centro de Estudos Avançados de Economia Aplicada  
CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento  
DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde  
DDT - Dicloro-difenil-tricloetano  
FAO - Organização das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação  
FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics  
IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMS - Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços  
LO - Lei ordinária  
MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
MS - Mato Grosso do Sul  
PAM - Produção Agrícola Municipal  
PIB - Produto interno Bruto  
PNARA - Política Nacional de Redução de Agrotóxicos  
SIDRA - Sistema de Recuperação Automática do IBGE  
SINAN - Sistema de Informações de Agravos de Notificação  
SINDAG - Sindicato Nacional de Empresas de Aviação Agrícola  
SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola  
SINITOX - Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas  
SUS - Sistema Único de Saúde

## Sumário

1. Introdução:.....	14
2. Procedimentos metodológicos.....	18
2.1 - Metodologia <i>cost of illness</i> .....	19
3. Brasil e a utilização de agrotóxicos: .....	23
3.1. A produção de commodities como fator preponderante .....	27
3.2. Evolução histórica e análise descritiva.....	31
4. Externalidades da utilização de agrotóxicos no Brasil:.....	57
4.1. Agrotóxicos e efeitos à saúde humana .....	66
4.2. Os registros de intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil, sua evolução histórica e análise descritiva. ....	72
5. O panorama do estado e o custo ao sistema de saúde do Mato Grosso do Sul .....	84
5.1. Custos ao sistema de saúde pelas notificações de intoxicações por agrotóxicos no estado do Mato Grosso do Sul.....	92
6. Considerações finais e futuras contribuições.....	96
Referências .....	103

## 1. Introdução:

Até o ano de 2017, existiam, no Brasil, em trâmite, cerca de 50 projetos de lei com o intuito de modificar a Lei Federal 7.802/1989 (FOLGADO, 2017, p. 45), a chamada “Lei dos Agrotóxicos”, promulgada em 1989, e a primeira com caráter específico de regulamentação sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, importação, exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos (Brasil, 1989).

Fungicidas, inseticidas, acaricidas, vermífugos, herbicidas, bactericidas, categorias que partilham o mesmo sufixo e que representam classificações pertinentes aos agrotóxicos (ALVES FILHO, 2002), estiveram ligadas à evolução do modelo produtivo presente no Brasil, antes mesmo da promulgação da Lei 7.802, de 1989 (MOREIRA, 2000). Foram criados, na transição dos anos 60 para os 70, mecanismos subsidiários, como linhas de crédito rural, para estimular a adoção de novas tecnologias, entre elas os insumos artificiais, para o desenvolvimento agrícola nacional, dando início a um processo de dependência desses produtos para o mote de produção agrícola no Brasil (MOREIRA, 2000; CARVALHO et al., 2014).

A adoção de medidas de estímulo às novas tecnologias e a utilização de insumos artificiais como os agrotóxicos não foi um movimento exclusivo brasileiro, tendo uma reprodução em nível global após a segunda guerra mundial, com o que foi conhecida como a Revolução Verde (SOARES; PORTO, 2012), podendo ser representada, como exemplo, pela replicação dos métodos de extensão rural norte-americanos pelo Brasil, com a presença de técnicos agrícolas, engenheiros agrônomos, veterinários e economistas visando à implementação de novos meios de produção agrícola concebidos no período pós-guerra (CARVALHO et al., 2015), que ajudaram na concepção do modelo nacional de agronegócio<sup>1</sup> (BOMBARDI, 2012). O impacto de tais medidas, em

---

<sup>1</sup> O construto “Agronegócio” deriva da definição cunhada por Davis e Goldberg no Livro *A concept of agribusiness*. Para Mendonça (2015), no Brasil, “o termo é utilizado para justificar as chamadas cadeias produtivas, com o objetivo de agregar atividades agroquímicas, industriais e comerciais aos cálculos econômicos da agricultura”, com características de monopólio de terras e enfoque da produção agrícola

termos de produção, pode ser representado por um crescimento significativo na capacidade produtiva brasileira, que, do início dos anos 90 ao ano de 2006, teve um aumento de 106% na produção de grãos, mesmo após um período de forte controle e redução de crédito rural devido à crise macroeconômica dos anos 80 e 90 (ALVES et al. 2008; PELAEZ et al., 2010).

No ano de 1975, de acordo com o Censo Agropecuário realizado pelo IBGE naquele ano, 29,2% dos estabelecimentos rurais brasileiros declarava utilizar defensivos químicos, o que, conforme elenca Paschoal (1979), representou um valor gasto próximo aos dois bilhões de dólares. O dispêndio foi crescente e coadunou com o desenvolvimento produtivo dos anos posteriores. Entre a década de 70 e meados dos anos 2000, a produção de grãos como o milho e a soja cresceram contundentemente, um volume de 246% e 494%, respectivamente, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Neste mesmo período, o volume de agrotóxicos consumidos aumentou cerca de 500%, de acordo com o levantamento do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDIVEG).

Após a virada dos anos 2000, os índices agrícolas brasileiros obtiveram um aumento também significativo. No tocante ao valor da produção, entre 2007 e 2018, o volume cresceu cerca de 250 % (IBGE, 2019), representado, majoritariamente, por grãos, como a soja (responsável por aproximadamente 37% da produção), cana-de-açúcar (15%), milho (11%) e café (7%), o que corrobora com o entendimento de que um dos principais fatores do crescimento exponencial no consumo de agrotóxicos é sua importância na produção dessas *commodities* e, por conseguinte, suas exportações (BOMBARDI, 2012).

Para Souza et al.(2019), a introdução das novas tecnologias com o desenvolvimento de técnicas de manejo de solo que permitiram a utilização de solos outrora considerados inférteis, e impulsionaram a produção agrícola de *commodities*. Esse processo, com a integração internacional do mercado (com os fortes volumes de exportação), colaborou com a ocupação por empresas multinacionais de aproximadamente 92% do mercado de agrotóxicos vendidos no Brasil, sendo cerca de 70% destinados à produção de soja, milho, cana-de-açúcar e algodão (SOUZA, 2019; BOMBARDI, 2012).

---

nas exportações. Tal definição coaduna com as perspectivas utilizadas na construção desse trabalho e é também a perspectiva adotada por esta dissertação.

A entrada de empresas transnacionais e o volume crescente de produção par exportação deram auxílio para que, após os anos 2000, o Brasil atingisse duas marcas significativas em relação a sua produção agrícola: tornou-se o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, em volume bruto, (OLIVETE e THOMAZ JR, 2018) e obteve cerca de 20% de seu Produto Interno Bruto (PIB) oriundo do agronegócio, de acordo com dados do Centro de Estudos Avançados de Economia Aplicada (CEPEA) de 2017. Entretanto, mesmo com a (ou apesar da) importância desse setor na economia nacional, as externalidades do modelo produtivo atrelado aos agrotóxicos se manifestam como baluartes de discussões a respeito da possibilidade de alteração no mote de produção agrícola nacional, seja através da mitigação do uso dos pesticidas, seja através de mudanças nas cadeias produtivas e adoção de novas perspectivas de produção (CARNEIRO et al., 2016; FRIEDRICH et al., 2018; OLIVETE e THOMAZ JR, 2018; SOUZA et al., 2019).

Efeitos carcinogênicos - com a possibilidade de desenvolvimento de cânceres em indivíduos expostos por longos períodos -; intoxicações atreladas à pulverização de áreas de plantio; correlação com índice de suicídios em determinados municípios; defeitos congênitos e abortos; poluição e desgaste das terras; inutilizando-as para plantios posteriores; contaminação de águas; entre outros, são apontados como riscos derivados da exposição de pessoas e terras aos agrotóxicos (LONDRES, 2011; CARNEIRO et al., 2015; VASCONCELOS, 2018; SOUZA et al., 2019).

Hodiernamente no Brasil, parte significativa – a maioria – dos projetos de lei propostos concernentes a agrotóxicos buscam uma maior permissividade em relação ao uso dos pesticidas (OLIVETE e THOMAZ, 2018), sendo o PL 6.299/02 um invólucro representativo das pautas almejadas por tais projetos – poder-se-á identificar como comuns nestes projetos elementos como a expansão do uso, diminuição do papel de órgãos fiscalizadores no âmbito da saúde e da preservação do meio-ambiente, centralização do poder decisório na viabilidade econômica, entre outros. Estes são, em contrapartida, opostos por projetos que visam a mudanças nos processos produtivos e implantação de meios alternativos na produção agrícola, meios que, em geral, têm a mitigação do uso de agrotóxicos como elemento importante, a exemplo da Política Nacional de Redução de Agrotóxicos (PNARA), de 2016 (SOUZA et al., 2019).

A dialética proporcionada pela sedimentação e importância do agronegócio na estrutura econômica do país, em oposição às possíveis externalidades acarretadas pelo modelo produtivo dependente da utilização de agrotóxicos, consolidam um cenário de posições antagônicas, exemplificadas pela natureza distinta dos projetos legislativos que buscam a mudanças na regulamentação atual de agrotóxicos no Brasil.

Entre os elementos que representam significativamente o antagonismo a respeito da utilização de agrotóxicos na cadeia produtiva brasileira, destacam-se, dentro do escopo econômico, os custos necessários ao Sistema Único de Saúde (SUS) em decorrência de intoxicações e desenvolvimento de patologias oriundas da exposição a agrotóxicos – o volume de notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos cresceu 505% entre 2001 e 2019 no Brasil (IBGE, 2020) - além de volumes significativos de estímulos fiscais que as empresas comercializadoras de agrotóxicos recebem do Governo Federal - em 2017, cerca de 10 bilhões (CUNHA e SOARES et al., 2020).

Sob a égide dessa dialética, a presente dissertação busca colaborar com a elucidação da discussão pertinente à utilização de agrotóxicos, propondo uma análise quanto ao comportamento do consumo de agrotóxicos no Brasil após o ano 2000, e a mensuração dos custos provenientes da intoxicação exógena por agrotóxicos ao sistema de saúde, tendo como base o estado de Mato Grosso do Sul, visando a esclarecer, com maior precisão, alguns dos elementos fundamentais à compreensão do impacto do uso dos pesticidas no país.

O estado de Mato Grosso do Sul será utilizado como base de mensuração dada sua representatividade ante o agronegócio brasileiro – trata-se do sexto maior produtor agrícola, em toneladas, no Brasil em 2019, além do sétimo maior consumidor de agrotóxicos e detentor da sexta maior área plantada no mesmo ano entre as demais Unidades da Federação (IBGE, 2020). Não obstante a proeminente participação do estado na produção agrícola nacional, o índice de intoxicações por 100 mil habitantes registrado em 2019 também está acima da média nacional - uma diferença de aproximadamente 57% - de acordo com dados do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA) e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS).

Dentro dos variados aspectos aos quais perpassa o uso de agrotóxicos no Brasil, o presente estudo busca, através da compreensão das externalidades decorrentes do uso dos defensivos agrícolas no âmbito da saúde pública e do comportamento de seu consumo no século XXI, responder ao questionamento: como se deu o desenvolvimento do consumo de agrotóxicos no Brasil e seu custo econômico ao sistema de saúde no Mato Grosso do Sul no século XXI?

Para responder ao questionamento, estabeleceu-se como objetivo geral desta dissertação identificar com se desenvolveu o consumo de agrotóxicos no país e seu decorrente custo ao sistema de saúde em Mato Grosso do Sul no século XXI.

Como objetivos específicos podem - se elencar: a) identificar a relação entre a produção agrícola brasileira em quantidade produzida e área plantada e o consumo de agrotóxicos em volume consumido; b) identificar a relação entre o consumo de agrotóxicos e externalidades negativas em relação à saúde pública por intoxicações exógenas por agrotóxicos; e c) estimar os custos, diretos e indiretos, ao sistema de saúde do estado de Mato Grosso do Sul provenientes das intoxicações exógenas por agrotóxicos.

Com o objetivo “a”, espera-se compreender a relação entre o consumo de agrotóxicos no país considerando as variáveis de progressão de produção bruta e de área plantada entre os anos de 2001 e 2019, identificando, também, o grau de correlação dessas variáveis e a influência das *commodities* como fatores de influência nesse consumo; com o objetivo “b”, almeja-se identificar a relação do consumo de agrotóxicos e das externalidades negativas decorrentes de seu consumo, com foco no âmbito da saúde pública, buscando a correlação entre as séries históricas de consumo e de intoxicações exógenas por agrotóxicos no Brasil; e com o objetivo “c”, busca-se mensurar o custo ao sistema de saúde pública em Mato Grosso do Sul advindo das externalidades negativas provenientes do consumo de agrotóxicos através das intoxicações registradas no estado.

## **2. Procedimentos metodológicos**

O objetivo geral desta dissertação - identificar com se desenvolveu o consumo de agrotóxicos no país e seu decorrente custo ao sistema de saúde em Mato Grosso do

Sul no século XXI - e seus decorrentes objetivos específicos demandam a contemplação de elementos teóricos de bases qualitativas e quantitativas, sendo o método, mais especificamente, de caráter quantitativo, descritivo e analítico, com revisão histórico-documental. O atendimento ao método será feito através da revisão de literatura correspondente, coleta de dados secundários e sua análise descritiva, a utilização de mecanismos para estimar a correlação dos indicadores coletados pela pesquisa e a utilização de uma metodologia específica de mensuração de custo médio por paciente - no caso em questão, aqueles expostos à intoxicação exógena por agrotóxicos.

Visando ao atendimento do primeiro objetivo específico, será utilizada, primeiramente, a revisão de literatura com o intuito de revisar o desenvolvimento histórico do processo agrícola brasileiro, fundamentalmente, após a inserção e adoção de mecanismos de estímulo à utilização de pesticidas na cultura agrícola após o início dos anos 70, impulsionados pela propagação da “revolução verde” que disseminou de maneira contundente novas tecnologias agrícolas que possibilitaram um aumento substancial à produção dos países após a segunda guerra mundial.

Para mensurar quantitativamente a evolução do consumo de agrotóxicos no Brasil no século XXI e suas relações com área plantada e produção bruta, serão utilizados dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), além de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), entre os anos de 2001 e 2019. A análise descritiva dos dados, considerando sua evolução histórica, permitirá a avaliação do crescimento médio anual das variáveis, sua tendência ao longo dos anos – evolução, estabilidade, declínio – e os fatores que contribuem para o desenvolvimento dessas variáveis, como a distribuição da área plantada ou do volume de produção bruta entre as culturas produtivas no período.

Para a estimativa da correlação entre as variáveis “consumo de agrotóxicos”, “área plantada” e “produção bruta” será utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson. Na definição de Garson (2009), o coeficiente de correlação de Pearson “é a medida de associação bivariada do grau de relacionamento entre duas variáveis”, sendo apropriado para a compreensão da potencial relação estabelecida entre as variáveis em questão. Também serão estimadas variáveis dependentes entre si, como a quantidade de

agrotóxicos por hectare de área plantada e a quantidade de produção por hectare de área plantada, e suas potenciais correlações.

No que tange ao objetivo específico “b”, as perspectivas sobre externalidades as quais será enquadrado o consumo de agrotóxico terão caráter econômico (PIGOU, 1920; PORTO e SOARES, 2007; 2012) e social (BOURDIEU, 1997). A revisão de literatura abará elementos de externalidades negativas decorrentes do consumo de agrotóxicos na seara ambiental, econômica e, sobretudo, no âmbito da saúde pública, almejando à identificação de uma clara representação entre o consumo de agrotóxicos e as mazelas decorrentes de seu uso no ambiente ao qual estão inseridos.

Juntamente ao entendimento do construto de externalidades e seu enquadramento dentro da perspectiva dos efeitos potencialmente deletérios da utilização de agrotóxicos na cadeia produtiva à saúde humana, associa-se a revisão de literatura de estudos que buscam explorar quais e como se manifestam esses efeitos, que podem ser derivados de exposições agudas- acarretando em náuseas, tonturas, vômitos, desorientação e até óbitos- ou crônicas- como cânceres e patologias psicológicas- aos pesticidas. O enquadramento coeso entre o construto de externalidade abarcado pelas perspectivas econômicas e sociais e as manifestações patológicas derivadas da intoxicação exógena por agrotóxicos terá o intuito de apreender a perspectiva teórica do segundo objetivo específico.

Uma vez estabelecida relação conceitual, a análise descritiva dos dados servirá para mensurar a evolução das externalidades no campo da saúde – aqui manifestas pelas intoxicações exógenas por agrotóxicos, registradas no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), através do Sistema Nacional de Informações Tóxico-farmacológicas (SINTOX) – e sua relação com as variáveis de consumo de agrotóxicos e concentração de agrotóxicos por hectare. O Coeficiente de Correlação de Pearson também será utilizado para estimar o grau de correlação das intoxicações e do consumo de agrotóxicos, e do índice de intoxicações por 100 mil habitantes e o consumo de agrotóxicos por hectare, entre os anos de 2001 e 2019.

Para o atendimento ao terceiro objetivo específico – de estimar o custo ao sistema de saúde em Mato Grosso do Sul pela intoxicação exógena por agrotóxicos – será utilizada como base para estimativa do cálculo a metodologia *Cost of illness*.

## 2.1. Metodologia *cost of illness*

Para o cálculo dos custos ao sistema de saúde, será utilizada a metodologia *cost of illness*, com base nos dados fornecidos pelo DATASUS sobre intoxicações por agrotóxicos no estado do Mato Grosso do Sul entre os anos de 2001 e 2019. Essa metodologia é a mais utilizada para mensurar os custos financeiros advindos de doenças através da avaliação dos custos diretos, indiretos e intangíveis (OLIVEIRA et al., 2014), sendo, originalmente concebida na década de 60, por Dorothy Rice, e aperfeiçoada nas décadas posteriores, representando, no contexto hodierno, uma das principais formas de avaliação de perdas financeiras por doenças de variados tipos, possibilitando intervenções e decisões estratégicas com base nas informações consolidadas por essa metodologia.

Para a perspectiva *cost of illness*, os custos diretos constituem os gastos intrinsecamente relacionados com os cuidados com a saúde, podendo ser sanitários - custos médicos - como a remuneração dos profissionais de saúde, custos com medicamentos, exames e diárias hospitalares, englobando despesas como serviços de emergências, serviços ambulatoriais, suprimentos e materiais para consumo, instalações, salários de funcionários, entre outros, e não sanitários - não médicos - como despesas com transportes de pacientes, adaptações domiciliares, assim como serviços sociais prestados, tempo gasto com procura de atendimento e modificações na residência para acomodar o paciente (OLIVEIRA et al., 2014). Os custos indiretos consistem naqueles relacionados a perdas de capacidade de trabalho decorrentes da patologia e/ou eventual óbito precoce, podendo ser representado por fatores como absenteísmo e redução na produtividade de trabalho. Já os custos intangíveis, na abordagem de Oliveira et al. (2014) são os mais complexos de se fazer a avaliação. Para os autores:

Os custos intangíveis representam as mudanças na qualidade de vida e as consequências da doença em si ou do seu tratamento, como a dor e o sofrimento. Esses custos são difíceis de avaliar e dependem exclusivamente da percepção que o indivíduo tem de sua condição de saúde e engloba aspectos físicos, emocionais e sociais. A valoração dos custos intangíveis ainda é controversa e depende do desenvolvimento de metodologia própria para esse fim. (OLIVEIRA et al., 2014, pág. 587)

Como Porto e Soares (2012), que também utilizaram a metodologia *cost of illness* na mensuração dos custos ao sistema de saúde no estado do Paraná, a presente dissertação utilizará como base de cálculo os custos diretos – aqui mensurados pelo custo médio por paciente intoxicado por agrotóxicos registrado no DATASUS – e custos indiretos – estimados pela ausência laboral dos trabalhadores, considerando seu salário médio diário e a média de dias de ausência em função da internação no sistema de saúde. Uma distinção considerável em relação ao trabalho de Porto e Soares (2012) é que o presente trabalho, por compreender região geográfica distinta, com bases de dados distintos e provenientes de época diferentes, não utilizará estimativas probabilísticas de intoxicação exógena por agrotóxicos, mas irá, apenas, mensurar os casos registrados oficialmente no sistema de saúde em Mato Grosso do Sul através dos custos diretos e indiretos previamente elencados.

Dentro da metodologia *cost of illness*, também existe uma distinção na forma de mensurar os custos em saúde, podendo estes ser estimados por uma perspectiva *top-down* (de cima para baixo), onde os valores totais a nível nacional são fragmentados por doença, chegando ao volume estimado ao tipo de diagnóstico que se busca compreender, ou *bottom-up* (de baixo para cima), onde é feita uma coleta de amostras entre os casos que se busca compreender, sendo, a posteriori, extrapolados para o número total de casos estimados como forma de mensurar o custo total do problema de saúde em questão (OLIVEIRA et al., 2014).

Esta dissertação utilizará a forma *top-down* para a mensuração dos custos, tendo em vista a especificidade na coleta de dados disponível no DATASUS, onde é possível selecionar, pela Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), o tipo de patologia pelo qual será averiguado o custo médio por paciente, a quantidade de casos notificados e a média de dias de internação, sendo possível, então, a seleção específica dos casos de intoxicações exógenas por agrotóxicos para cálculo dos custos das externalidades no Mato Grosso do Sul entre os anos de 2001 e 2019.

A junção da apreciação e desenvolvimento teórico do atendimento aos objetivos específicos, através da utilização da base qualitativa de revisão de literatura e quantitativa pela utilização da análise descritiva dos dados e inserção de índices como o coeficiente de correlação de Pearson e o método *Cost of illness* permitirão o

atendimento do objetivo geral desta dissertação, possibilitando o desenvolvimento da resposta do problema de pesquisa sobre como se desenvolveu o consumo de agrotóxicos no Brasil e seu custo econômico ao sistema de saúde em Mato Grosso do Sul.

A interpretação dos dados e proposta de discussão desta dissertação terão como base as contribuições de autores citados ao longo dos capítulos, como Souza et al. (2019), Pignati et al. (2017), Porto e Soares (2007; 2012; 2019), Pelaez et al. (2010) e Carneiro (2012), que, sob uma perspectiva crítica, buscam uma maior compreensão das externalidades negativas decorrentes do uso de agrotóxicos na cadeia produtiva como meio de possibilitar medidas de otimização do consumo dos pesticidas e mitigar os ônus proporcionados por sua utilização.

Os dados obtidos por este estudo possibilitarão o entendimento do desenvolvimento do consumo de agrotóxicos no Brasil no século XXI em relação a variáveis como produção bruta e área plantada, além de um fragmento do impacto econômico derivado de externalidades negativas decorrentes do uso de agrotóxicos na cadeia produtiva - o dos custos oriundos das intoxicações exógenas por agrotóxicos ao sistema de saúde pública no estado do Mato Grosso do Sul. A presente dissertação almeja, com essa contribuição, conferir ao espaço de debate público acerca dos pesticidas maiores informações pertinentes à socialização dos custos, ou seja, da absorção desses custos pelo contribuinte, e seu impacto econômico, como forma de ampliar a fidedignidade dos reais efeitos do uso de agrotóxicos na cadeia produtiva, e ensejar em potenciais medidas de mitigação dessas externalidades negativas.

### **3. Brasil e a utilização de agrotóxicos:**

Entende-se que a utilização de agrotóxicos no mundo se propagou de maneira contundente na década de 40, após o fim da segunda guerra mundial, principalmente, com a adoção em larga escala dos organo-sintéticos, como o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) (BORGES, 2018). Com a modernização da agricultura após o período de guerra, aproveitando os desenvolvimentos tecnológicos advindos da contenda, a utilização de insumos químicos, biológicos e mecânicos permitiu uma ascensão da indústria de agrotóxicos, também auxiliado pelo pouco conhecimento, à época, de seus potenciais efeitos deletérios à saúde humana e ao meio ambiente

(PELAEZ et. al, 2010), mas sustentado, peremptoriamente, pelo acréscimo substancial à capacidade produtiva testemunhada após o período dos conflitos.

Para se medir a eficiência produtiva, Kissman (1996) propôs que se fizesse uma avaliação de quantas pessoas um agricultor, além de si próprio, poderia alimentar com sua produção. Entre as décadas de 60 e 80, essa proporção aumentou significativamente em âmbito mundial, de originais 17 para 57 a cada produtor, crescendo ainda mais nos anos posteriores (SOARES; PORTO, 2011). Após o que ficou conhecido como “A Revolução Verde” – fundamentada pela inserção de novas tecnologias no meio agrícola, maquinários e utilização de insumos artificiais, que se deu ao final da Segunda Guerra Mundial (BULL; HATHAWAY, 1986) –, o volume produzido aumentou significativamente, angariando não apenas o interesse de empresas privadas, mas o suporte de órgãos governamentais como o Banco Mundial (BM) e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (EHLERS, 1999, p. 33), fortalecendo ainda mais a posição dos agrotóxicos como itens essenciais à produção agrícola mundial.

Tal mudança no cenário macroeconômico gerou impacto no Brasil. De acordo com Moreira (2000), na transição dos anos 60 para 70, o país começou a adotar políticas subsidiárias para o desenvolvimento agrícola nacional, investindo na inserção de novas tecnologias e no desenvolvimento do produtor rural, de pequeno e grande porte, com linhas de crédito, o que também contribuiu para um aumento significativo no consumo de insumos artificiais e, por conseguinte, ampliou a demanda por agrotóxicos. Este processo, que se deu também com a constituição de um parque industrial de insumos para a agricultura, contou com o auxílio da criação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, em 1975, proporcionando recursos financeiros para empresas nacionais e transnacionais de agrotóxicos no Brasil, além do estabelecimento do Sistema Nacional de Crédito Rural, em 1965. Tais fatores, associados a uma política regulatória frágil e antiga - com base no Regulamento de Defesa Sanitária, de 1934 e que permaneceu em vigor até à promulgação da Lei dos Agrotóxicos, em 1989 – contribuíram para sedimentar as estruturas de uma produção agrícola nacional intrinsecamente conectada com a utilização de agrotóxicos (PELAEZ et. al, 2010).

As décadas posteriores representaram uma consolidação dessa relação entre os defensivos agrícolas e a produção brasileira. Entre os anos de 1975 e 2007 o Brasil sempre figurou entre os maiores seis mercados de agrotóxicos no mundo (TERRA,

2008), aparecendo, finalmente, na primeira posição no ano de 2008, em volume total de consumo (OLIVETE; THOMAZ, 2018).

Em consumo relativo, ou seja, considerado o volume de consumo de agrotóxicos por hectare de área plantada, o Brasil não figura entre as primeiras posições, embora apresente uma média, entre os anos 2008 e 2018, cerca de duas vezes superior à média mundial, sendo a brasileira no período de 5,62 litros de agrotóxicos por hectare de área plantada contra 2,65 do resto do mundo (FAO, 2020). Também em relação aos demais países, o Brasil apresenta um crescimento no consumo por hectare de aproximadamente 16%, quatro vezes mais do que o percentual de crescimento do resto do mundo, de 4%.

Essa significância ante o mercado mundial se fez presente mesmo em períodos de grande desgaste econômico - anos 80 e 90, com políticas de austeridade fiscal em voga e redução do crédito rural - representando um aumento significativo na produção agrícola, impulsionado pelo alto número de exportações, e contribuindo para um superávit da balança comercial (PELAEZ et al., 2010), o que contribuiu para estabelecer o agronegócio - em especial, a produção e exportação de *commodities* - como detentor de um papel proeminente na economia nacional.

Esse processo de consolidação do modelo de agronegócio veio em um contexto de resposta a duas décadas de estagnação econômica e forte dívida externa, com uma inserção da economia brasileira no cenário internacional representada pela exportação de bens primários, o que acarretou, após a crise cambial de 1999, numa entrada significativa de capital estrangeiro, o que fomentou, ainda mais, o estabelecimento de um modelo primário e exportador de *commodities* (CARNEIRO et. al, 2015). Para Delgado (2012), esse modelo não só teve sua inserção sedimentada pela representação superavitária da economia agrícola brasileira, suprimindo o déficit industrial e de serviços, como também desempenhou uma superexploração dos recursos naturais e a ampliação da concentração fundiária, o que, paralelamente, também se demonstrou pela ampliação da demanda por agrotóxicos nesse período pelos produtores rurais brasileiros. Delgado (2012) também destaca a criação de uma dependência por parte do agronegócio brasileiro do capital estrangeiro e a ampliação dos custos sociais advindos desse estilo de crescimento da produção agrícola.

Rigotto (2011) coaduna com a importância do estabelecimento de uma política agrícola centrada na exportação de *commodities* como fator crucial para a ocupação pelo

Brasil da posição de maior consumidor de agrotóxicos em relação ao comércio mundial, estando inserido num contexto que se reproduz, em especial, na América-Latina, onde há uma forte concentração de exportadores de bens primários para o mercado internacional, representando, no ano de 2010 cerca de 22 % do comércio de agrotóxicos no mundo (CARNEIRO et al., 2015).

A ampliação da participação das *commodities* no cenário produtivo nacional é flagrante também após a virada do milênio, sendo o Brasil, até 2019, o segundo maior exportador desses produtos no mundo e, a partir de 2012, o maior exportador de soja, sendo responsável por mais de 50% do total comercializado do grão (CAMPEÃO et al., 2020). Entre os anos de 2001 e 2019, as três principais culturas – soja, milho e cana-de-açúcar – ampliaram sua participação proporcional tanto em área plantada (de 61,83% para 78,61%) quanto em produção bruta (82,14% para 89,81%) em relação às demais culturas presentes no Brasil (IBGE, 2020). Como exemplo, em 2015, pulverizou-se 899 milhões de litros de agrotóxicos nessas culturas, sendo que, a principal delas – a soja, que ampliou sua participação de aproximadamente 27% para 44% no período – requer uma concentração mais de três vezes superior de litros de agrotóxicos por hectare do que a cana-de-açúcar e mais de duas vezes mais do que o milho (PIGNATI et al., 2017).

Para Carneiro et al. (2015), outros fatores também puderam representar contribuições para a consolidação dos agrotóxicos como ferramentas peremptórias para o modelo de agronegócio brasileiro, tais como a não necessidade de renovação de registro – uma vez registrados, não possuem procedimento de atualização, como ocorre com remédios –, e o baixo custo desses registros – no ano de 2012, o valor de registro por princípio ativo à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) era de 1.800 reais, enquanto nos Estados Unidos o valor era de aproximadamente 600 mil dólares.

Além desses elementos, Pelaez et al. (2015) também apresenta o direcionamento do mercado de agrotóxicos para países menos restritivos, como Brasil, como fator preponderante na contínua ampliação do consumo dos pesticidas em países exportadores de *commodities* – a partir de 2011 a União Europeia implementou um marco regulatório mais restritivo em relação a agrotóxicos, cerceando o comércio de inúmeros ingredientes ativos, criando a necessidade de expansão para novos mercados consumidores.

### 3.1. A produção de commodities como fator preponderante

Para Sinott (2010), as *commodities* são caracterizadas como produtos de baixo processamento industrial, indiferenciados e de elevado dispêndio de recursos naturais. O alto grau de padronização e as quantidades elevadas de mercadoria produzidas, além dos preços que são estipulados, majoritariamente, em mercados internacionais, dá pouca margem para os produtores interferirem em seus preços, sendo necessária, então, a mitigação dos custos como estratégia competitiva fundamental, podendo ser baseada na economia de exploração de economias de escala, na racionalização do processo produtivo, exploração de recursos naturais, condições de logística, entre outros (NAKAHODO; JANK, 2006; VERÍSSIMO; XAVIER, 2014).

A opção pela sedimentação do modelo de produtivo atrelado à exportação desses bens primários pode ter fundamentação na capacidade de geração, periódica, de altas taxas de rendimentos associadas às típicas oscilações e ciclos de preço desse tipo de produto, e, principalmente entre os anos 80 e 2010, foi uma tônica nos modelos econômicos de desenvolvimento de países da América-latina (CARNEIRO, 2012). A adoção da base exportadora de commodities, para Carneiro (2012), com sua dependência da oscilação dos preços e natureza não renovável de recursos - a exemplo da exploração contínua da terra para plantio - teria efeitos potencialmente deletérios aos países que optassem por tal estratégia:

“A natureza da produção de *commodities* e seus ciclos de preço têm sérias implicações sobre os países produtores por meio da valorização da moeda local, acarretando o desestímulo às outras atividades, principalmente as manufatureiras, e ocasionando uma especialização ulterior, configurando assim a tal ‘doença holandesa’” (CARNEIRO, 2012, pág. 7).

