



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

ARTUR STEFFENS

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA FISCALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

CERRO LARGO

2019

ARTUR STEFFENS

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA FISCALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Mario Sergio Wolski

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Steffens, Artur
Geotecnologias aplicadas na fiscalização de
agrotóxicos / Artur Steffens. -- 2019.
52 f.:il.

Orientador: Mario Sergio Wolski.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro Largo, RS ,
2019.

1. Geoprocessamento. 2. Sistemas de Informação
Geográfica. 3. Agrotóxicos. 4. Fiscalização. 5. QGIS. I.
Wolski, Mario Sergio, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

ARTUR STEFFENS

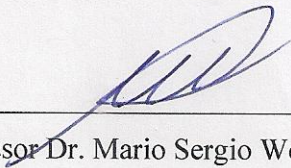
GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA FISCALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Trabalho de conclusão do curso de graduação
apresentado à Universidade Federal da Fronteira
Sul, como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.


Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

05/07/2019


BANCA EXAMINADORA



Professor Dr. Mario Sergio Wolski - UFFS
Orientador



MSc. Silvia Raquel Scherer Wolski – SEAPDR/RS



Prof. Dr. Márcio Antônio Vendruscolo - UFFS

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Fronteira Sul, por proporcionar um ensino de qualidade.

Ao professor orientador Mario Sergio Wolski, pela orientação, apoio e disponibilidade.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, pelos conhecimentos transmitidos durante toda a graduação.

À SEAPDR/RS, pela cedência dos dados e a todos que de alguma ou outra forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha família, pelo apoio, incentivo e esforços realizados, que foram fundamentais para esta etapa da vida.

À minha namorada, pelo companheirismo e carinho.

Aos colegas e companheiros de projetos, pela parceria de tantos anos.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado.

À Deus, pela vida e saúde.

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez” (George Bernard Shaw).

RESUMO

Pela vasta extensão territorial e pelo clima favorável, o Brasil é um dos maiores produtores de grãos do mundo. O modelo de agricultura desenvolvido no país está diretamente relacionado à aplicação de insumos para evitar prejuízos por doenças ou pragas. Entre estes insumos estão os agrotóxicos, cujo manejo inadequado pode vir a provocar danos tanto à saúde humana quanto ao equilíbrio do meio ambiente. Neste sentido, o objetivo deste trabalho consistiu em gerar produtos geoespaciais temáticos para auxiliar as ações de fiscalização de uso de agrotóxicos realizadas pela SEAPDR, responsável pela fiscalização do comércio e uso de agrotóxicos no Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizados dados de propriedades fiscalizadas entre os anos de 2015 e 2019 na área de abrangência da 17ª Supervisão da SEAPDR, afim de verificar a distribuição espacial das ações já realizadas, bem como dados quantitativos de área agrícola e de produção dos cultivos de soja e trigo da safra do ano de 2017 para indicar possíveis regiões onde as ações de fiscalização de uso necessitam maior atenção. Os produtos geoespaciais temáticos gerados revelaram grande potencialidade para o planejamento estratégico das ações de fiscalização, pois permitiram que o mesmo fosse fundamentado em informações que retratam a realidade da região de atuação.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica. Cartografia temática. Geoprocessamento. Agrotóxicos.

ABSTRACT

Due to the vast territorial extension and favorable climate, Brazil is one of the largest grain producers in the world. The model of agriculture developed in the country is directly related to the application of inputs to avoid damages due to diseases or pests. Among these inputs are pesticides, whose inadequate management can cause damage to both human health and environmental balance. In this sense, the objective of this work was to generate thematic geospatial products to assist in the inspection of the use of pesticides by SEAPDR, responsible for the inspection of trade and use of pesticides at Rio Grande do Sul. In order to do so, we used data from inspected properties between the years 2015 and 2019 in the area covered by the 17th Supervision of SEAPDR, in order to verify the spatial distribution of the actions already carried out, as well as quantitative data of agricultural area and crop production of soybeans and wheat from the 2017 harvest to indicate possible regions where enforcement actions need more attention. The thematic geospatial products generated revealed great potential for the strategic planning of inspection actions, since they allowed it to be based on information that portrays the reality of the region.

Keywords: Geographic Information System. Thematic cartography. Geoprocessing. Pesticides.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Porcentagem de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município.....	18
Figura 2 - Mapeamento das cidades fronteiriças.....	25
Figura 3 – Mapeamento dos pontos de acesso terrestre.....	26
Figura 4 - Etapas desenvolvidas para a execução do trabalho.....	28
Figura 5 - Caracterização da pesquisa.....	28
Figura 6 - Situação da área de estudo.....	29
Figura 7 - Distribuição dos municípios da área de estudo.....	37
Figura 8 - Mapa de distribuição populacional.....	38
Figura 9 - Propriedades fiscalizadas entre os anos de 2015 e 2019.....	39
Figura 10 - Áreas de influência das ações de fiscalização de uso de agrotóxicos.....	40
Figura 11 - Área agrícola por município.....	41
Figura 12 - Densidade agrícola por município.....	42
Figura 13 - Produção de soja por hectare agrícola.....	44
Figura 14 - Produção de trigo por hectare agrícola.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Total das vendas de agrotóxicos e afins nas regiões e estados brasileiros no ano de 2017.	17
Quadro 2 - Caracterização dos municípios da área de atuação.	30
Quadro 3 - Área agrícola e densidade agrícola.....	43
Quadro 4 - Índices de produção das principais culturas temporárias.	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Participação no total das vendas de agrotóxicos e afins nas regiões brasileiras – 2017.	16
Gráfico 2 - Classificação Ambiental dos agrotóxicos com registro no MAPA.....	19
Gráfico 3 - Uso e Ocupação do Solo na região de estudo.	31

LISTA DE SIGLAS

AGROFIT	Sistema de Agrotóxico e Fitossanitário
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CSV	<i>Comma-separated values</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LTR	<i>Long Term Release</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MapBiomass	Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PGT	Produto Geoespacial Temático
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SEAPDR	Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural
SEEG/OC	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	Sistema de Informação Geográfica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
2.2	AGROTÓXICOS NO RIO GRANDE DO SUL E NO BRASIL.....	15
2.2	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	20
2.3	AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS	23
2.4	GEOPROCESSAMENTO.....	26
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	PLANEJAMENTO.....	28
3.1.1	Caracterização da área de estudo	29
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO.....	31
3.3	ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS	32
3.4	AQUISIÇÃO DE DADOS COMPLEMENTARES	33
3.5	TRATAMENTO DE DADOS EM SIG	33
3.5.1	Municípios de atuação.....	34
3.5.2	Distribuição da população	34
3.5.3	Propriedades fiscalizadas.....	34
3.5.4	Influência das ações de fiscalização.....	34
3.5.5	Área agrícola e densidade agrícola	35
3.5.6	Produção por área cultivada.....	35
3.5.7	Mapas coropléticos	35

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	37
4.2	MAPA DAS PROPRIEDADES FISCALIZADAS.....	38
4.3	MAPA DE ÁREA CULTIVADA E DENSIDADE AGRÍCOLA	40
4.4	MAPAS DE PRODUÇÃO DAS PRINCIPAIS CULTURAS	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Ao final da década de 1960, se notabilizou no Brasil a chamada Revolução Verde, que, entre outros aspectos, impulsionou a aplicação de agrotóxicos nas plantações brasileiras. Desde então, novas técnicas de cultivo foram desenvolvidas buscando otimizar a produtividade com a utilização de variedades de plantas modificadas que traziam consigo a necessidade de altas cargas de insumos.

O Brasil figura entre os maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, e, diante disso, revela-se uma preocupação relacionada ao correto manejo deste para evitar possíveis contaminações dos solos, das águas superficiais e subterrâneas, e do ar, que podem resultar em desequilíbrio dos ecossistemas locais e problemas para a saúde pública. Observar os procedimentos de indicação e de aplicação de agrotóxicos de maneira adequada diminui os riscos e aumenta a segurança, desde o ato da compra do produto até o destino final das embalagens vazias. Para tanto, os órgãos competentes pela fiscalização do uso e comércio de agrotóxicos devem atuar intensivamente no controle das ações que envolvam o insumo.

A comercialização e o uso de agrotóxicos no país são regulamentados por uma lei aprovada ao final da década de 1980, conhecida como Lei dos Agrotóxicos - Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Esta legislação define regras quanto a diversos aspectos relacionados ao tema, como, por exemplo, a obrigatoriedade do receituário agrônomo prescrito por um profissional legalmente habilitado, garantindo que o agrotóxico seja utilizado de forma correta em uma dose suficiente, visando assegurar a segurança dos envolvidos na aplicação.

Para apoiar as ações de fiscalização do uso de agrotóxicos realizadas pelos órgãos competentes, surgem como uma alternativa interessante as geotecnologias, mais especificamente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que se revelam como ferramentas apropriadas para a gestão e planejamento estratégico de recursos, sejam eles financeiros ou de pessoal, uma vez que os órgãos públicos muitas vezes sofrem com a escassez de ambos.

Os SIG são sistemas computacionais que processam informações geográficas, e é a partir deles que as informações disponíveis são tratadas de forma que resultem em representações cartográficas visando facilitar a compreensão do tema exposto. Já a cartografia temática utiliza da simbologia para representar a realidade, e, por este motivo, demonstra grande valor no seu uso, como no apoio à tomada de decisões por parte dos órgãos públicos.

A produção de mapas temáticos é voltada para a abordagem de um tema em específico de acordo com o interesse do estudo. A representação gráfica deste interesse torna as ações do seu entorno facilitadas, já que a visualização facilita a correlação de fenômenos geográficos.

Portanto, mapear as ações de fiscalização de uso de agrotóxicos é uma forma de produzir material de apoio às tomadas de decisão dos órgãos competentes, visando também a otimização dos recursos disponíveis, revelando o material cartográfico como extremamente conveniente para este tipo de trabalho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Mapear as ações de fiscalização do uso de agrotóxicos por parte da 17ª Supervisão Regional da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) em sua área de atuação.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Produzir material de apoio às tomadas de decisão por parte dos órgãos fiscalizadores;
- Mapear a área de estudo quanto à densidade agrícola por município para indicar a intensidade das atividades de produção de grãos;
- Apontar por meio dos produtos geoespaciais temáticos, regiões onde a fiscalização do uso de agrotóxicos pode ser reforçada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Pela extensa área de plantio, o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos no mundo. O notável crescimento do mercado de agrotóxicos no país está relacionado ao comportamento da agricultura nacional, que se beneficiou das políticas públicas de fomento à produção agrícola. A chamada revolução verde, que surgiu em meados da década de 60 e condicionou a concessão de crédito rural ao uso de insumos agrícolas, pode ser considerada uma das responsáveis pelo aumento nas taxas de uso de agrotóxicos nas produções brasileiras (PIGNATI et al., 2017; TERRA e PELAEZ, 2009; DELGADO, 2005).

Ainda que na atualidade a disseminação de informações seja facilitada pelos diversos meios de comunicação disponíveis, é comum encontrar situações em que o produtor rural, seja por desinformação ou por falta de recursos, não tenha o conhecimento das obrigações envolvidas no uso e comércio de agrotóxicos. Questões como contrabando de agrotóxicos ilegais que entram pelas fronteiras do país com preços atrativos, inexistência de receituários agrônômicos para aplicações de agrotóxicos em dosagens adequadas e a não utilização de equipamentos de proteção individual para a aplicação segura dos agrotóxicos, ainda são bastante recorrentes no Brasil. Como resultado desta negligência, podem ocorrer contaminações do solo, dos sistemas hídricos e do ar, culminando em uma degradação ambiental que tem como consequências prejuízos à saúde humana e desequilíbrio dos ecossistemas (VEIGA et al., 2006).

Em um estudo recente conduzido pelo Ministério da Saúde (2019), foi confirmada a presença de agrotóxicos nas águas de abastecimento de uma a cada quatro cidades brasileiras entre os anos de 2014 e 2017. Empresas de abastecimento de 1.396 municípios constataram a presença do chamado “coquetel dos agrotóxicos”, que conta com 27 pesticidas, e que, por lei, devem obrigatoriamente serem testados. Entre estes, 16 são classificados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como extremamente ou altamente tóxicos e os outros 11 são associados ao desenvolvimento de doenças como o câncer.

2.2 AGROTÓXICOS NO RIO GRANDE DO SUL E NO BRASIL

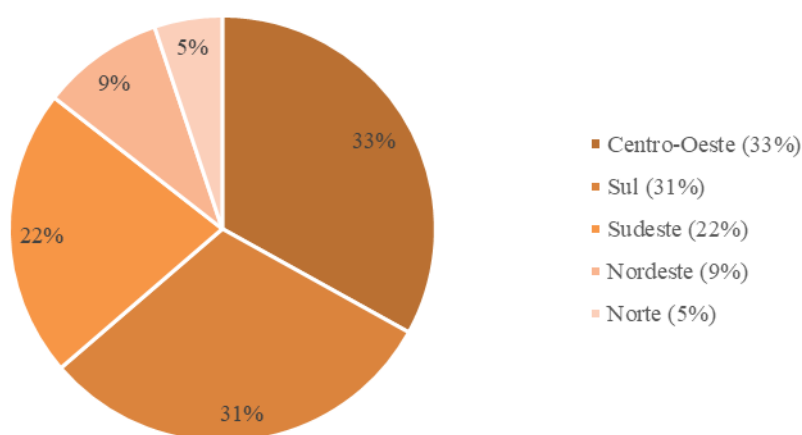
As vendas anuais de agrotóxicos no Brasil entre os anos de 2000 e 2012 cresceram cerca de 194%. Por outro lado, conforme números do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), a área destinada à colheita de lavouras, tanto temporárias como permanentes, cresceu

apenas cerca de 33,5% no mesmo período. Estes dados refletem o aumento excessivo do uso e comercialização de agrotóxicos no cenário nacional nos últimos anos (IBAMA, 2016; SIDRA, 2000-2012).

