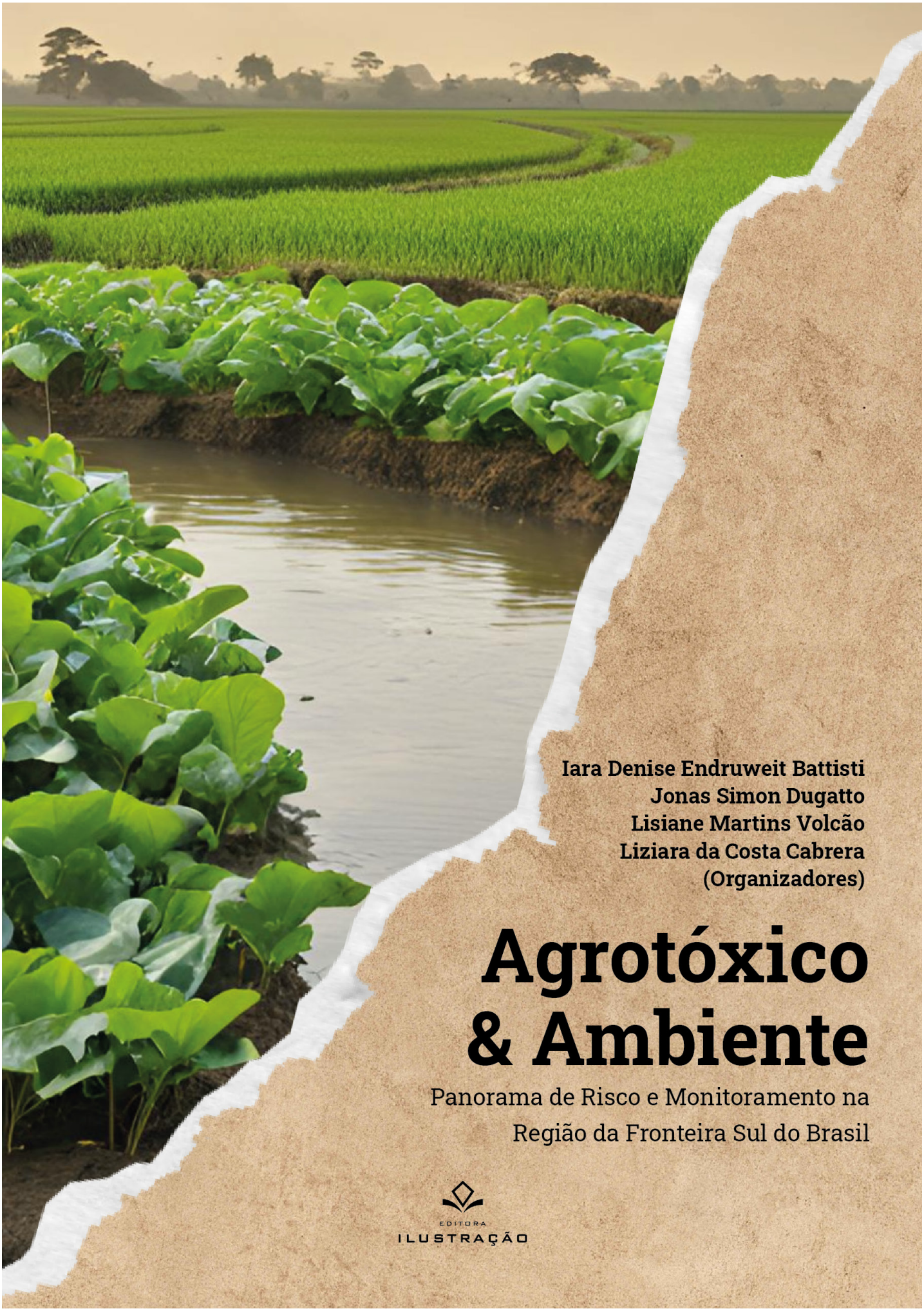


Iara Denise Endruweit Battisti
Jonas Simon Dugatto
Lisiane Martins Volcão
Liziara da Costa Cabrera
(Organizadores)