A natureza patológica referenciada por Carneiro (2012) que faz alusão à centralização produtiva na exportação de commodities tem embasamento nas perspectivas críticas a esse modelo, que o antagonizam, majoritariamente, em relação à industrialização manufatureira adotada, por exemplo, por países asiáticos. Hausmann et al. (2007) defende que esse tipo de especialização tradicional, centrada na produção e exportação de *commodities*, que são, fundamentalmente, adotadas por países periféricos em desenvolvimento, acarreta em um menor dinamismo econômico do que a

diversificação industrial a qual os países desenvolvidos concentram suas exportações, além da dependência de arrecadação - muito proveniente do alto grau de centralização - por parte dos países exportadores desses bens primários, acarretando em uma maior volatilidade, a depender do nível de centralização, no desenvolvimento econômico e, por conseguinte, uma instabilidade maior em relação às taxas de emprego e renda da população desses países.

Sob uma perspectiva comparativa, entre 1980 e 2010, os países da América-Latina - com um modelo produtivo centrado na exportação de commodities - obtiveram resultados de desenvolvimento significativamente inferiores aos países asiáticos - que adotaram estratégias de diversificação produtiva e industrialização. Para Carneiro (2012):

“Desde a intensificação da globalização nos anos 1980, e que responde nos países latino americanos a um período de semi - estagnação por conta da crise da dívida, os países asiáticos foram capazes de definir estratégias mais exitosas de lidar com a crise e, posteriormente, após os anos 1990, de se integrar na economia global de forma mais virtuosa”. (CARNEIRO, 2012, pág. 11)

Veríssimo e Xavier (2014) coadunam com Carneiro (2012) sobre o risco atrelado à produção e exportação de commodities sob a perspectiva da maior volatilidade impingida ao mercado desse tipo de mercadoria, dadas as opções limitadas pelas estratégias de centralização produtiva adotada pelos países exportadores, além de elencar a chamada “maldição dos recursos naturais”, que atribui uma característica contumaz a países com reservas fartas de recursos naturais, a de possuir menores índices de desenvolvimentos econômicos, elencando como exemplo casos de países como Rússia, Nigéria, Venezuela e, também, o Brasil.

Além disso, a forte dependência de recursos naturais pode, além de prejudicar a manufatura - que, como apresentado na comparação com os países asiáticos, demonstrou possuir melhores resultados de desenvolvimento econômico - desestimular o desenvolvimento tecnológico, além de potencializar um cenário de incertezas para investimentos externos decorrentes da instabilidade propiciada pela volatilidade de mercado (VERÍSSIMO; XAVIER, 2014). A decorrente exploração dos recursos naturais pela centralização da produção e exportação de commodities não se dá apenas pela necessidade de apropriação e desgaste da terra em si, mas também dos efeitos

deletérios advindos da contumaz utilização intensiva de agrotóxicos nessas culturas, representando externalidades negativas na seara ambiental e acarretando em potenciais riscos à saúde humana (SOUZA et al., 2019).

Algum tempo após o início da Revolução Verde, o Brasil, em seu período de ditadura militar, adotou a implementação de pacotes tecnológicos decorrentes da modernização após a segunda guerra mundial, possibilitando o desenvolvimento de técnicas de manejo de solo que permitiam a produção agrícola de commodities em solos outrora considerados inférteis (SOUZA et al., 2019). O alinhamento da abundância de recursos naturais presentes no país e as possibilidades de arrecadação elevada que, por longevos períodos, permitiu ao Brasil a manutenção de uma balança superavitária ajudaram, não só, a consolidar o modelo de produção que adotava as tecnologias para produção em larga escala de commodities para exportação, como também auxiliaram na centralização produtiva e na ampliação da representação econômica desse tipo de mercado na economia brasileira ao longo dos anos. Stédile e Fernandes (2005) discorreram sobre o caminho da economia brasileira em direção a um modelo centrado nas grandes propriedades rurais produtoras de grãos - essencialmente exportadora de bens primários - uma política que, na visão de Bueno (2019), se prolongou após o período de ditadura militar, perpassando governos de Fernando Henrique Cardoso, Luiz Inácio Lula da Silva e Dilma Rousseff, entendendo que a economia brasileira estaria seguindo o caminho adotado pelos Estados Unidos.

A tendência observada por Stédile e Fernandes (2005) foi bem capturada por Veríssimo e Xavier (2014) ao realizarem a avaliação do desenvolvimento do mercado de commodities no Brasil. Entre o período de 2000 e 2011 - período que marcou um desenvolvimento acentuado no consumo de agrotóxicos pelo país - a participação das commodities nas vendas externas pelo Brasil aumentaram de cerca de 49% para cerca de 71%, enquanto, no mesmo período - em consonância com a defesa de Hausmann et al. (2007) sobre o desenvolvimento centralizado na produção e exportação de commodities em detrimento do desenvolvimento industrial - , a participação dos produtos manufaturados no percentual de exportações brasileiras decresceu de cerca de 51% para cerca de 29% (VERISSIMO e XAVIER, 2014), não sendo essa redução exclusivamente derivada do crescimento das exportações primárias, mas sendo estas parte do processo de desindustrialização, que, para Espósito (2017), se desenvolve com

elementos como a “desarticulação do sistema industrial, o deslocamento do eixo dinâmico da economia para o exterior e a erosão dos centros internos de decisão”. Para o autor:

“O deslocamento do eixo dinâmico da economia para o exterior fica mais evidente ao se analisar a evolução da distribuição do PIB sob a ótica da despesa. Nota-se que a parcela referente às exportações apresentou um aumento considerável na última década, equivalendo, em média, a 13,35% do PIB (entre os anos de 2003 e 2013). Esse valor supera em muito a média do período 1947-1980, fase em que houve o maior desenvolvimento da indústria brasileira.” (ESPÓSITO, 2017, pág. 133).

No mesmo período o volume de venda de agrotóxicos e afins aumentou de 162.461,96 para 419.528,63 toneladas de ingrediente ativo, de acordo com dados do IBAMA, um volume que seguiu em um desenvolvimento crescente, atingindo, em 2018, o volume de 549.280,44 toneladas de ingrediente ativo, o que representa o crescente desenvolvimento do consumo dos pesticidas, que, em um modelo altamente centralizado na produção de commodities, auxiliam nas ferramentas competitivas dos produtores - como elencado, a baixa influência na precificação por parte dos produtores restringe a competitividade às medidas de restrição de custos - possibilitando, com o aumento de produção decorrente da utilização dos insumos químicos, a capitalização sobre a economia de escalas e redução de custos de produção.

Tais fatores, juntamente à representação superavitária advinda do elevado volume de exportações brasileiras, têm potencializado as externalidades negativas decorrentes da utilização intensiva de agrotóxicos nos cultivos e, por conseguinte, incidindo em questionamentos sobre a viabilidade da utilização desses mecanismos, não somente pelas questões ambientais e de saúde, mas dos aspectos econômicos - não excludentes destas áreas - de mercado e desenvolvimento nacional.

É notável a ampliação da representatividade brasileira no mercado internacional de agrotóxicos após os anos 2000. Pelaez et al. (2010) discorreu sobre a evolução da inserção brasileira no comércio internacional desses produtos entre os anos 2000 e 2007, culminando no ano de 2008, onde, com uma produção de 144 milhões de toneladas de grãos e um volume estimado de 673 milhões de toneladas de ingredientes

ativos de agrotóxicos entre 2007 e 2008 (Conab, 2009), o Brasil estabeleceu - se como o maior consumidor de agrotóxicos no mundo. Assim como Rigotto (2011), Pelaez et al (2010) percebe o crescimento da exportação de agrotóxicos na América Latina e, principalmente, no Brasil como fatores preponderantes para esta vultosa presença de mercado.

Pelaez et al (2010) também reforça o predominante papel do Brasil como importador de agrotóxicos na primeira década do século XXI. Entre os anos de 2000 e 2007 o Brasil apresentou um déficit médio de 310 milhões de dólares, sendo que, em 2007, esse déficit foi de aproximadamente US\$ 490 milhões. As importações desse período apresentaram um aumento de 174 %, em contrapartida às exportações, que, embora também tenham crescido, apresentaram uma evolução significativamente inferior, de 138%. Em relação ao aumento de produtividade de commodities, a taxa de crescimento das importações também se demonstrou consideravelmente superior, com uma taxa de evolução de 116% ao ano, em média, contra um aumento de 27% ao ano da produção de commodities pelo Brasil entre os anos de 2000 e 2007. Também é salientado pelo trabalho de Pelaez et al (2010) que o Brasil destacou - se ao apresentar a maior média de crescimento de importações de agrotóxicos em relação ao mundo nesse mesmo período, o que acarretou, a posteriori, na consolidação do país como o principal mercado de consumo de agrotóxicos, atraindo a atenção de grandes empresas multinacionais que, até o ano de 2008, representavam cerca de 80% do mercado mundial (Syngenta, Bayer, Basf, Monsanto, Dow e Dupont).

### **3.2. Evolução histórica e análise descritiva**

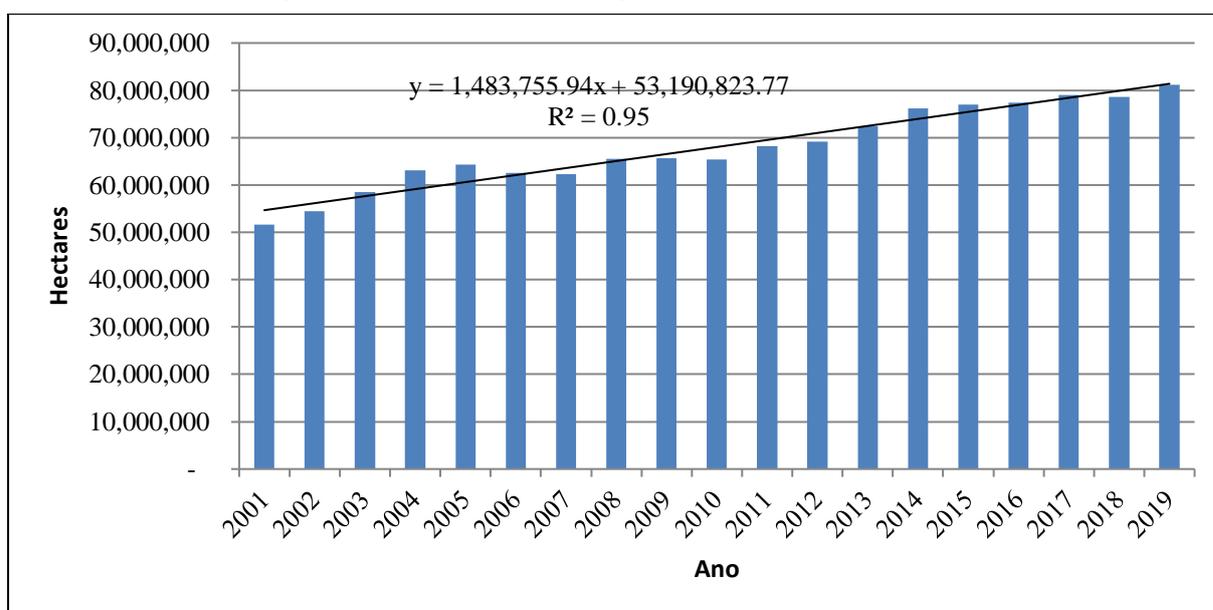
Entre 2001 e 2019 o agronegócio possuiu papel definidor na posição brasileira em relação ao mercado internacional, atingindo, neste, aproximadamente 21% de representatividade ante o Produto Interno Bruto (PIB) nacional, sendo que as exportações compõem a estrutura basilar da produtividade brasileira. No ano de 2015, como exemplo, as três principais commodities - soja, milho e cana-de-açúcar - representaram aproximadamente 81% de toda a área plantada no Brasil de acordo com dados do IBGE (aproximadamente 58,2 milhões de hectares) e consumiram estimados

82% de todo o volume de agrotóxicos nesse ano, um total de aproximadamente 729 milhões de litros de defensivos agrícolas, uma média de cerca de 13,5 milhões de litros por hectare plantado no Brasil (PIGNATI et al., 2017).

No recorte das duas últimas décadas, pode-se observar um crescimento de três dos principais elementos da cadeia produtiva brasileira: a área plantada, a produtividade bruta e o consumo de agrotóxicos (Sistema IBGE de recuperação automática, SIDRA, 2020). Juntamente aos crescimentos – que contam com diferentes graus de inclinação em seu desenvolvimento – é flagrante a diferença de produção das principais culturas de *commodities* para exportação no Brasil, onde as plantações temporárias representam, até 2019, por volta de 93,46% do total de área plantada.

O gráfico 1 refere-se à evolução da área plantada no Brasil entre os anos de 2001 e 2019. Em volume total, o crescimento no período foi de aproximadamente 57%, com um coeficiente angular de aproximados 1.483.755 de hectares. Ou seja, em média, o crescimento de área plantada no Brasil foi de 1.483.755 hectares por ano, partindo de iniciais 51.673.167 para 81.176.283 de hectares de área plantada. O  $R^2$  indica um alto grau de explicação da variável em função do tempo, tendo um coeficiente de 0,95. Em relação à área total do Brasil em hectares, a área plantada evoluir de cerca de 6% para 10% no período em questão, de acordo com os dados fornecidos pelo IBGE.

Gráfico 1 – Total de área plantada no Brasil em hectares por ano



Fonte: IBGE. SIDRA, Sistema IBGE de recuperação automática, 2020.

As dez Unidades da Federação com maior área plantada estão indicadas na tabela 1, sendo, em ordem decrescente, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pará e Maranhão. Estas representaram, em 2019, aproximadamente 88 % do total da área plantada no Brasil, uma evolução de 7% ante os 81% que representavam em 2001, indicando, portando, um crescimento na concentração de terras nestes estados entre os anos de 2001 e 2019.

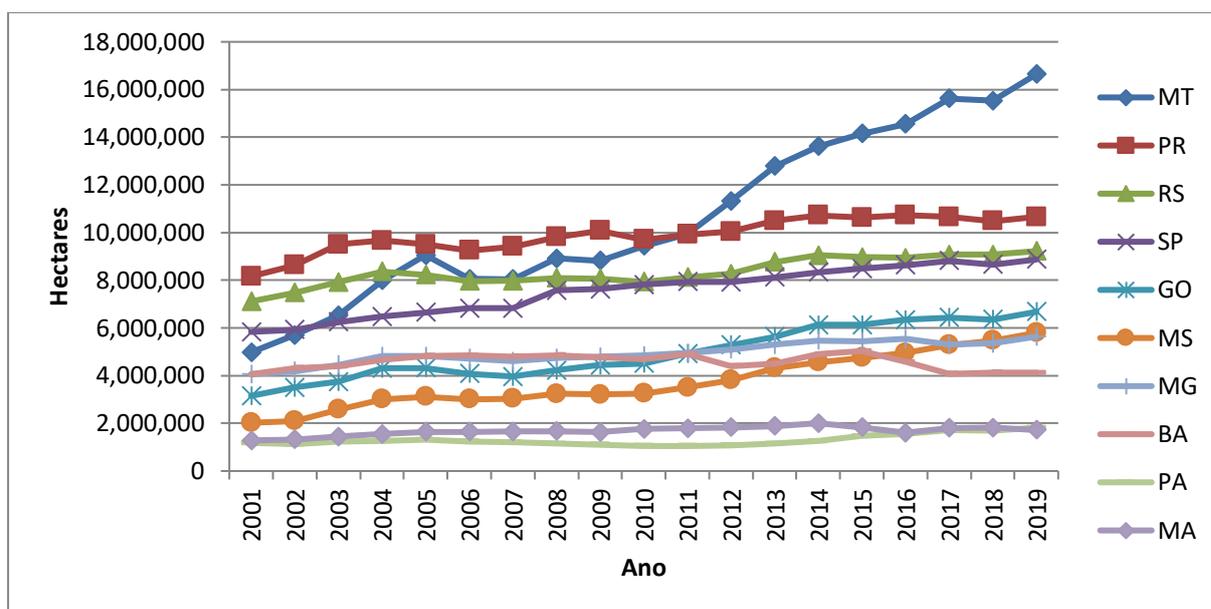
Tabela 1 – Dez Unidades da Federação com maiores áreas plantadas em 2019 em hectares e sua representação em relação ao total de área plantada por ano.

UF	2001	% em relação ao total de área plantada	2010	% em relação ao total de área plantada	2019	% em relação ao total de área plantada
<b>MT</b>	4.979.439	10%	9.433.038	14%	16.640.527	20%
<b>PR</b>	8.164.139	16%	9.708.216	15%	10.654.290	13%
<b>RS</b>	7.113.976	14%	7.942.567	12%	9.220.597	11%
<b>SP</b>	5.835.340	11%	7.811.108	12%	8.871.266	11%
<b>GO</b>	3.152.788	6%	4.510.098	7%	6.676.257	8%
<b>MS</b>	2.023.588	4%	3.250.262	5%	5.794.832	7%
<b>MG</b>	4.059.376	8%	4.844.245	7%	5.638.147	7%
<b>BA</b>	4.059.643	8%	4.691.980	7%	4.119.832	5%
<b>PA</b>	1.169.643	2%	1.049.384	2%	1.820.267	2%
<b>MA</b>	1.286.775	2%	1.767.136	3%	1.722.710	2%
<b>Total</b>	<b>41.844.707</b>	<b>81%</b>	<b>55.008.034</b>	<b>84%</b>	<b>71.158.725</b>	<b>88%</b>

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

O gráfico 2 demonstra a evolução histórica da área plantada nestes estados entre os anos de 2001 e 2019. O maior coeficiente angular encontra-se no estado do Mato Grosso, tendo uma média de desenvolvimento de aproximadamente 622 mil hectares de área plantada por ano, com um  $R^2$  de 0,96, seguido por Mato Grosso do Sul e Goiás, com coeficientes angulares de cerca de 195 e 194 mil hectares de área plantada, com 0,95 e 0,94 de  $R^2$ , respectivamente. Ou seja, no recorte temporal delimitado pelo gráfico, é perceptível que a maior concentração do desenvolvimento das terras plantadas se deu na região Centro-oeste do país, capitaneada pelo Mato Grosso, com um desenvolvimento médio mais do que três vezes maior do que o Mato Grosso do Sul.

Gráfico 2 – Desenvolvimento histórico de área plantada nas dez maiores Unidades da Federação em 2019, em hectares, por ano.



Fonte: elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

A região centro-oeste, por conseguinte, também ampliou sua representatividade em relação ao total de área plantada no Brasil, com todas suas Unidades da Federação com evolução percentual, com um aumento de 10% para 20% no Mato Grosso, de 4% para 7% no Mato Grosso do Sul, de 6% para 8% em Goiás e até mesmo um pequeno aumento no Distrito Federal, de 0,17% para 0,20% entre os anos de 2001 e 2019.

Em contrapartida, algumas das Unidades da Federação com maior área plantada em 2019 apresentaram um quadro de relativa estabilidade, com coeficientes angulares baixos e com  $R^2$  que não indica confiabilidade ao mensurar a evolução da área plantada função do decorrer do tempo. São os casos de estados como Bahia, Maranhão e Pará, que apresentaram uma área plantada muito similar em hectares entre os anos de 2001 e 2019.

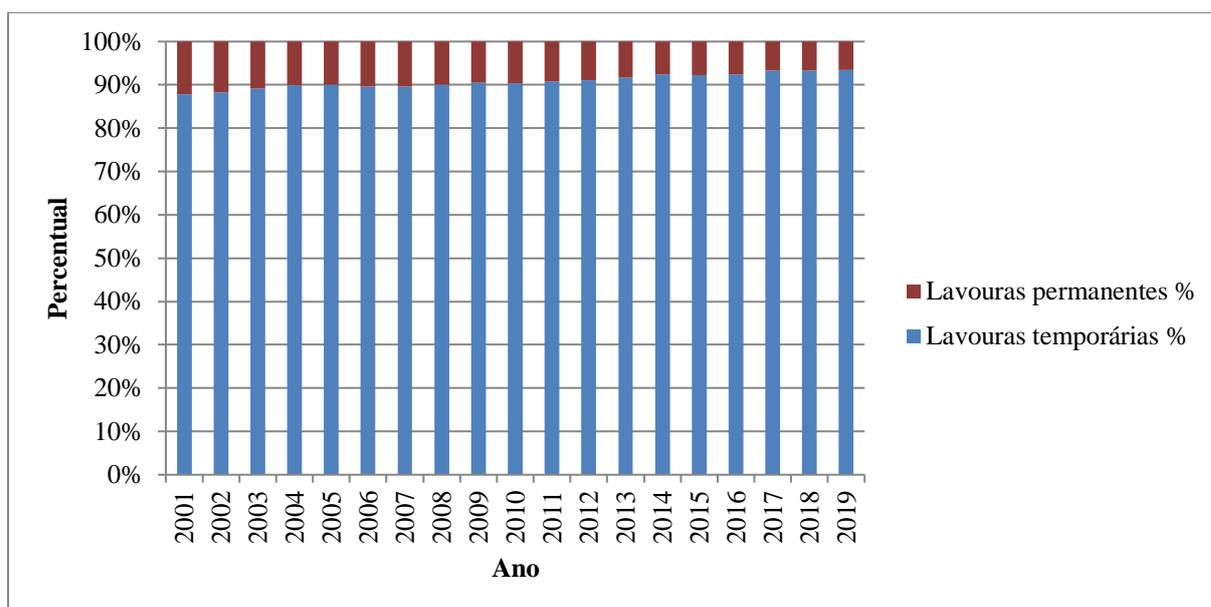
No período considerado, também foi possível observar uma predominância das lavouras temporárias na produção agrícola brasileira em relação ao total de área plantada. A tabela 2 demonstra a comparação entre a distribuição de lavouras temporárias e permanentes entre os anos de 2001 e 2019. A evolução no período, em relação às lavouras permanentes, é de originais 87,87% para 93,46% ao fim do período, conforme demonstra o gráfico 3.

Tabela 2 – Proporção de área plantada entre lavouras permanentes e temporárias em percentual por ano

<b>Ano</b>	<b>Total área permanente</b>	<b>%</b>	<b>Total área temporária</b>	<b>%</b>
<b>2001</b>	6.265.399,00	12,13%	45.371.768,00	87,87%
<b>2002</b>	6.394.168,00	11,73%	48.117.461,00	88,27%
<b>2003</b>	6.350.285,00	10,86%	52.110.698,00	89,14%
<b>2004</b>	6.374.424,00	10,11%	56.662.542,00	89,89%
<b>2005</b>	6.355.104,00	9,88%	57.964.209,00	90,12%
<b>2006</b>	6.493.925,00	10,38%	56.069.983,00	89,62%
<b>2007</b>	6.451.351,00	10,35%	55.887.379,00	89,65%
<b>2008</b>	6.495.563,00	9,91%	59.032.241,00	90,09%
<b>2009</b>	6.289.884,00	9,57%	59.431.710,00	90,43%
<b>2010</b>	6.314.992,00	9,66%	59.059.599,00	90,34%
<b>2011</b>	6.316.990,00	9,27%	61.841.033,00	90,73%
<b>2012</b>	6.191.126,00	8,95%	63.005.046,00	91,05%
<b>2013</b>	6.028.110,00	8,32%	66.406.024,00	91,68%
<b>2014</b>	5.832.441,00	7,65%	70.398.423,00	92,35%
<b>2015</b>	5.919.965,00	7,69%	71.028.134,00	92,31%
<b>2016</b>	5.904.302,00	7,63%	71.432.966,00	92,37%
<b>2017</b>	5.345.312,00	6,77%	73.644.898,00	93,23%
<b>2018</b>	5.311.858,00	6,76%	73.263.685,00	93,24%
<b>2019</b>	5.309.429,00	6,54%	75.866.854,00	93,46%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Gráfico 3 – Proporção de área plantada no Brasil entre lavouras permanentes e temporárias por ano em porcentagem



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tal aumento na concentração pode ser explicado parcialmente pelo crescimento expressivo de culturas como a soja, de 27,09% para 44,26%, e da cana-de-açúcar, de 9,73% para 12,45%, ambas pertencentes à classe das lavouras temporárias. Se somadas as três maiores culturas em área plantada no ano de 2001 (soja, milho e cana-de-açúcar), obter-se-á uma proporção de 61,83% em relação ao volume total de área plantada no Brasil, um número significativamente inferior aos 78,61% presente em 2019, conforme indica a tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição das três maiores culturas agrícolas no Brasil por ano em porcentagem

Ano	1ª cultura	%	2ª cultura	%	3ª cultura	%	Total %
2001	Soja	27,09%	Milho	25,01%	Cana-de-açúcar	9,73%	61,83%
2010	Soja	35,70%	Milho	19,83%	Cana-de-açúcar	14,02%	69,55%
2019	Soja	44,26%	Milho	21,90%	Cana-de-açúcar	12,45%	78,61%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tendência similar pode ser observada, entre os anos de 2001 e 2019, em boa parte das dez Unidades da Federação com maiores área plantadas em 2019. Destas, em 2001, seis tinham a soja como principal cultura em área plantada a soja, com um percentual médio de aproximadamente 39% da área plantada total sendo destinada ao plantio da *commoditie*, por Unidade da Federação. Já em 2019, das dez Unidades da Federação com maiores áreas plantas, nove tinham como principal produção a soja, com um percentual médio de 48%. As tabelas 4,5 e 6 correspondem à distribuição das

principais culturas agrícolas por Unidade da Federação, nos anos de 2001, 2010 e 2019, respectivamente. Também está presente nas tabelas a proporção entre áreas plantadas para lavouras temporárias e para lavouras permanentes, havendo, em todas as Unidades da Federação, uma predominância das lavouras temporárias ante as permanentes, evoluindo de uma média de 89,35% em 2001 para 91,14% em 2019.

Tabela 4 – Distribuição das três maiores culturas em área plantada nos dez estados com maior área plantada em 2019, em 2001, em percentual.

UF	2001							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
MT	98,05%	1,95%	Soja	36,61%	Milho	6,69%	Arroz	4,42%
PR	98,03%	1,97%	Soja	34,52%	Milho	34,51%	Trigo	11,78%
RS	97,71%	2,29%	Soja	41,84%	Milho	23,56%	Arroz	13,40%
SP	82,88%	17,12%	Cana-de-açúcar	43,99%	Milho	19,24%	Laranja	9,96%
GO	98,98%	1,02%	Soja	48,81%	Milho	28,98%	Sorgo	4,12%
MS	99,57%	0,43%	Soja	52,63%	Milho	27,10%	Cana-de-açúcar	4,93%
MG	71,09%	28,91%	Milho	29,98%	Café	26,18%	Sorgo	15,58%
BA	68,76%	31,24%	Soja	17%	Milho	16,98%	Feijão	16,89%
PA	80,96%	19,04%	Milho	27,30%	Mandioca	24,44%	Arroz	20,75%
MA	97,54%	2,46%	Arroz	35,64%	Milho	24,96%	Soja	16,59%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tabela 5 - Distribuição das três maiores culturas em área plantada nos dez estados com maior área plantada em 2019, em 2010, em percentual.

UF	2010							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
MT	99,45%	0,55%	Soja	66,01%	Milho	21,35%	Algodão	4,45%
PR	98,20%	1,80%	Soja	46,15%	Milho	23,25%	Trigo	12,08%
RS	97,82%	2,18%	Soja	50,64%	Milho	14,50%	Arroz	13,87%
SP	86,93%	13,07%	Cana-de-açúcar	64,92%	Milho	9,92%	Laranja	7,75%
GO	99,12%	0,88%	Soja	54,22%	Milho	19,03%	Cana-de-açúcar	12,83%
MS	99,84%	0,16%	Soja	53,30%	Milho	26,89%	Cana-de-açúcar	12,19%
MG	76,54%	23,46%	Milho	24,60%	Café	21,19%	Soja	21,07%
BA	71,53%	28,47%	Soja	21,68%	Milho	17,25%	Feijão	13,13%
PA	75,64%	24,36%	Mandioca	28,35%	Milho	19,41%	Arroz	12,10%
MA	97,87%	2,13%	Soja	28,05%	Arroz	27,25%	Milho	21,66%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

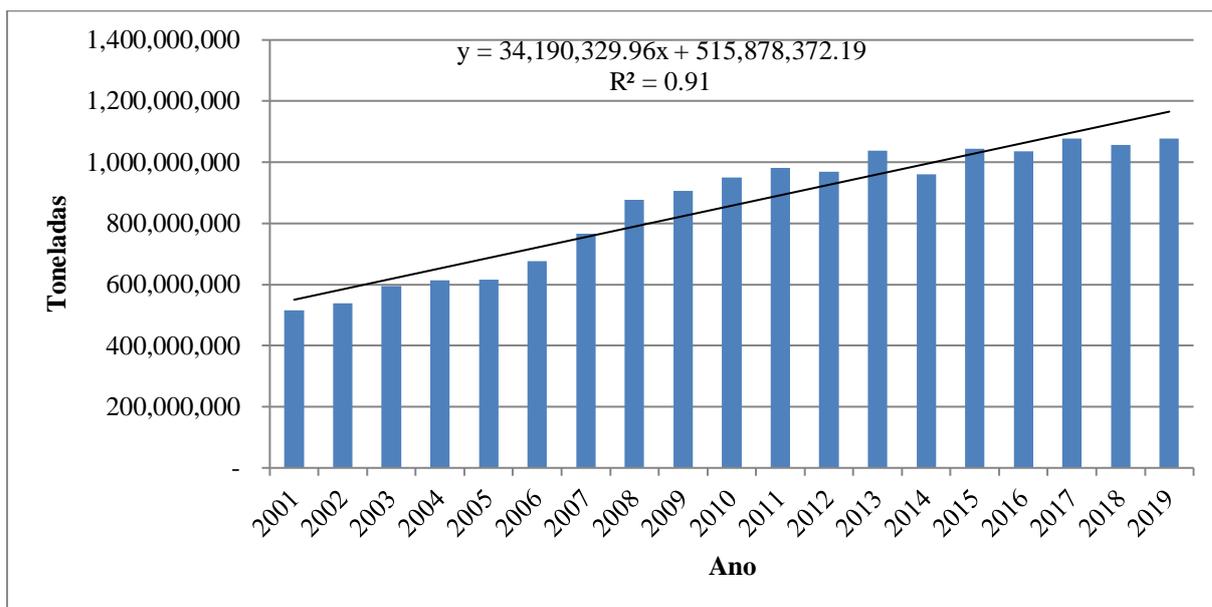
Tabela 6 - Distribuição das três maiores culturas em área plantada nos dez estados com maior área plantada em 2019, em 2019, em percentual.