A venda de agrotóxicos no Brasil atingiu no ano de 2017, a marca de 539.944,95 toneladas de ingrediente ativo¹ (IA), conforme o relatório anual de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2017). De acordo com este relatório, a Região Sul brasileira é a segunda maior região em consumo de agrotóxicos (Gráfico 1) e o estado do Rio Grande do Sul é o terceiro maior consumidor de agrotóxicos do Brasil (Quadro 1).

Com o trabalho de Bombardi (2017), é possível observar a relação de estabelecimentos agrícolas que utilizam agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos no Rio Grande do Sul (Figura 1). Observa-se que a metade norte do estado apresenta uma incidência mais elevada em relação à metade sul do estado, e isto se explica pelos tipos de atividades desenvolvidas em cada uma delas. Enquanto a parte sul do estado pratica em sua grande maioria a pecuária extensiva, caracterizada pelas grandes propriedades, a metade norte do estado explora as culturas da soja, do trigo e do milho como principais atividades agrícolas.

Gráfico 1 - Participação no total das vendas de agrotóxicos e afins nas regiões brasileiras – 2017.



Fonte: Adaptado de IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

¹ Substância química responsável pela ação dos agrotóxicos.

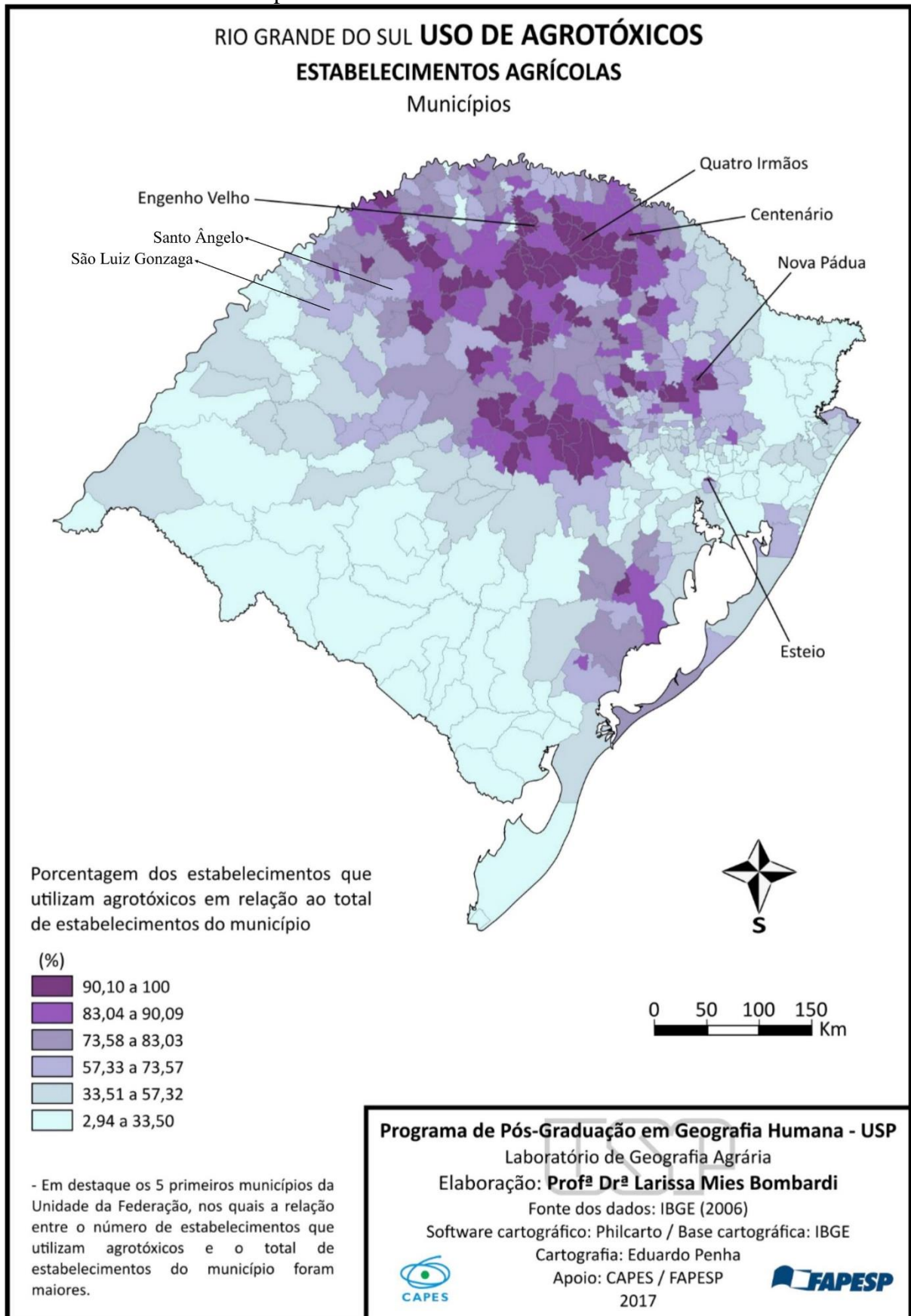
Quadro 1 - Total das vendas de agrotóxicos e afins nas regiões e estados brasileiros no ano de 2017.

Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros – 2017		
Unidade de medida = toneladas de ingrediente ativo (IA)		
Região/Estado(UF)	2017	
	Vendas	%
Norte	27.821,30	5,15
AC	985,57	0,18
AM	149,29	0,03
AP	113,46	0,02
PA	11.606,85	2,15
RO	6.317,19	1,17
RR	338,49	0,06
TO	8.310,45	1,54
Centro-Oeste	178.543,82	33,07
DF	788,12	0,15
GO	43.466,30	8,05
MS	33.650,94	6,23
MT	100.638,47	18,64
Nordeste	50.142,20	9,29
AL	1.647,50	0,31
BA	26.318,44	4,87
CE	617,52	0,11
MA	10.665,83	1,98
PB	787,00	0,15
PE	2.522,40	0,47
PI	6.325,38	1,17
RN	315,16	0,06
SE	942,96	0,17
Sudeste	118.154,86	21,88
ES	3.713,89	0,69
MG	36.541,53	6,77
RJ	666,79	0,12
SP	77.232,66	14,30
Sul	165.282,77	30,61
PR	61.130,01	11,32
RS	70.143,64	12,99
SC	12.628,37	2,34
Sem definição(*)	21.380,75	3,96
Total	539.944,95	100,00

Fonte: Adaptado de IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

(*) Sem definição: corresponde ao somatório das quantidades comercializadas de agrotóxicos e afins cujas empresas titulares dos registros não conhecem com precisão a distribuição territorial das vendas, por ser uma atividade realizada por terceiros.

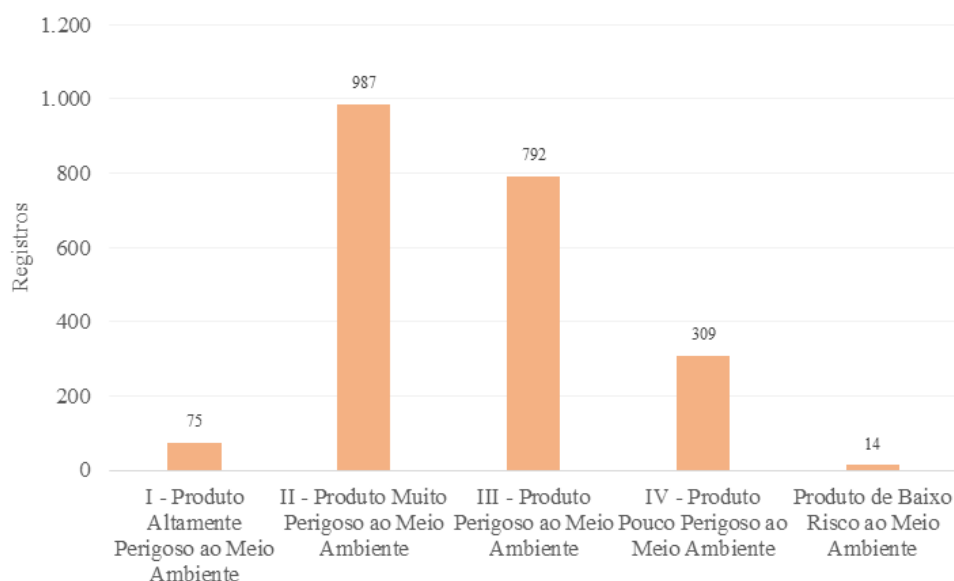
Figura 1 - Porcentagem de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município.



Fonte: Adaptado de Bombardi, 2017.

Atualmente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) conta com o registro de 2.177 produtos formulados. Este número corresponde às variedades de agrotóxicos que possuem o direito de produzir, comercializar, exportar, importar, manipular ou utilizar um agrotóxico, componente ou afim. A classificação do potencial de periculosidade ambiental dos agrotóxicos registrados está apresentada no Gráfico 2 (AGROFIT, 2019; BRASIL, 2002).

Gráfico 2 - Classificação Ambiental dos agrotóxicos com registro no MAPA.



Fonte: Adaptado de AGROFIT, 2019.

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da ANVISA, em seu relatório de atividade do ano de 2010, revelou, a partir de análises de amostras coletadas em todos os 26 estados do Brasil, que um terço dos alimentos consumidos pelos brasileiros apresenta contaminação por agrotóxicos (ANVISA, 2011).

A aplicação de agrotóxicos ocorre em sistemas abertos, ou seja, no meio ambiente, impossibilitando medidas de controle, uma vez que não existem formas de isolar as fontes de contaminação e proteger os recursos naturais como a água, o solo e o ar dentro dos ecossistemas. Desta forma, a exposição aos agrotóxicos por parte dos consumidores e trabalhadores acontece de forma difusa e indeterminada, pois os mesmos estão presentes no ambiente de trabalho do agricultor e no alimento que chega à mesa da população. Aliado a este fator está o problema da contaminação por deriva, que se caracteriza pelo desvio da trajetória impedindo que o agrotóxico atinja o alvo desejado, fazendo com que áreas próximas da aplicação fiquem vulneráveis. Para solucionar este problema, alguns países adotaram uma faixa de segurança

onde o produto não é aplicado, visando proteger as áreas vizinhas (CARNEIRO et al., 2015; SNOO e WIT, 1998; SILVA, 1999).

Esta exposição da população aos agrotóxicos é um grande problema para a saúde pública em todo o mundo, com destaque para os países subdesenvolvidos, onde os envolvidos muitas vezes desconhecem os riscos e as normas de segurança que decorrem da falta de investimento fiscalização e do livre comércio dos agrotóxicos. Todos estes aspectos contribuem para o desencadeamento de doenças decorrentes de intoxicações por agrotóxicos (SIQUEIRA et al., 2013).

Os principais impactos para a saúde pública e equilíbrio ambiental, decorrentes da produção agrícola, são as poluições e/ou contaminações e as intoxicações agudas e crônicas derivadas da aplicação de agrotóxicos, que ocorrem em todas as etapas da cadeia produtiva (CARNEIRO et al., 2015).

É de extrema importância controlar as ações que envolvam o uso dos agrotóxicos no país, como forma de proteger tanto os recursos naturais quanto a saúde pública, uma vez que a exposição aos agrotóxicos causa severos danos ao ser humano, como aponta o estudo de Jobim et al. (2007), no qual os resultados obtidos indicam que a influência da exposição a agrotóxicos pode ser um fator contribuinte para uma maior taxa de neoplasias (tumores) observadas na microrregião de Ijuí/RS, noroeste do estado do Rio Grande do Sul, onde a aplicação dos químicos é bastante acentuada.

2.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Pode-se afirmar que a preocupação mundial acerca da regulamentação dos agrotóxicos surgiu a partir da obra publicada pela bióloga americana Rachel Carson em 1962, intitulada *Primavera Silenciosa*. De acordo com Silva Lopes (2011), a narrativa descreve o silêncio que caracterizou aquela primavera em função de uma série de acontecimentos de origem antrópica que quebram a harmonia natural do mundo. Segundo Carson (1962), os interesses corporativos das indústrias químicas estavam à frente da preocupação com a saúde pública, e devido a este fato, estas indústrias tentaram dificultar de todas as formas a publicação da obra, financiando também diversas pesquisas afim de comprovar que os agrotóxicos apresentavam dosagens seguras de utilização.

Neste cenário de debates a respeito de regulamentações dos agroquímicos, o Brasil promulga em 1989 aquela que viria a ser a base da legislação específica sobre agrotóxicos, a Lei Federal nº 7.802 de 1989, conhecida como Lei dos Agrotóxicos, que em conjunto com o

Decreto regulamentador nº 4.074 de 2002, servem de referência ao se tratar do assunto. Esta legislação surgiu da necessidade de atualizar o Decreto nº 24.114 de 1934, e representou, na época, um grande avanço ao instituir regras de avaliação de impacto ambiental e à saúde do trabalhador e do consumidor (FRANCO, 2014). Ambos apontam critérios para a regulação dos agrotóxicos em território nacional.

A Lei nº 7.802 define os agrotóxicos como:

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

Tomita (2005) afirma que a legislação visa proteger o meio ambiente e a saúde humana por dispor inclusive sobre a embalagem dos produtos como forma de impedir que ocorra problemas de vazamento seguido de contaminação, além de constituir normas e advertências que devem constar nos rótulos das embalagens e propagandas comerciais, informando aos usuários sobre o risco para o meio ambiente e alertando o trabalhador responsável pela aplicação do produto.

A produção, manipulação, importação, exportação, comercialização e utilização de agrotóxicos em território nacional, depende diretamente do registro no órgão federal responsável, atendendo sempre as diretrizes impostas pelos setores da agricultura, saúde e meio ambiente, representados pelo MAPA, ANVISA, e IBAMA, respectivamente (BRASIL, 2002).