Agrotóxico & Ambiente

Panorama de Risco e Monitoramento na Região da Fronteira Sul do Brasil

EDITORA
ILUSTRAÇÃO

Iara Denise Endruweit Battisti
Jonas Simon Dugatto
Lisiane Martins Volcão
Liziara da Costa Cabrera
(Organizadores)

AGROTÓXICO & AMBIENTE

Panorama de Risco e Monitoramento na Região da Fronteira Sul do Brasil

Editora Ilustração
Cruz Alta – Brasil
2024

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

Editor-Chefe: Fábio César Junges
Revisão: Os autores
Capa: Canva

CATALOGAÇÃO NA FONTE

A281 Agrotóxicos e ambiente [recurso eletrônico] : panorama de risco e monitoramento na região da Fronteira Sul do Brasil / organizadores: Iara Denise Endruweit Battisti ... [et al.]. - Cruz Alta : Ilustração, 2024.
208 p. : il.

ISBN 978-65-6135-038-9
DOI 10.46550/978-65-6135-038-9

1. Agrotóxicos. 2. Meio ambiente. I. Battisti, Iara Denise Endruweit (org.).

CDU: 632.95

Responsável pela catalogação: Fernanda Ribeiro Paz - CRB 10/ 1720

Rua Coronel Martins 194, Bairro São Miguel, Cruz Alta, CEP 98025-057
E-mail: eilustracao@gmail.com

www.editorailustracao.com.br

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 15
Iara Denise Endruweit Battisti
Jonas Simon Dugatto
Lisiane Martins Volcão
Liziara da Costa Cabrera

Capítulo 1 - MONITORAMENTO DE MULTIRESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM MATRIZES AMBIENTAIS - UMA BREVE REVISÃO.....19
Lize Elena Kaufmann Back
Liziara da Costa Cabrera
Iara Denise Endruweit Battisti
Jonas Simon Dugatto
Rafaela Roberta Morelato

Capítulo 2 - MONITORAMENTO DE MULTIRESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM MATRIZES AMBIENTAIS EM UM MUNICÍPIO DA REGIÃO DAS MISSÕES - RS 39
Lize Elena Kaufmann Back
Liziara da Costa Cabrera
Iara Denise Endruweit Battisti
Jonas Simon Dugatto
Gabrielle Santos Leite

Capítulo 3 - DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS EM TECIDOS DE ANUROS EM UMA REGIÃO AGRÍCOLA ..65

Susana Weyh Wammes
Liziara da Costa Cabrera
Ruben Alexandre Boelter
Jonas Simon Dugatto
Gabrielle dos Santos Leite
Jonas Jean Inticher

Capítulo 4 - VALIDAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MÉTODO ANALÍTICO PARA DETECÇÃO DE AGROTÓXICOS NO LEITE PRODUZIDO EM SALVADOR DAS MISSÕES/RS..81

Rafaela Bieger Muenchen
Liziara da Costa Cabrera
Jonas Simon Dugatto
Lisiane Martins Volcão
Endi Adriano Fures
Laila Sue Cardoso
Miqueias de Castro da Silva

Capítulo 5 - INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE AGROTÓXICOS EM MILHO PARA O CONSUMO HUMANO.....91

Gabrielle dos Santos Leite
Liziara da Costa Cabrera
Jonas Simon Dugatto
Miqueias de Castro da Silva
Laila Sue Cardoso
Endi Adriano Fures

Capítulo 6 - LEVANTAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS E MEDICAMENTOS VETERINÁRIOS NO LEITE BOVINO EM CIDADES DO SUDOESTE DO PARANÁ 105

Edenilson da Silva
Lucila Cendon Ribeiro
Renato Zanella
Liziara da Costa Cabrera

Capítulo 7 - INVESTIGAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE AGROTÓXICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRATINIM E COMANDAÍ 115

Maurício Seibert Castilho
Liziara da Costa Cabrera
Jonas Simon Dugatto
Lisiane Martins Volcão
Endi Adriano Fures
Laila Cardoso Sue
Miqueias de Castro da Silva