UF	2019							
	% Temp.	% Perm.	1º	%	2º	%	3º	%
<b>MT</b>	99,72%	0,28%	Soja	58,44%	Milho	30,21%	Algodão	6,65%
<b>PR</b>	98,86%	1,14%	Soja	50,80%	Milho	24,69%	Trigo	9,67%
<b>RS</b>	98,26%	1,74%	Soja	63,37%	Arroz	10,66%	Milho	8,28%
<b>SP</b>	90,90%	9,10%	Cana-de-açúcar	62,45%	Soja	12,18%	Milho	9,52%
<b>GO</b>	99,38%	0,62%	Soja	50,97%	Milho	25%	Cana-de-açúcar	14,18%
<b>MS</b>	99,82%	0,18%	Soja	49,74%	Milho	34,24%	Cana-de-açúcar	12,56%
<b>M G</b>	80,05%	19,95%	Soja	28,95%	Milho	20,01%	Café	17,57%
<b>BA</b>	78,03%	21,97%	Soja	38,40%	Milho	14,80%	Cacau	10,03%
<b>PA</b>	67,58%	32,42%	Soja	31,74%	Mandioca	14,99%	Milho	14,24%
<b>MA</b>	98,75%	1,25%	Soja	56,75%	Milho	24,73%	Arroz	5,33%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

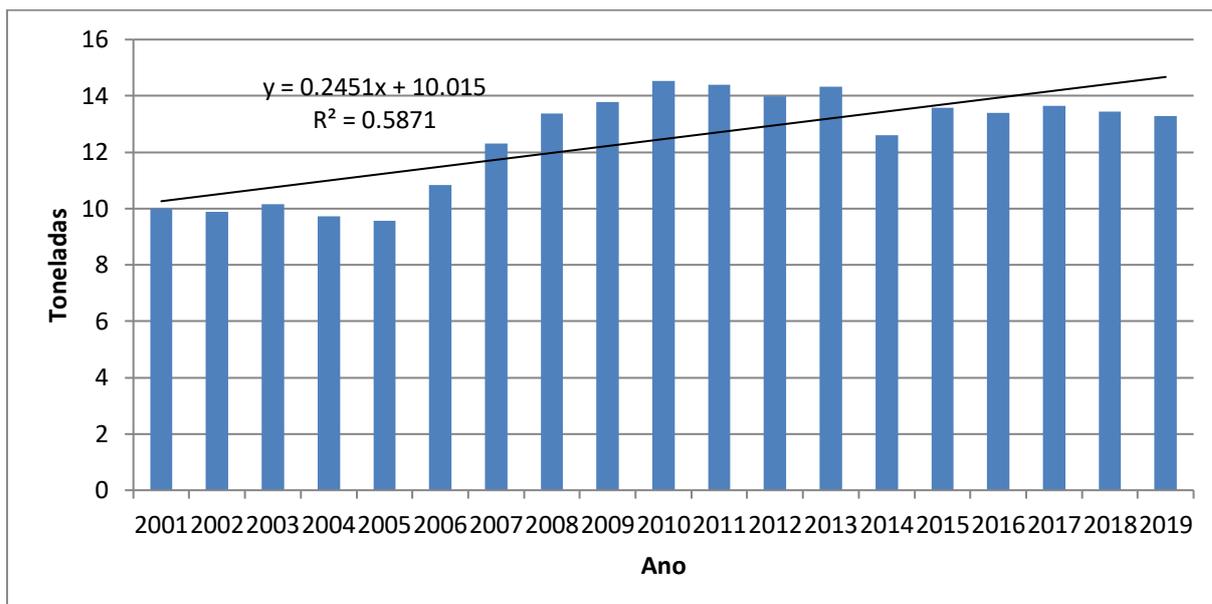
O gráfico 4 refere-se à produtividade bruta brasileira, em toneladas, entre os anos de 2001 e 2019. Percebe-se uma progressão de produtividade no período de aproximadamente 109%, de originais 516.431.043 toneladas de produção em 2001 para 1.078382.291 em 2019, com um crescimento médio anual de aproximadamente 34.190.330 toneladas, seu coeficiente angular. O  $R^2$  é de 0,91, demonstrando uma tendência a um bom nível de explicação da progressão anual da produtividade. Em relação à área plantada no Brasil, pode-se verificar que a angulação da produtividade é mais inclinada ao eixo y, indicando que a progressão foi mais significativa no que tange à produtividade agrícola brasileira. Ou seja, ao fim do período avaliado, a capacidade de produção por hectare foi superior ao ponto inicial, conforme demonstrado pelo gráfico 5, evoluindo de cerca de 10 para 13 toneladas por hectare.

Gráfico 4 – Produção agrícola bruta no Brasil em toneladas por ano



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Gráfico 5 – Produção agrícola brasileira em toneladas por hectare, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

No caso da produtividade por hectares, o coeficiente angular é de aproximadamente 0,24 toneladas por ano de progressão, entretanto o  $R^2$  baixo, de 0,58, não indica um elevado grau de explicação do crescimento em produtividade em função do tempo, o que pode sugerir outros fatores como preponderantes para explicar a razão pela qual a produção por hectare recrudesciu.

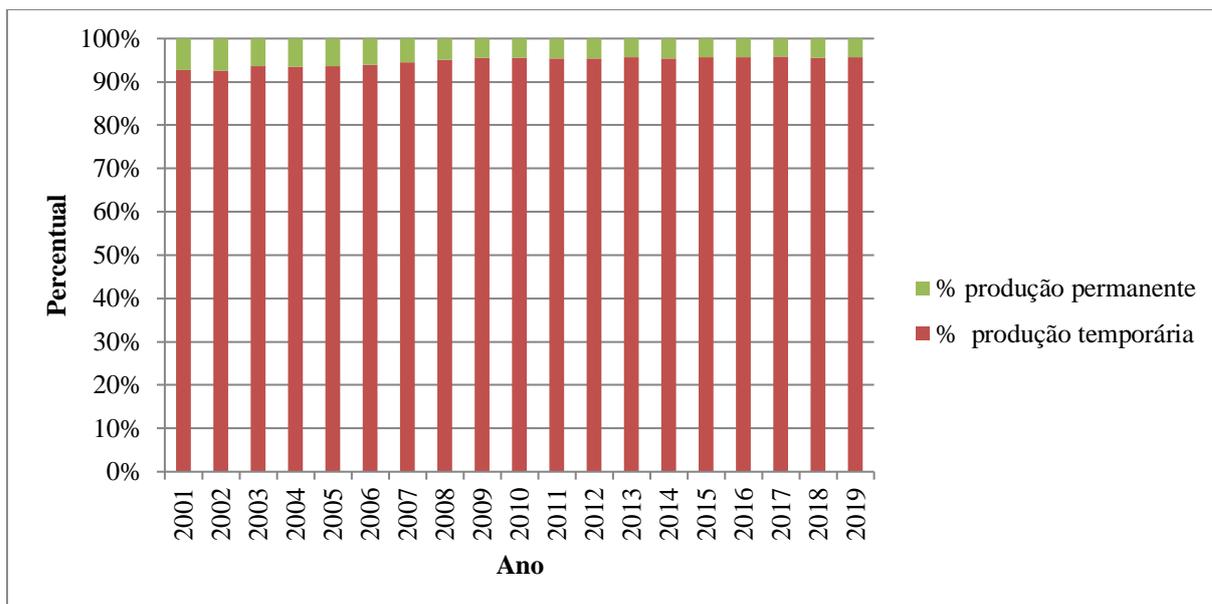
A composição do plantio, em produtividade bruta, no Brasil se distribuía, em 2001, em 92,67% oriunda de lavouras temporárias e 7,33% oriunda de lavouras permanentes, evoluindo para 95,67% para lavouras temporárias e 4,33% para lavouras permanentes em 2019. O quadro 7 demonstra a evolução histórica da produção agrícola bruta, em toneladas, em percentual de produtividade advinda de lavouras temporárias e de permanentes. Tal distribuição percentual também está demonstrada no gráfico 6.

Tabela 7 – Distribuição da produção bruta no Brasil entre lavouras temporárias e lavouras permanentes em toneladas e em percentual, por ano.

<b>Ano</b>	<b>Produção lavouras temp.</b>	<b>%</b>	<b>Produção lavouras perman.</b>	<b>%</b>
<b>2001</b>	478582715	93%	37848328	7%
<b>2002</b>	498567846	93%	39884452	7%
<b>2003</b>	556142571	94%	38167336	6%
<b>2004</b>	572578396	93%	40149098	7%
<b>2005</b>	575654754	94%	39376257	6%
<b>2006</b>	635981772	94%	41315233	6%
<b>2007</b>	725554451	95%	41686045	5%
<b>2008</b>	834057313	95%	42326966	5%
<b>2009</b>	865733029	96%	40640781	4%
<b>2010</b>	907684710	96%	42689378	4%
<b>2011</b>	936537349	95%	44691833	5%
<b>2012</b>	922967915	95%	45121841	5%
<b>2013</b>	994114867	96%	44370588	4%
<b>2014</b>	917263085	95%	43906120	5%
<b>2015</b>	1000095470	96%	44331373	4%
<b>2016</b>	992450490	96%	44178299	4%
<b>2017</b>	1033026307	96%	44686549	4%
<b>2018</b>	1010261432	96%	46844525	4%
<b>2019</b>	1031731758	96%	46650533	4%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Gráfico 6 – Distribuição da produção bruta entre lavouras temporárias e lavouras permanentes em percentual, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tal como em relação ao aumento na concentração de área plantada em lavouras temporárias – com um crescimento ainda mais acentuado se comparado à proporção de produtividade bruta – a proporção do volume produzido teve como fator preponderante a quantidade produzida de *commodities*. Em 2001 as três *commodities* com maior produção bruta – cana-de-açúcar, milho e soja -, todas pertencentes ao grupo das lavouras temporárias, somavam 82,14% do total do volume produzido no Brasil. Já em 2019 esse número aumentou para 89,91%. A tabela 8 demonstra essa proporção nos anos de 2001, 2010 e 2019.

Tabela 8 – Distribuição das três principais culturas em produção bruta no Brasil, em 2001, 2010 e 2019, em percentual.

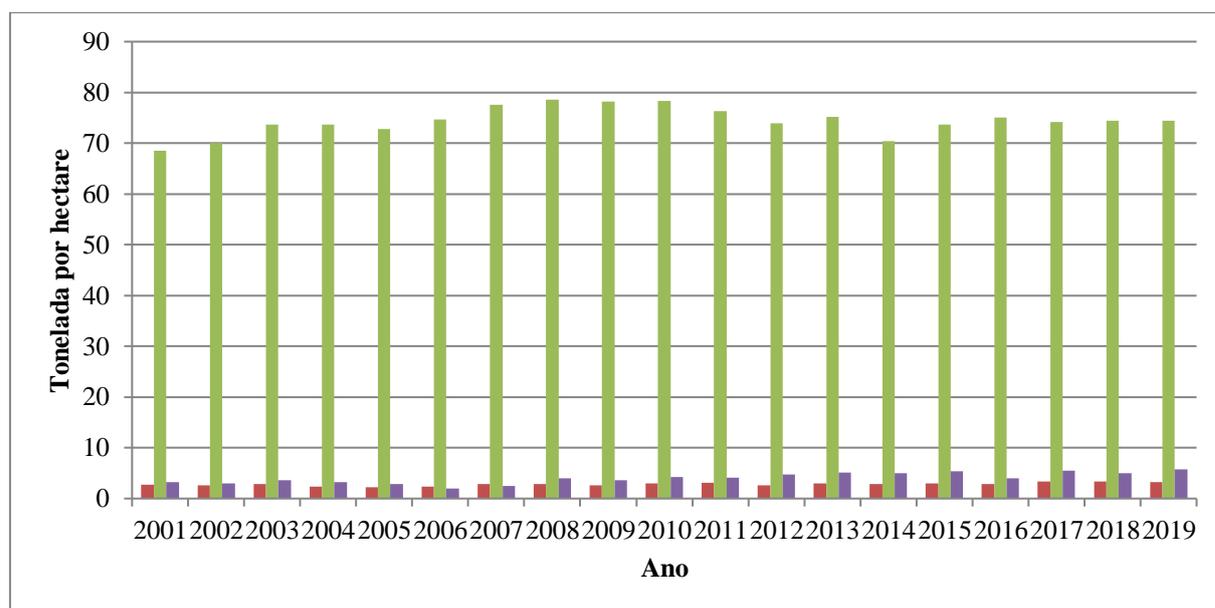
Ano	1ª cultura	%	2ª cultura	%	3ª cultura	%
2001	Cana-de-açúcar	66,67%	Milho	8,13%	Soja	7,34%
2010	Cana-de-açúcar	75,49%	Soja	7,23%	Milho	5,83%
2019	Cana-de-açúcar	69,83%	Soja	10,60%	Milho	9,38%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Embora a representatividade da cana-de-açúcar tenha diminuído em proporção entre os anos de 2010 e 2019 – mas não em produção total – é notável o volume significativo da *commodity* em relação às demais, compondo, em produção bruta, quase sete vezes mais do que o segundo item mais representativo, a soja, em 2019 (69,83% e 10,60%, respectivamente).

A proeminência da cana-de-açúcar no que tange aos maiores níveis de produção bruta também é significativa ao considerarmos que a soja representou, em 2019, 44,26% do total de área plantada no país, contra 12,45% da cana-de-açúcar, mas obteve apenas 10,60% da produção bruta, cerca de sete vezes menos do que a produção bruta da cana-de-açúcar, de 69,83%. O gráfico 7 demonstra a produtividade por hectare das três principais *commodities* produzidas no Brasil, tanto em quantidade produzida quanto em área plantada. A distribuição anual pode ser observada também na tabela 9.

Gráfico 7 – Produtividade por hectare das culturas da soja, cana-de-açúcar e milho no Brasil, em toneladas, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tabela 9 – Produção por hectare das culturas da soja, cana-de-açúcar e milho, em toneladas, por ano.

Ano	Soja	Cana-de-açúcar	Milho
2001	2,71	68,55	3,25
2002	2,57	69,99	2,92
2003	2,80	73,65	3,62
2004	2,29	73,70	3,25
2005	2,18	72,73	2,87
2006	2,38	74,71	1,93
2007	2,81	77,57	2,53
2008	2,82	78,59	4,00
2009	2,64	78,18	3,59
2010	2,95	78,29	4,27
2011	3,11	76,33	4,09
2012	2,62	73,94	4,72
2013	2,92	75,13	5,11
2014	2,86	70,41	5,04

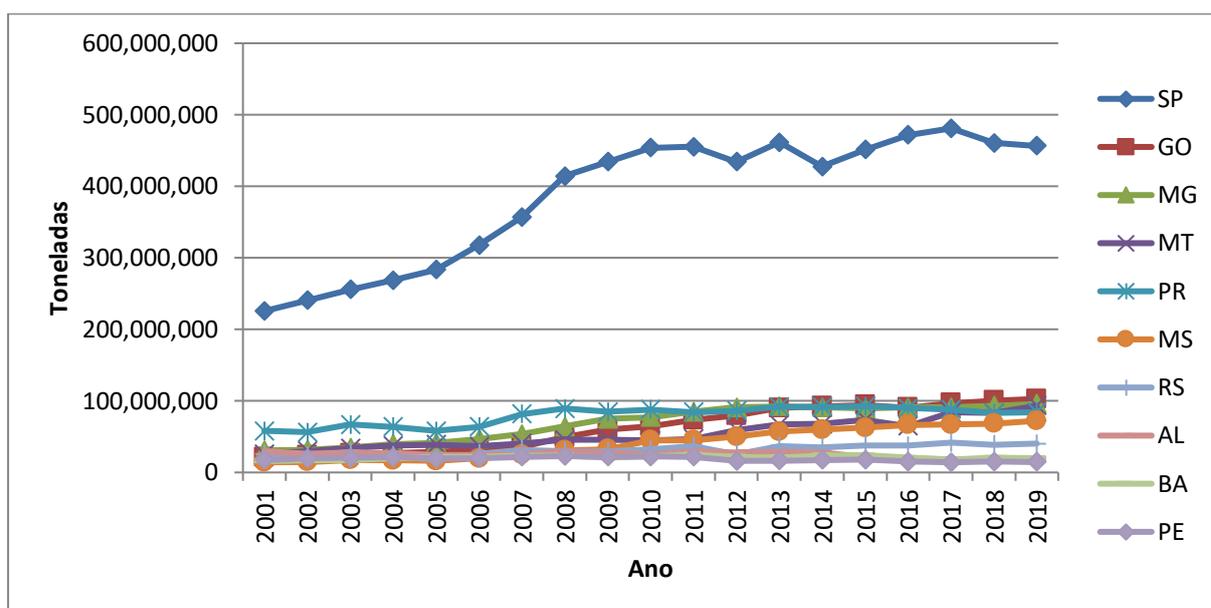
<b>2015</b>	3,03	73,70	5,38
<b>2016</b>	2,89	75,04	4,00
<b>2017</b>	3,37	74,14	5,52
<b>2018</b>	3,38	74,45	4,98
<b>2019</b>	3,18	74,47	5,69

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Observa-se a discrepância significativa entre a produtividade por hectare da cana-de-açúcar em relação à soja e ao milho, o que ajuda a elucidar a diferença na relação das principais *commodities* ante sua área plantada e produtividade bruta. Outros fatores podem ser preponderantes para a concepção do cenário de plantio brasileiro, como o valor de produção das *commodities* – em 2019 o preço da tonelada da soja foi de R\$ 1.099,08, enquanto o da cana-de-açúcar foi de R\$ 72,69 e a do milho foi de R\$ 470,61 – que, conforme Carneiro (2012) tendem a depender do mercado internacional, com poucas possibilidades de modificação, acarretando, então, numa preocupação do produtor com a redução de custos para que se potencializem seus ganhos monetários. Sendo assim, a possibilidade de redução de custo de produção para cada *commodity* pode ser um fator importante na distribuição do cenário produtivo brasileiro.

Em relação à produtividade bruta, as Unidades da Federação com maior volume produzido são, em ordem decrescente, São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Alagoas, Bahia e Pernambuco. No ano de 2001, das dez Unidades da Federação com maior quantidade produzida, sete tinham como principal volume a cana-de-açúcar, enquanto em 2019 esse número foi reduzido a seis, com a soja crescendo, no mesmo período, de uma Unidade da Federação para quatro. O gráfico 9 demonstra a evolução histórica dos dez estados com maior quantidade produzida entre os anos de 2001 e 2019.

Gráfico 8 – Produção bruta dos dez estados com maior área plantada em 2019, em toneladas, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

O estado de São Paulo, no que tange à produção bruta, é o que tem o maior coeficiente angular em relação à progressão de toneladas produzidas em relação aos anos, com um total médio de crescimento de 14.535.172,08 toneladas por ano e um  $R^2$  de 0,82, seguido por Goiás, com 5.307.210,64 e  $R^2$  de 0,96, Minas Gerais, com 4.167.631,49 e  $R^2$  de 0,96, Mato Grosso do Sul, com 3.747.729,06 e  $R^2$  de 0,96, e Mato Grosso, com 3.419.112,04 e  $R^2$  de 0,93. Com exceção de São Paulo, que possui um  $R^2$  um pouco inferior, os demais estados possuem uma tendência regular que possui um bom grau de explicação em função do tempo.

Assim como na razão da área plantada, é perceptível que o centro-oeste tem papel proeminente na produção agrícola brasileira, figurando como uma área de crescimento e evolução na produção e área plantada. O Mato Grosso do Sul, como exemplo, apresenta desenvolvimento com tendência regular e um crescimento constante, aumentando cada vez mais sua participação ante o cenário nacional.

As tabelas 10, 11 e 12 demonstram a distribuição das principais culturas, em percentual, das dez Unidades da Federação com maior produtividade bruta. Assim como no caso da área plantada, a soja ampliou sua participação nos estados com maior representatividade da categoria, no caso, em produtividade bruta. Em 2001, dos dez estados com maior produção bruta, apenas um, o Rio Grande do Sul, tinha como mais volumosa a produção da soja. Em 2019, a soja ocupava esse posto em três desses

estados, além de contar com um acréscimo geral de sua participação no cenário nacional - de 8,13% para 10,60% - o que, conforme demonstra o gráfico x, demanda uma ampliação mais significativa da área plantada – o que, de fato, ocorreu, com a soja ampliando sua participação na área plantada de 27,09% para 44,26% -, pois a soja tem uma produtividade por hectare significativamente inferior à cana-de-açúcar, que é responsável pelo maior volume produzido no período.

Tabela 10 – Distribuição das principais culturas em produção bruta nos dez estados com maior produção bruta em 2019, em 2001, em percentual.

UF	2001							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
SP	92,30%	7,70%	Cana-de-açúcar	88,16%	Laranja	6,00%	Milho	1,86%
GO	98,26%	1,74%	Cana-de-açúcar	48,48%	Milho	19,66%	Soja	19,16%
MG	90,13%	9,87%	Cana-de-açúcar	61,24%	Milho	12,98%	Café	5,50%
MT	99,02%	0,98%	Cana-de-açúcar	42,70%	Soja	36,61%	Milho	6,69%
PR	97,77%	2,23%	Cana-de-açúcar	47,48%	Milho	21,90%	Soja	14,92%
MS	99,58%	0,42%	Cana-de-açúcar	53,04%	Soja	21,86%	Milho	15,34%
RS	92,73%	7,27%	Soja	27,06%	Milho	23,87%	Arroz	20,46%
AL	99,03%	0,97%	Cana-de-açúcar	97,22%	Mandioca	1,25%	Banana	0,34%
BA	74,24%	25,76%	Cana-de-açúcar	27,78%	Mandioca	22,75%	Soja	8,97%
PE	96,17%	3,83%	Cana-de-açúcar	91,72%	Mandioca	2,36%	Banana	1,90%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tabela 11 - Distribuição das principais culturas em produção bruta nos dez estados com maior produção bruta em 2019, em 2010, em percentual.

UF	2010							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
SP	96,04%	3,96%	Cana-de-açúcar	94,03%	Laranja	3,15%	Milho	0,89%
GO	99,31%	0,69%	Cana-de-açúcar	74,76%	Soja	11,30%	Milho	7,28%
MG	95,50%	4,50%	Cana-de-açúcar	78,54	Milho	7,89%	Soja	3,76%
MT	99,70%	0,30%	Soja	42,04%	Cana-de-açúcar	32,59%	Milho	18,27%
PR	98,11%	1,89%	Cana-de-açúcar	54,95%	Soja	16,01%	Milho	15,42%
MS	99,92%	0,08%	Cana-de-açúcar	77,13%	Soja	11,84%	Milho	8,39%
RS	92,70%	7,30%	Soja	32,44%	Arroz	21,28%	Milho	17,44%
AL	99,34%	0,66%	Cana-de-açúcar	97,60%	Mandioca	1,28%	Coco-da-baía	0,22%
BA	76,15%	23,85%	Cana-de-açúcar	25,70%	Mandioca	14,06%	Soja	13,63%
PE	94,91%	5,09%	Cana-de-açúcar	88,92%	Mandioca	3,35%	Banana	2,33%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

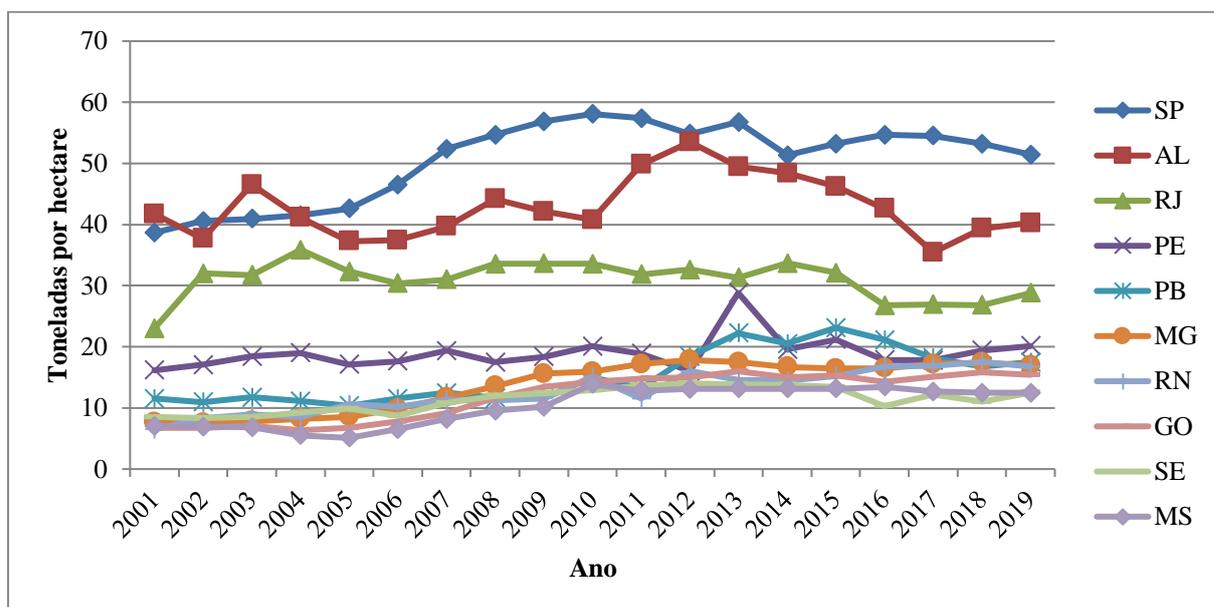
Tabela 12 - Distribuição das principais culturas em produção bruta nos dez estados com maior produção bruta em 2019, em 2019, em percentual.

UF	2019							
	% Temp.	% Perm.	1º	%	2º	%	3º	%
<b>SP</b>	96,18%	3,82%	Cana-de-açúcar	93,25%	Laranja	2,90%	Milho	1,05%
<b>GO</b>	99,52%	0,48%	Cana-de-açúcar	73,26%	Milho	11,65%	Soja	10,78%
<b>MG</b>	94,30%	5,70%	Cana-de-açúcar	76,22%	Milho	7,83%	Soja	5,77%
<b>MT</b>	99,84%	0,16%	Soja	34,60%	Cana-de-açúcar	32,59%	Milho	18,27%
<b>PR</b>	98,15%	1,85%	Cana-de-açúcar	49,41%	Milho	19,58%	Soja	19,36%
<b>MS</b>	99,90%	0,10%	Cana-de-açúcar	72,37%	Milho	14%	Soja	12,05%
<b>RS</b>	94,13%	5,87%	Soja	46,19%	Arroz	17,91%	Milho	14,32%
<b>AL</b>	98,00%	2,00%	Cana-de-açúcar	94,73%	Mandioca	1,95%	Laranja	0,72%
<b>BA</b>	81,61%	18,39%	Soja	27,29%	Cana-de-açúcar	26,54%	Milho	9,69%
<b>PE</b>	87,45%	12,55%	Cana-de-açúcar	81,85%	Manga	3,49%	Banana	3,32%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Em relação à produtividade por hectare, São Paulo também se mantém na liderança, seguido por Alagoas, Rio de Janeiro Pernambuco, Paraíba, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Goiás, Sergipe e Mato Grosso do Sul. A aplicação dos cálculos de coeficiente angular nos estados com maior proporção de produtividade por hectare demonstrou haver uma irregularidade acentuada em relação à progressão em função do tempo, com o  $R^2$  sendo acima de 0,7 apenas nos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, Rio Grande do Norte e Minas Gerais. Nos demais, embora o coeficiente angular seja majoritariamente positivo - com exceção do Rio de Janeiro - não é possível observar um padrão de desenvolvimento em função do tempo. Entretanto é notável que em todas as Unidades da Federação com maior produtividade por hectare há a proeminência da cana-de-açúcar como maior item produzido, com uma média de produtividade por estado oscilando entre 72,13% em 2001 e 77,93% em 2019.

Gráfico 9 – Produção por hectare dos dez estados com maior produtividade por hectare em 2019, em hectares, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

As tabelas 13, 14 e 15 são pertinentes às distribuições de produção bruta das dez Unidades da Federação com maior índice de produtividade por hectare nos anos de 2001, 2010 e 2019, respectivamente.

Tabela 13 – Distribuição da produção dos dez estados com maior produção por hectare em 2019, em 2001, em percentual.

UF	2001							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
SP	92,30%	7,70%	Cana-de-açúcar	88,16%	Laranja	6,00%	Milho	1,86%
AL	99,03%	0,97%	Cana-de-açúcar	97,22%	Mandioca	1,25%	Banana	0,34%
RJ	92,67%	7,33%	Cana-de-açúcar	84,45%	Mandioca	2,98%	Tomate	3,27%
PE	96,17%	3,83%	Cana-de-açúcar	91,72%	Mandioca	2,36%	Banana	1,90%
PB	92,17%	7,83%	Cana-de-açúcar	82,45%	Banana	4,59%	Abacaxi	5,04%
MG	90,13%	9,87%	Cana-de-açúcar	61,24%	Milho	12,98%	Café	5,50%
RN	89,22%	10,78%	Cana-de-açúcar	66,30%	Mandioca	12,37%	Melão	4,95%
GO	98,26%	1,74%	Cana-de-açúcar	48,48%	Milho	19,66%	Soja	19,16%
SE	70,96%	29,04%	Cana-de-açúcar	48,28%	Laranja	21,13%	Mandioca	16,93%
MS	99,58%	0,42%	Cana-de-açúcar	53,04%	Soja	21,86%	Milho	15,34%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tabela 14 - Distribuição da produção dos dez estados com maior produção por hectare em 2019, em 2001, em percentual.

UF	2010
----	------

	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
<b>SP</b>	96,04%	3,96%	Cana-de-açúcar	94,03%	Laranja	3,15%	Milho	0,89%
<b>AL</b>	99,34%	0,66%	Cana-de-açúcar	97,60%	Mandioca	1,28%	Coco-da-baía	0,22%
<b>RJ</b>	94,40%	5,60%	Cana-de-açúcar	87,25%	Mandioca	2,82%	Tomate	2,80%
<b>PE</b>	94,91%	5,09%	Cana-de-açúcar	88,92%	Mandioca	3,35%	Banana	2,33%
<b>PB</b>	94,45%	5,55%	Cana-de-açúcar	85,25%	Abacaxi	4,14%	Mandioca	3,44%
<b>MG</b>	95,50%	4,50%	Cana-de-açúcar	78,54	Milho	7,89%	Soja	3,76%
<b>RN</b>	92,96%	7,04%	Cana-de-açúcar	75,99	Mandioca	6,55%	Melão	4,65%
<b>GO</b>	99,31%	0,69%	Cana-de-açúcar	74,76%	Soja	11,30%	Milho	7,28%
<b>SE</b>	78,16%	21,84%	Cana-de-açúcar	53,31%	Laranja	14,35%	Milho	13,36%
<b>MS</b>	99,92%	0,08%	Cana-de-açúcar	77,13%	Soja	11,84%	Milho	8,39%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

Tabela 15 - Distribuição da produção dos dez estados com maior produção por hectare em 2019, em 2019, em percentual.

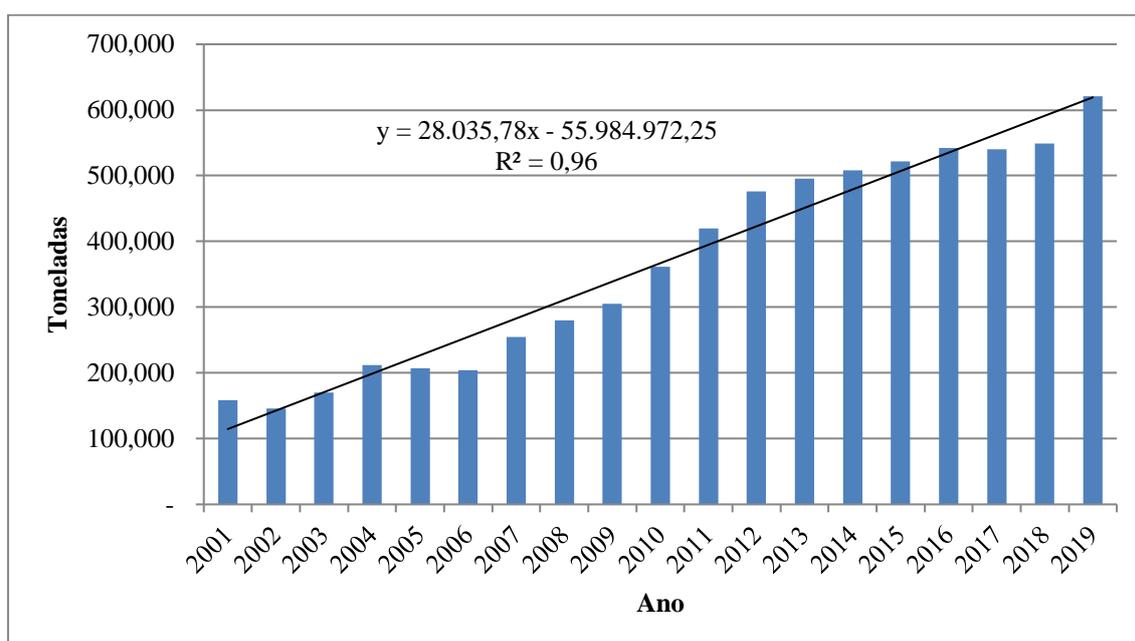
UF	2019							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
<b>SP</b>	96,18%	3,82%	Cana-de-açúcar	93,25%	Laranja	2,90%	Milho	1,05%
<b>AL</b>	98,00%	2,00%	Cana-de-açúcar	94,73%	Mandioca	1,95%	Laranja	0,72%
<b>RJ</b>	90,24%	9,76%	Cana-de-açúcar	75,15%	Mandioca	6,62%	Tomate	4,32%
<b>PE</b>	87,45%	12,55%	Cana-de-açúcar	81,85%	Manga	3,49%	Banana	3,32%
<b>PB</b>	96,15%	3,85%	Cana-de-açúcar	86,86%	Abacaxi	4,91%	Mandioca	2,30%
<b>MG</b>	94,30%	5,70%	Cana-de-açúcar	76,22%	Milho	7,83%	Soja	5,77%
<b>RN</b>	91,91%	8,09%	Cana-de-açúcar	71,05%	Melão	6,58%	Melancia	6,50%
<b>GO</b>	99,52%	0,48%	Cana-de-açúcar	73,26%	Milho	11,65%	Soja	10,78%
<b>SE</b>	82,61%	17,39%	Cana-de-açúcar	54,61%	Milho	20,07%	Laranja	10,65%
<b>MS</b>	99,90%	0,10%	Cana-de-açúcar	72,37%	Milho	14%	Soja	12,05%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA), 2020.