Para a obtenção do registro do produto, é necessária uma avaliação de resultados provenientes de estudos prévios que indicam a eficiência agronômica e os impactos à saúde pública e ao meio ambiente. A partir da nova legislação, o registro de um novo agrotóxico é permitido apenas se o mesmo apresentar menor ou igual toxicidade aos anteriormente registrados com a mesma finalidade. Desta maneira, fica assegurada a tentativa de controle da redução de impactos significativos (GARCIA GARCIA, BUSSACOS e FISCHER, 2005).

O artigo 5 do Decreto Federal nº 4.074/2002 designa as seguintes responsabilidades ao MAPA:

Art. 5º Cabe ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento:
I - avaliar a eficiência agronômica dos agrotóxicos e afins para uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas florestas plantadas e nas pastagens; e

II - conceder o registro, inclusive o RET, de agrotóxicos, produtos técnicos, pré-misturas e afins para uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas florestas plantadas e nas pastagens, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente (BRASIL, 2002).

Já as responsabilidades que recaem sobre o Ministério da Saúde (MS), representado pela ANVISA, estão apresentadas no artigo 6 do Decreto Federal nº 4.074/2002:

Art. 6º Cabe ao Ministério da Saúde:

I - avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, seus componentes, e afins;

II - avaliar os agrotóxicos e afins destinados ao uso em ambientes urbanos, industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública, quanto à eficiência do produto;

III - realizar avaliação toxicológica preliminar dos agrotóxicos, produtos técnicos, pré-misturas e afins, destinados à pesquisa e à experimentação;

IV - estabelecer intervalo de reentrada em ambiente tratado com agrotóxicos e afins;

V - conceder o registro, inclusive o RET, de agrotóxicos, produtos técnicos, pré-misturas e afins destinados ao uso em ambientes urbanos, industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura e do Meio Ambiente; e

VI - monitorar os resíduos de agrotóxicos e afins em produtos de origem animal (BRASIL, 2002).

E, por fim, as competências que cabem ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), representado pelo IBAMA, estão descritas no artigo 7º do Decreto Federal nº 4.074/2002:

Art. 7º Cabe ao Ministério do Meio Ambiente:

I - avaliar os agrotóxicos e afins destinados ao uso em ambientes hídricos, na proteção de florestas nativas e de outros ecossistemas, quanto à eficiência do produto;

II - realizar a avaliação ambiental, dos agrotóxicos, seus componentes e afins, estabelecendo suas classificações quanto ao potencial de periculosidade ambiental;

III - realizar a avaliação ambiental preliminar de agrotóxicos, produto técnico, pré-mistura e afins destinados à pesquisa e à experimentação; e

IV - conceder o registro, inclusive o RET, de agrotóxicos, produtos técnicos e pré-misturas e afins destinados ao uso em ambientes hídricos, na proteção de florestas nativas e de outros ecossistemas, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Saúde (BRASIL, 2002).

A legislação define ainda as competências fiscalizadoras aos órgãos estaduais e do Distrito Federal. É de responsabilidade dos estados brasileiros, a partir de seus órgãos competentes, fiscalizar ações que tratam do uso e consumo dos agrotóxicos, dos

estabelecimentos comerciais, de armazenamento e prestação de serviços, da devolução e destinação adequada dos produtos apreendidos pela ação fiscalizadora, do transporte, do armazenamento, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias e de produtos apreendidos por ação fiscalizadora que sejam impróprios para utilização ou em desuso e a avaliação de resíduos em produtos agrícolas e subprodutos (BRASIL, 2002).

Já a legislação do estado do Rio Grande do Sul que trata sobre a regulação dos agrotóxicos, é o Decreto nº 7.747 de 22 de dezembro de 1982. Este, manteve a exigência do receituário agrônomo expedido por técnico legalmente habilitado e proibia o uso dos agrotóxicos organoclorados. Os organoclorados são um problema ambiental, por apresentarem lenta degradação no meio ambiente e por terem a capacidade de se acumular no organismo causando danos à saúde humana (CAMPOS et al., 2015).

2.3 AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

A legislação brasileira define a fiscalização como a ação direta dos órgãos competentes, caracterizada com poder de polícia, com objetivo de verificar o cumprimento da legislação específica (BRASIL, 2002). Esta responsabilidade recai sobre os órgãos estaduais e do Distrito Federal responsáveis pelos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, quando se tratar de:

- a) uso e consumo dos produtos agrotóxicos, seus componentes e afins na sua jurisdição;
- b) estabelecimentos de comercialização, de armazenamento e de prestação de serviços;
- c) devolução e destinação adequada de embalagens de agrotóxicos, seus componentes e afins, de produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso;
- d) transporte de agrotóxicos, seus componentes e afins, por qualquer via ou meio, em sua jurisdição;
- e) coleta de amostras para análise de fiscalização;
- f) armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias e dos produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso; e
- g) resíduos de agrotóxicos e afins em produtos agrícolas e seus subprodutos (BRASIL, 2002).

Desde a década de 1970, o Brasil regula o registro, a produção, o uso e o comércio dos agrotóxicos no seu território. Porém, Lopes e Albuquerque (2018) apontam uma frouxidão nestes processos, como por exemplo, a liberação de produtos proibidos em diversos países e

indicam que a fragilidade está na fiscalização e nas medidas adotadas para que a legislação seja cumprida.

As ações de fiscalização são exercidas por agentes credenciados pelos órgãos responsáveis, havendo formação profissional que o torne hábil para exercício das atribuições. A legislação, por meio do artigo 74 do Decreto Federal 4.074/2002, garante aos agentes livre acesso aos locais que envolvam a industrialização, o comércio, a armazenagem, e a aplicação dos agrotóxicos, podendo ainda:

- I - coletar amostras necessárias às análises de controle ou fiscalização;
- II - executar visitas rotineiras de inspeções e vistorias para apuração de infrações ou eventos que tornem os produtos passíveis de alteração e lavrar os respectivos termos;
- III - verificar o cumprimento das condições de preservação da qualidade ambiental;
- IV - verificar a procedência e as condições dos produtos, quando expostos à venda;
- V - interditar, parcial ou totalmente, os estabelecimentos ou atividades quando constatado o descumprimento do estabelecido na Lei nº 7.802, de 1989, neste Decreto e em normas complementares e apreender lotes ou partidas de produtos, lavrando os respectivos termos;
- VI - proceder à imediata inutilização da unidade do produto cuja adulteração ou deterioração seja flagrante, e à apreensão e interdição do restante do lote ou partida para análise de fiscalização; e
- VII - lavrar termos e autos previstos neste Decreto (BRASIL, 2002).

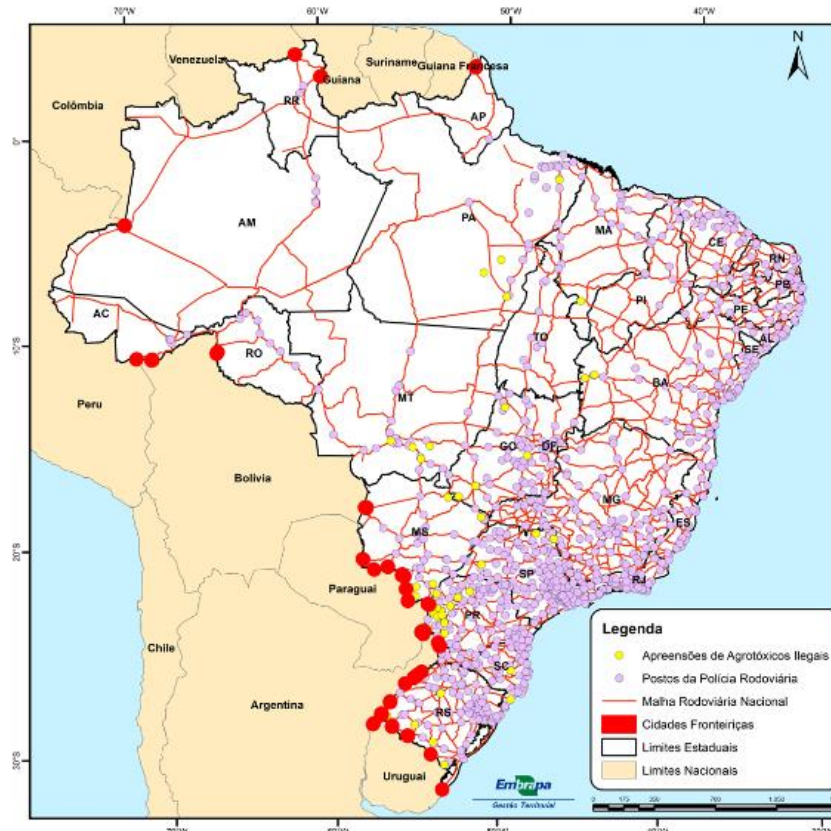
A chamada Lei dos Agrotóxicos de 1989 pode ser considerada um marco da preocupação do país com o correto manuseio e o descarte das embalagens vazias, assim como a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída a partir da Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010, que obriga a estruturação e implementação do sistema da logística reversa para produtos que, entre outros, constituam resíduos perigosos. Esta logística independe dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e, portanto, é obrigatoriedade para os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes (LABINAS e ARAUJO, 2016; BRASIL, 2010).

Já a obrigatoriedade do receituário agrônomico imposta pela Lei Federal nº 7.802/89, prescrita por profissionais legalmente habilitados, representa uma tentativa de controle da comercialização e utilização dos agrotóxicos. Esta prescrição formalizada serve como instrumento legal para buscar reverter os problemas ambientais e de saúde pública no país, gerados pelo uso indiscriminado dos agrotóxicos (BRASIL, 1989; FILHO, 2000).

Outro aspecto relacionado ao controle dos agrotóxicos, é a utilização de produtos ilegais, que, por sua natureza, podem oferecer riscos à saúde humana e apresentar efeitos indesejáveis

no ambiente. Farias, Mingoti e Spadotto (2017) classificam os agrotóxicos ilegais em três grupos distintos, sendo eles: (I) Agrotóxicos Ilegais Contrabandeados; (II) Agrotóxicos Legais Contrabandeados e (III) Agrotóxicos Ilegais Falsificados. Estas três classes apresentam, segundo o autor, características comuns de ingresso no país, como, por exemplo, rodovias, aeroportos e portos, que, portanto, devem ser monitorados de forma extensiva. Este monitoramento pode ser realizado com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, gerando materiais de subsídio para a fiscalização da entrada de agrotóxicos ilegais em território nacional, como pode ser observado nas Figuras 2 e 3. Para a realização do trabalho de Farias, Mingoti e Spadotto (2017), foram levantadas as ocorrências de apreensão de agrotóxicos amplamente divulgadas pela mídia nos últimos anos, que então foram estruturadas em um banco de dados para localização espacial de cada uma delas. Os círculos amarelos representam as apreensões realizadas, sendo possível observar que estas localizam-se em sua grande maioria na região compreendida pelos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, que fazem fronteira com o Paraguai. Estas regiões correspondem às áreas próximas a fronteiras terrestres, o que pode indicar um maior número de ações de fiscalização ou um maior movimento de produtos ilegais nestas áreas.

Figura 2 - Mapeamento das cidades fronteiriças.



Fonte: Farias, Mingoti e Spadotto (2017).

Figura 3 - Mapeamento dos pontos de acesso terrestre.



Fonte: Farias, Mingoti e Spadotto (2017).

2.4 GEOPROCESSAMENTO

Geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de técnicas, conceitos e métodos que estão associados ao desenvolvimento tecnológico recente, que transformam uma base de dados georreferenciados em informação relevante. Se levarmos em consideração que, em torno de 80% da informação disponível no mundo tenha um componente espacial, as geotecnologias abrangem uma grande porção de atividades (FAVRIN, 2009; XAVIER DA SILVA, 2009).

A busca por soluções eficazes de problemas de planejamento público está relacionada ao contorno de fatores que as tornam complexas por muitas vezes. Por consequente, a tomada de decisões necessita de ferramentas que possam servir de suporte para indicar uma solução ótima, e, como consequência, resultar em economia de recursos (CORDAO, RUFINO E ARAUJO, 2013).

Ferramentas computacionais destinadas ao geoprocessamento permitem realizar análises complexas, integrando dados de diversas fontes e criando bancos de dados georreferenciados. Em uma visão moderna de gestão territorial, qualquer ação de planejamento

ou monitoramento do espaço deve incluir uma análise dos diferentes componentes ambientais. Neste sentido, os mapas temáticos visam caracterizar a organização do espaço, servindo como base para o estabelecimento de ações e estudos futuros (CÂMARA e MEDEIROS, 1996).

Os mapas temáticos buscam representar o relacionamento estrutural de um tema selecionado, podendo pertencer ao grupo qualitativo ou quantitativo. Os qualitativos objetivam a apresentação de dados nominais, por exemplo, indicar o local que tem maior a produtividade de uma cultura. Já os mapas quantitativos, representam a distribuição espacial de dados numéricos, pois, na maioria das vezes, apenas uma variável é escolhida e esta tem sua representação variada de local para local, usando o mesmo exemplo da produção de uma área rural, neste caso, estaria representada a produção por região (MIRANDA, 2010).

Para Longley et al. (2013), conforme o valor de licença para uso dos SIG se torna cada vez mais barato, a sua aplicação no apoio à tomada de decisão em órgãos governamentais passou a ocorrer de forma mais comum, em todos os níveis, desde o bairro até o nacional.

Com a difusão de softwares de código aberto (*Open Source Initiative*), a iniciativa pública demonstra grande interesse em relação ao seu uso e aplicação. Os projetos de softwares livres, surgem pelo crescimento das comunidades de interesse compartilhado, e o seu sucesso está diretamente relacionado com o interesse pela constante evolução, como no caso do SIG de código aberto QGIS® (MIRANDA, 2010).