Capítulo 8 - PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES DO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO/RS SOBRE A EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS EM SUA ATIVIDADE OCUPACIONAL.....129

Marceli Welter Scheid
Adriani Dorneles Borges
Jaqueline Steffler Leobett
Iara Denise Endruweit Battisti

Capítulo 9 - CARACTERIZAÇÃO DO USO DO AGROTÓXICO E RELAÇÃO COM IMPACTOS AMBIENTAIS SOB A ÓTICA DOS TRABALHADORES RURAIS DA REGIÃO DAS MISSÕES, RS.....157

Darlan Nei Writz
Iara Denise Endruweit Battisti
Danilo Epaminondas Martins
Alexandre Luiz Schäffer
Suzymeire Baroni
Jaqueline Steffler Leobett
Adriani Marques Dorneles Borges
Zélia Ferreira Caçador Anastácio

Capítulo 10 - EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A AGROTÓXICOS E OS DISTÚRBIOS SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR HUMANO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....179

Stephany Bonin Godinho dos Santos
Maiara Grasiela Rossi
Junior Juliani
Tainara Lais Buratti
Lirane Elize Defante Ferreto
Fernando Brizola
Leia Carolina Lúcio
Claudicéia Risso Pascotto
Dalila Moter Benvegnúa

ÍNDICE REMISSIVO 197

SOBRE OS AUTORES 199

SOBRE OS ORGANIZADORES.....209

Capítulo 9

CARACTERIZAÇÃO DO USO DO AGROTÓXICO E RELAÇÃO COM IMPACTOS AMBIENTAIS SOB A ÓTICA DOS TRABALHADORES RURAIS DA REGIÃO DAS MISSÕES, RS

Darlan Nei Writz
Iara Denise Endruweit Battisti
Danilo Epaminondas Martins
Alexandre Luiz Schäffer
Suzymeire Baroni
Jaqueline Steffler Leobett
Adriani Marques Dorneles Borges
Zélia Ferreira Caçador Anastácio

Introdução

Desde 2008, o Brasil ocupa destaque no consumo de agrotóxicos mundial. De acordo com os dados do Censo Agropecuário de 2017, 33% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros fazem uso de agrotóxicos na agricultura. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado do Rio Grande do Sul (RS) destaca-se no consumo desses químicos, com 70% dos estabelecimentos agropecuários relacionados à grande produção de grãos e ao sistema de cultivo (IBGE, 2017).

Conforme informações do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2019),

as vendas de agrotóxicos no RS estão aumentando desde os anos 2000; dados de 2017 apontam vendas superiores a 500.000 toneladas por ingrediente ativo. A ampla utilização de defensivos agrícolas vem causando mudanças no equilíbrio do ecossistema, interferindo na qualidade das águas, solo, ar e principalmente nos organismos vivos, sem contar o acúmulo dos contaminantes em alimentos, impactando diretamente a saúde humana (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Os efeitos de um agrotóxico para a saúde humana e o meio ambiente dependem intrinsecamente de sua toxicidade, das doses absorvidas pelas matrizes e da forma de exposição (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). Além disso, as condições do ambiente também podem afetar esses processos, tais como condições meteorológicas, localização da área, topografia e práticas de manejo agrícola (SPADOTTO, 2006).

Dentre os efeitos ambientais indesejáveis provocados pelos agrotóxicos destaca-se a contaminação de espécies não inclusas no processo de produção, tais como mamíferos, peixes, aves e a própria espécie humana, contribuindo para a desregulação do equilíbrio ecológico (PERES; MOREIRA, 2007).

Frente a isso, cresce a demanda pela conscientização acerca das problemáticas oriundas do uso e exposição aos agrotóxicos, manejo correto dos insumos, como também implementação de ações para prevenir intoxicações e agravos à saúde (MELLER, COSTAS, CEOLIN, 2021). Segundo Araújo *et al.* (2007), essa conscientização é fundamental para mudar a realidade vivenciada nos dias de hoje, sendo necessário conhecer a percepção dos agricultores, para que seja possível entender a visão dos atores sobre o objeto de estudo (TROIAN; EICHLER; DAL SOGLIO, 2012).