No tocante ao consumo de agrotóxicos no Brasil, o gráfico 10 demonstra a progressão deste em função do tempo, no intervalo entre os anos de 2001 e 2019<sup>2</sup>. O crescimento total do período foi de aproximadamente 292%, partindo de 158.503 toneladas, em 2001, para 620.537 toneladas em 2019. O coeficiente angular apontou um desenvolvimento médio de 28.035,78 toneladas por ano, com um R<sup>2</sup> de 0,96, o que aponta para um bom nível de explicação da progressão do consumo de agrotóxicos em função do tempo.

<sup>2</sup> Os anos de 2007 e 2008 não foram compendiados e disponibilizados pelo IBAMA. Para os propósitos deste trabalho, os números foram conjecturados com base na média entre os períodos anterior e posterior ao ano em questão.

Gráfico 10 - Consumo de agrotóxicos no Brasil, em toneladas, por ano.

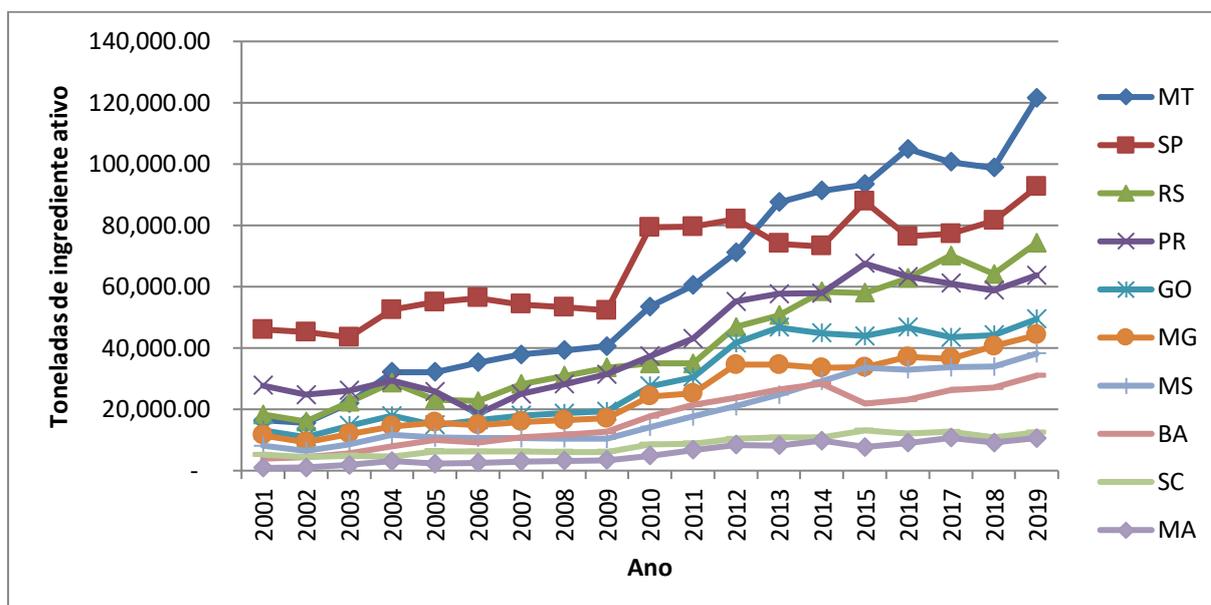


Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

É perceptível também que o grau de inclinação da linha de tendência do consumo de agrotóxicos em função do tempo tem maior proximidade ao eixo y se comparado às progressões de produtividade e de área plantada em função do tempo, apontando para uma maior concentração do consumo de agrotóxicos proporcionalmente – o consumo por hectare será demonstrando mais abaixo no texto.

Os estados com maior consumo de agrotóxicos no Brasil são, em ordem decrescente, Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Bahia, Santa Catarina e Maranhão. Assim como no caso da progressão da área planta, o estado do Mato Grosso teve o maior coeficiente angular dentre todos os demais, com uma evolução média de 5.899 toneladas de ingrediente ativo por ano, com um  $R^2$  de 0,96, similar ao do Brasil. Em seguida vêm os estados do Rio Grande do Sul ( $R^2= 0,94$ ), Paraná ( $R^2= 0,83$ ) e São Paulo ( $R^2= 0,82$ ), com 3.237, 2.761 e 2.570 toneladas de ingrediente ativo em média por ano. O Mato Grosso do sul aparece em sétimo lugar, com uma progressão média de 1.848 toneladas de ingrediente ativo por ano. Diferentemente das Unidades da Federação com maior área plantada e produtividade, nenhum dos estados citados possuem coeficiente angular negativo, apresentando crescimento no consumo ao longo do tempo invariavelmente positivo.

Gráfico 11 – Consumo de agrotóxicos dos dez estados com maior consumo de agrotóxicos em 2019, em toneladas, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

Se comparadas as Unidades da Federação com maior consumo de agrotóxicos e com aquelas que possuem maior área plantada, concluímos que, dos dez estados com maior consumo de agrotóxicos, nove também possuem a maior área plantada no Brasil no ano base de 2019, o final do período considerado - apenas Santa Catarina não está em ambas as listas -, sendo que, destes nove estados, cinco estavam alocados na mesma posição das listas em questão (MT, RS, GO, BA e MA). Em contrapartida, dos dez estados com maior consumo de agrotóxicos no Brasil, oito também aparecem na lista dos dez estados com maior produtividade no ano de 2019, mas, destes, nenhum estava alocado na mesma posição das listas em questão.

Tal similaridade entre as disposições da ordem das Unidades da Federação com maior consumo de agrotóxicos em relação às Unidades da Federação com maior área plantada em 2019 tende a indicar uma maior correlação entre o consumo de agrotóxicos e o volume de área plantada por estados, ao menos uma maior correlação em comparação ao nível de produção bruta de cada estado no mesmo período. A tabela 16 traz a comparação entre os Índices de Correlação de Pearson entre o consumo de agrotóxicos e a área plantada, assim como a correlação entre consumo de agrotóxicos e produtividade bruta no período entre os anos de 2001 e 2019 no Brasil. O Índice de Correlação de Pearson indica uma sutil diferença entre as correlações de consumo de

agrotóxicos com área plantada e produção bruta, com um índice um pouco superior na relação entre consumo de agrotóxicos e área plantada no Brasil.

Tabela 16 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos e área plantada e toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos e produção bruta no Brasil, entre os anos de 2001 e 2019.

<b>Correlação ton de ingrediente ativo x área plantada</b>	<b>0,952</b>
<b>Correlação ton de ingrediente ativo x produção bruta</b>	<b>0,946</b>

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados fornecidos pelo IBAMA, 2020.

A tabela 17 apresenta os Índices de Correlação de Pearson dos sete estados com maior consumo de agrotóxicos no Brasil, todos também presentes nas listas de maiores produtores e de maior área plantada. São eles Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Assim como no caso das correlações a nível nacional, houve uma sutil superioridade no índice na correlação entre consumo de agrotóxicos e área plantada em relação à correlação entre consumo de agrotóxicos e produção bruta entre os anos de 2001 e 2019.

Tabela 17 – Índice de Correlação de Pearson dos estados com maior consumo de agrotóxicos entre o uso consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e área plantada e consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e produção bruta.

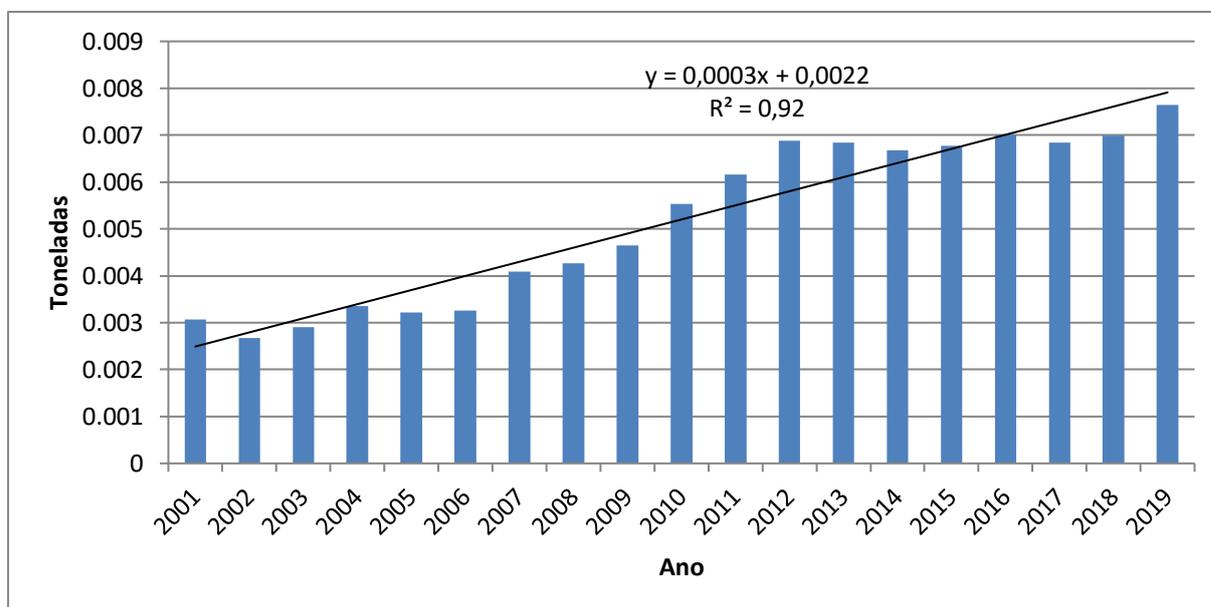
UF	Área pl x consumo de agrotóxicos	Produção x consumo de agrotóxicos
<b>Mato Grosso</b>	0,985	0,966
<b>São Paulo</b>	0,892	0,836
<b>Rio Grande do Sul</b>	0,926	0,835
<b>Paraná</b>	0,840	0,727
<b>Goiás</b>	0,958	0,968
<b>Minas Gerais</b>	0,926	0,924
<b>Mato Grosso do Sul</b>	0,973	0,956
<b>Média Correlação</b>	<b>0,929</b>	<b>0,888</b>

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

No tocante ao consumo de agrotóxicos por hectare, o período entre os anos de 2001 e 2019 representaram um crescimento de 292%, com um coeficiente angular de crescimento médio de 0,0003 toneladas, ou 300 gramas de crescimento na proporção de agrotóxicos por hectare no período, e  $R^2$  de 0,92, indicando um bom grau de explicação do desenvolvimento do uso de ingredientes ativos em função do tempo. Isso reforçar o

entendimento de que a progressão dos agrotóxicos se deu com um coeficiente angular mais inclinado ao eixo y e se comparado à progressão da variável de área plantada, o que, por si, já indicara um crescimento na concentração de ingredientes ativos por hectare.

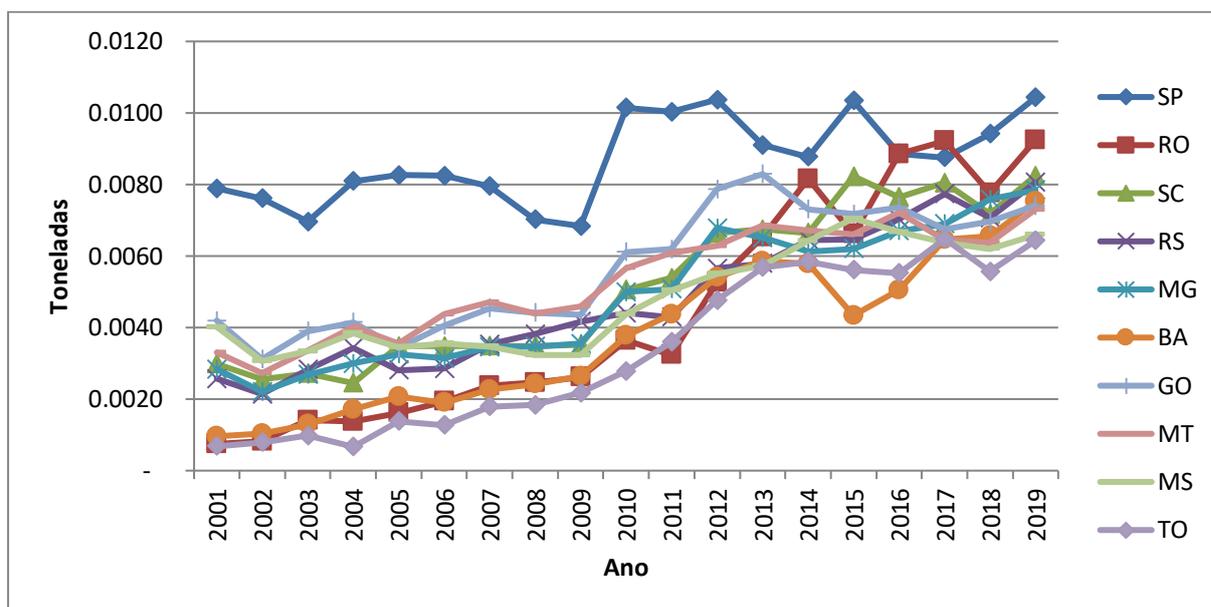
Gráfico 12 – Consumo de agrotóxicos por hectare no Brasil, em toneladas, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

As dez Unidades da Federação com maior concentração de agrotóxicos por hectare e sua evolução histórica estão demonstrados no gráfico 13. São eles, em ordem decrescente, São Paulo, Rondônia, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins. O estado com maior coeficiente angular é Rondônia, com uma evolução anual média de aproximadamente 526 gramas, com  $R^2$  de 0,91, seguido por Tocantins, com crescimento médio de aproximadamente 379 gramas e  $R^2$  de 0,92 e Santa Catarina, com coeficiente angular de aproximadamente 363 gramas e  $R^2$  de 0,90. Apesar de possuir a maior concentração de agrotóxicos por hectare ao fim do período, São Paulo possui o coeficiente angular mais baixo, de aproximadamente 141 gramas por ano, possuindo, também o  $R^2$  mais baixo, de 0,44. O Mato Grosso do Sul possui desenvolvimento médio de 227 gramas por ano e  $R^2$  de 0,79, o terceiro mais baixo da lista.

Gráfico 13 – Evolução do consumo de agrotóxicos por hectare nos dez estados com maior consumo de ingredientes ativos por hectare em 2019, em toneladas, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

A distribuição dos plantios das Unidades da Federação listadas no gráfico 13, em área plantada, sinaliza para a predominância da soja como principal cadeia produtiva brasileira. Se considerarmos o fim do período, as dez Unidades da Federação com maior concentração de agrotóxicos por hectare, somadas, totalizaram aproximadamente 75% do total da área plantada do Brasil e, destas dez, oito tinham como principal cadeia produtiva, em 2019, a soja, sendo que as duas exceções a isso, São Paulo e Rondônia, tinham a soja como responsável pela segunda maior área plantada do estado. As tabelas 18, 19 e 20 demonstram a distribuição dos plantios por estado em 2001, 2010 e 2019, respectivamente.

Tabela 18 – Distribuição de área plantada nos estados com maior consumo de agrotóxicos por hectare em 2019, em 2001, em percentual.

UF	2001							
	% Temp.	% Perm.	1º	%	2º	%	3º	%
<b>SP</b>	82,88%	17,12%	Cana-de-açúcar	43,99%	Milho	19,24%	Laranja	9,96%
<b>RO</b>	31,62%	68,38%	Café	60,18%	Milho	11,68%	Arroz	8,12%
<b>SC</b>	95,47%	4,53%	Milho	52,05%	Soja	11,55%	Feijão	8,45%
<b>RS</b>	97,71%	2,29%	Soja	41,84%	Milho	23,56%	Arroz	13,40%
<b>MG</b>	71,09%	28,91%	Milho	29,98%	Café	26,18%	Sorgo	15,58%
<b>BA</b>	68,76%	31,24%	Soja	17%	Milho	16,98%	Feijão	16,89%

<b>GO</b>	98,98%	1,02%	Soja	48,81%	Milho	28,98%	Sorgo	4,12%
<b>MT</b>	98,05%	1,95%	Soja	36,61%	Milho	6,69%	Arroz	4,42%
<b>MS</b>	99,57%	0,43%	Soja	52,63%	Milho	27,10%	Cana-de-açúcar	4,93%
<b>TO</b>	97,76%	2,24%	Arroz	43,39%	Soja	25,93%	Milho	19,66%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

Tabela 19 - Distribuição de área plantada nos estados com maior consumo de agrotóxicos por hectare em 2019, em 2010, em percentual.

UF	2010							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
<b>SP</b>	86,93%	13,07%	Cana-de-açúcar	64,92%	Milho	9,92%	Laranja	7,75%
<b>RO</b>	45,39%	54,61%	Café	47,15%	Milho	16,85%	Soja	12,23%
<b>SC</b>	95,42%	4,58%	Milho	34,90%	Soja	26,40%	Arroz	9,02%
<b>RS</b>	97,82%	2,18%	Soja	50,64%	Milho	14,50%	Arroz	13,87%
<b>MG</b>	76,54%	23,46%	Milho	24,60%	Café	21,19%	Soja	21,07%
<b>BA</b>	71,53%	28,47%	Soja	21,68%	Milho	17,25%	Feijão	13,13%
<b>GO</b>	99,12%	0,88%	Soja	54,22%	Milho	19,03%	Cana-de-açúcar	12,83%
<b>MT</b>	99,45%	0,55%	Soja	66,01%	Milho	21,35%	Algodão	4,45%
<b>MS</b>	99,84%	0,16%	Soja	53,30%	Milho	26,89%	Cana-de-açúcar	12,19%
<b>TO</b>	99,14%	0,86%	Soja	52,67%	Arroz	20,59%	Feijão	3,90%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

Tabela 20 - Distribuição de área plantada nos estados com maior consumo de agrotóxicos por hectare em 2019, em 2019, em percentual.

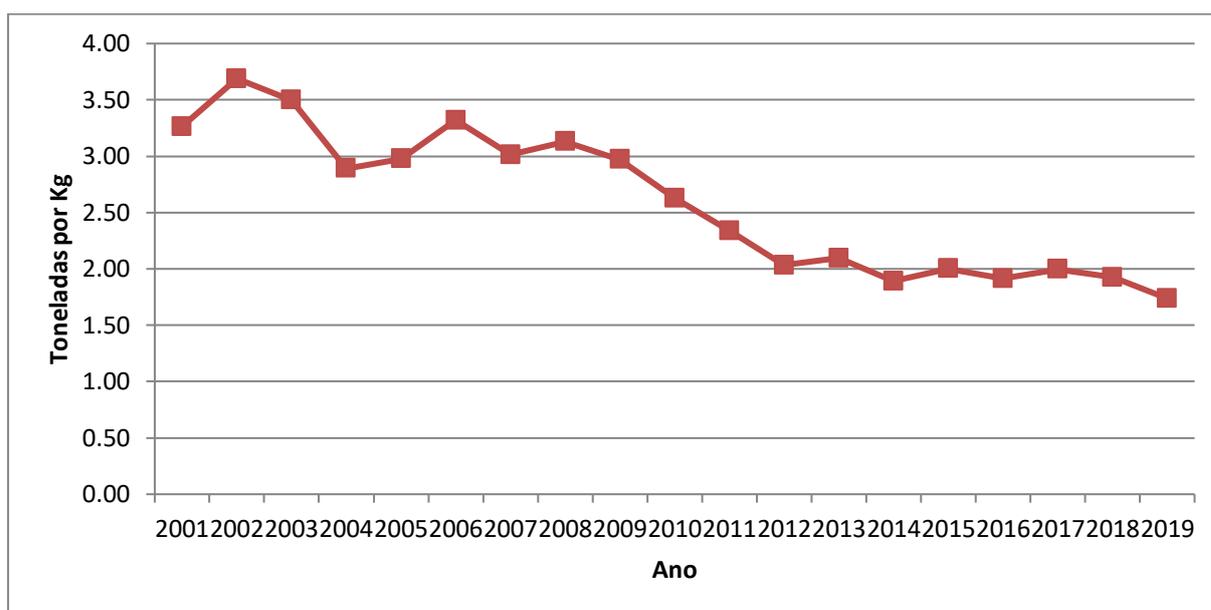
UF	2019							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
<b>SP</b>	90,90%	9,10%	Cana-de-açúcar	62,45%	Soja	12,18%	Milho	9,52%
<b>RO</b>	58,07%	41,93%	Café	33,51%	Soja	30,45%	Café canephora	22,79%
<b>SC</b>	94,99%	5,01%	Soja	44,11%	Milho	22,81%	Arroz	9,48%
<b>RS</b>	98,26%	1,74%	Soja	63,37%	Arroz	10,66%	Milho	8,28%
<b>MG</b>	80,05%	19,95%	Soja	28,95%	Milho	20,01%	Café	17,57%
<b>BA</b>	78,03%	21,97%	Soja	38,40%	Milho	14,80%	Cacau	10,03%
<b>GO</b>	99,38%	0,62%	Soja	50,97%	Milho	25%	Cana-de-açúcar	14,18%
<b>MT</b>	99,72%	0,28%	Soja	58,44%	Milho	30,21%	Algodão	6,65%
<b>MS</b>	99,82%	0,18%	Soja	49,74%	Milho	34,24%	Cana-de-açúcar	12,56%
<b>TO</b>	99,04%	0,96%	Soja	63,43%	Milho	18,16%	Arroz	18,16%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

Conforme apresenta o gráfico 12, a concentração de agrotóxicos por hectare aumentou aproximadamente 292%. Em contrapartida, a produtividade por hectare

aumentou em torno de 33%. Ou seja, a evolução dessas variáveis ao longo do tempo indica que, ao fim do período, foram utilizados cada vez mais agrotóxicos para atender a uma produção que cresceu em razão significativamente inferior. Para os fins da exposição gráfica dessa evolução, no gráfico 14 o consumo de agrotóxicos por hectare estará na razão de quilos ao invés de toneladas, como vinha sendo utilizado nos gráficos anteriores.

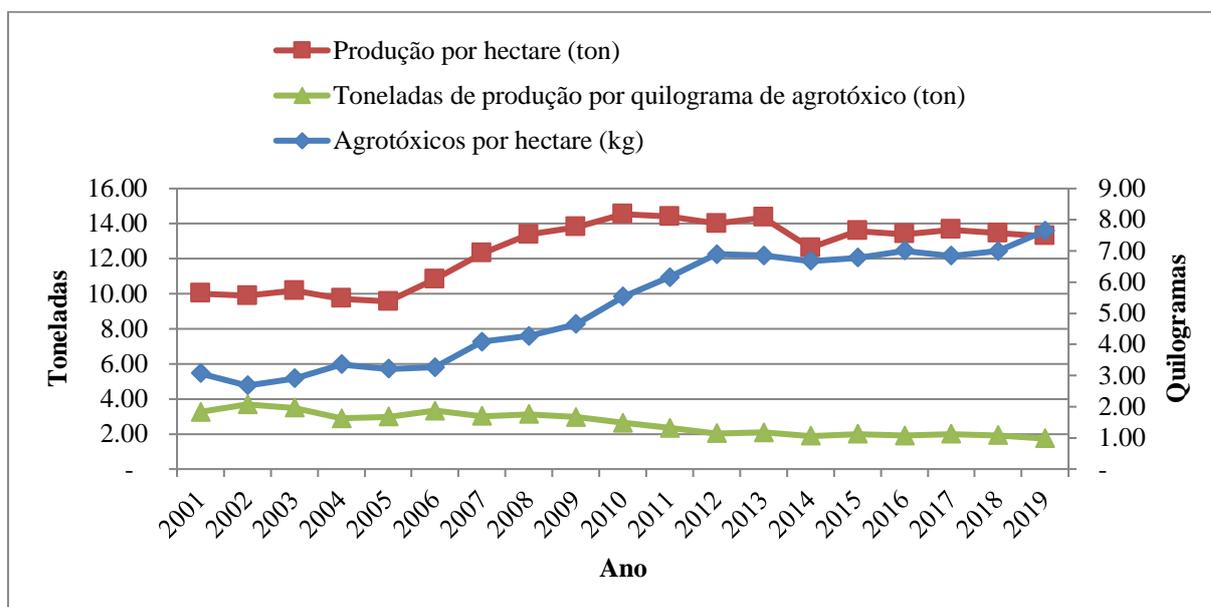
Gráfico 14 – Tonelada de produção por quilo de ingrediente ativo de agrotóxicos, em toneladas, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

O declínio perceptível da produtividade por quilo de agrotóxicos, juntamente com o proeminente crescimento do consumo dos ingredientes ativos – em razão superior às evoluções de produtividade e área plantada – alerta para o aumento bruto e proporcional do consumo de agrotóxicos. O gráfico 15 condensa as três variáveis com o intuito de delinear o cenário geral do Brasil, entre os anos de 2001 e 2019, ante o desenvolvimento do consumo de agrotóxicos e da produtividade, que, conforme exposto anteriormente, crescem em funções significativamente distintas, embora ambas sejam, pelo menos até o momento, positivas. No caso do gráfico a seguir, tanto o nível de agrotóxicos por hectare quanto à proporção de ingredientes ativos por toneladas de produção estão na unidade do quilograma.

Gráfico 15 – Consumo de agrotóxicos por hectare, em quilos, produção por hectare, em toneladas e toneladas de produção por quilograma de agrotóxicos, no Brasil, por ano.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) e dados do IBAMA, 2020.

Ao tomarmos como referência a maior correlação entre o consumo de agrotóxicos e a área plantada, juntamente aos dados que indicam os estados com maiores concentrações de agrotóxicos por hectare, estes que, majoritariamente, têm a maior quantidade de área plantada direcionada à soja, podemos delinear de maneira mais clara como se dá a relação do consumo dos agrotóxicos na cadeia produtiva brasileira. Conforme diferenciado pelo gráfico 7, a produtividade média da soja foi de 3,18 em 2019, mais de vinte vezes menor do que a produtividade média da cana-de-açúcar, como exemplo. Isso indica que, para uma maior produção de soja – o que tem ocorrido e fica claramente exposto se considerarmos o aumento na área plantada e na produção bruta desta *commoditie* – é necessária a ampliação da área plantada, o que, por conseguinte, decorre em uma maior demanda pelo consumo de agrotóxicos. Esse movimento tem relação com as consequentes externalidades negativas, que serão estudadas nos próximos capítulos, decorrentes do consumo de agrotóxicos, sejam no âmbito da preservação ambiental, sejam nos impactos à saúde humana através de intoxicações exógenas.

Através da exploração da evolução do consumo de agrotóxicos através das décadas, especialmente após os anos 2000, é possível ampliar o entendimento da relação intrínseca que existe entre os pesticidas e o modelo de agronegócio brasileiro, desde o

fomento ao consumo desse tipo de produto pelo estabelecimento de créditos rurais a partir dos anos 60 (LONDRES, 2011), até o posicionamento do Brasil como forte exportador de commodities agrícolas e o consumo decorrente desse tipo de modelo de produção primária e exportadora (PELAEZ et al., 2010). No cenário hodierno, considerando a proeminência dos agrotóxicos para a produtividade brasileira e seus custos sociais, existem debates nos campos políticos, jurídicos e sociais a respeito da utilização dos pesticidas e de suas regulamentações - vide o antagonismo entre projetos de leis atualmente no congresso brasileiro com o intuito de, por um lado, ampliar as fiscalizações sobre o consumo desse tipo de produtos e reduzi-lo, visando meios alternativos de produção, e, por outro, flexibilizar o uso e contemporizar os possíveis custos sociais advindos desse modelo produtivo -, objetivando, principalmente, estabelecer quais, de fato, são essas externalidades decorrentes do uso de agrotóxicos e qual seu valor para a produtividade brasileira. É notável, portanto, a significância da exploração do consumo de agrotóxicos e seu papel real na produção agrícola brasileira, possivelmente norteando mudanças na utilização dos pesticidas fomentadas pelo debate social e políticas públicas.

#### **4. Externalidades da utilização de agrotóxicos no Brasil:**

O conceito de externalidade possui uma abrangência significativa, que perpassa desde seu significado conceitual na língua portuguesa - aquele que é externo, alheio, exterior - passando por seu valor sociológico de não pertencimento, ou ausência de representatividade, até sua significância no contexto econômico, representada, de acordo com Pigou (1920) por uma falha, ou ausência, de mercado, a qual nem todos os custos presentes nos processos, seus ônus, são incorporados à precificação dos produtos desses processos, podendo ser esses custos apropriados ou diluídos por terceiros, possivelmente representando consequências consideravelmente onerosas a estes - uma fundamentação que coaduna com a abordagem de Porto e Soares (2007) ao referirem - se a perspectiva de externalidade no âmbito dos agrotóxicos.

Bourdieu (1997) também se refere às externalidades, dentro do campo sociológico, ao tratar sobre fatores externos incorporados aos indivíduos por meio de alterações no meio, físico ou social, que são fatores de mudança no comportamento desses indivíduos, adentrando, assim, numa perspectiva coexistente com o conceito

cunhado pelo autor, do “habitus”. Para Bourdieu, a subjetividade dos agentes - indivíduos, grupos, organizações - está relacionada com a internalização das externalidades, ou seja, pela incorporação através das predisposições sociais, afetando, então, as práticas dos agentes (OLIVEIRA, 2018). A orientação ou direcionamento das ações e comportamentos dos indivíduos pelo processo de interiorização das externalidades - o meio em que o agente vive ou tem acesso - também representa o processo de reconhecimento, de aptidões e gostos dos sujeitos (BOURDIEU, 1997). Ou seja, poder-se-ia considerar que as externalidades, sob o entendimento de Bourdieu, considerando sua perspectiva de *habitus* - como um conjunto de predisposições que se constituem através da incorporação dos capitais simbólicos (capital econômico, capital social e capital cultural) e seu valor nos variados campos em que se aplicam - propiciam uma reflexão sobre os efeitos da utilização dos agrotóxicos enquanto itens que são incorporados aos agentes em determinados meios, como trabalhadores do campo rural ou os próprios consumidores dos produtos alimentícios cujos quais há a incidência da utilização dos defensivos agrícolas, e suas consequências sobre as práticas desses indivíduos.

A evidência da incorporação do consumo de agrotóxicos ao meio ao qual estão inseridos perpassa a lógica das consequências físicas e mais palpáveis aos indivíduos que sofrem os ônus da exposição aos pesticidas, com suas composições nocivas à saúde humana. Ao considerarmos a composição socioeconômica a qual os sujeitos estão inseridos, a naturalização do consumo de defensivos agrícolas se deu através de um processo de internalização das externalidades, impulsionado pela construção do modelo produtivo brasileiro de exportação de *commodities*, onde a vasta gama de indivíduos expostos às externalidades tem pouco controle sobre a construção e o desenvolvimento desse modelo produtivo. Os efeitos dos pesticidas, que transcendem uma visão estritamente econômica, mas que se fundamentam majoritariamente nesta, foram se tornando parte contumaz do meio ao qual estão inseridos, internalizando-se, assim, nos indivíduos e na construção coletiva que permeia o agronegócio brasileiro, afetando, portanto, a subjetividade dos agentes e influenciando em seus comportamentos e entendimentos pré-reflexivos.