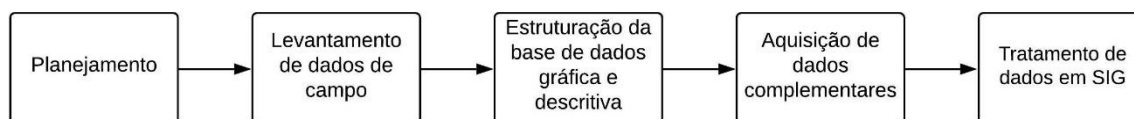
O QGIS® é um SIG que dispõe de um número crescente de funcionalidades, sendo elas nativas ou complementos que podem ser instalados de acordo com a necessidade específica do usuário. Ele permite o trabalho com formatos vetoriais, rasters, bases de dados e funcionalidades, resultando na visualização, gerência, edição, análise de dados e criação de mapas (QGIS, 2019).

O trabalho gerado a partir do uso das geotecnologias, ou ainda, em um SIG, permite uma ampla gama de benefícios. As aplicações do dia-a-dia têm seu foco voltado para aspectos práticos como custo-benefício, provisão de serviços, performance de sistemas e vantagem competitiva. Porém, a aplicação estratégica mais interessante ao sistema de gestão pública envolve a criação e avaliação de cenários com base em diversos fatores da realidade local. (LONGLEY et al., 2013).

3 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho seguiu as etapas ilustradas na Figura 4 e teve o apoio da 17ª Supervisão Regional SEAPDR para o levantamento de dados de campo.

Figura 4 - Etapas desenvolvidas para a execução do trabalho.



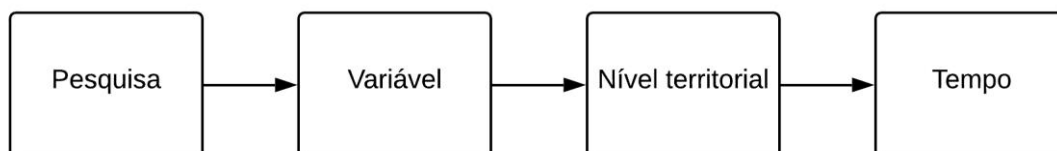
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A metodologia se desenvolveu em função da geração dos Produtos Geoespaciais Temáticos (PGT) que representam: (i) os municípios da área do estudo; (ii) a distribuição populacional; (iii) a distribuição espacial das propriedades fiscalizadas; (iv) a influência das ações de fiscalização; (v) a área agrícola de cada município da área do estudo; (vi) a densidade de áreas agrícola de cada município; (vii) a produção por área cultivada das principais culturas da região.

3.1 PLANEJAMENTO

A fase de planejamento envolve a delimitação do estudo quanto à pesquisa a ser desenvolvida, a caracterização da variável em estudo e a caracterização espaço-temporal do estudo (Figura 5).

Figura 5 - Caracterização da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

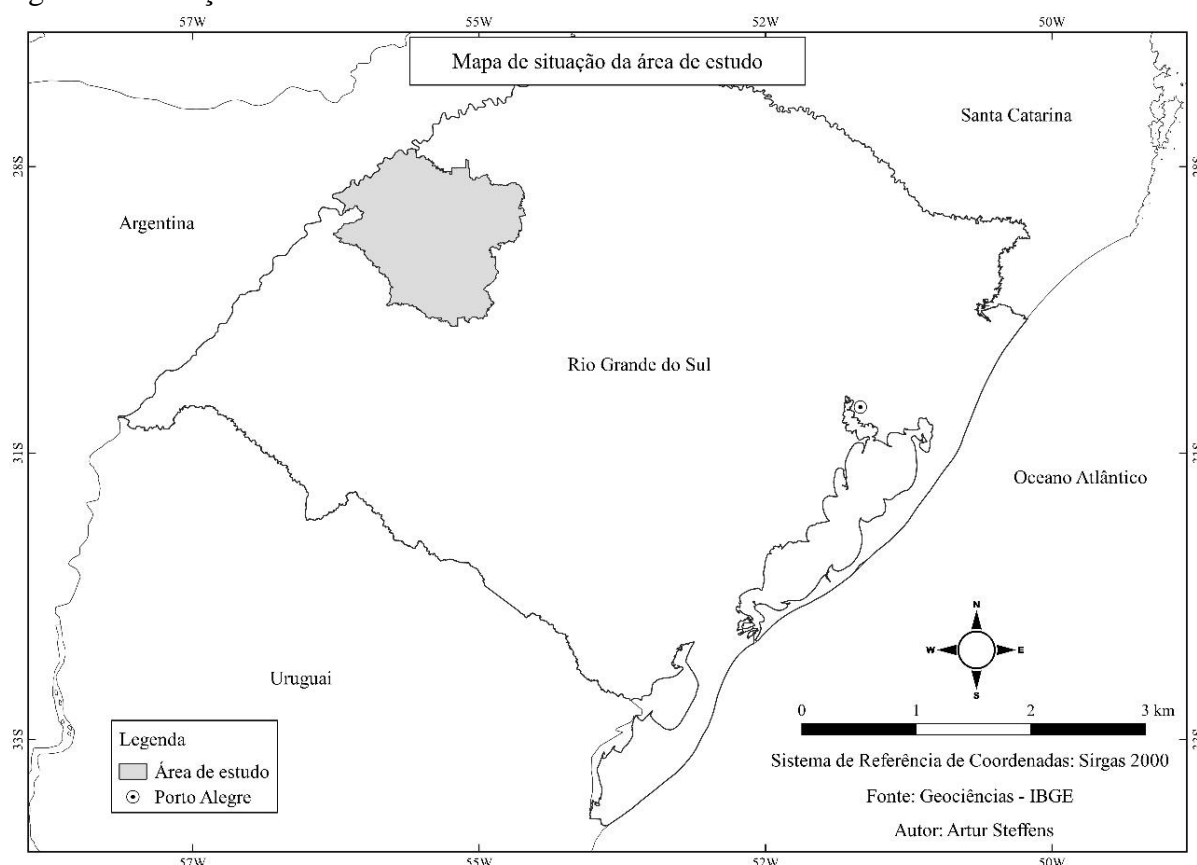
A pesquisa em questão buscou obter PGT para servir de apoio às ações de fiscalização de uso de agrotóxicos realizadas pela 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS. As variáveis caracterizam-se como quantitativas, pois referem-se a dados de propriedades fiscalizadas,

habitantes por município, áreas agrícolas e produção de grãos. O nível territorial limita-se aos municípios de atuação da 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS descritos na caracterização da área de estudo, e a caracterização temporal se limita aos dados coletados entre os anos de 2015 e 2019.

3.1.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo abrange os 28 municípios de atuação da 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS, como pode ser visualizado na Figura 6 abaixo, e fica localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Figura 6 - Situação da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os municípios estão listados na Quadro 2, onde consta também sua respectiva área, população estimada no ano de 2018, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e o tamanho do módulo fiscal. A área contempla um total de 1.715.064 hectares, que correspondem a cerca de 6,09% do território total do estado do Rio Grande do Sul e abriga em torno de 2,52% da população do estado.

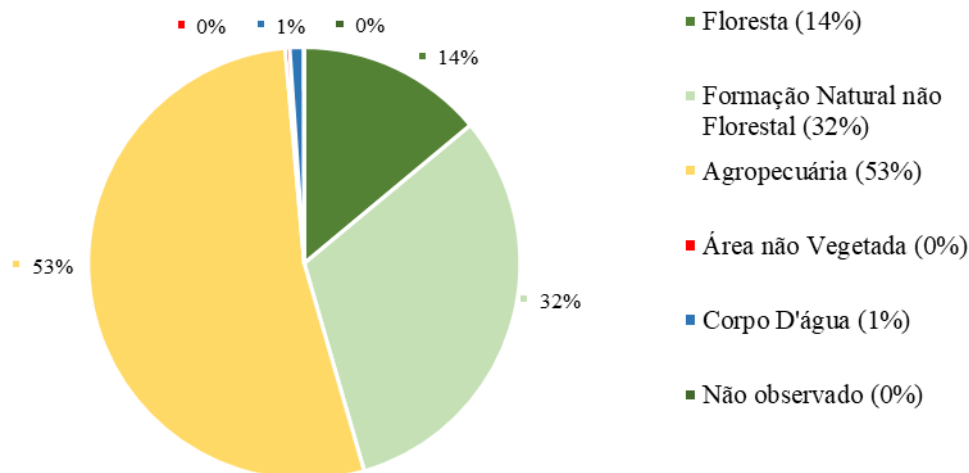
Quadro 2 - Caracterização dos municípios da área de atuação.

Município	População (habitantes)	Área (ha)	Módulo Fiscal (ha)
Bossoroca	6.356	161.005,60	20
Caibaté	4.856	26.056,10	20
Capão do Cipó	3.602	100.779,60	35
Cerro Largo	14.074	17.662,70	20
Dezesseis de Novembro	2.478	21.780,00	20
Entre-Ijuís	8.542	55.265,70	20
Eugênio de Castro	2.458	41.726,00	20
Garruchos	2.963	80.373,70	20
Guarani das Missões	7.614	29.078,30	20
Itacurubi	3.470	112.087,40	28
Mato Queimado	1.665	11.509,80	20
Pirapó	2.357	29.372,30	20
Porto Xavier	10.301	28.192,90	20
Rolador	2.352	29.531,40	20
Roque Gonzales	6.899	34.805,60	20
Salvador das Missões	2.732	9.431,20	20
Santiago	49.493	241.419,50	35
Santo Ângelo	77.620	68.093,00	20
Santo Antônio das Missões	10.305	171.086,90	20
São Luiz Gonzaga	33.668	129.583,70	20
São Miguel das Missões	7.663	122.792,70	20
São Nicolau	5.325	48.558,80	20
São Paulo das Missões	5.863	22.413,60	20
São Pedro do Butiá	2.946	10.734,80	20
Sete de Setembro	1.990	12.927,60	20
Ubiretama	2.049	12.595,60	20
Unistalda	2.354	60.238,70	35
Vitória das Missões	3.177	25.960,90	20

Fonte: IBGE, 2019.

O clima da região é classificado a partir do sistema de classificação de Köppen como sendo do tipo Cfa II (II 2), que tem por características um clima subtropical úmido sem período de estiagem definido (MORENO, 1961). A área tem por característica de uso e ocupação do solo o intenso desenvolvimento de atividades agropecuárias, como pode se observar na Gráfico 3, em levantamento realizado a partir dos dados disponibilizados pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas) para o ano de 2017.

Gráfico 3 - Uso e Ocupação do Solo na região de estudo.



Fonte: MapBiomias, 2019.

A região apresenta módulos fiscais² que variam de 20 a 35 hectares, caracterizando-a basicamente por pequenas propriedades de agricultura familiar, com 1 a 4 módulos fiscais, variando até médias propriedades de 4 a 15 módulos fiscais.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

As ações de fiscalização de uso, comercialização e prestação de serviços na aplicação de agrotóxicos foram desempenhadas pelos Fiscais Estaduais Agropecuários da 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS, e seguem o Manual de Fiscalização, divulgado no Diário Oficial do Estado no dia 15 de agosto de 2017. Neste manual, constam instruções aos fiscais responsáveis pelas visitas, tanto às propriedades particulares dos produtores rurais, quanto aos estabelecimentos comerciais que comercializem agrotóxicos e afins.

Entre os aspectos a serem vistoriados em uma ação de fiscalização, estão o receituário agrônômico e as notas fiscais, que são documentos que garantem que o produto foi prescrito por profissional legalmente habilitado e que o produto foi adquirido de forma legal, garantindo a sua origem e certificando que o mesmo está registrado no MAPA. Este tipo de ação reduz significativamente o comércio ilegal de agrotóxicos oriundos de contrabando, por exemplo.

² O módulo fiscal, unidade de medida agrária, foi instituído pela Lei Federal nº 6.746 de 10 de dezembro de 1979 e representa a mediana dos módulos rurais dos municípios.

Já o armazenamento, outro aspecto fiscalizado, deve seguir as instruções da norma ABNT NBR 9843-2/2013, seguindo ainda a Portaria Conjunta FEPAM/SEMA/SEAPI nº 04 de 19 de fevereiro de 2018, que determina os requisitos exigíveis para o armazenamento dos agrotóxicos. A normatização do armazenamento garante a segurança do depósito a quem estiver envolvido, assim como, também, diminui os riscos de possíveis danos ambientais e consequentes responsabilizações criminais dos passíveis que podem vir a surgir.

A destinação das embalagens vazias é mais um aspecto a ser fiscalizado. Conforme o artigo 6º da Lei 7802 de 11 de julho de 1989, os usuários de agrotóxicos devem realizar a devolução das embalagens vazias aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridas conforme as indicações descritas na bula, obedecendo o prazo de um ano a partir da data da compra.

Por fim, ainda outros dois aspectos devem ser considerados nas ações de fiscalização. A existência e o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e a aplicação do agrotóxico na propriedade. A utilização do EPI é indispensável para garantir a manutenção da saúde do responsável pela aplicação do defensivo agrícola pois impede o contato direto seguido da intoxicação. O contágio se dá principalmente pelo nariz, boca ou olhos, que são protegidos pelo uso do EPI, impedindo assim danos à saúde que podem causar desde desordem no sistema nervoso até casos de câncer. Já a aplicação também deve seguir alguns parâmetros para impedir que a mesma cause danos que vão de poluição ambiental a danos em propriedades vizinhas. Condições climáticas devem ser respeitadas para impedir que eventos de degradação ocorram nos arredores do local da aplicação.