Desse modo, o presente estudo tem o objetivo de verificar e analisar a opinião de trabalhadores rurais da região das Missões, RS, quanto aos impactos ambientas oriundos do uso dos agrotóxicos, métodos adotados para reduzir o consumo desses produtos, além de conhecer as práticas laborais e o sistema de plantio adotado

pelos agricultores.

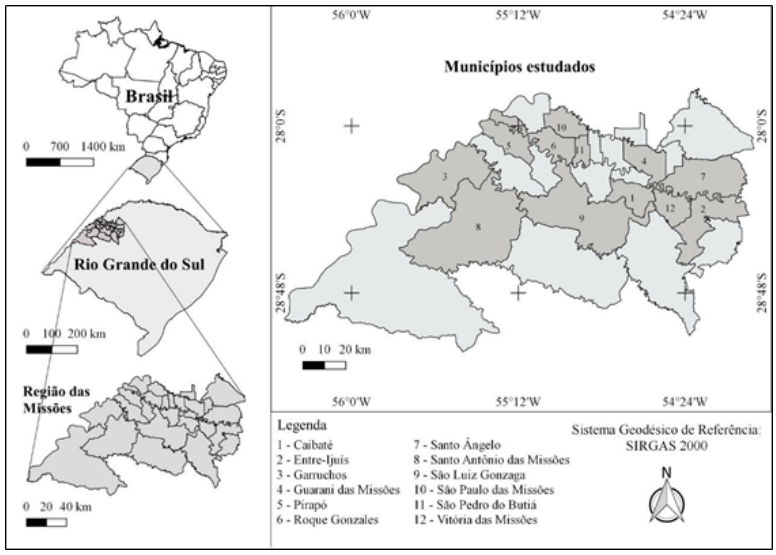
Material e métodos

Trata-se de um estudo com delineamento transversal, de abordagem quantitativa, alcance descritivo e analítico. O estudo foi desenvolvido na região das Missões, RS, localizada na porção noroeste do Estado do RS (Figura 1). A economia da região é baseada na agricultura, pecuária e na agroindústria, com destaque para produção leiteira e cultivo de grãos (binômio soja-milho) (NOGUEIRA, 2007).

A população do estudo compreende os trabalhadores rurais em estabelecimentos agropecuários dos municípios que compõem a região das Missões, RS. A amostra foi definida pela técnica de amostragem aleatória por conglomerados em dois estágios, com seleção proporcional ao número de estabelecimentos agropecuários em cada município no primeiro estágio e trabalhadores rurais no segundo estágio.

Na Figura 1 encontra-se a localização dos municípios escolhidos para o estudo.

Figura 1 – Localização dos municípios pertencentes à região das Missões, RS



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

No cálculo do tamanho da amostra considerou-se nível de 95% de confiança ($z_{\alpha/2}$=1,96), erro amostral igual a 6%, proporção igual a 50% (p=0,5), considerando variabilidade máxima para as variáveis em estudo, a população de 26.434 estabelecimentos agropecuários que utilizam agrotóxico e Efeito do Plano Amostral Complexo de 1,2, obtendo-se um total de 292 estabelecimentos agropecuários, distribuídos proporcionalmente entre 12 municípios, os quais encontram-se listados na Figura 1. Os critérios de inclusão dos participantes no estudo foram: trabalhadores rurais com no mínimo 18 anos de idade, que façam uso de agrotóxicos e com pelo menos 15 horas semanais em atividades da agricultura.

O instrumento de coleta de dados foi elaborado pelos autores, com variáveis relacionadas à caracterização sociodemográfica dos trabalhadores rurais, caracterização dos estabelecimentos agropecuários, práticas laborais e sistema de plantio, uso de métodos de redução do consumo de agrotóxicos no combate a pragas e doenças agrícolas, e a opinião sobre o impacto negativo dos agrotóxicos no ambiente.