Para os propósitos deste trabalho, visando ao atendimento dos objetivos previamente estabelecidos em relação às externalidades pela utilização de agrotóxicos

na produção brasileira, ou seja, dentro de uma perspectiva do agronegócio, será explorado o conceito de externalidade majoritariamente dentro da seara econômica, embora a conceituação dada por Bourdieu (1997) também tenha relevância para auxiliar no entendimento dos efeitos de um determinado modelo de agronegócio, intrinsecamente vinculado ao consumo extensivo de agrotóxicos, tem sobre a população diretamente exposta a estes. O conjunto desses aspectos de externalidades se traduz nos impactos socioeconômicos da utilização de agrotóxicos pelo agronegócio brasileiro, contemplando, então, questões de interesse social, a exemplo dos impactos pertinentes à saúde pública e suas implicações econômicas.

Dentro da perspectiva de externalidades na agricultura brasileira, em consonância com a proposição conceitual de externalidade de Pigou (1920), Soares e Porto (2007) exploram as consequências da utilização de agrotóxicos no âmbito da contaminação por elementos químicos do solo e da água, utilizando a revisão bibliográfica para, de maneira quantitativa - por meio de uma regressão logística -, escrutinar a socialização dos custos advindos dessas contaminações, seja pela eventual inutilização dos solos contaminados pela intensiva exposição aos pesticidas, seja pela impossibilidade de consumo da água contaminada por esses produtos, representando custos sociais elevados que não são contabilizados aos produtores que utilizam dos insumos químicos em seu cultivo. Para os autores, é de suma importância a discussão e avaliação dos riscos acarretados pela utilização de agrotóxicos na cadeia produtiva, com a finalidade de concepção de políticas públicas que visem a internalizar os custos sociais às empresas responsáveis pela utilização dos pesticidas, elencando, portanto, o papel do Estado como mediador do interesse público em mitigar as externalidades negativas causadas pelo modelo de produção agrícola predominante.

Também Soares e Porto (2007) entendem que a fragilidade institucional - aqui representada pela incapacidade de fiscalização adequada para o consumo intensivo de defensivos agrícolas e pela falta de aparato legal, a exemplo de leis que regulamentam o destino final de embalagens de agrotóxicos, que foram implementadas tardiamente - e o despreparo da mão - de - obra para a incorporação célere dessas novas tecnologias contribuiu para essas externalidades advindas do consumo de agrotóxicos, que representam riscos ocupacionais e ambientais significativos e que não são apensados

satisfatoriamente ao processo de mensuração econômica das empresas responsáveis por esse consumo. Para os autores:

O uso dos agrotóxicos é um caso típico de externalidade negativa, onde um ou mais produtores são as fontes, e um ou mais indivíduos são os receptores das externalidades. A externalidade é um importante conceito econômico utilizado para entendermos como a economia e a formação de preços frequentemente deixam de incorporar os impactos sociais, ambientais e sanitários consequentes das atividades produtivas que geram produtos e serviços. Desta forma, a “competição” entre agentes econômicos (e entre países e regiões num plano comercial mais global) por melhores preços oferecidos ao “mercado”, longe de otimizar o funcionamento da economia, pode se constituir num dos maiores entraves para a sustentabilidade do desenvolvimento, pois externaliza diversos custos sociais, ambientais e sanitários que permanecem ocultos nos preços das mercadorias e terminam por serem socializados. (PORTO; SOARES, 2007)

Ainda na perspectiva dos impactos socioeconômicos, Pearce (1996) defende que as externalidades surgem pela divergência entre interesses sociais e privados, o que pode ser observado pela dualidade entre os reflexos socioeconômicos do modelo de produção agrícola centralizado na exportação de commodities, que possui uma longa balança superavitária, com um investimento intensivo e ampla demanda por agrotóxicos, e seus impactos sociais, tais como os explorados por Soares e Porto (2007), que não são internalizados dentro do processo de precificação e são transmitidos à sociedade por meio de externalidades negativas, causando impacto, por exemplo, ao contribuinte, com a necessidade de geração de receitas para mitigar os efeitos onerosos à sociedade.

Em relação aos estudos pertinentes às externalidades acarretadas pelo consumo extensivo de agrotóxicos, houve uma evolução ao longo do tempo, em concomitância com a evolução considerável do consumo desses componentes químicos. No ano de 1962 foi lançado, de autoria da bióloga norte-americana Rachel Carson, o livro *Primavera Silenciosa*, que possuía como propósito explorar e elucidar ao leitor os impactos ambientais acarretados pela utilização de agrotóxicos - enquadrados como pesticidas, inseticidas e afins - e a relação insustentável desse modelo produtivo, onde a produção é intrinsecamente ligada à utilização desses produtos, no tocante à convivência do homem com a natureza. A obra é considerada a primeira a fazer um alerta em nível mundial da utilização dos defensivos agrícolas na agricultura, tendo influências, a posteriori, na criação na Agência de Proteção Ambiental (EPA) nos Estados Unidos e no banimento do dicloro-difenil-tricloroetano, comumente conhecido

como DDT, um importante componente na produção agrícola do período posterior à segunda guerra mundial (PEREIRA, 2012).

Carson (1962) também contribuiu para a consideração econômica dos custos em virtude das externalidades negativas pelo consumo de pesticidas na cadeia produtiva dos Estados Unidos:

Os responsáveis por milhares de comunidades escutam atentamente os vendedores de produtos químicos e os representantes das ávidas empresas que livrarão as margens das estradas do “mato” - a um custo. É mais barato do que ceifar, anunciam eles. Talvez assim pareça, nas linhas nítidas das cifras dos livros oficiais; mas, quando os verdadeiros custos são contabilizados, os custos não apenas em dólares, mas nos muitos débitos igualmente válidos que iremos agora considerar, a maciça difusão de substâncias químicas seria encarada como mais onerosa, tanto em dólares, quanto em danos infinitos à saúde em longo prazo da paisagem e de todos os diversos que dela dependem. (CARSON, 1962, pág. 70)

O Brasil teve sua primeira lei específica para regulamentação do comércio, uso e fiscalização e agrotóxicos em solo nacional apenas 27 anos depois, em 1989, da publicação de Primavera Silenciosa. Até a promulgação da Lei 7.802/89, o mecanismo legal de regulamentação do uso desses produtos era feito pelo Decreto 24.114, de 1934, que, dentre outras distinções significativas em relação à lei de 1989, não apresentava elementos de avaliação de impactos ambientais e de saúde pública (FRANCO, 2014). A lei de 1989 tem validade até hoje, sendo criados, a posteriori, decretos e instruções normativas que auxiliam na regulamentação de itens relacionados com o uso de agrotóxicos na cadeia produtiva, tais como as medidas pertinentes às embalagens e aviação agrícola.

Os estudos sobre as possíveis externalidades - como efeitos indiretos acarretados pela utilização de agrotóxicos na cadeia produtiva - não se limitaram à obra de Rachel Carson. Como exemplo, antes mesmo da promulgação da Lei de Agrotóxicos no Brasil, um estudo de 1985, publicado pelo Caderno de Saúde Pública do Rio de Janeiro, em colaboração com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e com a Associação de Engenheiros Agrônomos do Brasil (CONFAEAB), levantou alguns

riscos toxicológicos referentes à utilização de componentes como o Paraquat - um herbicida conhecido comercialmente como Gramoxone (ALMEIDA et al., 1985).

Na década posterior, Lyznicki (1997) elencou a dificuldade de se avaliarem os efeitos crônicos – que se manifestam em período maior e são mais resistentes a tratamentos – dos agrotóxicos à saúde humana, pontuando que sua manifestação tardia dificultaria associá-los à exposição a eles. Além disso, estudos mais recentes relacionam o consumo de substâncias presentes nos agrotóxicos a casos de depressão, suicídios (FARIA et al., 2007) e ao aumento na incidência de câncer no Brasil (CHRISMAN et al., 2009). De acordo com Londres (2011), a exposição a agrotóxicos tem relação com abortos e crianças que nascem com defeitos congênitos, pelo contato dos pais com esses produtos. Ademais, também é contemplada possibilidade de seu consumo intensivo contaminar o abastecimento de água de determinadas regiões. No Brasil, entre os anos de 2007 e 2015, estima-se que cerca de 84,2 mil pessoas sofreram intoxicação após exporem-se a agrotóxicos (VASCONCELOS, 2018, p. 20).

A exploração da relação dos agrotóxicos com seus possíveis impactos socioambientais sedimentou discussões nos contextos político, econômico e social brasileiro, e incentivou a esfera legislativa à criação de projetos de lei que visam a alterar elementos regulatórios de comercialização, utilização e fiscalização dos defensivos agrícolas no território nacional. A mais proeminente tentativa de modificação da legislação atual teve como seu invólucro o Projeto de Lei 6.299, de 2002, concebido como uma tentativa de flexibilizar a regulamentação de agrotóxicos no Brasil, dando maior agilidade aos processos, centralizando o poder decisório no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) - inibindo parcialmente, portanto, a responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA), que, juntamente ao MAPA, seriam responsáveis pelas regularizações de defensivos agrícolas - , além de ampliar a permissividade de características carcinogênicas, mutagênicas, teratogênicas ou que causem distúrbios hormonais, admitindo um “risco aceitável” de tolerância para tais elementos (OLIVETE e THOMAS JR, 2018; FRIEDRICH et al., 2018; BRASIL, 2002).

Além da defesa de uma maior celeridade no processo de regulamentação, que, de acordo com o Projeto de Lei federal, não respeita o prazo estabelecido pelo Decreto 4.074/02, de 120 dias, a viabilização de maior competitividade econômica e redução da

centralização do poder de mercado em grandes empresas transnacionais se enquadram no escopo da argumentação daqueles que defendem a modificação da legislação atual em prol de um regime mais flexível (BRASIL, 2002; PELAEZ et al., 2010). Entende-se, então, um direcionamento majoritariamente econômico para a modificação da legislação atual de agrotóxicos, maior do que as preocupações com os possíveis efeitos deletérios à saúde humana e ao meio ambiente (SOBRINHO e WALTRICH, 2017; FRIEDRICH et al., 2018).

Após o início do século 21, de maneira contrária ao movimento legislativo em prol de uma maior flexibilização do uso de agrotóxicos no Brasil, outras obras surgiram com o propósito de apontar potenciais externalidades negativas do uso intensivo de agrotóxicos na agricultura brasileira. Como exemplo, pode-se citar o “Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde”, de Carneiro et al. (2015), onde questões como segurança alimentar e sustentabilidade na produção são elencadas como óbices fundamentais à cultura produtiva dependente de agrotóxicos, demonstrada, entre outros fatores, pelo crescimento acentuado do consumo brasileiro dessa categoria de produtos, que, antes de 2010, já havia tornado o Brasil o maior consumidor de defensivos agrícolas, em volume total, do mundo, representando cerca de 20% do comércio mundial (OLIVETE; THOMAZ JR, 2018). Este processo se deu, fundamentalmente, de acordo com Rigotto (2011), pela reestruturação produtiva mundial que alocou países da América-latina como fortes produtores e exportadores de commodities, sendo o Brasil um baluarte em se tratando destas categorias.

No ano de 2019 foi lançado o livro “Agrotóxicos e Agroecologia”, de Souza et al. (2019) - um compêndio de estudos e artigos de teor crítico ao modelo atual de agronegócio -, que aprofunda o conceito, já presente em outras obras como o “Dossiê Abrasco”, de agroecologia, apresentando-a como um construto que transcende a perspectiva técnica de produção sustentável, que busca integrar conhecimentos científicos e tradicionais adaptados à cada cultura e localidade em que está inserida, mas como uma alternativa eficiente aos mecanismos tradicionais de produção, que, no entendimento de autores como Petersen et al. (2009), não atendem o propósito duplo de atender às demandas de uma população mundial crescente e de conservar as condições ecológicas para que a agricultura permaneça produtiva em longo prazo.

O ano de 2008, quando o Brasil atingiu o status de maior consumidor de agrotóxicos do mundo, em volume total, representou um consumo, até então, recorde de

733 milhões de toneladas desses produtos, representando aproximadamente 3,9 kg por habitante (MENTEN, 2009), o que fundamenta as críticas contundentes de uma obra como “Agrotóxicos e Agroecologia” (2019) a respeito da dependência desse tipo de produto na agricultura brasileira, afetando condições de preservação ambiental e de respeito à saúde humana.

Em vista disso, pela perspectiva de autores como Leonel Júnior (2016), a agroecologia surge como alternativa ao modelo produtivo dependente de agrotóxicos, não apenas por não se restringir a um modelo de produção alternativo menos oneroso ao meio ambiente, atuando de forma multifuncional e desindustrializada, mas como um direito essencial de segurança alimentar, combativa ao alto grau de monopólios industriais, proporcionando, também, um modelo com maior grau de respeito ao trabalhador, sem exploração do campesinato e de uma maneira focada em pequenas comunidades, sendo incompatíveis com fatores como desmatamento, sendo possível, então, uma coexistência com os recursos naturais das regiões em que se faz presente.

O aspecto econômico, que permeia o debate político e social a respeito da utilização dos defensivos agrícolas na agricultura brasileira, assim como seu estímulo ao consumo, defendidos em projetos como PL 6.299/02, também é proeminente em trabalhos críticos ao atual modelo de agronegócio brasileiro. No Brasil, o índice de desoneração fiscal sobre agrotóxicos, que, em 2017, atingiu aproximadamente 10 bilhões de reais - sendo o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) responsável por algo em torno de 63,1% desse montante -, de acordo com dados da Receita Federal, inspiraram críticas de autores como Soares et al. (2019), argumentando, por exemplo, contra a disparidade entre o orçamento de um órgão de regulação como a ANVISA, de 920 milhões de reais no mesmo período, e o volume monetário a qual o Estado deixa de receber em tributação para o estímulo da utilização dos defensivos agrícolas, além de esse estímulo tributário potencialmente elevar o índice de externalidades negativas propiciadas pelo consumo de tais produtos.

Essas externalidades negativas, centradas no aspecto econômico e social, representadas pelos custos sociais e econômicos à sociedade advindos de uma determinada atividade, não participando da formação de preço dessa cadeia produtiva – em um cenário onde a precificação é majoritariamente determinada pelo mercado internacional, com pouca liberdade de variação e uma dependência no corte de custos

para competitividade (SOARES et al. 2019) - coadunam com o entendimento de Soares e Porto (2007) a respeito da não internalização dos custos advindos do consumo intensivo de agrotóxicos e com a definição de externalidade proposta por Pearce (1996), onde esta representaria o conflito de interesses entre o social e o privado. Dentre elas, destacam-se os índices de intoxicações por agrotóxicos, que, além do flagrante dano à saúde dos expostos às intoxicações, também se traduz em custos ao Estado, principalmente, através do Sistema Único de Saúde (SUS). As decorrências da intoxicação por agrotóxicos são descritas como possíveis alergias, distúrbios gastrointestinais, respiratórios, endócrinos, reprodutivos, neurológicos, além de possível causa de mortes acidentais e suicídios (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010), sendo os grupos mais suscetíveis os trabalhadores agrícolas, mulheres em idade reprodutiva, gestantes e lactantes e idosos (SANBORN et al., 2002). No ano de 2018 foi publicado o Relatório Nacional de Vigilância de Populações Expostas a Agrotóxicos, onde, através dos registros do Sistema de Informações de Agravos de Notificação (Sinan), entre os anos de 2007 e 2015, foram notificados 84.206 casos, um período em que o aumento no volume comercializado de agrotóxicos foi de cerca de 149,14%.

A representatividade de custos estimados por externalidades negativas no âmbito da saúde representa, anualmente, aproximadamente 1,3 bilhão de dólares aos Estados Unidos, sendo que os custos com danos ambientais e com a regulação de agrotóxicos representaram, em 2013, US\$ 4,2 e US\$ 3 bilhões, respectivamente (SOARES et al. 2019). No Brasil, já existem trabalhos que buscam estimar os custos sociais e econômicos da externalidades negativas acarretadas pelo consumo de agrotóxicos. Mais especificamente no tocante à saúde pública, Soares e Porto (2012) buscaram estimar os custos, através das despesas médicas e probabilidades de intoxicação em propriedades agrícolas, considerando fatores como a fiscalização da área, proteção adequada, estrutura das propriedades, chegando à conclusão que, no estado do Paraná, o custo por indivíduo intoxicado pode oscilar entre US\$ 260,34 e US\$ 1.098,41.

Pela concepção econômica do conceito de externalidade proposto por Pigou (1920), que fundamentou a abordagem utilizada por Porto e Soares (2007), associada à conceituação dada por Bourdieu (1997), é possível entender como a apropriação do uso intensivo de agrotóxicos pelo modelo produtivo brasileiro têm influência nos comportamento dos, à definição de Bourdieu, atores envolvidos nesse processo, desde os produtores e empresas responsáveis pelo consumo dos pesticidas, à atuação do

Estado como regulamentador de políticas públicas regulamentárias, contemplando e tendo efeito direto sobre a população exposta a esse tipo de produto, sendo os custos advindos dessas externalidades pouco apropriados ao processo de precificação dos defensivos químicos - principalmente ao se considerar de dinâmica competitiva do mercado internacional de commodities, ao qual o Brasil está fortemente inserido -, mas que são socializados ao contribuinte por meio de impostos e de riscos inerentes à utilização dos agrotóxicos - danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Mais, em um contexto de interesses econômicos proeminentes, tendo em vista a dependência da utilização de agrotóxicos no processo produtivo brasileiro, existem defensores de uma maior flexibilização e estímulo ao consumo desses produtos, visando a aumentar as receitas do agronegócio, medidas que, no entendimento de autores como Soares et al. (2019) contribuem ainda mais para a concentração de renda e refletem em maiores impactos negativos à população brasileira.

#### **4.1. Agrotóxicos e efeitos à saúde humana**

O Ministério da Saúde classifica as intoxicações por agrotóxicos em duas diferentes categorias: intoxicações agudas, com sintomas como náuseas, tonturas, vômitos, sudorese, dificuldade respiratória, desorientação, salivação excessiva, diarreia, chegando até ao coma e à morte; e intoxicações crônicas, com consequências como distúrbios comportamentais, tais como irritabilidade, ansiedade, alteração do sono e da atenção, depressão, cefaleia (dores de cabeça), fadiga (cansaço) e parestesias (formigamentos) (Ministério da Saúde, 2006). Os efeitos variam de acordo com a dose absorvida, o princípio ativo, a forma de exposição e às características individuais, sendo a exposição, de acordo com a World Health Organization (2010), responsável por efeitos como alergias, distúrbios gastrointestinais, respiratórios, endócrinos, reprodutivos, neurológicos, neoplasias, mortes acidentais e suicídios, sendo trabalhadores, crianças, gestantes, lactantes, idosos e pessoas de saúde as mais ameaçadas pelos efeitos colaterais dessa exposição aos agrotóxicos (Ministério da Saúde, 2016).

Soares e Porto (2012), ao investigarem os possíveis custos advindos pela exposição humana a agrotóxicos ao sistema de saúde do Paraná, consideraram como

fatores de elevada significância os riscos por intoxicações agudas e outros fatores como o possível desenvolvimento de cânceres pela exposição contínua de pessoas a esse tipo de produtos, principalmente de trabalhadores rurais. Teixeira et al. (2014) estimou, entre os anos de 1999 e 2009, casos de intoxicação por agrotóxicos em seis estados no nordeste brasileiro, que, com base nos dados do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox), apresentaram um resultado de aproximadamente 9.669 casos de intoxicação no período, sendo o estado de Pernambuco o responsável pelo maior percentual desse número (39,5%). No mesmo período, o Sinitox registrou aproximadamente 62 mil intoxicações por agrotóxicos no Brasil, um volume que equivaleria, em média, a mais de 15 pessoas sendo intoxicadas por agrotóxicos por dia no país, representando uma externalidade que, conforme Porto e Soares (2007) não é absorvida aos custos das mercadorias, mas à sociedade de maneira geral através dos custos sociais que são financiados, de maneira geral, pela coleta de impostos aos cidadãos.

Com um recorte temporal mais recente, entre os anos de 2007 e parte de 2014, com base nos dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), foi lançado pelo Ministério da Saúde o Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações expostas a Agrotóxicos, que, entre outras informações pertinentes aos efeitos do uso intensivo de agrotóxicos a saúde humana, condensou os casos notificados de intoxicações por agrotóxicos e os apresentou fragmentados por unidade da federação. De acordo com o Relatório, entre os anos de 2007 e 2014 ocorreram 68.873 casos de notificação por intoxicação por agrotóxicos no Brasil, uma média de aproximadamente 8.609 casos por ano, sendo São Paulo o estado que mais apresentou casos no período apurado (12.562).

Apesar do número elevado de casos registrados, o Brasil apresenta uma realidade elevada de subnotificação no tocante aos casos de intoxicações por agrotóxicos. Como exemplo, apenas no ano de 2011 as notificações ao Sinitox se tornaram compulsórias, ou seja, muitos dos casos advindos da intoxicação exógena por agrotóxicos não foram propriamente notificados, o que se apresenta como um fator limitador na discussão de políticas públicas que visam a influenciar na regulamentação desses produtos químicos na produção agrícola brasileira (Teixeira et al., 2014). A subnotificação, tal como levantada por Schmidt e Godinho (2006), tem relação com a

falta de mecanismos de regulamentação abrangentes - o que se mantém uma realidade até o cenário hodierno -, a falta de diagnóstico adequado ou até mesmo a automedicação por parte do intoxicado que, em muitos casos, negligencia os sintomas e não busca atendimento médico.

Além da subnotificação pelos motivos levantados por Schmidt e Godinho (2006), existem casos que não necessariamente entram nas estatísticas oficiais de notificações de intoxicações por agrotóxicos por serem mais difíceis de avaliar e de se medir a contribuição da exposição aos produtos químicos para a eventual mazela na saúde da pessoa exposta. É o caso, principalmente, do desenvolvimento de cânceres advindos da exposição contínua por agrotóxicos. Justamente por se tratar de uma exposição contínua e longa, de se tratar de uma intoxicação em longo prazo, e da dificuldade de encontrar com exatidão a causa da doença, o papel dos agrotóxicos no desenvolvimento de cânceres na população não é registrado como um dado oficial e nem pode ser mensurado com total clareza, acarretando em uma subnotificação elevada e na possível negligência dos efeitos desses produtos à saúde pública (SOUZA et al, 2019).

A ineficácia nos registros representa uma realidade de subnotificações que interferem na percepção da utilização de agrotóxicos pela produção agrícola brasileira, sendo, possivelmente, um dos fatores contrários a uma fiscalização mais rigorosa e políticas públicas com um viés mais restritivo ao uso intensivo desses produtos químicos, além de representar uma dificuldade na mensuração dos custos provenientes das intoxicações ao sistema de saúde.

Como exemplo, pode-se elencar o caso da utilização do Glifosato - um herbicida que visa a eliminação de ervas daninhas -, que, no ano de 2013, estava na lista dos mais comercializados no Brasil, e é classificado pela International Agency of Research on Cancer (IARC) como provavelmente cancerígeno para humanos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015), chegando a ser proibido na União Europeia. Entretanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no ano de 2018, publicou uma nota técnica viabilizando o uso do herbicida sob as doses estipuladas, alegando não haver evidências de características mutagênicas, teratogênicas e carcinogênicas na exposição ao Glifosato (BRASIL, 2018).

Um estudo feito entre os anos de 1996 e 2010 em regiões rurais e metropolitanas do Rio de Janeiro buscou identificar a influência da utilização e decorrente exposição da população a agrotóxicos nos índices de mortalidade por cânceres no cérebro, concluindo que, na região Serrana, uma região rural com alto consumo de agrotóxicos, representava uma incidência média cerca de 40% superior, em todas as faixas etárias, em relação à região metropolitana, sendo considerada como fator de risco a exposição a pesticidas, principalmente na infância e adolescência (MIRANDA FILHO et al., 2014). Jobim et al (2010), ao analisar dados da microrregião de Ijuí, no estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1979 e 2003, também encontrou evidências da correlação entre a forte exposição ao consumo de agrotóxicos em uma região e seu índice de mortalidade por câncer, tendo a microrregião estudada uma maior prevalência de mortalidade por neoplasias em comparação ao Rio Grande do Sul e ao Brasil, além de evidenciar uma maior incidência da doença em homens, que representam a maior parte de mão - de - obra da agricultura (plantio, adubação, aplicação de agrotóxicos).

Vaz et al. (2015), ao explorar as causas de incidências de câncer de pele em trabalhadores, identificaram evidências de que, além da exposição contínua à radiação ultravioleta, o contato contínuo com pesticidas reflete em um fator de risco para o desenvolvimento da doença, potencializado por um quadro de comuns exposições aos pesticidas sem os devidos equipamentos de proteção individual, o que coaduna com o entendimento de que há em algumas regiões do Brasil uma deficiência na proteção aos trabalhadores agrícolas, que, além de não estarem devidamente protegidos pelos equipamentos de proteção individual, ainda têm, nestes, possíveis invólucros de contaminação, ampliando o fator de risco à saúde desses trabalhadores (VEIGA et al., 2007).

A exploração da relação positiva entre a exposição de agrotóxicos e a incidência de cânceres no Brasil é vasta se utiliza de regiões variadas do país como focos de pesquisa. Para Freeman (2010) “os agrotóxicos são substâncias capazes de agir como disruptores endócrinos, podendo ser um fator de risco para o desenvolvimento de câncer de próstata”, utilizando como base a forte incidência da doença em Mato Grosso do Sul, assim como a exposição de boa parte da população do estado aos defensivos agrícolas.

Além desse fator, os efeitos endócrinos à população pela exposição a agrotóxicos também podem acarretar índices de infertilidade, e outros cânceres, como

nos testículos e ovários (KOIFMAN et al. 2002). Boccolini et al. (2014) identificou distinções entre populações expostas a agrotóxicos e outras não expostas em relação à ocorrência de Linfoma Não - Hodgkin (NHL) - um tipo de câncer originado nas células linfáticas - identificando relações positivas entre a exposição aos pesticidas e à incidência da doença nas populações expostas - um indicador previamente apresentado em estudos como de Cantor et al.(1992), nos Estados Unidos, e McDuffie et al. (2001), no Canadá. Moura et al. (2020), ao realizar uma revisão sistemática dos estudos em relação às neoplasias hematológicas, observou que a leucemia possui incidência considerável em indivíduos com exposições longevas a compostos organofosforados, comuns na composição de agrotóxicos, como diazinon e fonofós.

Além do reflexo a utilização de agrotóxicos com o aumento da incidência de cânceres em populações expostas a esses insumos químicos, outra mazela explorada pela literatura é a relação entre os pesticidas e o aumento no caso de suicídios. Entre 2007 e 2013, 32.369 casos de intoxicação por agrotóxicos registrados pelo Sinan têm relação com tentativas de suicídio (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). O alto índice de tentativas de suicídio por meio da intoxicação por agrotóxicos, para Bombardi (2011), transcende a instrumentalização do pesticida como meio para um fim, no caso o suicídio, mas também como uma possível causa para esses índices alarmantes de tentativas de suicídio, através dos efeitos depressivos e causadores de ansiedade que esse tipo de produto químico pode acarretar na população exposta a estes.

Krawczyk et al. (2014) defende que trabalhadores rurais - no Brasil, constantemente expostos a agrotóxicos - têm incidência consistentemente maior de suicídios do que trabalhadores de áreas urbanas. No estado do Alagoas, os índices de ocorrência de suicídios entre trabalhadores rurais foram cerca de três vezes o índice entre trabalhadores de áreas urbanas, o que fomenta a relação entre a utilização intensiva de pesticidas com os elevados números de casos de depressão e, por conseguinte, de suicídios entre trabalhadores, além de outras possíveis patologias desenvolvidas por essa exposição (KRAWCZYK et al., 2014). Krawczyk et al. (2014) também argumenta que, embora o estado do Alagoas apresente indicadores econômicos relativamente deficitários, esses fatores, em si, não justificam a disparidade entre os casos de suicídio apresentados pelo estudo. Existem evidências que a utilização dos organofosforados e sua decorrente exposição aos trabalhadores rurais podem levar a

alterações nos níveis de serotonina, e que sua modificação pode incorrer em transtornos de humor que têm influência sobre a incidência de suicídios de uma determinada população (KRAYCZYK et al., 2014). Para os autores:

“A modificação da função da serotonina no cérebro está associada a vários transtornos de humor, como depressão, ansiedade e agressividade. [...] É importante que se considere que tanto a intoxicação aguda como a crônica aos organofosforados e seus pesticidas tóxicos talvez estejam influenciando os elevados níveis de suicídio presentes entre trabalhadores rurais” (KRAYCZYK et al., 2014)

Campos et al. (2016) também buscaram entender a relação entre a exposição aos pesticidas e patologias mentais. Para os autores, apesar da abordagem multifatorial para o entendimento das insurgências de tais patologias (fatores econômicos têm proeminência em tais indicadores), entendeu-se haver índices positivos de correlação entre o contato contínuo de populações a componentes químicos presentes nos pesticidas e índices de depressão e até uma maior inclinação ao alcoolismo.

Embora haja dificuldades no estabelecimento de relações causais entre a exposição de populações ao uso intensivo de agrotóxicos e patologias que não sejam advindas de intoxicações agudas, mas de intoxicações crônicas, a literatura a respeito dessa conexão é vasta e demonstra diversas relações positivas entre a exposição aos pesticidas e casos de depressão, suicídios, desenvolvimento de cânceres e até doenças degenerativas, o que expõe um grande fator de risco presente no modelo de agronegócio brasileiro. As externalidade à saúde humana decorrentes desse modelo de produção intrinsecamente relacionado com o consumo de pesticidas, especialmente no tocante aos efeitos crônicos, dificilmente são incorporados efetivamente às avaliações de risco e criação de políticas públicas a respeito da temática, majoritariamente onerando a população com os riscos advindos dessa exposição. Em contrapartida, a não absorção dos riscos aos custos das empresas produtoras e consumidoras dos agrotóxicos se reflete em políticas de exoneração fiscal, estímulos à utilização desses insumos químicos por meio de disponibilização de créditos rurais e, principalmente, ao foco nesse tipo de modelo agrícola embasado na balança superavitária acarretada pelo elevado índice de exportações pelo Brasil, negligenciando os efeitos periféricos desse tipo de modelo de produção à população do país.

#### **4.2. Os registros de intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil, sua evolução histórica e análise descritiva.**

O Ministério da Saúde, em seu Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos, publicado originalmente em 2016, levanta o alerta sobre a incidência cada vez superior de casos de intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil, principalmente, em um período que marca a transição dos anos 2000 para os 2010.

“Em 2013, a incidência de intoxicações exógenas por agrotóxicos no País foi de 6,23 casos por 100 mil habitantes. No período de 2007 a 2014, houve um aumento de 87% dos casos notificados, sendo que o total acumulado no período alcançou 68.873 casos. Entretanto, para garantir a identificação e notificação dos casos, bem como as estratégias de prevenção e de assistência, é imprescindível a organização e o fortalecimento das ações de Vigilância em Saúde Ambiental no âmbito dos estados e dos municípios. Para tanto, é importante produzir e difundir protocolos diagnósticos e terapêuticos, qualificar profissionais e aprimorar os mecanismos e fluxos de registro e análise das informações.” (BRASIL, 2016, pág. 15)

As intoxicações exógenas podem ser representadas pelo conjunto de efeitos nocivos à saúde humana advindos da interação de um ou mais agentes tóxicos com o sistema biológico, apresentando desequilíbrio orgânico em manifestações clínicas ou laboratoriais, sendo os agrotóxicos elementos que exemplificam componentes químicos que podem acarretar nesse tipo de intoxicação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). A percepção dos efeitos nocivos, enquanto elementos que afetam as disposições do meio cujo qual estão inseridos, adequa - se competentemente a um elemento representativo do construto de externalidade abarcado por Bourdieu (1997) - como a alteração do meio é internalizada pelos agentes, alterando, potencialmente, seus comportamentos, principalmente se considerarmos, como faz o Ministério da Saúde, o potencial deletério ainda mais elevado do trabalhador rural, que tem exposições constantes e mais substanciais aos defensivos agrícolas.