3.3 ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS

A elaboração de um banco de dados garante ao trabalho desenvolvido uma maior organização e facilita a interação com o software SIG. Desta forma, foi organizado um banco de dados em nuvem, abastecido pelos agentes fiscalizadores com o intuito de relatar todas as ações realizadas, organizadas por período de verificação. O banco de dados foi constantemente atualizado conforme as ações de fiscalização eram realizadas.

Os arquivos foram gerados em formato de planilha eletrônica, contendo informações da localização da propriedade rural, as coordenadas georreferenciadas, a data da visita, a identificação da visita (denúncia, rotina, etc.) e o fiscal responsável. Estes dados foram mantidos em sigilo para garantir a integridade das ações de fiscalização.

Este banco de dados foi ainda revisado e reorganizado de forma a promover uma melhor organização de acordo com a necessidade do SIG, onde se fez necessária a conversão das coordenadas geográficas para o formato de coordenadas decimais.

3.4 AQUISIÇÃO DE DADOS COMPLEMENTARES

Os mapas tiveram como base os dados de domínio público disponibilizados pelo IBGE (Download - Geociências - Cartas e Mapas - Bases Cartográficas Contínuas - Base Cartográfica 250 - Versão 2017 – Shapefile). Entre eles, os limites territoriais, com o quais foi possível desenvolver os mapas com divisões político-administrativas contidos neste trabalho.

Também foram utilizados dados do MapBiomass, do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (SEEG/OC). O MapBiomass disponibiliza dados sobre a cobertura e o uso do solo em território nacional, classificando-os em 6 principais categorias, sendo elas: (I) Floresta; (II) Formação natural não florestal; (III) Agropecuária; (IV) Área não vegetada; (V) Corpo d'água; (VI) Não observado. A partir de um levantamento dos dados da área de estudo, foi possível gerar os mapas coropléticos de área agrícola e de densidade agrícola.

Foram ainda utilizados dados obtidos no SIDRA relacionados à produção nas lavouras temporárias das principais culturas na região do estudo, para obter os mapas de produção por município, de acordo ainda com a área destinada à agricultura obtida através do MapBiomass.

3.5 TRATAMENTO DE DADOS EM SIG

A cartografia temática tem como função principal representar graficamente fenômenos da superfície terrestre para facilitar a compreensão global do objetivo de estudo. Para a elaboração dos produtos geoespaciais temáticos, foi utilizada a versão Long Term Release (LTR) 3.4.6 do *software* QGIS®. Este *software*, além de gratuito, tem como principal atrativo a facilidade de operação, que permite a manipulação das informações de acordo com a demanda particular do projeto.

Os dados de propriedades fiscalizadas e limites políticos são classificados como vetoriais e tem por característica a representação de vértices definidos por coordenadas x e y, sendo considerados como pontos e polígonos respectivamente. Já os mapas de calor, produzidos a partir das propriedades fiscalizadas, são classificados como matriciais ou ainda *rasters*, pois são uma representação de um determinado espaço em *pixels*.

3.5.1 Municípios de atuação

Para a elaboração do PGT que representa os municípios da área de atuação deste estudo, foi necessária a utilização dos dados referentes aos limites político-administrativo do IBGE. Os municípios estão representados em polígonos denominados feições, que, após uma seleção manual na tabela de atributos, foram exportados como uma nova camada *shapefile*, contendo apenas a região dos 28 municípios da área desejada.

3.5.2 Distribuição da população

O PGT que representa a distribuição populacional foi gerado a partir do *shapefile* da área de estudo descrito no item 3.5.1. A estimativa populacional do Quadro 2 foi inserida na tabela de atributos da camada e então classificada de forma graduada para obter o mapa coroplético representando a população de cada município. A descrição do processo de produção dos mapas coropléticos será detalhada no item 3.5.7.

3.5.3 Propriedades fiscalizadas

A representação das propriedades fiscalizadas em um PGT se deu a partir da inserção das planilhas digitais elaboradas pelos agentes fiscalizadores em formato CSV (*Comma Separated Values*). Estas planilhas CSV continham as coordenadas das propriedades fiscalizadas entre os anos de 2015 e 2019. O ambiente SIG permite a importação de dados em formato CSV, onde se faz necessário a indicação das características da geometria, neste caso as coordenadas de longitude (X) e latitude (Y). Assim, as propriedades ficam representadas por uma camada vetorial de pontos com coordenadas georreferenciadas.

3.5.4 Influência das ações de fiscalização

Os mapas de calor, ou ainda, mapas de Kernel, representam a influência das ações de fiscalização já realizadas. Este método estatístico estima curvas de densidade para representar padrões da intensidade que as ações de fiscalização de uso podem gerar na população vizinha. Neste estudo, este material simula a influência que as ações geram pela chamada “cultura do cuidado”, que representa a disseminação da informação referente à fiscalização entre os agricultores vizinhos. Somente por este motivo, o indivíduo que faz uso de agrotóxicos em sua

propriedade, adotará medidas mais rigorosas em suas instalações, para evitar que, em uma possível ação de fiscalização, possa vir a ser autuado por aspectos em desconformidade quanto ao armazenamento, aplicação, entre outros. Os mapas de calor simulam uma área de 2,5 km no entorno da propriedade já fiscalizada e foram feitos a partir de um *plugin* específico para este tipo de representação denominado Mapas de Calor.

3.5.5 Área agrícola e densidade agrícola

Para a elaboração destes PGT, foram aplicadas as informações referentes ao uso e cobertura do solo obtidas no projeto MapBiomass, organizadas em uma planilha no formato CSV contendo a área destinada apenas à prática agrícola. A área total de cada município foi coletada junto ao IBGE e se fez necessária para o cálculo da relação da densidade agrícola, que foi obtida a partir de relação entre a área destinada apenas a prática agrícola e a área total do município.

3.5.6 Produção por área cultivada

Para a geração destes PGT foram utilizados os dados referentes às produções da safra de 2017³ de soja e trigo, disponíveis no SIDRA. A escolha destas culturas se deve ao intenso cultivo de ambas em diferentes estações do ano, a soja como cultura de verão e o trigo como cultura de inverno.

Os dados levantados no SIDRA foram organizados em uma planilha eletrônica no formato CSV indicando a relação da produção de cada uma das culturas por área agrícola, resultando em um dado de tonelada por hectare (t/ha).

3.5.7 Mapas coropléticos

Nessa etapa do trabalho foram confeccionados os mapas coropléticos, que são uma importante ferramenta para a representação numérica de fenômenos reais de um determinado território ou divisão política, pois a partir de uma simbologia de cores, promovem a compreensão da informação que se deseja expor. A simbologia dos mapas coropléticos foi

³ Ano com disponibilidade de dados mais recente

utilizada para a construção dos mapas de (i) distribuição populacional; (ii) densidade agrícola; (iii) área agrícola; (iv) produção das principais culturas.

Ao aplicar esta metodologia, torna-se necessário o cálculo do número de classes que irão representar os fenômenos desejados. Para este cálculo, foi utilizada a Regra de Sturges descrita abaixo na Equação 1.

$$k = 1 + 3,33 \log N \quad (1)$$

Onde:

k = número de classes;

N = número de dados.

O número de dados a serem representados corresponde ao número de municípios da área de estudo, ou seja, o número de dados N é igual a 28. E para este número de dados foi calculado o número de classes:

$$k = 1 + 3,33 \log 28$$

$$k = 5,819 \approx 6$$

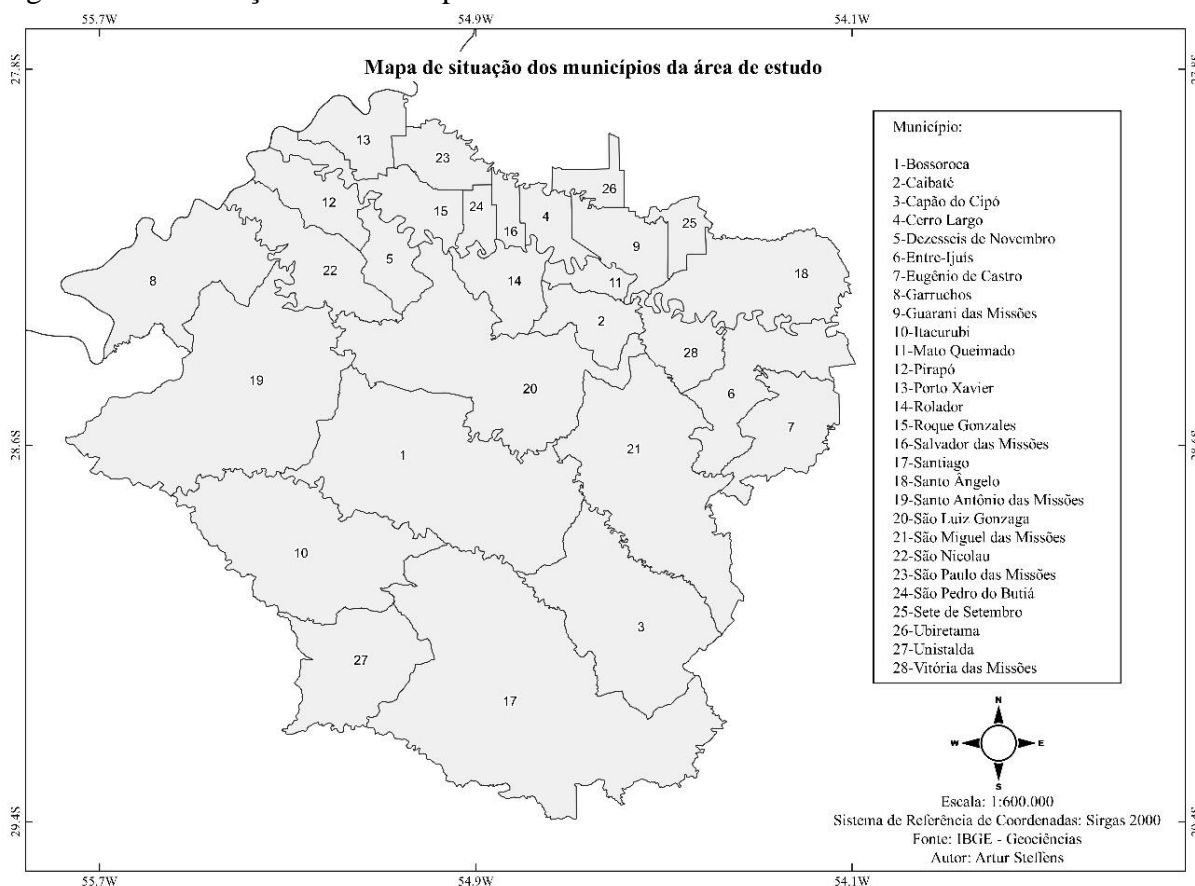
Também é necessário definir o método de classificação das classes que representam a informação desejada. Para este estudo foi determinado o uso do método de classificação quebras naturais, ou ainda, otimização de Jenks. Este método minimiza a diferença entre os valores de uma mesma classe e maximiza a diferença entre classes diferentes, formando, assim, classes homogêneas internamente e heterogêneas entre classes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na Figura 7 abaixo está apresentado o mapa da distribuição geográfica dos 28 municípios da região atendida pela 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS. A região fica localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, onde faz divisa com o país vizinho Argentina.

Figura 7 - Distribuição dos municípios da área de estudo.

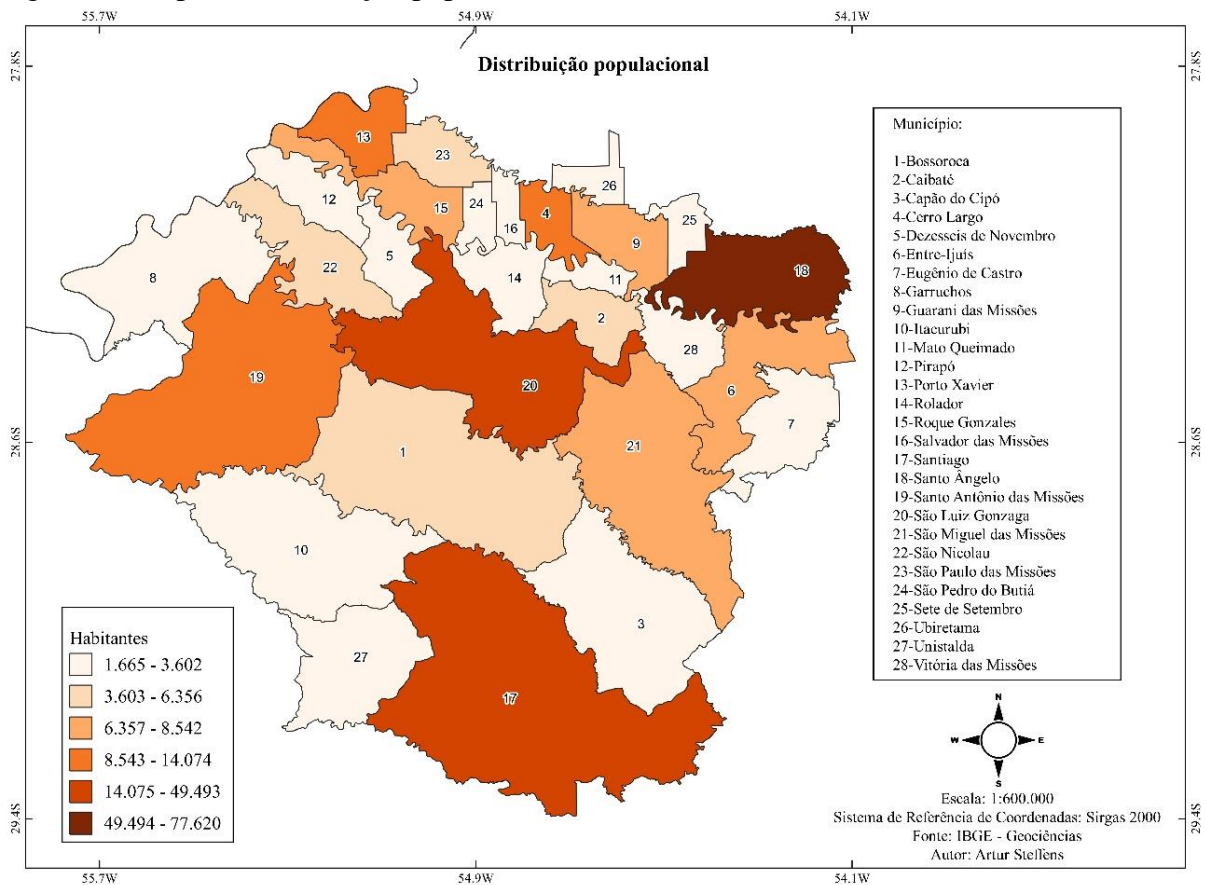


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Definir a área de estudo foi o primeiro passo para a obtenção dos resultados seguintes. A partir desta delimitação foi possível trabalhar apenas a região de interesse, agilizando o processo e tornando-o mais objetivo. Desta forma, também a espacialização dos dados foi útil para agilizar os processos de planejamento, uma vez que a disposição espacial de um determinado fenômeno em um PGT representa visualmente a informação desejada e transforma o produto em uma ferramenta na busca pelos objetivos a serem alcançados.

Conforme a caracterização da região já apresentada na metodologia deste trabalho, a área abriga cerca de 2,52% da população do estado e se caracteriza por municípios com populações menores a 10.000 habitantes em sua grande maioria, que podem ser considerados pequenos centros urbanos vinculados à produção agrícola do interior. O município de Santo Ângelo é o mais populoso, com 77.620 habitantes, enquanto o município de Mato Queimado conta com apenas 1.665 habitantes, figurando como o menos populoso entre os 28 municípios trabalhados. A Figura 8 apresenta de forma categorizada a distribuição populacional de cada município.

Figura 8 - Mapa de distribuição populacional.

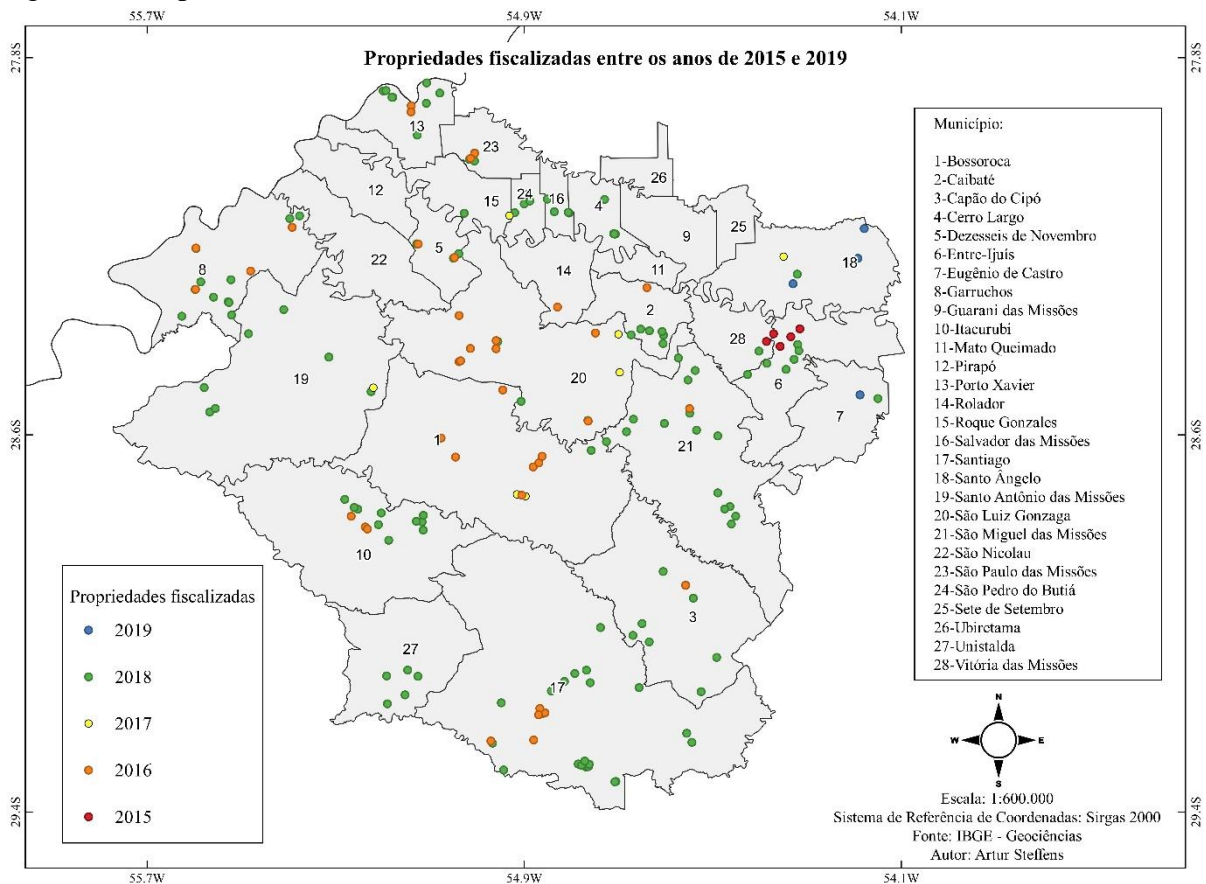


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

4.2 MAPA DAS PROPRIEDADES FISCALIZADAS

O banco de dados utilizado neste trabalho conta com um total de 190 propriedades fiscalizadas entre os anos de 2015 e 2019 e a disposição espacial está representada na Figura 9, onde é possível observar a distribuição das ações já realizadas de acordo com o ano.

Figura 9 - Propriedades fiscalizadas entre os anos de 2015 e 2019.



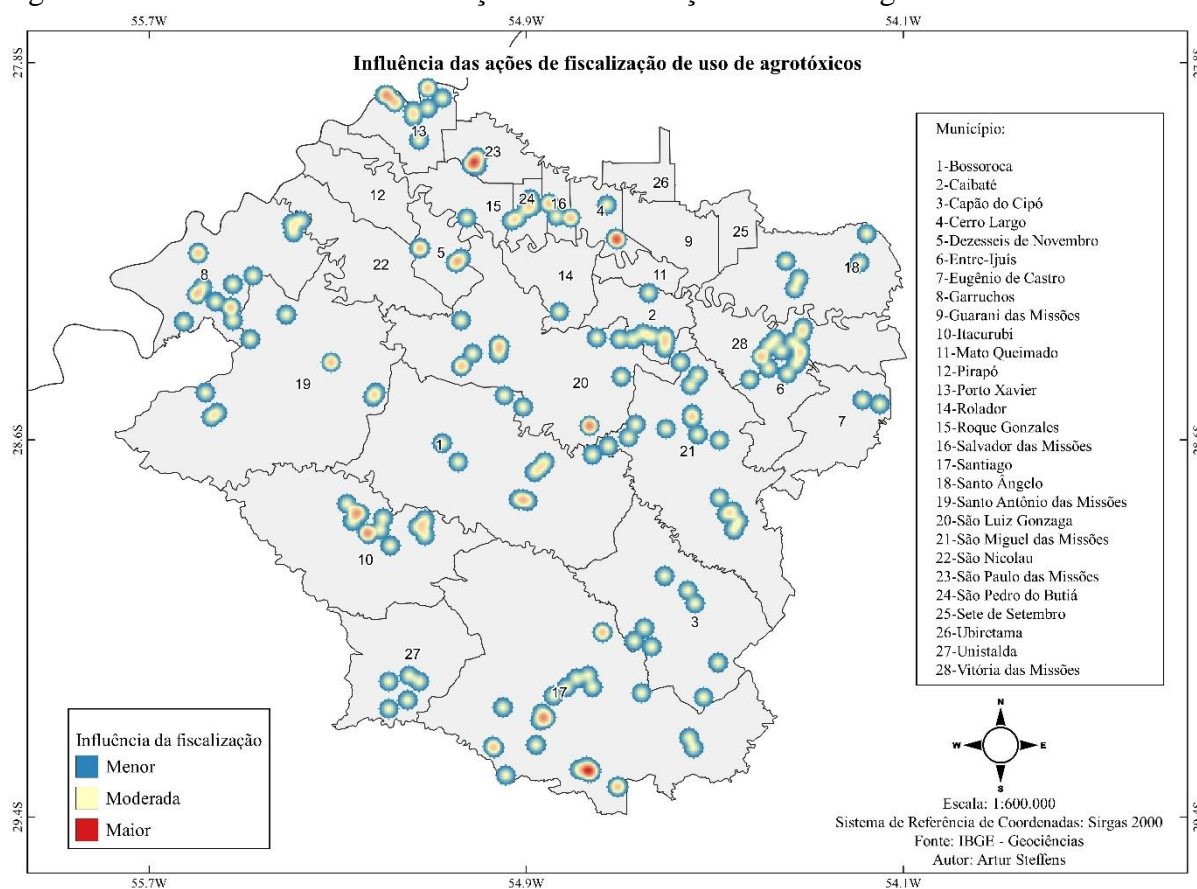
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A caracterização se refere aos locais que foram abordados por ações de fiscalização de uso, ou seja, estão contidas propriedades rurais onde o agrotóxico é aplicado diretamente nas lavouras.

A partir desta representação já é possível indicar regiões da área de atuação com déficit de ações de fiscalização de uso de agrotóxicos. Como complemento para este indicativo, o PGT referente às áreas de influência (Figura 10) das ações de fiscalização serve da mesma forma para apontar regiões onde a atuação deve ter uma atenção especial por ainda não terem sido compreendidas nem ao menos por influência.

É importante ressaltar que as áreas de influência não garantem o mesmo resultado que uma ação de fiscalização realizada por um agente fiscalizador do órgão. Apenas servem como indicativo para a disseminação da informação referente aos cuidados necessários para a aplicação, armazenagem e descarte de embalagens vazias, em um raio de abrangência de 2,5 km.

Figura 10 - Áreas de influência das ações de fiscalização de uso de agrotóxicos.



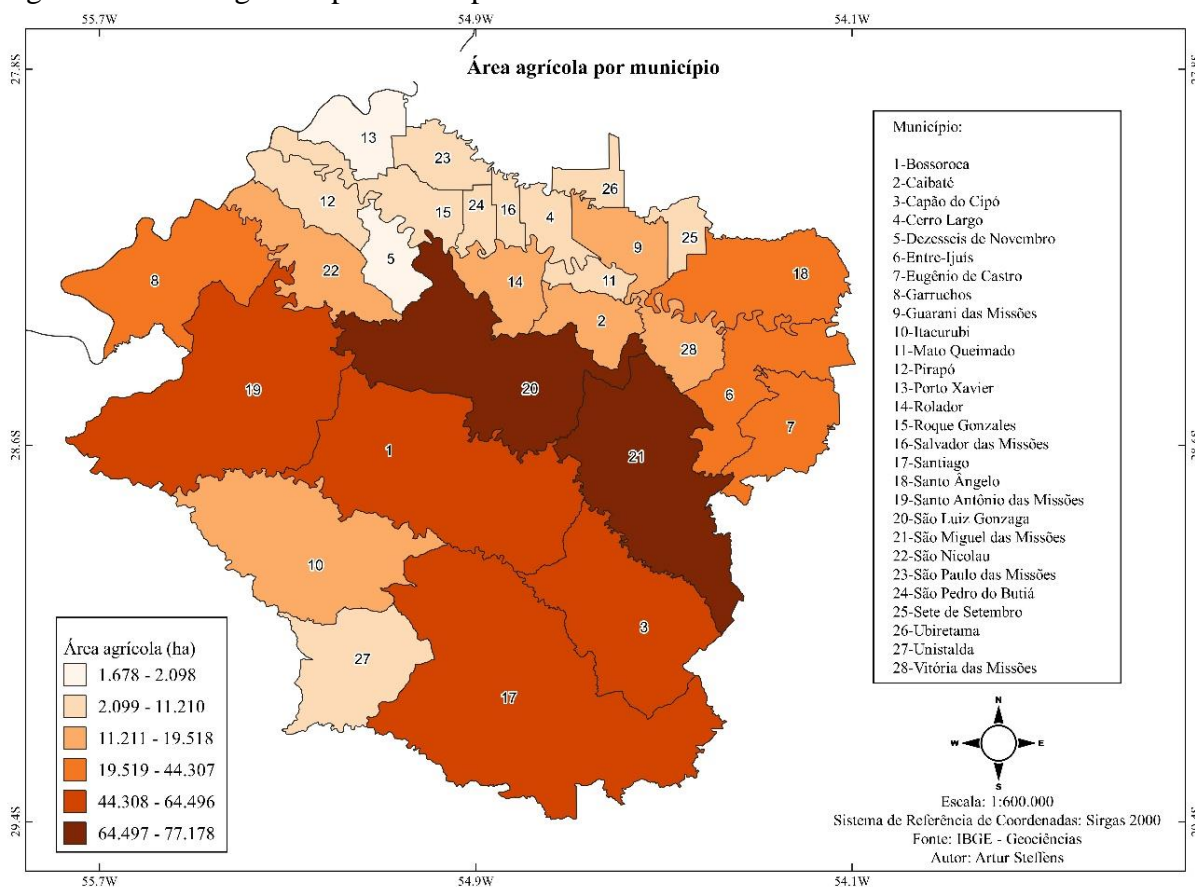
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

4.3 MAPA DE ÁREA CULTIVADA E DENSIDADE AGRÍCOLA

Estes PGT são um material de grande valor para auxiliar o planejamento das ações de fiscalização por parte dos profissionais competentes, pois apontam graficamente os municípios onde a atividade agrícola é mais intensa, seja pela extensão territorial do município (Figura 11), ou pela intensidade da exploração da área disponível (Figura 12).