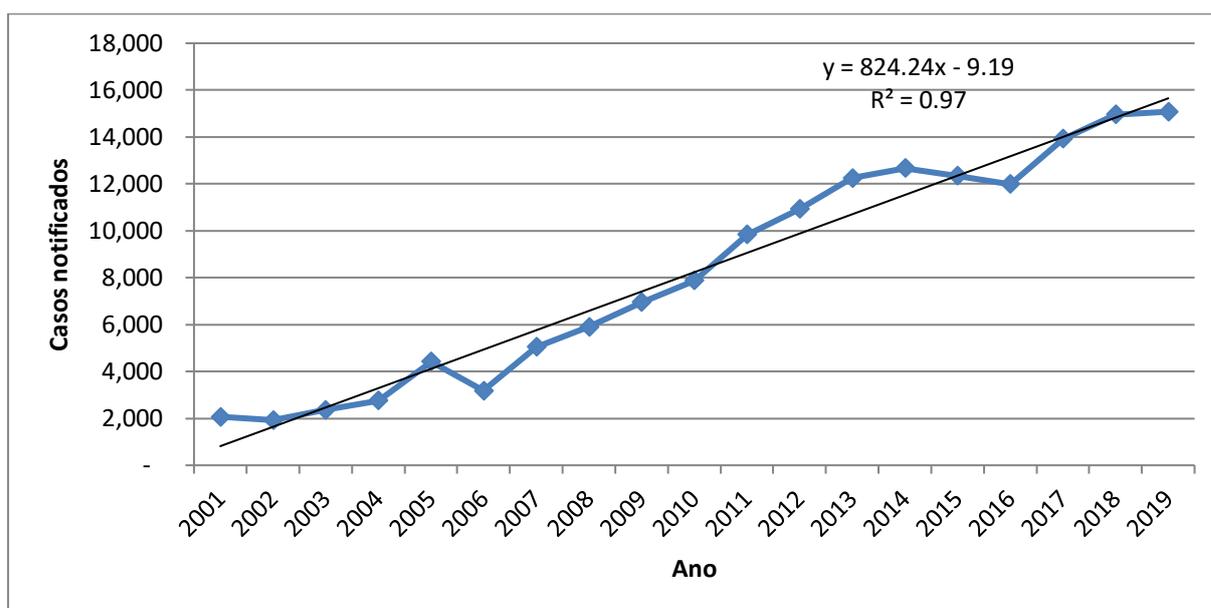
“Também os trabalhadores que manuseiam agrotóxicos são mais vulneráveis aos efeitos nocivos associados a esses compostos, por constituírem um grupo de alto risco de exposição. O uso de agrotóxicos não se restringe à zona rural do Brasil e causa impactos sociais, ambientais e aumento dos gastos públicos com recuperação ambiental e atenção à saúde, desde a prevenção até o tratamento das intoxicações exógenas e afastamentos ou aposentadorias por invalidez.” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018, pág. 1)

No que tange os efeitos, ou as externalidades, do uso de agrotóxicos na seara da saúde pública, pode-se considerar que os registros de intoxicações exógenas por agrotóxicos, disponibilizados pelo DATASUS, são o mecanismo mais fidedigno para avaliações pertinentes a essas externalidades e sua representatividade, ou, como o visa o objetivo desse trabalho, seus impactos econômicos, embora, como ressalta Teixeira et al., 2014, a subnotificação de casos seja uma realidade que tende a anuviar significativamente a percepção do panorama dos reais impactos à saúde decorrentes pelo uso intensivo de agrotóxicos, seja pela dificuldade de se obter a acurácia nas notificações por fatores como automedicação, falhas de diagnósticos e sistema de vigilância insuficientes, seja pelas limitações em se avaliar os efeitos crônicos de exposição a agrotóxicos, como patologias carcinogênicas ou de caráter psicológico (VAZ et al, 2015; CAMPOS et al., 2016; FREEMAN, 2010).

Não obstante, mesmo com as limitações referentes às notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos, os dados fornecidos pelo DATASUS podem auxiliar na compreensão do cenário brasileiro em relação à evolução do número de casos e demais componentes descritivos, além de fornecer, em parte, subsídios quantitativos para a mensuração dos custos econômicos ao sistema de saúde, decorrentes do uso de agrotóxicos na cadeia produtiva brasileira.

O gráfico 16 apresenta a evolução dos casos notificados de intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil entre os anos de 2001 e 2019. Percebe - se, nesse período, um crescimento de cerca de 630% - um valor consideravelmente superior ao aumento no consumo de agrotóxicos do mesmo período, de 292% - representando, em sua totalidade, um número de x casos notificados no período. Tendo um coeficiente angular de aproximadamente 824 casos a mais por ano, com um  $R^2$  de 0,97, o que indica um bom grau de explicação em função do tempo, as notificações por intoxicações exógenas por agrotóxicos representam, entre as progressões observadas em capítulos anteriores – área plantada, produtividade bruta e consumo de agrotóxicos – a evolução mais significativa proporcionalmente no período.

Gráfico 16 – Casos notificados de intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil, entre 2001 e 2019.



Fonte: Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, 2020.

Com uma curva de tendência mais inclinada ao eixo y do que as demais variáveis, o nível de evolução nas intoxicações superou, em muito, os demais índices de progressão, acusando, então, que as externalidades decorrentes do consumo de agrotóxicos no âmbito da saúde pública – considerando-se somente às intoxicações registradas pelo SUS – apresentam ascendência significativa e suscitam discussões acerca do impacto da cultura produtiva brasileira e sua utilização de agroquímicos.

A tabela 21 indica quais os dez estados que mais obtiveram notificações por intoxicações exógenas por agrotóxicos no Brasil em 2019. São eles: São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Goiás, Santa Catarina, Espírito Santo, Bahia e Rio de Janeiro. Desses dez estados, seis possuem maior área plantada em 2019, MG, PR, PE, RS, GO e BA; sete possuíam maior produção em 2019, SP, GO, MG, PR, RS, BA e PE; e sete possuíam maior consumo de agrotóxicos em 2019, SP, RS, PR, GO, MG, BA e SC. Em 2001, a somatória de participação dos estados em questão era de 82% do percentual total dos intoxicados por agrotóxicos, em 2010 a soma era de 80% e em 2019 a soma é de 78%, o que demonstra que, apesar de um aumento expressivo na quantidade de casos de intoxicação exógena por agrotóxicos, estes estão mais distribuídas entre as demais Unidades da Federação.

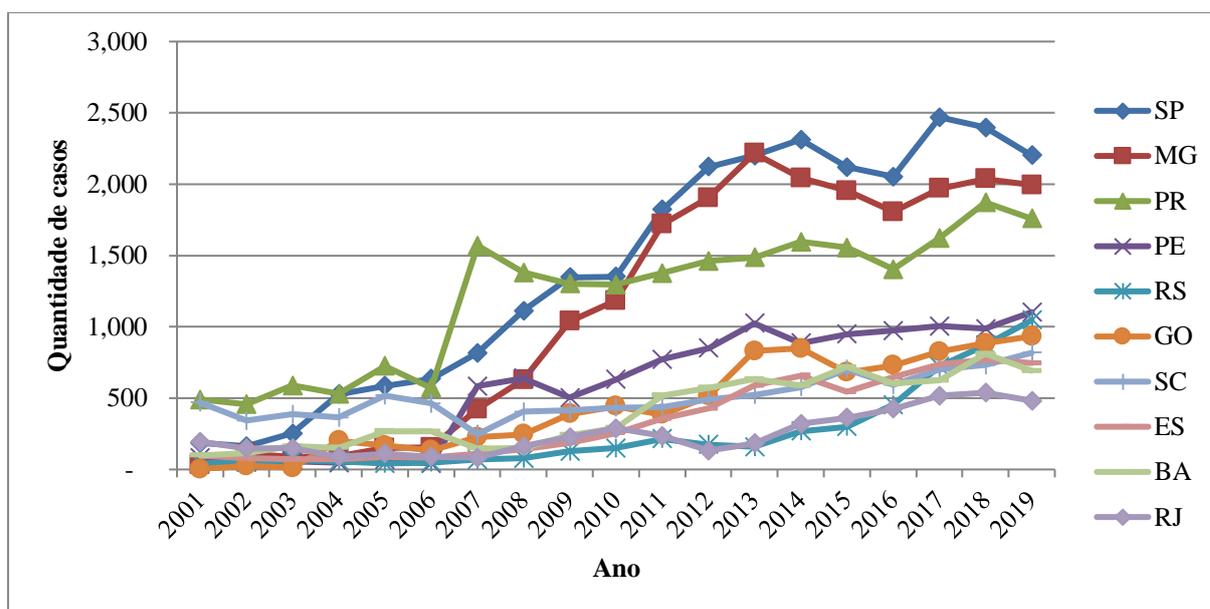
Tabela 21 – Distribuição dos casos entre os estados com maior número de notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil em relação ao número total, em percentual, nos anos de 2001, 2010 e 2019.

UF	2001	% em relação ao total de intoxicados	2010	% em relação ao total de intoxicados	2019	% em relação ao total de intoxicados
SP	186	9%	1.352	17%	2.203	15%
MG	34	2%	1.184	15%	1.995	13%
PR	491	24%	1.296	16%	1.758	12%
PE	83	4%	632	8%	1.103	7%
RS	44	2%	150	2%	1.047	7%
GO	2	0%	442	6%	934	6%
SC	469	23%	434	6%	818	5%
ES	97	5%	254	3%	746	5%
BA	98	5%	291	4%	692	5%
RJ	195	9%	288	4%	482	3%

Fonte: Elaboração própria com dados do Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, 2020.

Já o gráfico 17 apresenta a evolução histórica das intoxicações exógenas por agrotóxicos nas Unidades da Federação com mais casos em 2019, entre os nos de 2001 e 2019, no Brasil. Os estados de São Paulo e Minas Gerais apresentaram maior coeficiente angular, com crescimento médio de aproximadamente 143 casos a mais anualmente, cada um, com  $R^2$  de 0,93 e 0,87, respectivamente, apontando para um grau razoável de explicação da progressão de casos em função do tempo. Estes são estados que estão listados entre as dez maiores área plantadas, os dez maiores consumo de agrotóxicos no período e as dez maiores produções brutas entre as Unidades da Federação.

Gráfico 17 – Evolução da quantidade de casos notificados nos dez estados com maior número de notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos em 2019 no Brasil, entre 2001 e 2019.



Fonte: Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, 2020.

Nos capítulos anteriores, entendeu-se que, de maneira geral, a correlação entre o consumo de agrotóxicos e o total de área plantada é alta e ligeiramente superior à correlação em relação à produtividade bruta. Na tabela 22 é possível identificar os níveis de correlação entre os casos de intoxicação exógena por agrotóxicos registrados no Brasil entre 2001 e 2019 com as seguintes variáveis: consumo bruto de agrotóxicos, área plantada e produção bruta. Percebe-se que a correlação entre as intoxicações registradas e o consumo bruto de agrotóxicos no período é superior a com as demais variáveis, embora todas possuam coeficiente de correlação elevado.

Tabela 22 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre casos notificados por intoxicação exógena por agrotóxicos e consumo bruto de agrotóxicos, área plantada e produção bruta, entre os anos de 2001 e 2019.

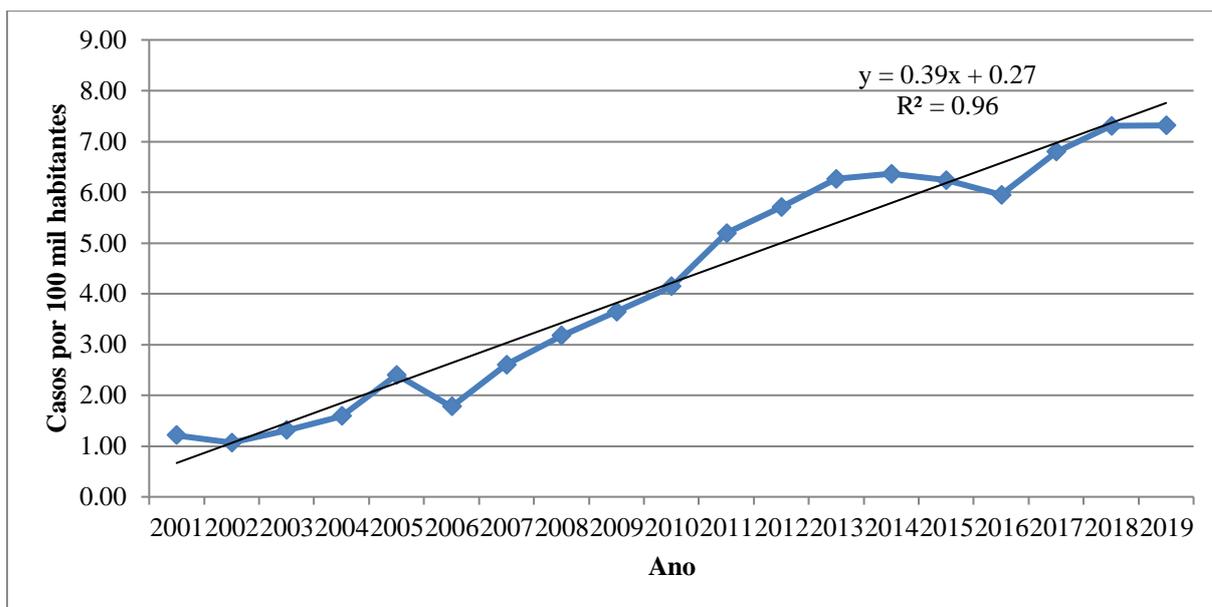
<b>Intoxicações x consumo bruto de agrotóxicos</b>	<b>0,99</b>
<b>Intoxicações x área plantada</b>	<b>0,95</b>
<b>Intoxicações x produção bruta</b>	<b>0,95</b>

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Em relação às intoxicações relativas, o gráfico 18 demonstra a evolução das notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos por 100 mil habitantes no Brasil, entre os anos de 2001 e 2019. Observar-se-á que o índice no período, originalmente de 1,21 no Brasil, cresceu para 7,32 ao final do período, em 2019, com um crescimento

médio de 0,39 casos por ano e  $R^2$  de 0,96. O crescimento total, em porcentagem, foi de aproximadamente 505%, inferior à evolução da quantidade total de casos notificados, mas significativamente superior às variáveis apresentadas ao longo deste trabalho, como consumo total e relativo por hectares de agrotóxicos, produção bruta e relativa e total de área plantada.

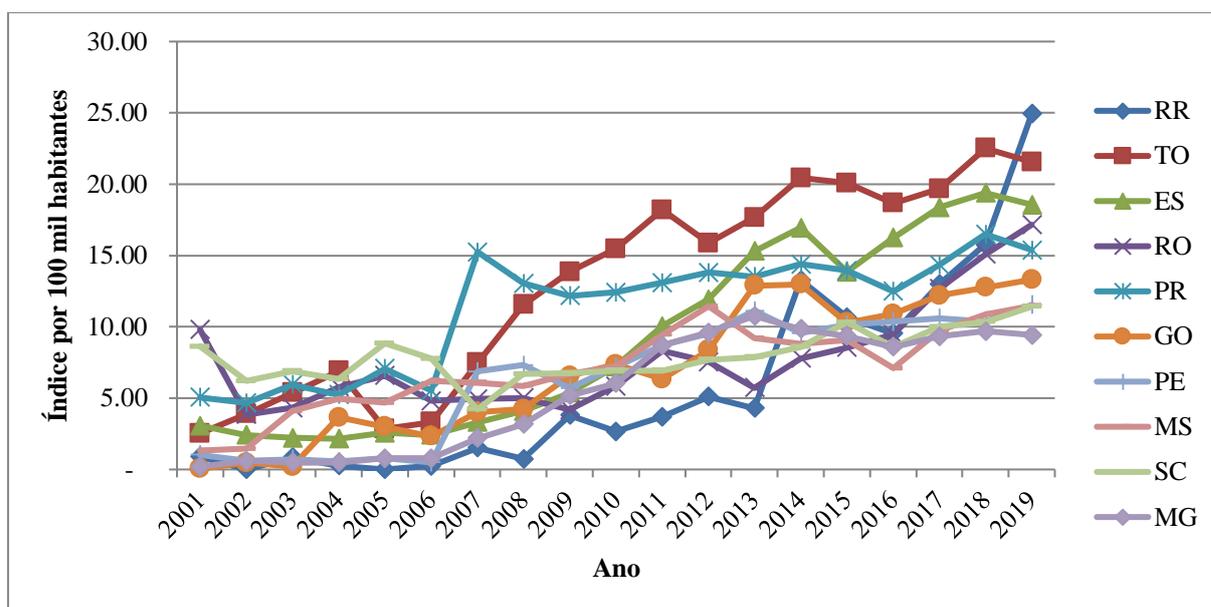
Gráfico 18 – Evolução do índice de intoxicação por 100 mil habitantes no Brasil, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

As dez unidades da federação com maior índice de intoxicação por 100 mil habitantes são, em ordem decrescente, Roraima, Tocantins, Espírito Santo, Rondônia, Paraná, Goiás, Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais. Os estados com maior coeficiente angular foram, em ordem decrescente, Tocantins, Espírito Santo, Roraima e Goiás, com crescimento médio anual de 1,21 ( $R^2=0,90$ ), 1,13 ( $R^2=0,90$ ), 1,06 ( $R^2=0,75$ ) e 0,81 ( $R^2=0,92$ ) casos de intoxicação exógena por agrotóxicos por 100 mil habitantes. O Mato Grosso do Sul é o sétimo estado com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes no Brasil, com índice de 11,48 casos (4,16 a mais do que o índice brasileiro em 2019), com crescimento médio de 0,48 casos por ano de  $R^2$  de 0,81.

Gráfico 19 – Evolução do índice de intoxicações por 100 mil habitantes dos dez estados com maior índice no ano de 2019 no Brasil, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

As tabelas 23, 24 e 25 indicam quais plantações tiveram maior significância nas dez Unidades da Federação com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes, nos anos de 2001, 2010 e 2019, respectivamente. Assim como no ocorreu com a distribuição das áreas plantadas, a soja, que em 2001 ocupava predominância em três dos dez estados, ocupou o posto de maior área plantada em 7 das dez Unidades da Federação ao final do período, em 2019, com exceção de Espírito Santo, Roraima – ambas com o café ocupando maior parte da área plantada - e Roraima, com a cana-de-açúcar ocupando o maior espaço.

Tabela 23 – Distribuição das principais culturas dos dez estados com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes em 2019 no Brasil, em percentual, em 2001.

UF	2001							
	% Temp.	% Perm.	1°	%	2°	%	3°	%
<b>RR</b>	98,05%	1,95%	Arroz	35,74 %	Milho	29,85 %	Mandioca	15,56 %
<b>TO</b>	97,76%	2,24%	Arroz	43,39 %	Soja	25,93 %	Milho	19,66 %
<b>ES</b>	19,22%	80,78%	Café	71,10 %	Cana-de-açúcar	6,15%	Milho	6,13%
<b>RO</b>	31,62%	68,38%	Café	60,18 %	Milho	11,68 %	Arroz	8,12%
<b>PR</b>	98,03%	1,97%	Soja	34,52 %	Milho	34,51 %	Trigo	11,78 %

<b>GO</b>	98,98%	1,02%	Soja	48,81%	Milho	28,98%	Sorgo	4,12%
<b>PE</b>	92,73%	7,27%	Cana-de-açúcar	36,70%	Feijão	24,80%	Milho	24,02%
<b>MS</b>	99,57%	0,43%	Soja	52,63%	Milho	27,10%	Cana-de-açúcar	4,93%
<b>SC</b>	95,47%	4,53%	Milho	52,05%	Soja	11,55%	Feijão	8,45%
<b>M G</b>	71,09%	28,91%	Milho	29,98%	Café	26,18%	Sorgo	15,58%

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Tabela 24 - Distribuição das principais culturas dos dez estados com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes em 2019 no Brasil, em percentual, em 2010.

2010								
UF			1°		2°		3°	
	% Temp.	% Perm.		%		%		%
<b>RR</b>	82,69%	17,31%	Arroz	36,74%	Banana	18,27%	Milho	15,41%
<b>TO</b>	99,14%	0,86%	Soja	52,67%	Arroz	20,59%	Feijão	3,90%
<b>ES</b>	20,88%	79,12%	Café	68,31%	Cana-de-açúcar	11,75%	Milho	4,06%
<b>RO</b>	45,39%	54,61%	Café	47,15%	Milho	16,85%	Soja	12,23%
<b>PR</b>	98,20%	1,80%	Soja	46,15%	Milho	23,25%	Trigo	12,08%
<b>GO</b>	99,12%	0,88%	Soja	54,22%	Milho	19,03%	Cana-de-açúcar	12,83%
<b>PE</b>	91,34%	8,66%	Cana-de-açúcar	32,8%	Feijão	26,28%	Milho	22,89%
<b>MS</b>	99,84%	0,16%	Soja	53,30%	Milho	26,89%	Cana-de-açúcar	12,19%
<b>SC</b>	95,42%	4,58%	Milho	34,90%	Soja	26,40%	Arroz	9,02%
<b>M G</b>	76,54%	23,46%	Milho	24,60%	Café	21,19%	Soja	21,07%

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Tabela 25 - Distribuição das principais culturas dos dez estados com maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes em 2019 no Brasil, em percentual, em 2019.

2019								
UF			1°		2°		3°	
	% Temp.	% Perm.		%		%		%
<b>RR</b>	86,47%	13,53%	Soja	43,23%	Arroz	16,89%	Milho	13,11%
<b>TO</b>	99,04%	0,96%	Soja	63,43%	Milho	18,16%	Arroz	18,16%
<b>ES</b>	14,76%	85,24%	Café	68,12%	Cana-de-açúcar	8,15%	Banana	5,08%
<b>RO</b>	58,07%	41,93%	Café	33,51%	Soja	30,45%	Café canephora	22,79%

<b>PR</b>	98,86%	1,14%	Soja	50,80 %	Milho	24,69 %	Trigo	9,67%
<b>GO</b>	99,38%	0,62%	Soja	50,97 %	Milho	25%	Cana-de-açúcar	14,18 %
<b>PE</b>	87,76%	12,24%	Cana-de-açúcar	30,99 %	Feijão	24,29 %	Milho	22,99 %
<b>MS</b>	99,82%	0,18%	Soja	49,74 %	Milho	34,24 %	Cana-de-açúcar	12,56 %
<b>SC</b>	94,99%	5,01%	Soja	44,11 %	Milho	22,81 %	Arroz	9,48%
<b>M G</b>	80,05%	19,95%	Soja	28,95 %	Milho	20,01 %	Café	17,57 %

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Considerando a produtividade média brasileira no período – 10 toneladas por hectare em 2001; 14,54 toneladas por hectare em 2010; e 13,28 toneladas por hectare em 2019 -, é perceptível que as principais culturas produtivas em área plantada, com exceção da cana-de-açúcar, possuem produtividade significativamente inferior à média nacional, tendo a soja uma média de 2,71, 2,95 e 3,18 toneladas por hectare em 2001, 2010 e 2019, respectivamente, e o café uma média ainda inferior, com 1,80, 1,13, e 2,08 toneladas por hectare nos anos de 2001, 2010 e 2019, respectivamente. Posto isso, entende-se que o investimento na produção de determinadas culturas demanda numa área plantada maior, exigindo, potencialmente, um maior consumo de agrotóxicos que, por conseguinte, pode acarretar em indicadores maiores em relação às intoxicações exógenas.

Das dez Unidades da Federação que possuem o maior índice de intoxicações exógenas por 100 mil habitantes, seis também estão na lista dos maiores consumo de agrotóxicos por hectare. São elas, Roraima, Santa Catarina, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Tocantins, sendo que todos estes, com exceção de Roraima, possuem a soja como maior cultura em termos de área plantada.

A tabela 26 traz a correlação entre o índice de intoxicações exógenas por agrotóxicos por 100 mil habitantes e o consumo de agrotóxicos por hectare. O indicador 0,98 representa alto nível de correlação, indicando, portanto, que o nível de intoxicações por 100 mil habitantes e o consumo de agrotóxicos por hectare, que, ambos, cresceram ao longo do período em questão, entre 2001 e 2019, possuem forte correlação e variam em função do outro.

Tabela 26 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre consumo de agrotóxicos por hectare e intoxicações por 100 mil habitantes no Brasil, entre 2001 e 2019.

<b>Agrotóxicos por hectare x intoxicações por 100 mil habitantes</b>	<b>0,98</b>
--	-------------

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

A tabela 27 traz as medidas de correlação para os dez estados com maiores índices de intoxicações por 100 mil habitantes em relação ao consumo de agrotóxicos por hectare. Percebe-se que a média dos dez estados é inferior ao índice de correlação nacional, sendo difícil mensurar com precisão qual o nível de influência de uma variável, no caso o consumo de agrotóxicos por hectare, sobre outra, as intoxicações por 100 mil habitantes.

Tabela 27 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre intoxicação por 100 mil habitantes e consumo de agrotóxicos dos dez estados com maior índice de intoxicações exógenas por agrotóxicos em 2019 no Brasil, entre 2001 e 2019.

<b>UF</b>	<b>Intox. Por 100 mil hab. X agrotóxicos por hectare</b>
<b>RR</b>	0,69
<b>TO</b>	0,93
<b>ES</b>	0,96
<b>RO</b>	0,72
<b>PR</b>	0,69
<b>GO</b>	0,91
<b>PE</b>	0,83
<b>MS</b>	0,76
<b>SC</b>	0,73
<b>MG</b>	0,94
<b>Média das Ufs</b>	0,82

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

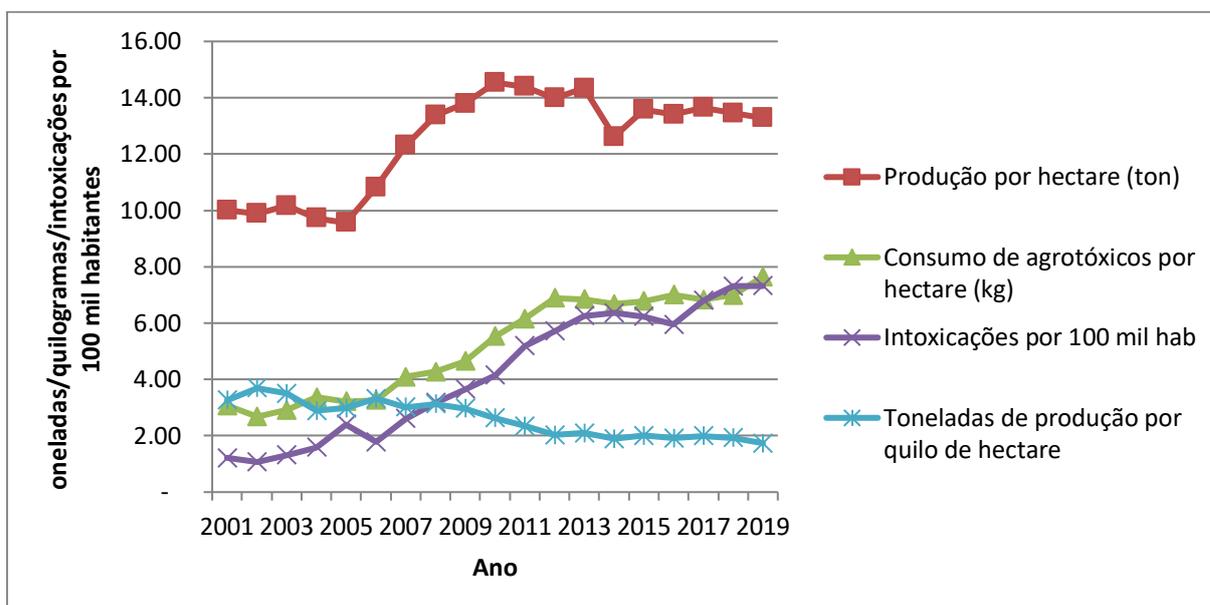
A análise descritiva presente no capítulo, assim como as reflexões feitas nos demais, indica alguns pontos que devem ser levados em consideração nas análises a posteriori sobre o consumo e as intoxicações por agrotóxicos. Tanto o consumo bruto de agrotóxicos como o número de intoxicações no Brasil, entre os anos de 2001 e 2019, apresentaram percentual de crescimento superior às demais variáveis como aumento de área plantada e de produtividade bruta, implicando, assim, no evidente crescimento díspar dessas variáveis que, a despeito de apresentarem evoluções positivas em termos de produtividade, de maneira geral, apresentam níveis preocupantes de progressão na externalidade negativa que é a intoxicação por agrotóxicos. Uma maior concentração e

consumo bruto de agrotóxicos decorre em maior exposição às populações das Unidades da Federação, principalmente aquelas que vivem em ambiente agrário, diretamente expostas às aplicações dos pesticidas, e o aumento do investimento em *commodities* que possuem produtividade mais baixa, fomenta a maior necessidade de expansão de áreas agrícolas pela demanda por maiores área plantadas para atender às demandas de produtividade, o que, por si, também implica numa outra externalidade negativa que é a abertura de espaços para o plantio através de desmatamento, queimadas e outros métodos (SOUZA et al., 2019).

O índice elevado de correlação entre as intoxicações e o consumo de agrotóxicos no país alerta para a evidente dependência da primeira em função da outra. A demanda por agrotóxicos no período entre 2001 e 2019, com crescimento de aproximadamente 292% chama a atenção por representar um crescimento quase três vezes maior que o aumento da produtividade bruta no período, de 109%, e mais de 5 vezes maior que o aumento na área plantada, de 57%. Até mesmo em função do valor bruto da produção, o consumo de agrotóxicos é contundentemente superior. Apenas entre os anos de 2009 e 2018, o consumo de agrotóxicos cresceu aproximadamente 104%, enquanto o valor da produção cresceu cerca de 42%, menos que metade do percentual do aumento no consumo de agrotóxicos.

O gráfico 20 apresenta o cenário brasileiro considerando quatro variáveis, a produtividade por hectare, o consumo de agrotóxicos por hectares (para este gráfico, esta variável estará na unidade do quilograma), o índice de intoxicações por 100 mil habitantes e a quantidade produzida em toneladas para cada quilograma de agrotóxico utilizado.

Gráfico 20 – Produção por hectare, em toneladas, consumo de agrotóxicos por hectare, em quilogramas, intoxicações por 100 mil habitantes e toneladas de produção por quilo de agrotóxico por hectare, no Brasil, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento único de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, e do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

O que se pode observar do gráfico é a forte tendência de evolução da variável consumo de agrotóxico por hectare, com crescimento médio de 300 gramas por ano e  $R^2$  de 0,92, e do índice de intoxicações por 100 mil habitantes, com progressão média de 0,39 casos e  $R^2$  de 0,96, enquanto a proporção de produção, em toneladas, para o consumo de agrotóxicos, por quilo, teve contínuo declínio entre os anos de 2001 e 2019, com redução média de 110 quilos de produção por ano, com  $R^2$  de 0,88. Ou seja, a produtividade, de maneira geral, está decaindo enquanto o índice de intoxicações e de consumo de agrotóxicos por hectare segue em ascensão. A produtividade por hectare obteve o  $R^2$  mais baixo, de 0,59, sendo, das variáveis, aquela que mais oscilou, não apresentando uma tendência clara, embora tendo crescido aproximadamente 33% no período.