Os municípios de São Luiz Gonzaga e São Miguel das Missões são os maiores em questão de extensão territorial dedicada às práticas agrícolas, em decorrência destes serem respectivamente o 4º e o 5º maiores municípios da área do estudo. Já os municípios de Porto Xavier e Dezesseis de Novembro destacam-se justamente pelo oposto dos citados anteriormente, com áreas agrícolas bastante reduzidas.

Figura 11 - Área agrícola por município.

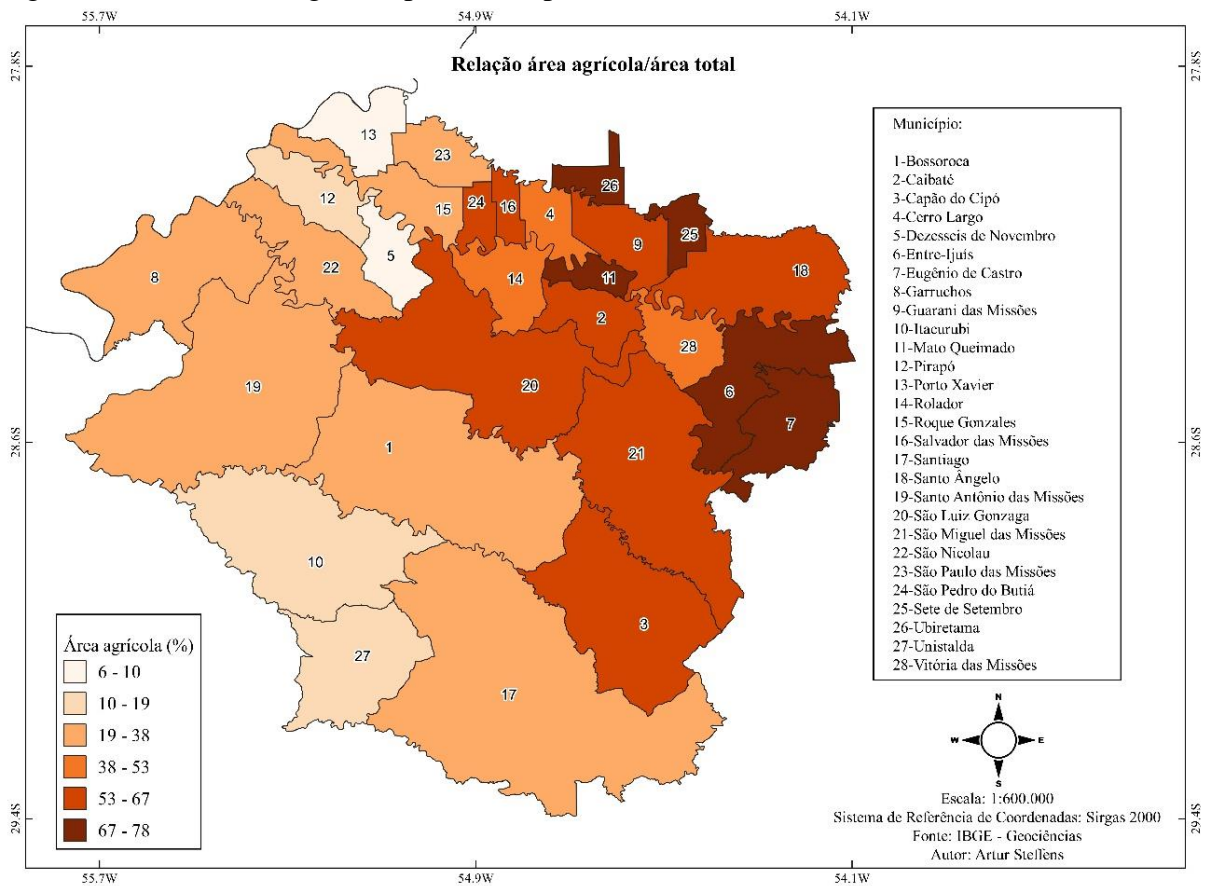


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Cabe destacar a importância da classificação de áreas agrícolas quanto à densidade. Como a região apresenta municípios com extensões territoriais bastante distintas, se faz necessário uma análise quanto à porcentagem da área do município destinada à agricultura em relação à área total. Assim, é possível observar que a prática agrícola em municípios menores ocorre de maneira mais intensa que em municípios com extensão territorial maior em alguns casos, indicando possíveis locais para desempenhar as ações de fiscalização.

A relação obtida a partir da área total de cada município no mapa de densidade agrícola indica o volume das atividades agrícolas desenvolvidas nesta região. A produção de grãos representa mais da metade do uso das áreas de 16 municípios da região de estudo, o que evidencia, novamente, a representatividade da atividade agrícola na região, indicando o possível uso intensivo de agrotóxicos para controlar pragas e doenças.

Figura 12 - Densidade agrícola por município.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O município de Eugênio de Castro apresenta a maior densidade de áreas destinadas à agricultura, com uma porcentagem de 77,57%, seguido de Ubiretama (71,50%), Mato Queimado (70,04%) e Sete de Setembro (69,75%). Os três últimos municípios destacados apresentam também as menores populações da região de estudo, revelando uma intensa ruralização dos pequenos municípios, possível de ser observada também em São Pedro do Butiá (62,60%) e Salvador das Missões (67,03%).

O Quadro 3 apresentado a seguir, indica as informações levantadas referentes as áreas agrícolas e a porcentagem de áreas do município que são destinadas ao desenvolvimento de atividades agrícolas.

Quadro 3 - Área agrícola e densidade agrícola.

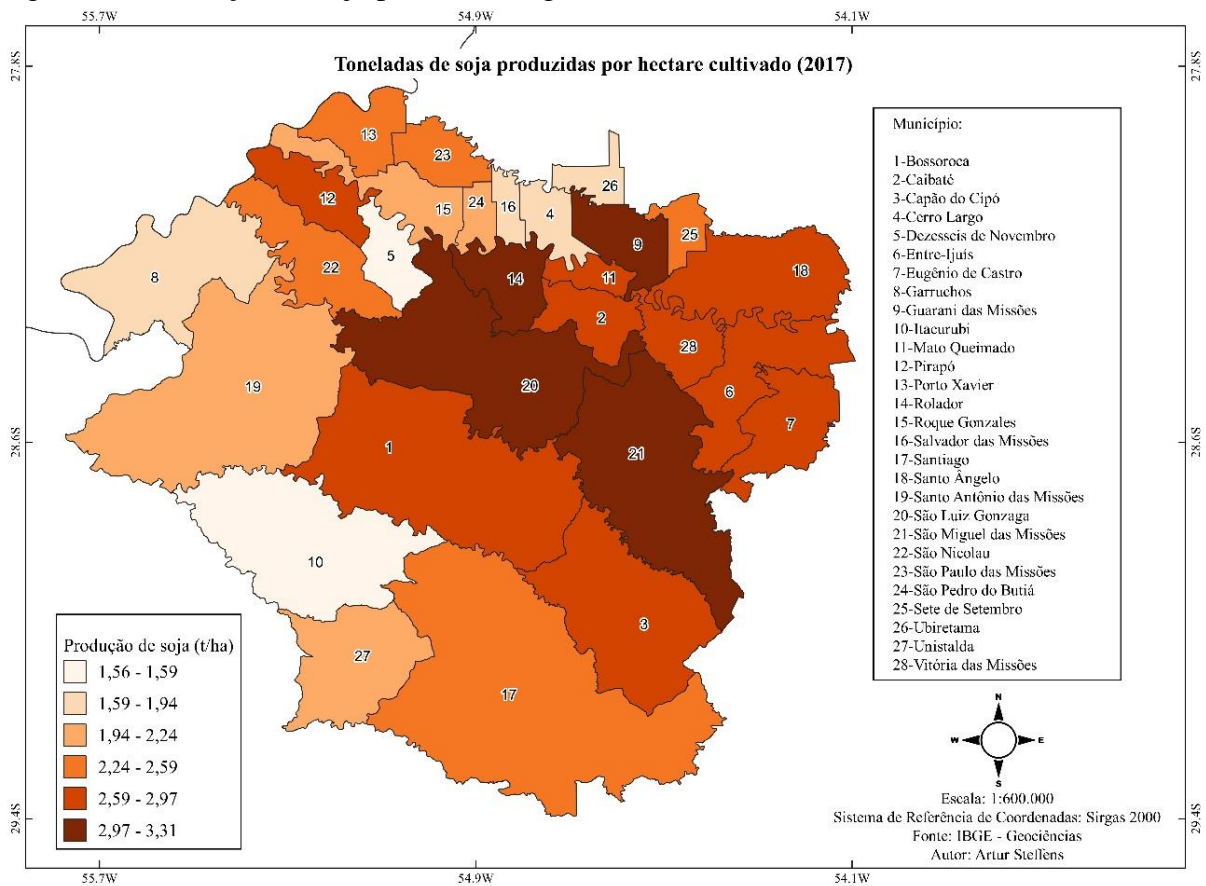
Município	Área Total (ha)	Área Agrícola (ha)	Densidade Agrícola	Módulo Fiscal (ha)
BOSSOROCA	161.005,60	53.801,49	33,42%	20
CAIBATÉ	26.056,10	17.017,49	65,31%	20
CAPÃO DO CIPÓ	100.779,60	63.823,54	63,33%	35
CERRO LARGO	17.662,70	9.226,49	52,24%	20
DEZESSEIS DE NOVEMBRO	21.780,00	2.097,78	9,63%	20
ENTRE-IJUÍ	55.265,70	37.607,87	68,05%	20
EUGÊNIO DE CASTRO	41.726,00	32.365,95	77,57%	20
GARRUCHOS	80.373,70	26.052,90	32,41%	20
GUARANI DAS MISSÕES	29.078,30	19.518,26	67,12%	20
ITACURUBI	112.087,40	18.100,34	16,15%	28
MATO QUEIMADO	11.509,80	8.061,15	70,04%	20
PIRAPÓ	29.372,30	5.681,34	19,34%	20
PORTO XAVIER	28.192,90	1.678,41	5,95%	20
ROLADOR	29.531,40	15.594,93	52,81%	20
ROQUE GONZALES	34.805,60	10.041,95	28,85%	20
SALVADOR DAS MISSÕES	9.431,20	6.321,59	67,03%	20
SANTIAGO	241.419,50	64.495,85	26,72%	35
SANTO ÂNGELO	68.093,00	44.307,10	65,07%	20
SANTO ANTÔNIO DAS MISSÕES	171.086,90	58.605,15	34,25%	20
SÃO LUIZ GONZAGA	129.583,70	76.983,29	59,41%	20
SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	122.792,70	77.178,00	62,85%	20
SÃO NICOLAU	48.558,80	18.352,09	37,79%	20
SÃO PAULO DAS MISSÕES	22.413,60	6.148,34	27,43%	20
SÃO PEDRO DO BUTIÁ	10.734,80	6.719,61	62,60%	20
SETE DE SETEMBRO	12.927,60	9.017,34	69,75%	20
UBIRETAMA	12.595,60	9.005,53	71,50%	20
UNISTALDA	60.238,70	11.209,99	18,61%	35
VITÓRIA DAS MISSÕES	25.960,90	13.656,32	52,60%	20

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

4.4 MAPAS DE PRODUÇÃO DAS PRINCIPAIS CULTURAS

Entre as principais culturas praticadas na região do estudo estão a soja, que é cultivada nas estações quentes do ano, aproveitando as elevadas temperaturas associadas a índices pluviométricos favoráveis para o seu desenvolvimento, e o trigo, que é produzido nas estações frias justamente por tolerar baixas temperaturas, características da região sul do Brasil. Para tanto, os dados coletados referentes às produções das safras do ano de 2017 destas culturas podem indicar, da mesma forma, regiões dentro da área do estudo onde a prática agrícola é desempenhada com maior intensidade. Desta forma, a razão entre as toneladas de grãos produzidas e a área destinada à prática agrícola é um importante indicativo para o planejamento das ações. A Figura 13 apresenta os índices de produção de soja por hectare cultivado.

Figura 13 - Produção de soja por hectare agrícola.



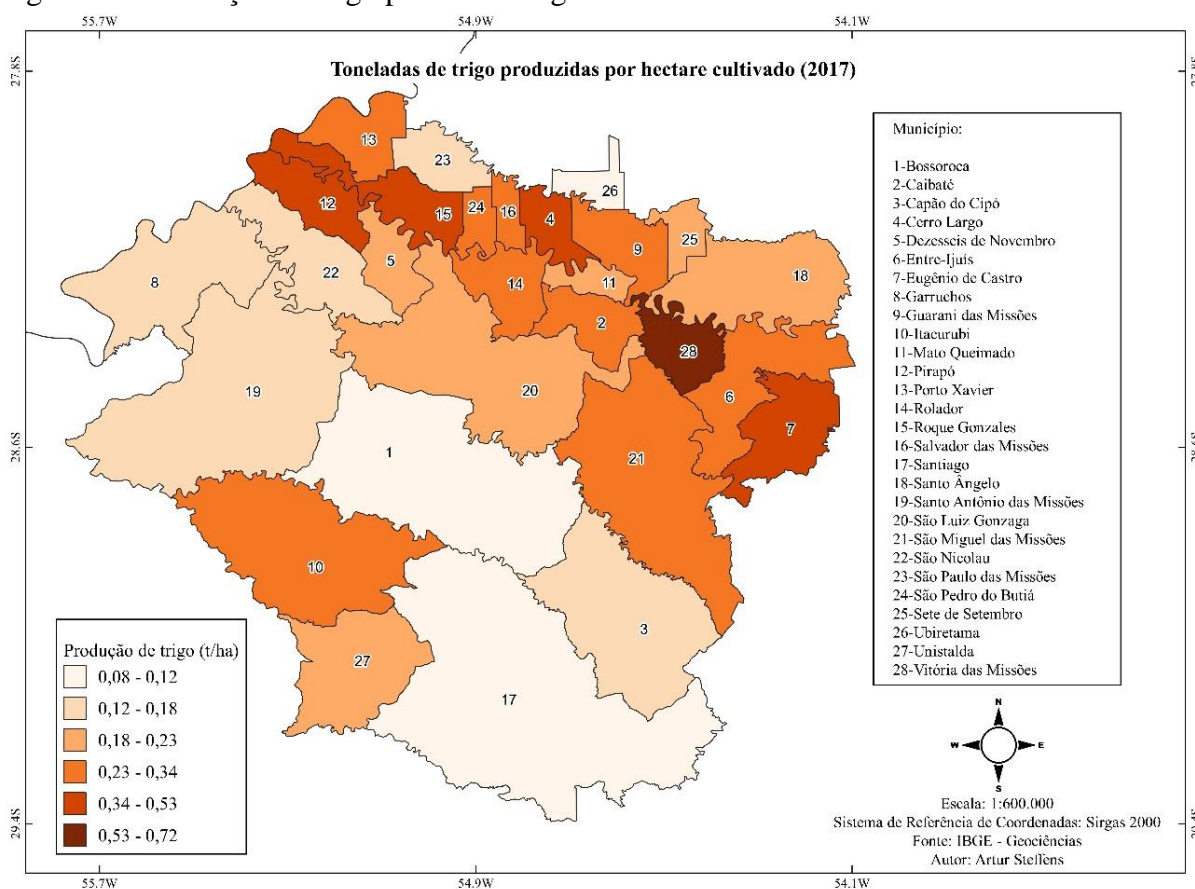
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Este PGT aponta os municípios de São Luiz Gonzaga (3,31 t/ha), São Miguel das Missões (3,27 t/ha), Guarani das Missões (3,10 t/ha) e Rolador (3,07 t/ha) como os maiores produtores de soja na safra de 2017.

Desta forma, este PGT pode servir de indicativo para as ações desempenhadas na estação quente do ano, buscando averiguar o desenvolvimento das atividades rurais relacionadas com a produção da soja nos municípios que apresentam maiores índices de produções.

Já a produção de trigo, que ocorre no período inverso ao cultivo da soja, está apresentada na Figura 14, que ilustra os índices de produção por hectare cultivado.

Figura 14 - Produção de trigo por hectare agrícola.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Na estação fria do ano, é possível observar uma diferença nos valores relacionados com a produção da soja. Os Municípios de Vitória das Missões (0,72 t/ha), Pirapó (0,53 t/ha), Eugênio de Castro (0,46 t/ha), Cerro Largo (0,41 t/ha) e Roque Gonzales (0,37 t/ha) apresentam os maiores índices de produção de trigo por hectare cultivado.

Assim, a projeção das ações de fiscalização ao longo do ano, pode basear-se nas diferentes culturas praticadas de acordo com o clima, direcionando as ações de fiscalização de uso em regiões onde as taxas de produção, de acordo com a estação do ano, são mais elevadas.

O Quadro 4 apresenta os índices de produção das culturas de soja e trigo da safra de 2017. É importante destacar que no cálculo destes índices foram utilizados os dados de área agrícola, obtidos junto ao MapBiomass.

Quadro 4 - Índices de produção das principais culturas temporárias.

Município	Área Agrícola (ha)	Safrá 2017	
		Toneladas de soja/Hectare cultivado	Toneladas de trigo/Hectare cultivado
BOSSOROCA	53.801,49	2,70	0,08
CAIBATÉ	17.017,49	2,78	0,28
CAPÃO DO CIPÓ	63.823,54	2,96	0,16
CERRO LARGO	9.226,49	1,93	0,41
DEZESSEIS DE NOVEMBRO	2.097,78	1,56	0,21
ENTRE-IJUÍ	37.607,87	2,75	0,29
EUGÊNIO DE CASTRO	32.365,95	2,96	0,46
GARRUCHOS	26.052,90	1,90	0,15
GUARANI DAS MISSÕES	19.518,26	3,10	0,28
ITACURUBI	18.100,34	1,59	0,28
MATO QUEIMADO	8.061,15	2,73	0,23
PIRAPÓ	5.681,34	2,84	0,53
PORTO XAVIER	1.678,41	2,59	0,27
ROLADOR	15.594,93	3,07	0,33
ROQUE GONZALES	10.041,95	2,24	0,37
SALVADOR DAS MISSÕES	6.321,59	1,94	0,26
SANTIAGO	64.495,85	2,44	0,11
SANTO ÂNGELO	44.307,10	2,97	0,22
SANTO ANTÔNIO DAS MISSÕES	58.605,15	2,17	0,18
SÃO LUIZ GONZAGA	76.983,29	3,31	0,23
SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	77.178,00	3,27	0,34
SÃO NICOLAU	18.352,09	2,59	0,16
SÃO PAULO DAS MISSÕES	6.148,34	2,50	0,18
SÃO PEDRO DO BUTIÁ	6.719,61	2,14	0,33
SETE DE SETEMBRO	9.017,34	2,37	0,22
UBIRETAMA	9.005,53	1,87	0,12
UNISTALDA	11.209,99	2,19	0,23
VITÓRIA DAS MISSÕES	13.656,32	2,85	0,72

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo a elaboração de produtos geoespaciais temáticos para apoiar as ações de fiscalização de uso de agrotóxicos da 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS. O tema é de relevante importância, pois a atividade agrícola desenvolvida no país, e em especial na região de estudo, consiste na intensa aplicação de insumos e agrotóxicos para buscar um melhor rendimento das colheitas. Desta forma, as ações de fiscalização têm também fundamental importância para a manutenção da qualidade de vida da população e o equilíbrio dos ecossistemas locais, ao coibir o uso inadequado dos agrotóxicos e afins.

A partir do levantamento de dados de fiscalização e caracterização da região atendida pela 17ª Supervisão Regional SEAPDR/RS, a elaboração dos PGT se revela como uma importante ferramenta para apoiar as tomadas de decisão do órgão público, pois consiste em representações da realidade. A utilização deste conteúdo surge como instrumento para minimizar a falta de recursos que atinge os órgãos públicos no país, que sofrem com a carência de funcionários e a falta de recursos financeiros.

O principal resultado a ser destacado é a indicação de regiões que necessitam de atenção quanto à fiscalização do uso de agrotóxicos, para que toda a área de atuação seja recoberta pelos agentes fiscalizadores, seja por meio de inspeções ou ainda pelas áreas de influência que de certa forma auxiliam na conscientização do tema.

Entre os locais que se destacam devido à extensão de áreas agrícolas disponíveis para a produção de grãos, estão os municípios de São Luiz Gonzaga e São Miguel das Missões. Em relação aos municípios com densidade de áreas agrícolas elevadas, destacam-se Eugênio de Castro, Ubiretama, Mato Queimado, Sete de Setembro e Entre-Ijuís.

De acordo com os dados referentes à safra de 2017, os maiores produtores de soja por área cultivada são os municípios de São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões, Guarani das Missões e Rolador, sendo possível observar uma correlação entre as informações referentes à extensão de áreas agrícolas. Da mesma forma, os maiores produtores de trigo referentes à safra de 2017 são os municípios de Vitória das Missões, Pirapó, Eugênio de Castro, Cerro Largo e Roque Gonzales.

Portanto, estas informações podem servir de indicativo para direcionar as ações de fiscalização de uso de agrotóxicos na área de atuação da 17ª Supervisão Regional da SEAPDR/RS, uma vez que, devido ao modelo de agricultura desenvolvido no país, estas áreas podem estar vinculadas ao intenso uso de agrotóxicos para controlar pragas e doenças.

A partir desta pesquisa, novas ações de fiscalização de uso de agrotóxicos serão efetivadas e o banco de dados atualizado, da mesma forma, os dados referentes às produções de grãos serão atualizados conforme os dados das safras são registrados. Durante a elaboração do trabalho, ficou claro a dificuldade de obter dados referentes ao tema, porém, cabe sugerir o cruzamento de dados relacionados à quantidade de agrotóxicos comercializados com os índices de produção ou ainda, de área cultivada, com a finalidade de verificar se a aplicação dos agrotóxicos está sendo realizada de forma adequada, em quantidades compatíveis com a atividade agrícola desenvolvida, gerando uma série de novos PGT, indicando a quantidade de agrotóxicos por área e a quantidade de agrotóxicos por tonelada de grãos produzida.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de agrotóxico e fitossanitário**, 2019. Disponível em:

<<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrofit/index.htm>>. Acesso em: 13 junho 2019.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**, 2011. Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>>. Acesso em: 22 mar 2019.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLHC, 2017. 296 p.

BRASIL. Lei ° 7.802, de 11 de julho de 1989. **Lei dos agrotóxicos**, Brasília, DF, Julho 1989.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Regulament a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**, Brasília, DF, 4 Janeiro 2002.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF, 2 Agosto 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Por trás do alimento**, 2019. Disponível em:

<<https://portrasdoalimento.info/2019/04/15/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/#>>. Acesso em: Março 15 2019.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. D. Geoprocessamento para projetos ambientais. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, p. 221, 1996.

CAMPOS, É. et al. Exposição a pesticidas organoclorados e desenvolvimento cognitivo em crianças e adolescentes residentes em uma área contaminada no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 15, n. 1, p. 105 - 120, Jan/Mar 2015.

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

CARSON, R. **A primavera silenciosa**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1969.

CORDAO, J. D. S.; RUFINO, I. A. A.; ARAUJO, E. L. D. Geotecnologias aplicadas ao planejamento de sistemas de abastecimento de águas urbanas: uma proposta metodológica. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 263-274, Setembro 2013.

DELGADO, C. A questão agrária no Brasil, 1950 - 2003. In: JACCOUD, L. D. B. **Questão social e políticas sociais no Brasil contemporâneo**. Brasília: IPEA, 2005. p. 435.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; SPADOTTO, C. A. Inteligência territorial no monitoramento da entrada de agrotóxicos ilegais no Brasil. **Embrapa Gestão Territorial**, Campinas, p. 2, 2017.

FAVRIN, V. G. As geotecnologias como instrumento de gestão territorial integrada e participativa. **Dissertação (Mestrado em Geografia Humana)**, São Paulo, 2009.

FILHO, J. P. A. Receituário agrônômico: a construção de um instrumento de apoio à gestão dos agrotóxicos e sua controvérsia. **Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental**, São Paulo, 2000.

FRANCO, C. D. R. A formulação da política de agrotóxicos no Brasil. **Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas**, Curitiba, p. 212, 2014.

GARCIA GARCIA, E.; BUSSACOS, M. A.; FISCHER, F. M. Impacto da legislação no registro de agrotóxicos de maior toxicidade no Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 832-839, Outubro 2005.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de comercialização de agrotóxicos e afins - Histórico de vendas 2000 a 2012**, 2016.

Disponível em:

<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/boletim%20de%20comercializacao_2000_2012.pdf>. Acesso em: 21 mar 2019.

IBAMA. Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Relatórios de comercialização de agrotóxicos, 2017. Disponível em:

<<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 21 mar 2019.

IBGE. Cidades e estados, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html>>. Acesso em: 21 mar 2019.

IBGE. Downloads - Geociências, 2019. Disponível em:

<https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 21 mar 2019.

JOBIM, P. F. C. et al. Existe uma associação entre mortalidade por câncer e uso de agrotóxicos? Uma contribuição ao debate. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 277 - 288, Jan 2010.

LABINAS, A. M.; ARAUJO, M. C. D. O sistema de logística reversa e o papel da fiscalização governamental para a preservação do solo e da água: o caso das embalagens vazias de defensivos agrícolas. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 759 - 762, Out/Dez 2016.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistema e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. D. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518 - 534, Abr/Jun 2018.

MIRANDA, J. I. Fundamentos de sistemas de informação geográfica. **Embrapa Informação Tecnologias**, Brasília, 2010.

MORENO, A. **Clima no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura-RS, 1961. 42 p.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3281 - 3293, Out 2017.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção [versão] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo na Brasil**, 2019. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 21 mar 2019.

QGIS. Um sistema de informação geográfica livre e aberto, 2019. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 4 abril 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 7.747, de 22 de dezembro de 1982. **Dispõe sobre o controle de agrotóxicos e outros biocidas a nível estadual e dá outras providências**, Porto Alegre, 22 Abril 1983.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação. **Manual de procedimentos para fiscalização do uso, comércio e prestação de serviços na aplicação de agrotóxicos e afins, e do comércio de sementes e mudas**, Porto Alegre, 22 Dezembro 2017. 20.

SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção agrícola municipal**, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 21 mar 2019.

SILVA LOPES, A. R. A primavera silenciosa que sacudiu as próximas estações. **Esboços: histórias em contextos globais**, Florianópolis, v. 18, n. 25, p. 316-319, junho 2011.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicida. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127 - 137.

SIQUEIRA, F. D. et al. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 26, p. 182 - 191, 2013.

SNOO, G. R. D.; WIT, P. J. D. Buffer zones for reducing pesticide drift to ditches and risks to aquatic organisms. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 41, n. 1, p. 112 - 118, Setembro 1998.

TERRA, F. H. B.; PELAEZ, V. A história da indústria de agrotóxicos no Brasil: das primeiras fábricas na década de 1940 aos anos 2000. **47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Porto Alegre, 2009. 21.

TOMITA, R. Y. Legislação de agrotóxicos e sua contribuição para a proteção da qualidade do meio ambiente. **O Biológico**, São Paulo, 10, Jan 2006. 1 - 10.

VEIGA, M. M. et al. A contaminação por agrotóxicos e os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 116, p. 57-68, Dezembro 2007.

XAVIER DA SILVA, J. O que é geoprocessamento? **Revista do CREA-RJ**, Rio de Janeiro, p. 42 - 44, Outubro/Novembro 2009.