Mesmo com o descarte dos casos alheios ao sistema de notificação presente no DATASUS, a quantidade de casos e sua evolução temporal representa ônus à população atingida, ou, em consonância com Pigou (1920), Porto e Soares (2007;2019) e Bourdieu (1997), externalidades negativas em âmbito econômico - pois a capitalização para o custeio do sistema de saúde brasileiro é feito majoritariamente pela arrecadação de impostos - e no âmbito sociológico da mudança de ação advinda da internalização de fatores externos, consistindo em fatores que alteram a conjuntura dos afetados

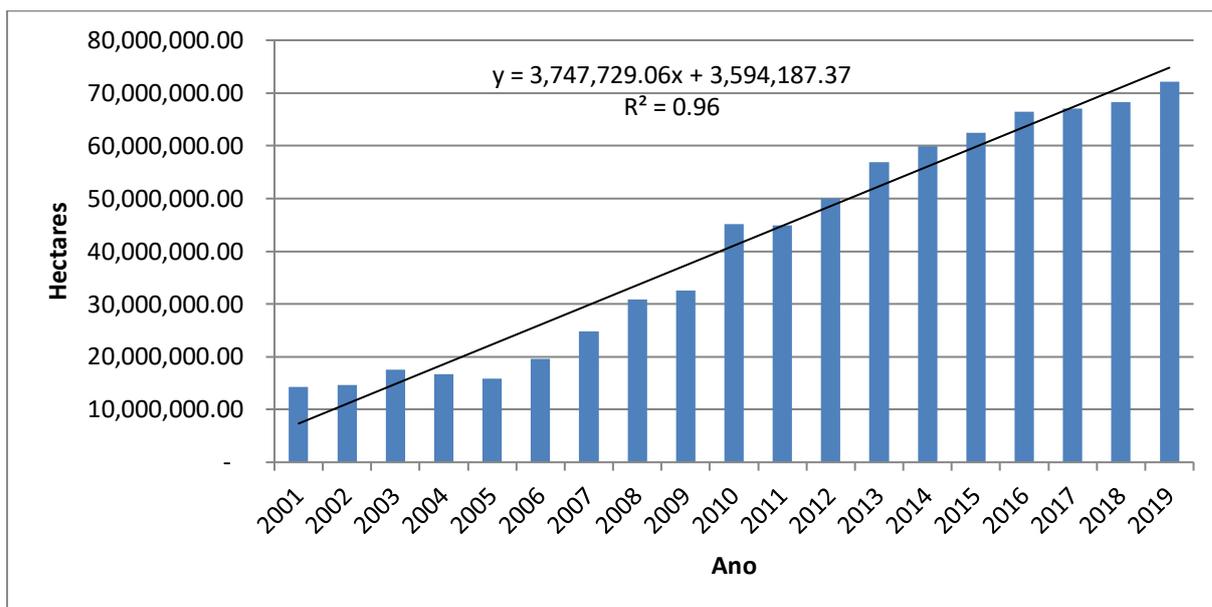
diretamente pelas intoxicações - como elencado previamente, os potenciais efeitos deletérios à saúde humana decorrentes da intoxicação por agrotóxicos - e propiciando um cenário de reflexão sobre as políticas que regem - ou visam a reger - as regulamentações do consumo dos pesticidas no Brasil.

## **5. O panorama do estado e o custo ao sistema de saúde do Mato Grosso do Sul**

O estado de Mato Grosso do Sul, até o ano de 2001, era o décimo lugar em produção agrícola bruta, o oitavo detentor da maior área plantada no Brasil e o sétimo maior consumidor de agrotóxicos. Já em 2019, o estado ocupava a sexta posição, tanto em produção bruta quanto em área plantada, e segue como o sétimo maior consumidor de agrotóxicos no país, com todas as variáveis obtendo crescimento no período, sendo na razão de 407%, 186% e 371%, respectivamente. Chama a atenção que o desenvolvimento de todas as variáveis no Mato Grosso do Sul no período sejam superiores aos índices nacionais, indicando que o estado figura, proeminente, entre as Unidades da Federação que mais contribuíram para o crescimento dos índices entre os anos de 2001 e 2019, ampliando sua participação no período.

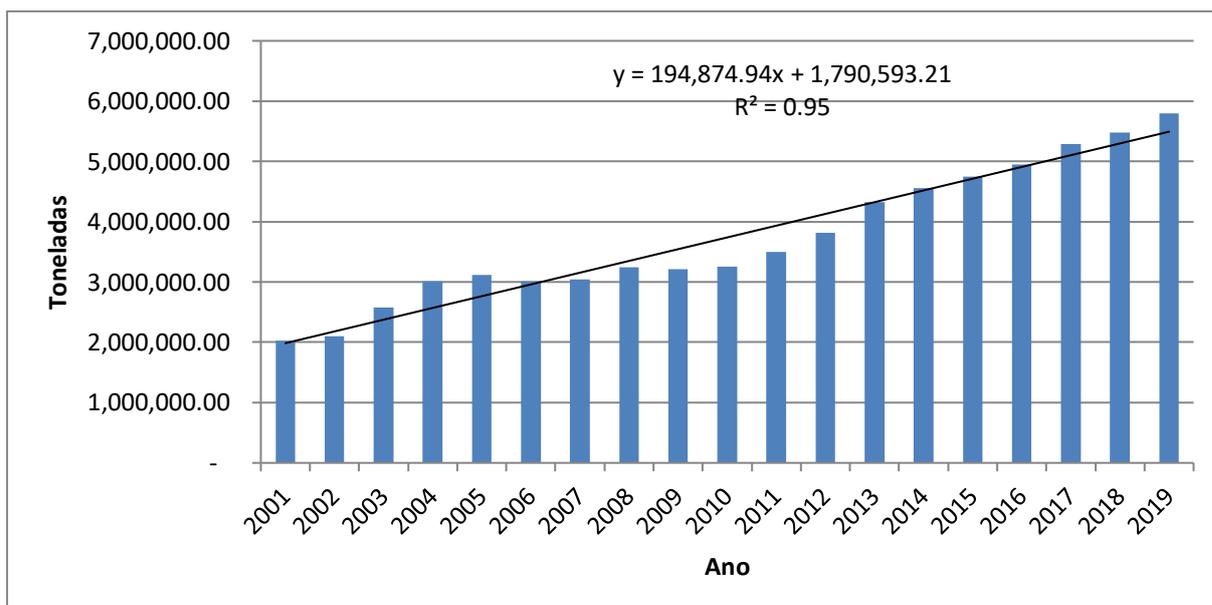
Os gráficos 21, 22 e 23 referem-se ao crescimento da produção bruta, da área plantada e do consumo de agrotóxicos no estado de Mato Grosso do Sul, respectivamente. As variáveis cresceram, em números absolutos: de 14.247.908 para 72.191.310 toneladas de produção, com crescimento médio de 3.747.729 toneladas por ano e  $R^2$  de 0,96; de 2.023.588 para 5.794.832 hectares de área plantada, com crescimento médio de 194.874 toneladas por ano e  $R^2$  de 0,95; e de 8.112 para 38.186 toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos, com crescimento médio de 1.848 toneladas por ano e  $R^2$  de 0,90.

Gráfico 21 - Evolução da área plantada no Mato Grosso do Sul, em hectares, entre 2001 e 2019.



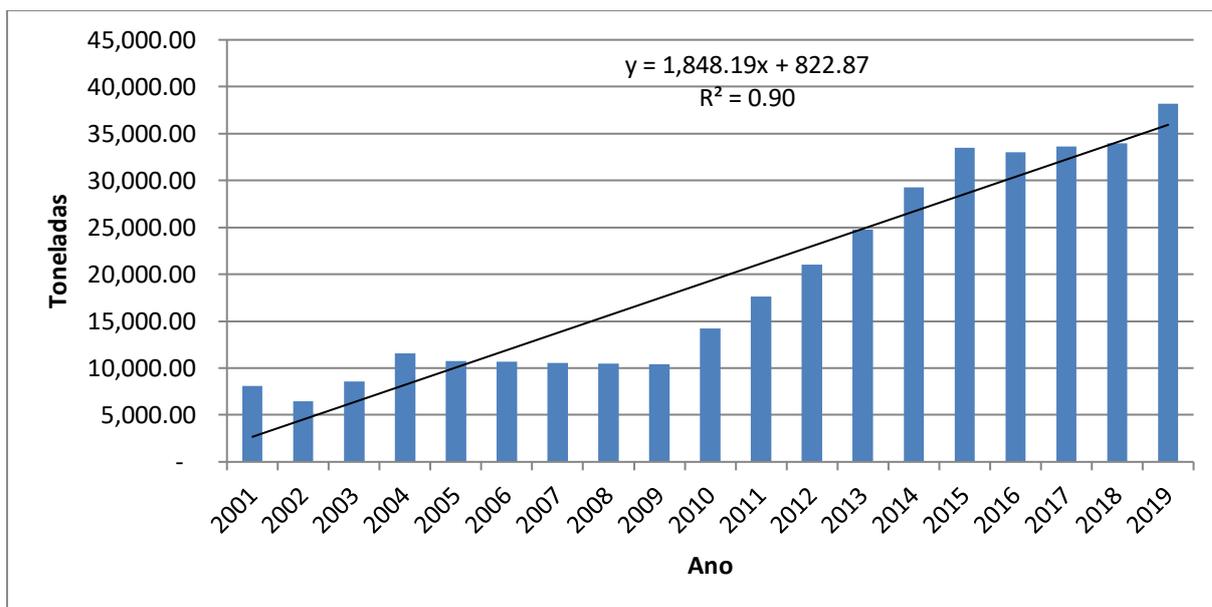
Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Gráfico 22 - Evolução da produção no Mato Grosso do Sul, em toneladas, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), 2020.

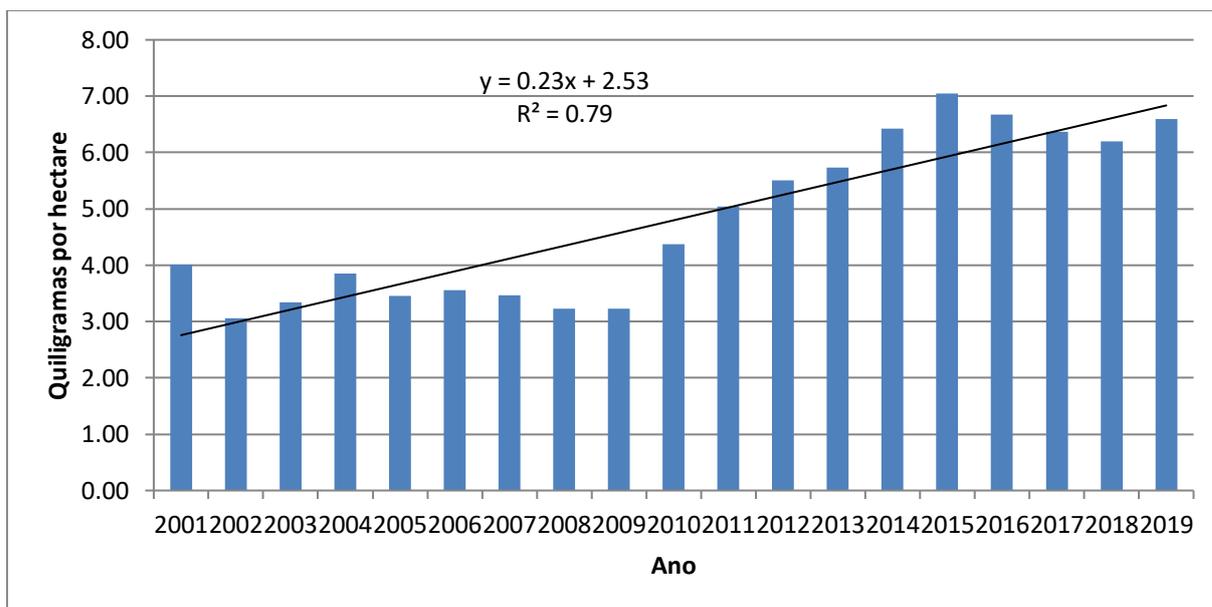
Gráfico 23 - Evolução do consumo de agrotóxicos no Mato Grosso do Sul, em toneladas, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2020.

No tocante ao consumo de agrotóxicos por hectare, o Mato Grosso do Sul não aparece entre os dez maiores índices no Brasil, com um crescimento no período de 64%, significativamente inferior ao crescimento do país entre os anos de 2001 e 2019. O gráfico x demonstra a evolução do consumo de agrotóxicos no período, no estado de Mato Grosso do Sul, em quilogramas. Em números absolutos, o crescimento do índice foi de aproximadamente 4,0 para 6,6 quilos de ingredientes ativos de agrotóxicos por hectare no período, com crescimento médio de 230 gramas por ano e  $R^2$  de 0,79.

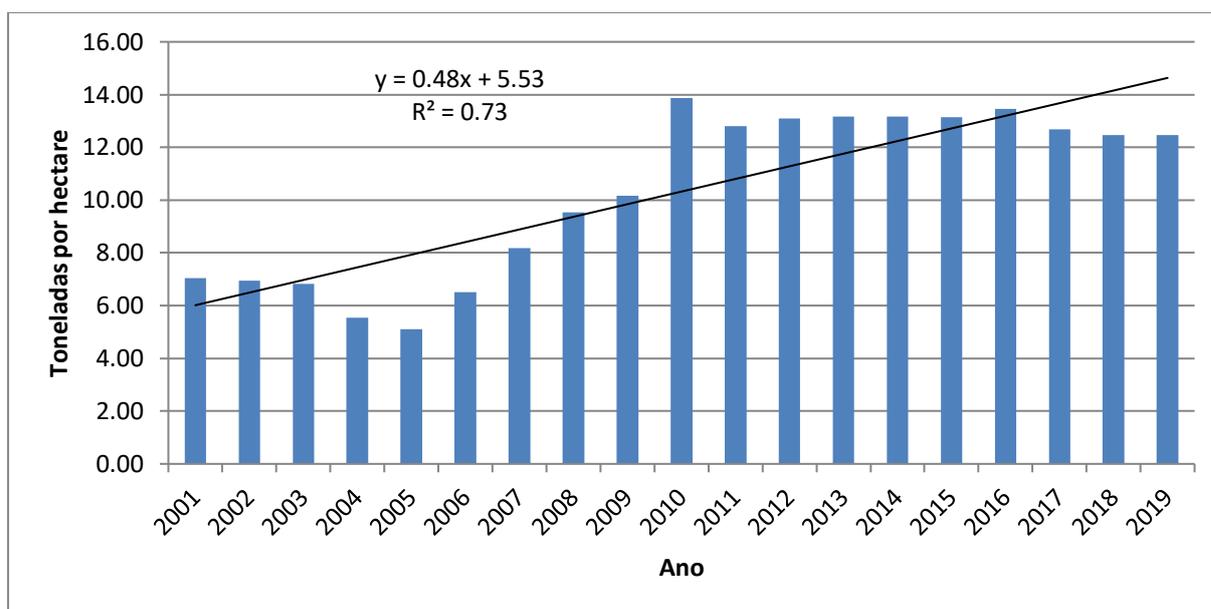
Gráfico 24 - Evolução do consumo de agrotóxicos por hectare no Mato Grosso do Sul, em quilogramas, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Quanto à produtividade por hectare, o Mato Grosso do Sul apresentou um crescimento superior ao brasileiro (77% contra 33%), mas, até o ano de 2019, a produtividade média era inferior à nacional (12,46 contra 13,28 toneladas por hectare). O gráfico x apresenta o desenvolvimento da produtividade por hectare no estado do Mato Grosso do Sul entre os anos de 2001 e 2019, em toneladas por hectare. O crescimento foi de 77%, de 7,04 para 12,46 toneladas por hectare, com desenvolvimento médio de 0,48 quilos por ano e  $R^2$  de 0,73.

Gráfico 25 - Evolução da produtividade por hectare no Mato Grosso do Sul, em toneladas, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Em relação às culturas presentes no Mato Grosso do Sul, assim como no Brasil, as três principais ao longo do período foram soja, cana-de-açúcar e milho, que aumentaram sua participação no estado, em área plantada, de 84,66% para 96,54%, e em produtividade, de 90,24% para 98,22%, demonstrando um aumento contundente na concentração das terras nas três principais *commodities*, algo que também ocorreu no Brasil, em menor escala. Entretanto, diferentemente do que aconteceu a nível nacional, entre os anos de 2001 e 2019, a soja perdeu espaço tanto em área plantada quanto em produtividade, enquanto a cana-de-açúcar cresceu em ambos os fatores. Na tabela x consta a distribuição da área plantada e na y a distribuição da produção bruta no Mato Grosso do Sul nos anos de 2001, 2010 e 2019.

Tabela 28 - Distribuição das três principais culturas em área plantada no Mato Grosso do Sul, em percentual, nos anos de 2001, 2010 e 2019.

Ano	1ª cultura	%	2ª cultura	%	3ª cultura	%
2001	Soja	52,63%	Milho	27,10%	Cana-de-açúcar	4,93%
2010	Soja	53,30%	Milho	26,89%	Cana-de-açúcar	12,19%
2019	Soja	49,74%	Milho	34,24%	Cana-de-açúcar	12,56%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Tabela 29 - Distribuição das três principais culturas em produção bruta no Mato Grosso do Sul, em percentual, nos anos de 2001, 2010 e 2019.

Ano	1ª cultura	%	2ª cultura	%	3ª cultura	%
2001	Cana-de-açúcar	53,04%	Soja	21,86%	Milho	15,34%

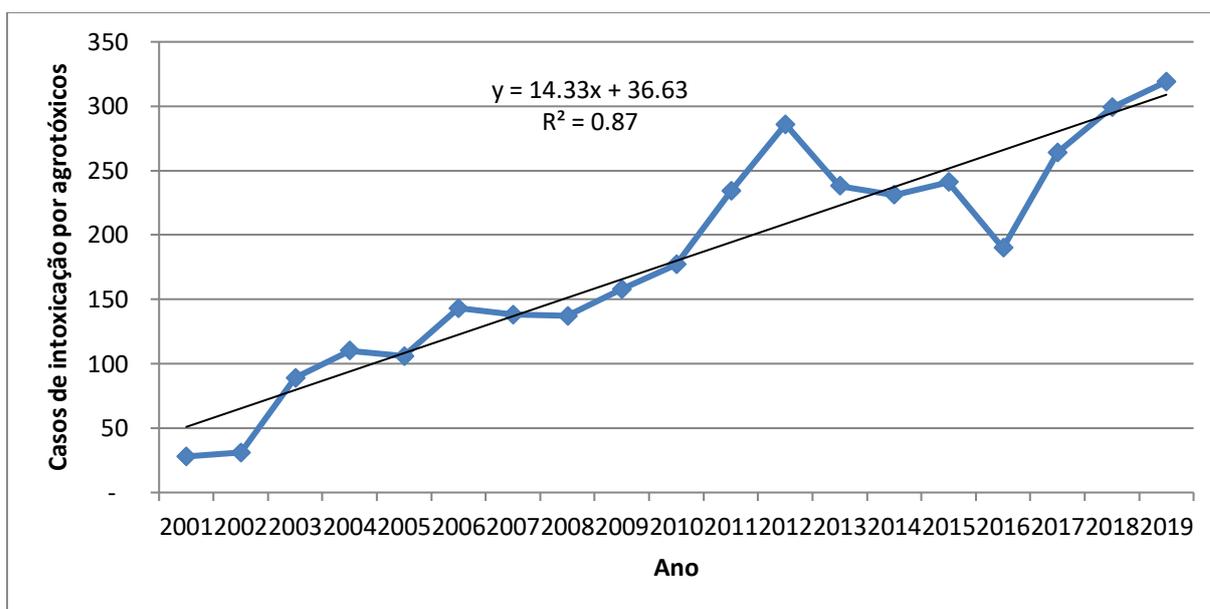
<b>2010</b>	Cana-de-açúcar	77,13%	Soja	11,84%	Milho	8,39%
<b>2019</b>	Cana-de-açúcar	72,37%	Soja	14%	Milho	12,05%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Se considerado o ano de 2019 como referência, a produtividade média da cana-de-açúcar, da soja e do milho, no Mato Grosso do Sul, foi de 71,79, 3,02 e 3,02 toneladas por hectare, respectivamente. A diferença é flagrante, com a cana-de-açúcar sendo mais de 20 vezes mais produtiva que as demais variáveis, o que ajuda a explicar o maior crescimento proporcional da produção por hectare no estado em relação ao Brasil. Entretanto, mesmo com a redução do espaço da soja entre os anos de 2001 e 2019 no estado, a participação proporcional, tanto em área plantada quanto em produção bruta, é superior à nacional, o que ajuda a explicar o índice de produção por hectare inferior no Mato Grosso do Sul.

Em relação às notificações de intoxicações por agrotóxicos no Mato Grosso do Sul, o gráfico x apresenta a evolução entre os anos de 2001 e 2019. O crescimento, em números absolutos, foi de 28 para 319 notificações no período, um crescimento de 1039%, com um coeficiente angular de desenvolvimento médio de 14,33 casos por ano e  $R^2$  de 0,87. O crescimento foi maior do que o nacional, que foi de 630%, mas, em termos gerais, o Mato Grosso do Sul é apenas o décimo quinto estado com maior crescimento no número de notificações por intoxicações por agrotóxicos entre os anos de 2001 e 2019.

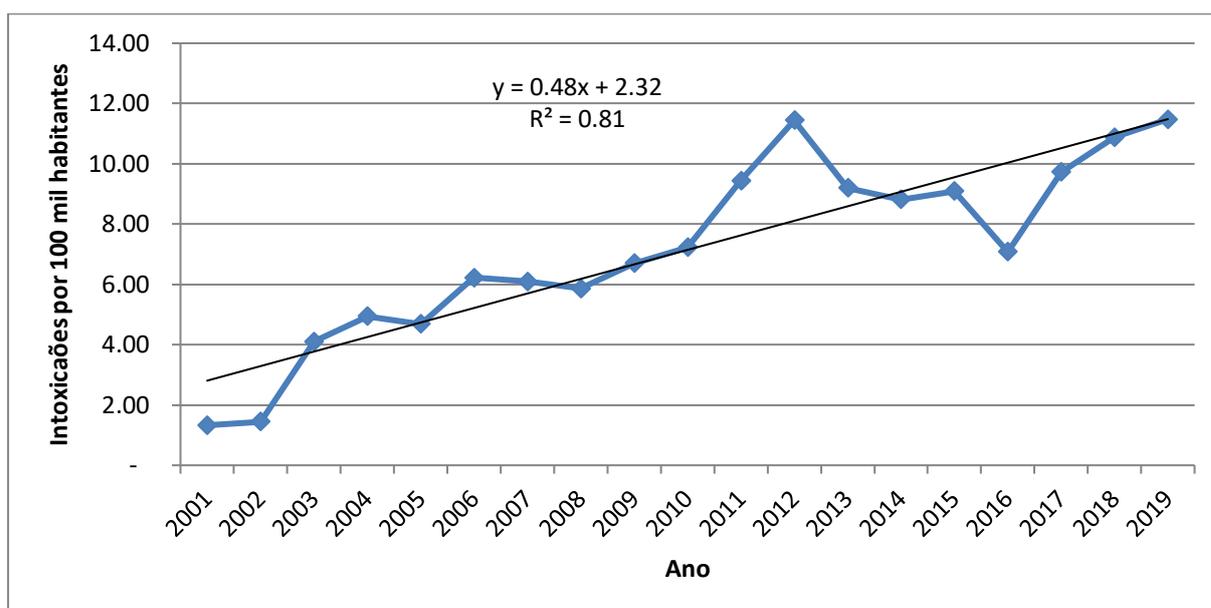
Gráfico 26 - Notificações por intoxicação exógena por agrotóxicos em Mato Grosso do Sul, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus), 2020.

No que tange ao índice de intoxicações por 100 mil habitantes, o Mato Grosso do Sul era, até 2019, o detentor do oitavo maior índice no Brasil. O gráfico x apresenta o desenvolvimento histórico do índice entre os anos de 2001 e 2019. O crescimento bruto, em números absolutos, foi de 1,33 para 11,48 intoxicações por 100 mil habitantes, um desenvolvimento de 765%, volume superior aos 505% de desenvolvimento do índice no Brasil. O coeficiente angular foi de 0,48 intoxicações por 100 mil habitantes por ano, com um  $R^2$  de 0,81.

Gráfico 27 - Índice de intoxicações por 100 mil habitantes no Mato Grosso do Sul, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus) e do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Assim como o Brasil, as variáveis apresentadas no estado do Mato Grosso do Sul tiveram desenvolvimento significativo ao longo do período, o que se reflete no crescimento de índices de produtividade por hectare, consumo de agrotóxicos por hectare e, por fim, no índice de intoxicações por 100 mil habitantes. Consideradas as distinções do estado, como a maior participação da soja – embora com índice em queda ao longo do período –, e o crescimento da participação da cana-de-açúcar, o Mato Grosso do Sul é, assim como a região Centro-Oeste, um estado que ampliou a participação de sua produtividade e de sua área plantada ante o cenário nacional, ocupando posto de elevada relevância no Brasil como um dos principais estados produtores e que, não obstante, exemplificam a tendência a uma concentração da produtividade nas principais *commodities* produzidas no país.

A alta no consumo de agrotóxicos e a tendência crescente nos casos de intoxicações por 100 mil habitantes também seguem, embora com volumes distintos, a crescente que se deu no Brasil entre os anos de 2001 e 2019. Dado o aumento das externalidades – considerando a distribuição do consumo de agrotóxicos e o aumento de casos – os custos decorrentes das notificações por intoxicações por agrotóxicos serão levantados a seguir.

## **5.1. Custos ao sistema de saúde pelas notificações de intoxicações por agrotóxicos no estado do Mato Grosso do Sul**

O cálculo do custo monetário atrelado às intoxicações por agrotóxicos no Mato Grosso do Sul teve como bases de dados o Datasus e o Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA). Os dados anuais de notificação, assim como o custo médio por Autorização de Internação Hospitalar (AIH) e média de ausência laboral – dias de internação, no caso - foram obtidos através do Datasus, e os dados de salário médio por região dos trabalhadores foram obtidos através do IBGE.

As AIHs são documentos que indicam quanto foi gasto pelo sistema de saúde com cada paciente. “É gerado quando ocorre uma internação em um servidor público ou privado/conveniado ao SUS e é enviado ao gestor da Unidade Prestadora de Serviços” (BRASIL, 2019). Através da média de AIH, é possível entender o custo médio de cada CID-10 registrado do Sistema de saúde pública. No caso, o CID-10 para intoxicações exógenas por agrotóxicos é o “X48.7 Envenenamento (intoxicação) acidental por exposição a pesticidas”. Através do Datasus é possível discriminar o custo médio da AIH por doença, por estado e por ano, o que permite, então, que, com o registro de notificações por intoxicações exógenas por agrotóxicos, sejam calculados os custos diretos hospitalares derivados das intoxicações.

Os casos notificados serão retirados do sistema Datasus através de duas tabelas, a de “Intoxicações exógenas - notificações registradas no SINAN NET – Mato Grosso do Sul”, que abrange os anos de 2007 a 2019, e a de “Intoxicações por agrotóxicos registradas no SINAN – Mato Grosso do Sul”, que abrange os anos de 2001 a 2006. As categorias utilizadas para contabilizar as notificações de intoxicações exógenas por agrotóxicos foram: “agrotóxico de uso agrícola”; “agrotóxicos de uso doméstico”; “agrotóxicos de uso em saúde pública”; “raticida”; e “produto veterinário”. O critério de escolha dessas categorias foi determinado pelo Ministério da Saúde, através do Relatório Nacional de Vigilância a Populações Expostas a Agrotóxicos, de 2016.

Quanto ao custo indireto, estimado pela ausência laboral dos trabalhadores, foi utilizado o Sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA), através da tabela “Unidades Locais, pessoal ocupado total, pessoal ocupado assalariado, pessoal assalariado médio, salários e outras remunerações e salário médio mensal, por seção,

divisão e grupo da classificação de atividades (CNAE 2.0), faixas de natureza total e natureza jurídica”. Os dados pertencentes à tabela permitem obter as informações sobre o salário médio dos trabalhadores em diferentes searas. No caso desta dissertação, tendo em vista à prevalência indicada pelas referências bibliográficas, a base salarial usada como referência será a dos trabalhadores rurais do Mato Grosso do Sul.

Uma vez sabido o salário médio do trabalhador rural, será calculado o custo por dia de trabalho, o que permitirá a multiplicação pelos dias de ausência laboral média indicados pelos dias de internação presentes no Datasus. O cálculo em questão permitirá a somatória dos custos indiretos por ausência laboral em função de internação.

Tanto os valores dos custos diretos advindos dos casos notificados e do custo médio por AIH e os custos indiretos da ausência laboral serão atualizados com base no índice IPCA-E, do IBGE, válido a partir de 1995, sendo os valores registrados nos cálculos atualizados para dezembro de 2020..

Sendo assim, a tabela x apresenta os valores levantados anualmente com a estimativa dos custos ao sistema de saúde pública derivados das notificações por intoxicações por agrotóxicos ao sistema de saúde em Mato Grosso do Sul. O valor total do período foi de R\$ 3.995.316,59 no estado, considerando o custo direto pela custo médio de AIH e a quantidade de casos notificados, e o custo indireto da ausência laboral pela salário diário, multiplicado pela média de dias de internação e multiplicado pela quantidade de casos por ano.

Tabela 30 - Custo anual das intoxicações por agrotóxicos no Mato Grosso do Sul, em reais, entre 2001 e 2019.

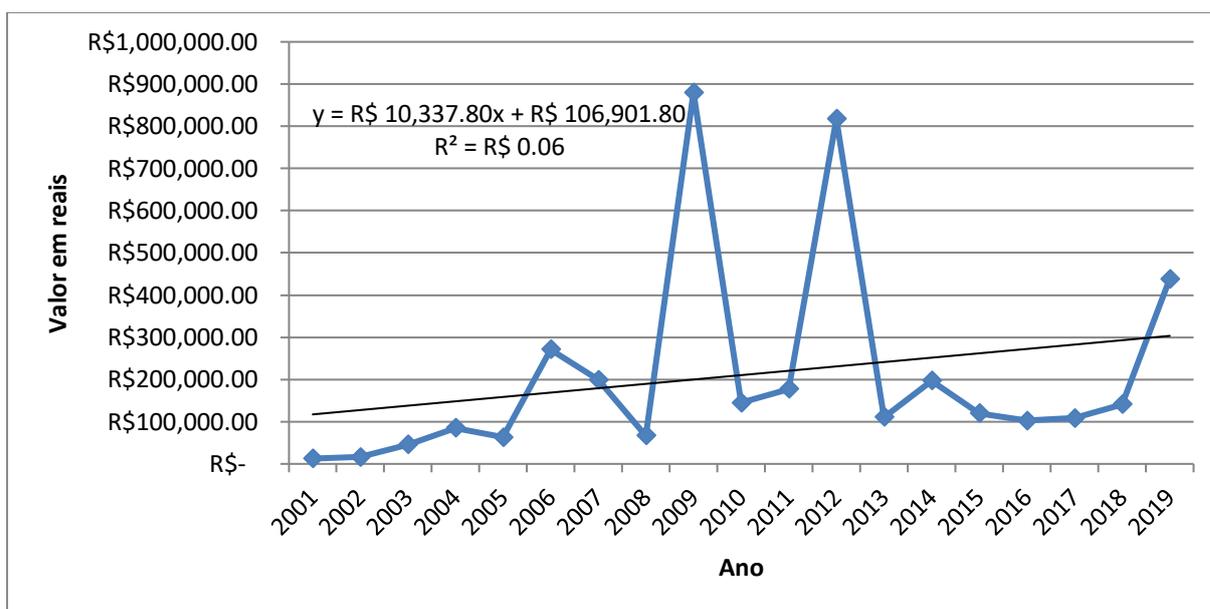
<b>Ano</b>	<b>Casos notificados</b>	<b>Custo médio AIH</b>	<b>Salário médio diário</b>	<b>Média internação</b>	<b>Custo anual</b>
<b>2001</b>	28	R\$ 309,80	R\$ 15,49	2,3	R\$ 12.611,49
<b>2002</b>	31	R\$ 352,41	R\$ 17,62	2,6	R\$ 16.017,14
<b>2003</b>	85	R\$ 373,15	R\$ 18,66	2,4	R\$ 45.528,86
<b>2004</b>	113	R\$ 531,24	R\$ 26,56	3,3	R\$ 84.925,11
<b>2005</b>	108	R\$ 376,68	R\$ 18,83	2,9	R\$ 63.117,05
<b>2006</b>	144	R\$ 1.497,19	R\$ 74,86	4,9	R\$ 271.289,78
<b>2007</b>	138	R\$ 915,37	R\$ 45,77	5,6	R\$ 198.951,90

<b>2008</b>	139	R\$ 232,43	R\$ 11,62	2,6	R\$ 66.665,71
<b>2009</b>	159	R\$ 4.882,94	R\$ 244,15	6,5	R\$ 879.772,08
<b>2010</b>	177	R\$ 555,98	R\$ 27,80	2,6	R\$ 145.046,74
<b>2011</b>	234	R\$ 588,95	R\$ 29,45	1,5	R\$ 176.898,33
<b>2012</b>	286	R\$ 2.264,03	R\$ 113,20	5,1	R\$ 817.180,58
<b>2013</b>	238	R\$ 205,38	R\$ 10,27	2,2	R\$ 110.976,00
<b>2014</b>	231	R\$ 637,58	R\$ 31,88	1,7	R\$ 197.138,96
<b>2015</b>	241	R\$ 211,33	R\$ 10,57	2,2	R\$ 119.668,04
<b>2016</b>	191	R\$ 175,58	R\$ 8,78	2,8	R\$ 102.172,81
<b>2017</b>	264	R\$ 164,75	R\$ 8,24	1,9	R\$ 108.060,96
<b>2018</b>	299	R\$ 144,13	R\$ 7,21	2,6	R\$ 141.058,93
<b>2019</b>	319	R\$ 993,00	R\$ 49,65	3	R\$ 438.236,14
<b>Total</b>	<b>3.425</b>	-	-	-	<b>R\$ 3.995.316,59</b>

Fonte: Elaboração própria com dados Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus) e do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

O gráfico x demonstra a evolução histórica dos custos no período, que, embora tenham nitidamente se elevado ao longo do tempo, não apresentam um padrão de crescimento que indique alguma linearidade ou tendência de crescimento no valor em função do tempo. Uma das razões principais para essa falta de regularidade é a variação elevada do custo médio de AIH no estado, que no ano de 2009, por exemplo, atingiu um crescimento de 2001% em relação ao ano anterior e, no ano seguinte, caiu 778%. Tal irregularidade se deu também, em menor escala, nos anos de 2006 e 2012. A diferença no custo médio por AIH pode ser decorrente dos diferentes efeitos derivados de uma intoxicação aguda e a decorrente demanda de recursos para lidar com cada mazela decorrente das intoxicações em questão – os sintomas das intoxicações agudas, de acordo com o Ministério da Saúde, podem ser de náuseas e vômitos até comas e óbitos.

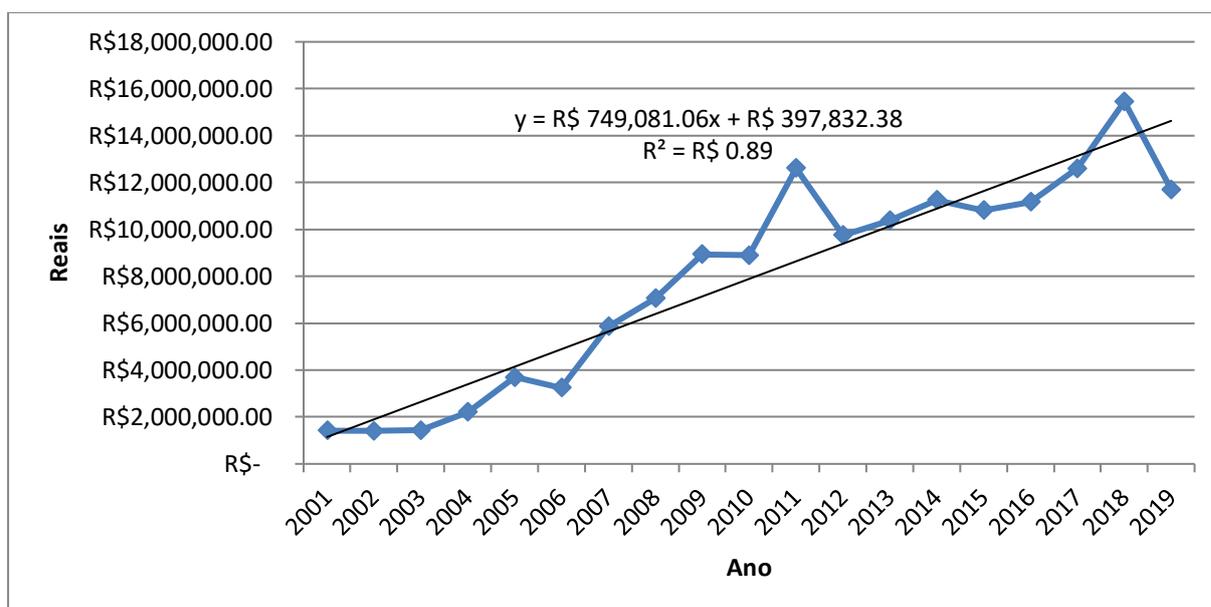
Gráfico 28 - Custo anual, em reais, dos custos ao sistema de saúde no Mato Grosso do Sul por intoxicações por agrotóxicos, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus) e do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Em relação ao custo brasileiro do período, o valor estimado entre os anos de 2001 e 2019 no Mato Grosso do Sul representam aproximadamente 3% do total nacional, que, pelos mesmos critérios de estimação, chega a R\$ 149.884.216,33. O gráfico x apresenta os custos derivados das notificações por intoxicações exógenas por agrotóxicos no Brasil no período. O coeficiente angular brasileiro foi de R\$ 749.081,06 por ano, com  $R^2$  de 0,89. Assim como nas demais variáveis estimadas ao longo desta dissertação, é perceptível um maior grau de explicação do custo estimado anual em função do tempo no caso nacional. A maior quantidade de casos tende a padronizar e reduzir a variação no custo médio de AIH, o que, no caso do Mato Grosso do Sul, causou irregularidades significativas na evolução histórica, além de o Brasil possuir tendências mais bem delineadas em relação à evolução da quantidade de casos em relação ao estado.

Gráfico 29 - Custo anual, em reais, ao sistema de saúde no Brasil por intoxicação por agrotóxicos, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus) e do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

Em relação ao dispêndio total da saúde no estado, o Mato Grosso do Sul obteve, em 2019, em torno de 0,03% dos custos direcionados ao financiamento das despesas provenientes das intoxicações exógenas por agrotóxicos estimadas. Um percentual superior ao brasileiro do mesmo ano, de 0,01%, o que, aliado ao maior índice de intoxicações por 100 mil habitantes no estado, indica uma superioridade na externalidade negativa no âmbito da saúde registrada no Mato Grosso do Sul, embora, como indicado no gráfico 28, seja difícil encontrar um padrão na evolução dos custos hospitalares do estado – sem levar em consideração outros dispêndios derivados de intoxicações crônicas.

## 6. Considerações finais

A estimativa dos custos decorrentes das externalidades à saúde pública pelas intoxicações exógenas por agrotóxicos, tanto a nível nacional como no Mato Grosso do Sul, revelou cifras milionárias que se distribuem ao longo dos anos e, são, de maneira geral, absorvidas e bancadas pelo contribuinte, o que, como trabalhado anteriormente, se encaixa nos entendimentos de externalidades de Pigou (1920) e Bourdieu (1997), sendo estas perceptíveis na seara econômica mais tangível e na influência no ambiente

externo, através das discussões às quais os agrotóxicos são invólucros de antagonismos de caráter econômico e social, e através dos efeitos danosos à saúde humana e ao meio ambiente provocados pela exposição aos pesticidas.

O Mato Grosso do Sul, em 2019, proporcionalmente, direcionou uma fatia mais significativa de seu orçamento direcionado à saúde em prol do dispêndio decorrente das intoxicações exógenas por agrotóxicos, se comparado ao Brasil, mas o valor estimado, além das dificuldades provenientes da alta variabilidade do custo médio de AIH, ainda representa um percentual baixo se comparado às cifras destinadas à saúde e, ainda mais, se colocadas em confronto com as cifras que ornaram o valor de produção do estado.

Porto e Soares (2012), ao considerarem as probabilidades de intoxicação no estado do Paraná e o importe financeiro derivado destas, concluíram que, de maneira geral, para cada dólar gasto em agrotóxicos, poderia ser gerado um custo externo de 1,28 dólares com intoxicações. Aplicando essa lógica ao estado de Mato Grosso do Sul, tendo como base o total gasto em agrotóxicos no ano de 2017 e o valor médio da tonelada (IPEA, 2020), a estimativa para o estado é de que, em 2017, o gasto potencial derivado das intoxicações por agrotóxicos poderia atingir em torno de R\$ 2.590.275.582,52, aproximadamente 17% do valor de produção total do estado no mesmo ano.

Embora não seja possível a aplicação das estimativas feitas por Porto e Soares (2012) ao estado de Mato Grosso do Sul, dadas as diferenças entre os estados e a base de dados distinta para criação de um modelo probabilístico, é notória a diferença flagrante entre as cifras estimadas pela mensuração dos custos derivados das intoxicações registradas e pela aplicação do modelo criado pelos autores para estimar a probabilidade de intoxicação e seus decorrentes importes. A diferença gritante indica que há, potencialmente, uma discrepância enorme entre os casos e registros, implicando em uma subnotificação que dificulta uma estimativa mais fidedigna dos custos ao sistema de saúde.

A mensuração dos custos diretos hospitalares, através dos sistemas oficiais de registros, e dos custos indiretos de ausência laboral são apenas um início para a exploração das externalidades decorrentes do uso de agrotóxicos à saúde pública em uma determinada localidade. Pignati et al. (2017) discorrem sobre uma das principais

dificuldades quanto às estimativas das externalidades negativas do consumo de agrotóxicos:

“A insuficiência de dados sobre o consumo de agrotóxicos, seus tipos e volumes, utilizado nos municípios brasileiros, o desconhecimento do seu potencial tóxico, a carência de diagnósticos laboratoriais e a pressão/assédio de fazendeiros do agronegócio que ocupam cargos públicos, favorecem o ocultamento e a invisibilidade desse importante problema de saúde pública.” (Pignati et al. 2017, pág. )

Como exemplo, as notificações por intoxicações exógenas por agrotóxicos começaram a ser compulsórias no SUS apenas a partir de 2011, o que indica a possibilidade de subnotificação. Além disso, a variabilidade dos sintomas, que podem ter mazelas de cunho mais brando, como enjoos e tonturas, podem, por vezes, não levar as vítimas ao hospital, ou, também, decorrer em diagnósticos mais simplórios e não registrados diretamente como intoxicações exógenas por agrotóxicos.

A subnotificação é reconhecida como problema até mesmo pelo Ministério da Saúde, que entende que os registros de intoxicações, por vezes discrepantes entre os estados, têm um grau de variabilidade em eficiência potencialmente em função das diferentes distribuições e capacidade do sistema de saúde no estado atender às populações em demanda, além das dificuldades no diagnóstico das intoxicações crônicas por agrotóxicos, dadas as manifestações clínicas diversas e os efeitos em longo prazo, que mitigam as possibilidades de associação entre a exposição aos agrotóxicos e às decorrentes patologias (BRASIL, 2016).

São vastos os estudos que tratam as correlações entre a exposição de agrotóxicos e efeitos crônicos à saúde da população exposta. Através da revisão bibliográfica, a presente dissertação teve a possibilidade de acesso a trabalhos como o de Jobim et al. (2010) e de Miranda Filho et al. (2014), que, ao estudar as regiões rurais e metropolitanas do Rio de Janeiro, identificou uma incidência média de incidência de câncer cerca de 40% superior à média nacional, com o agravamento do uso elevado de pesticidas na região como fator de risco. Como exemplo, o custo por câncer de pulmão no Brasil teve a estimativa de um custo de R\$ 78.512,30 mensalmente no ano de 2017 (BALDOTTO et al., 2018), o que, num ano, representa um custo total de R\$ 942.148,00 por paciente num ano.

Uma maior possibilidade no diagnóstico efetivo de casos de intoxicação crônica por agrotóxicos, além de um incremento significativo à estimativa de custos atrelados às externalidades negativas das intoxicações por agrotóxicos à saúde pública, permitiria uma estimativa mais fidedigna do ônus financeiro advindo do consumo de agrotóxicos, uma perspectiva próxima ao que defendem autores como Pignati et al. (2017), e que depende de variáveis como uma maior eficiência do sistema de saúde como um todo nos diagnósticos, além de uma maior cobertura e atendimento às regiões rurais brasileiras, não excluindo, naturalmente, uma necessidade de maior qualidade dos dados fornecidos pela indústria de agrotóxicos e outros estudos que investiguem as relações entre os ingredientes ativos e demais patologias que possam estar associadas.

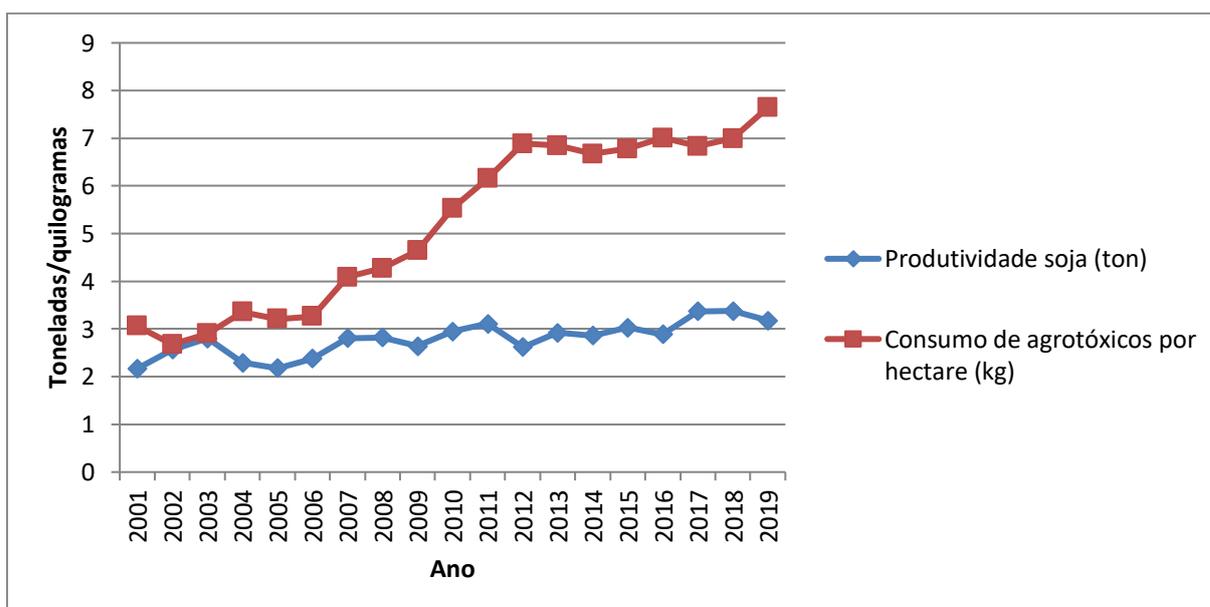
Os agrotóxicos não refletem em externalidades negativas apenas no campo da saúde pública – também refletem em mazelas pertinentes à preservação do meio ambiente -, e seu ônus financeiro não se limita ao custo ao sistema de saúde, pago pelo estado através da coleta de impostos. A indústria de agrotóxicos também possui benefícios fiscais de isenção de impostos, o que é representativo se considerado que, de um lado, as externalidades geradas pelo consumo são fatalmente patrocinadas pelo contribuinte, e por outro as tributações destinadas às empresas que comercializam os pesticidas são mitigados pelo estado. Cunha e Soares (2020), com base no Censo Agropecuário de 2017, estimaram a desoneração fiscal sobre agrotóxicos no Brasil. O cálculo atingiu a casa dos bilhões, sendo, em um ano, um total estimado de R\$ 9,8 bilhões, distribuídos entre ICMS (6,2 bilhões), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) (1,7 bilhão), contribuições sociais (1,5 bilhão) e impostos de importação (472 milhões).

Se levados em consideração os potenciais custos advindos de intoxicações crônicas e as desonerações fiscais à indústria de agrotóxicos, o dispêndio, além de mais acurado, apresentará números de cunho mais expressivo no que tange às externalidades decorrentes do consumo de agrotóxicos na produção. Não obstante, o período entre os anos de 2001 e 2019 é elucidativo quanto aos índices de intoxicação e sua correlação com o consumo de agrotóxicos, que cresceram significativamente mais do que variáveis como área plantada e produtividade bruta.

Embora estas tenham aumentado sua participação em relação às demais culturas produtivas no Brasil, a produtividade das três principais culturas – soja, milho e cana-

de-açúcar – não cresceu significativamente, se comparada ao consumo de agrotóxicos por hectare no período. A soja, a cultura que mais aumentou sua participação em área plantada no Brasil, em 2001, possuía produtividade média de 2,71 toneladas por hectare, volume que subiu aproximadamente 47% no período, para 3,18 toneladas por hectare, com um coeficiente angular de 50 quilogramas por ano e  $R^2$  de 0,67, indicando um grau pouco elevado de explicação da evolução da variável em função do tempo. Em contrapartida, o crescimento do consumo de agrotóxicos por hectare foi de aproximadamente 149%, com coeficiente angular de 300 gramas por ano e  $R^2$  de 0,92. O gráfico 30 demonstra a comparação entre o crescimento das variáveis da produção por hectare da soja (em toneladas) e o consumo de agrotóxicos por hectare (em quilogramas).

Gráfico 30 - Produtividade da soja, em toneladas por hectare, e consumo de agrotóxicos por hectare, em quilogramas, no Brasil, entre 2001 e 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), 2020.

A área plantada da soja entre os anos de 2001 e 2019 cresceu aproximadamente 159%, uma demonstração de que, mais do que um aumento na produtividade média, o crescimento da produção das principais *commodities* se deu, no período, a um aumento na área plantada, que acarretou, por conseguinte, num maior consumo de agrotóxicos. O aumento da participação de uma cultura que tem produtividade média menor do que a média nacional no período, e que demanda, para um aumento de sua produção, um crescimento acentuado em sua área plantada, decorreu numa queda proporcional da

produtividade por hectare em relação ao consumo de agrotóxicos por hectare. Em outras palavras, para cada tonelada produzida no Brasil, é necessário um número cada vez maior de agrotóxicos.

A produtividade média, que cresceu de 10 para 13,28 toneladas, pode ser explicada, também, pelo aumento proporcional da produção de cana-de-açúcar entre os anos de 2001 e 2019, uma cultura que produz, em média, mais de vinte vezes mais por hectare do que a soja, em volume bruto – no período, o crescimento da participação da cana-de-açúcar em relação à produção total brasileira foi de 66,67% para 69,83%.

O consumo de agrotóxicos no Brasil, conforme apresentado anteriormente nesta dissertação, tem correlação ligeiramente superior à área plantada do que em relação à produção bruta. Já em relação à quantidade de intoxicações no Brasil no período, o coeficiente de correlação é ainda mais elevado, o que, aliado ao desenvolvimento das principais culturas produtivas no período, ajuda a delinear o cenário brasileiro entre os anos de 2001 e 2019.

O investimento na produção de soja, a principal cultura em área plantada no Brasil, assim como a concentração de produção e área plantada nas três principais *commodities*, decorreu no crescimento da área plantada, na produção bruta e, em escala ainda maior, no consumo de agrotóxicos. Estes são fortemente correlacionados com as intoxicações no período, que cresceram aproximadamente 630%. A diferença de produtividade média entre as *commodities* ajudou a construir um cenário em que, para a o aumento da produção, é necessário um consumo cada vez superior de agrotóxicos, que, tanto em volume total, quanto em volume relativo, cresce em proporção significativamente superior aos índices de produtividade.

Não obstante, o consumo médio de agrotóxicos por hectare das três principais *commodities* também é revelador quanto ao consumo dos pesticidas no período. A média de litros de agrotóxicos por hectare para a soja é de 17,7, enquanto o cultivo do milho usa aproximadamente 7,4 litros e a cana-de-açúcar usa cerca de 4,8 litros por hectare (PIGNATI et al. 2017). Ou seja, o aumento na produção de soja decorre em uma concentração maior de agrotóxicos por hectare, que por sua vez, tem forte correlação com o índice de intoxicações por 100 mil habitantes.

Em conclusão, o comportamento da produtividade brasileira entre os anos de 2001 e 2019, com um aumento da concentração de área plantada de suas três principais *commodities*, de 61,83% para 78,61%, impulsionado, principalmente, pelo crescimento acentuado da participação da soja, ajuda a esclarecer o aumento das externalidades negativas em relação à saúde pública. A forte correlação entre o consumo de agrotóxicos e o número de intoxicações (0,99), e a também elevada correlação entre o índice de intoxicações por 100 mil habitantes e o consumo de agrotóxicos por hectare (0,98), indica que o investimento na cultura da soja – que possui produtividade média inferior à média nacional e demanda um consumo de agrotóxicos superior às demais principais *commodities* – contribuiu para o aumento nas externalidades negativas no âmbito da saúde, aumentando seus custos, assim como o aumento da área plantada, de maneira geral. Entretanto, dadas às limitações das estimativas em relação aos custos advindos de intoxicações crônicas por agrotóxicos, é difícil mensurar com precisão o volume do custo monetário decorrente do uso de agrotóxicos no âmbito da saúde pública.

Para futuros trabalhos, é necessário amadurecer o entendimento sobre os efeitos crônicos derivados da exposição a pesticidas, mas, sobretudo, buscar formas de mensurar com maior precisão esses efeitos, que, normalmente, só são identificados em longo prazo. Além disso, uma maior compreensão das carências em relação ao atendimento de casos de intoxicações por agrotóxicos no sistema de saúde pública, manifestas pelas discrepâncias entre Unidades da Federação, é vital para estimativas mais precisas a respeito das ocorrências destes casos no Brasil, evitando, assim, a flagrante subnotificação.

## Referências:

ALMEIDA, W., FIUZA, J., MAGALHAES, C. M., JUNGER, C. M. Cad. Saúde Pública vol.1 no.2 Rio de Janeiro. 1985.

ALVES FILHO, J. P. Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos. São Paulo. Editora Annablume, 2002.

ALVES, E.R., CONTINI, E., GASQUES, J.G. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. EMBRAPA Meio Ambiente - Livro Científico, 2008.

ARAÚJO, I.M. M.; OLIVEIRA, A.G. R. C. Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no nordeste brasileiro. Trab. Educ. Saúde. 2017; 15(1):117-129.

BOCCOLINI, P. M.; BUCCOLINI, C. S.; CHRISMAN, J.R. et al. (2017). Non-Hodgkin lymphoma among Brazilian agricultural workers: A death certificate case-control study. Arch. Environ. Occup. Health. 2017.

BOMBARDI, L. M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. Boletim DATALUTA, Presidente Prudente, p. 1-21. 2012.

BORGES, D. E. O processo de institucionalização do uso de agrotóxicos entre pequenos cotonicultores brasileiros (2018). 295 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

BOURDIEU, P. Outline of a Theory of Practice. Cambridge University Press. Cambridge, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Relatório Nacional de Vigilância em Saúde em Populações Expostas a Agrotóxicos. Brasília, 2016.

BRASIL, Projeto de Lei nº 6.299, de 13 de fevereiro de 2002. Disponível em: <[https://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1654426&filename=Tramitacao-PL+6299/2002](https://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1654426&filename=Tramitacao-PL+6299/2002)>. Acesso em Abril de 2020

BRASIL, Projeto de Lei nº 6.670, de 13 de dezembro de 2016. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=5D9421460B24E07672332ABDC3DD2DA8.proposicoesWebExterno1?codteor=1697945&filename=Avulso+-PL+6670/2016](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=5D9421460B24E07672332ABDC3DD2DA8.proposicoesWebExterno1?codteor=1697945&filename=Avulso+-PL+6670/2016)> Acesso em Abril de 2020

BRASIL, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>

PIAUI, Secretaria Estadual de Saúde. Acidentes por agrotóxicos: conhecendo e prevenindo. Piauí, 2006.

BULL, D.; HATHAWAY, D. Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo. Petrópolis: Vozes/Oxfam/Fase, 1986.

CAMPOS J. G.; STÉFANI, D.; MARTINEZ, D. S. T; REZENDE, K. F. O.; SILVA, R. M. C.; ALVES, O. L.; BARBIERI, E. Ecotoxicology and Environmental Safety Histopathological alterations in the gills of Nile tilapia exposed to carbofuran and multiwalled carbon nanotubes. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2016

CANTOR, L. P.; BROWN, L. M.; BURMEISTER, L. F.; EVERETT, G. (1992). Correspondence re: K. P. Cantor et al., pesticides and other agricultural risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota, *Cancer Res.*, 52: 2447-2455, 1992

CARNEIRO, F. F et al., Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, R. Primavera silenciosa. São Paulo: Melhoramentos, 1962.

CARVALHO, M.M.; NODARI, E.S.; NODARI, R.O. "Defensivos" ou "Agrotóxicos"? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002. Rio de Janeiro, 2017.

CHRISMAN, J. R. et al. Pesticide sales and adult male cancer mortality in Brazil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 212, n. 3, p. 310-321, May 2009.

CUNHA, L. N.; SOARES, W. L. Os incentivos fiscais aos agrotóxicos como política contrária à saúde e ao meio ambiente. *Cad. Saúde Pública* vol.36 no.10 Rio de Janeiro 2020 Epub Oct 26, 2020. Rio de Janeiro, 2020.

DELGADO, GC. Modelo de produção agrária no Brasil. Seminário ENFRENTAMENTO AOS IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA E NO MEIO AMBIENTE. Fiocruz, Rio de Janeiro, 4 jun. 2012.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157 p. 1999

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G., FACCHINI, L. A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. *Ciênc. saúde coletiva*. 2007, vol.12, n.1, pp.25-38. 2017.

FOLGADO, C. A. R. Sistema Normativo de Agrotóxicos: Elementos de Contextualização Histórica e Reflexão Crítica. In: FOLGADO, C. A. R. (Org.). Direito e Agrotóxico: reflexões críticas sobre o sistema normativo. 1. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017.

FRANCO, C. R. A formulação da política de agrotóxicos do Brasil (2014). 211 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

FRIEDRICH, K., SOARES, V. E., AUGUSTO, L. G., GURGEL, A. M., SOUZA, M. M. O., ALEXANDRE, V. P., CARNEIRO, F. F. Agrotóxicos: mais venenos em tempos de retrocessos. Okara: geografia em debate, vol. 12, n. 2. João Pessoa, 2018.

GASQUES, J.G., BACCHI, M.R., BASTOS, E.T. Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira de 1975 a 2016. IPEA, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Relatório de comercialização de agrotóxicos. Disponível em: <[https://www.ibama.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=594&Itemid=54](https://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=54)>

KISSMANN, K. G. Agricultura: evolução tecnológica. [S.l.]: BASF, 1996. 31p.

KOIFMAN, S.; KOIFMAN, R. J. & MEYER, A. (2002). Human reproductive disturbances and pesticide exposure in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 18(2): 435-45, mar.- abr. 2002.

KRAWZCYK, N.; MEYER, A.; FONSECA, M.; LIMA, JAIME. Suicide mortality among agricultural workers in a region with intense tobacco farming and use of pesticides in Brazil. *J Occup Environ Med*. 2014 Sep;56(9):993-1000.

LEONEL JÚNIOR, G.. Direito à Agroecologia: a viabilidade e os entraves de uma prática agrícola sustentável. Curitiba: Prismas, 2016.

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

LYZNICKI, M. S., 1997. Educational and information strategies to reduce pesticide risks. *Preventive Medicine*, 26:191-200. 1997.

MCDUFFIE, H. H.; PAHWA, P.; MCLAUGHLIN, J. M.; SPINELLI, J. J.; FINCHAM, S.; DOSMAN, J. A.; ROBSON, D.; SKINNIDER, L. F.; CHOI, N. W. (2001). Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2001 Nov;10(11):1155-63

- MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à revolução verde. Estudos Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, 2000.
- MOURA, L. T. R.; BEDOR, C. N. G.; LOPEZ, R. V. M.; SANTANA, V. S.; ROCHA, T. M. B. S.; WUNSCH FILHO, V.; CURADO, M. P. Exposição ocupacional a agrotóxicos organofosforados e neoplasias hematológicas: uma revisão sistemática. Rev. bras. epidemiol. [online]. 2020, vol.23, e200022. Epub May 11, 2020. ISSN 1980-5497.
- OLIVEIRA, A. (2018). <b>Bourdieu e o dom. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 40(3), e37034.
- OLIVEIRA, M. L.; SANTOS, L. M. P.; SILVA, E. N. Bases metodológicas para estudos de custo da doença no Brasil. Rev. Nutr., Campinas, 27(5):585-595, set./out., 2014.
- OLIVETE, R. A.; THOMAZ JR., A., O uso de agrotóxicos sob a perspectiva das disputas políticas dentro do poder legislativo no Brasil, Revista Geografia em Atos, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, n. 01 v. 07, p. 01-19, mês Dez. Ano 2018.
- PASCHOAL, A.D. Praga, praguicida e a crise ambiental: problemas e soluções. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 1979.
- Pearce D, Crowards T. Assessing the health cost of particulate air pollution in the UK. London: University College London; 1996
- PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; SILVA, L. R. (2010). A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. Revista de Economia, v. 36, n. 1 (ano 34), p. 27-48, jan./abr. 2010. Editora UFPR.
- PEREIRA, R. M. Rachel Carson, ciência e coragem. Primavera Silenciosa, primeiro alerta mundial contra agrotóxicos, faz 50 anos. Porto Alegre, 2012.
- PERES, F.; MOREIRA. J. C. (2003). É veneno ou remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente. Editora FIOCRUZ, 2003, 384 P. Rio de Janeiro, Brasil.
- Petersen P, Dal Sóglio F, Caporal FR. 2009. A construção de uma ciência a serviço do campesinato: trajetória, desafios e perspectivas da Agroecologia nas instituições científico-acadêmicas Brasileiras. Em Agricultura familiar camponesa na construção do futuro (Petersen P, org.). Rio de Janeiro: AS-PTA pp. 85-103.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBORA, J. R.; LEAO, L. H. C.; PIGNATI, M. G. (2017). Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2017, vol.22, n.10, pp.3281-3293. ISSN 1678-4561.

PIGOU, A. *The economics of welfare*. [S.l.]: Macmillan, 1920.

RIBEIRO, C. S.; ROCHA, E. G. (2017). Externalidades negativas decorrentes do uso de agrotóxicos e a insegurança alimentar: uma análise do Supremo Tribunal Federal. *Revista de direito agrário e ambiental*. Brasília, Brasil.

RIGOTTO, R. M. (Org.). *Agrotóxicos, trabalho e saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE*. Fortaleza: UFC, 2011.

SIDRA: sistema IBGE de recuperação automática. (2020). Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/cempre/default>>

SOARES, W. L.; CUNHA, L. N.; PORTO, M. F. S. *Uma política de incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável*, Rio de Janeiro, 2020.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. *Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro*. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1):131-143, 2007

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. *Estimating the social cost of pesticide use: an assessment from acute poisoning in Brazil*. *Ecological Economics*, 2012.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. *Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora*. *Rev. bras. Saúde ocup.*, São Paulo, 37 (125): 17-50, 2012.

SOUZA, M.M. et al. *Agrotóxicos e Agroecologia: enfrentamentos científicos, jurídicos e socioambientais*. Anápolis, 2019.

TAVEIRA, B. L. S.; ALBUQUERQUE, G. S. C. (2018). Análise das notificações de intoxicações agudas, por agrotóxicos, em 38 municípios do estado do Paraná. *Saúde debate* [online]. 2018, vol.42, n.spe4, pp.211-222. ISSN 2358-2898.

TEIXEIRA, J. R. B.; FERRAZ, C. E. O.; COUTO FILHO, J. C. F.; NERY, A. A.; CASOTTI, C. A. (2014). Intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola em estados do Nordeste brasileiro, 1999-2009. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 23(3):497-508, jul-set 2014.

VASCONCELOS, Y. *Agrotóxicos na berlinda*, *Revista Pesquisa Fapesp*, São Paulo, n. 271, Ano 19, p. 18-27, set. 2018.

VAZ, C. M. R.; BONOW, C. A.; PIEXAK, D. R. et al. (2015). Câncer de pele em trabalhadores rurais: conhecimento e intervenção de enfermagem. Rev. Esc. Enferm. USP. 2015; 49(4):564-571. São Paulo, 2015.

VEIGA, M. M. Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental. Ciencia & Saude Coletiva, 12 (1). 145-152. Rio de Janeiro, 2007.