Duas variáveis principais foram consideradas e dicotomizadas (sim ou não): (1) uso de métodos que possam reduzir total ou parcialmente o uso de agrotóxicos, e (2) a existência de impactos ambientais negativos causados pelo uso de agrotóxicos na opinião do trabalhador rural.

Os dados foram analisados no *software* R (3.4.3), por meio de técnicas estatísticas univariadas e bivariadas, com nível de 5% de significância para todos os testes estatísticos. Os resultados são apresentados em tabelas de frequência absoluta e relativa na análise univariada e bivariada. Teste de qui-quadrado foi utilizado para verificar a associação entre as variáveis secundárias e as duas variáveis principais. Considerou-se o delineamento amostral complexo na análise dos dados, usando o pacote svy. Caso o efeito do delineamento não seja incorporado na análise pode-se obter estimativas de erro-padrão não corretas (Battisti, 2008).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa da Universidade Federal da Fronteira Sul, sob o CAAE 88526418.0.0000.5564. Cada trabalhador rural foi convidado a participar do estudo de forma voluntária e informado da possibilidade de desistência a qualquer momento da pesquisa. Na abordagem, foram informados os objetivos da pesquisa, os benefícios e riscos da participação na pesquisa, como também a garantia do sigilo dos dados pessoais. A entrevista iniciava somente após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Resultados

Por meio das entrevistas realizadas verificou-se que 182 (62,3%) agricultores indicaram aplicar métodos para reduzir o uso de agrotóxicos. Dentre os métodos adotados informados pelos trabalhadores rurais estão: semente transgênica (104; 57,1%), óleo mineral/vegetal (84; 46,1%), capina, maquinário e ferramenta (54; 29,7%), controle biológico (17, 9,3%) e outros (3; 1,6%).

Quando questionados sobre os impactos ambientais, 70,9% (207) dos trabalhadores rurais consideram que os agrotóxicos podem causar impactos negativos ao meio ambiente, principalmente na fauna e flora (115; 55,6%), animais de interesse comercial (gado e ovelha - 62; 30,0%), rios e lagos (36; 17,6%) e não souberam indicar (43; 20,8%).

Conforme a Tabela 1, 72,3% (211) dos trabalhadores rurais possuem o ensino fundamental completo ou incompleto. Destes, 121 (57,3%) utilizam métodos para reduzir o consumo de agrotóxicos no controle de pragas. Ainda, 140 (66,4%) entrevistados acreditam que os agrotóxicos utilizados possam ocasionar impactos negativos ao ambiente, porém sem associação significativa com escolaridade ($p= 0,104$). A variável escolaridade apresentou relação significativa ($p<0,001$) com a utilização de métodos alternativos no combate a pragas agrícolas.

Em relação à faixa etária dos trabalhadores rurais, verifica-se

a predominância (100; 34,2%) de indivíduos com idade entre 50 e 59 anos (Tabela 1). Dos que pertencem a esse grupo, 68 (68,0%) afirmaram utilizar métodos que reduzem o uso de agrotóxicos, e 70 (70,0%) opinaram sobre impactos negativos no ambiente devido ao uso de agrotóxicos, sem associação significativa com a faixa etária.

A Tabela 1 traz informações referentes à caracterização dos agricultores e as suas opiniões no que tange ao impacto ambiental ocasionado pelo uso dos agrotóxicos.

Tabela 1 – Caracterização sociodemográfica dos trabalhadores rurais e estabelecimentos agropecuários em relação aos métodos para redução do uso de agrotóxicos e a opinião do impacto no ambiente, região das Missões, RS, 2018

Variável	n (%)	Métodos para reduzir o consumo de agrotóxicos			Impactos no ambiente		
		Sim	Não	p	Sim	Não	p
		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
Escolaridade (ensino)[1]							
Fundamental	211 (72,3)	121 (57,3)	90 (42,7)	0,001	140 (66,4)	71 (33,6)	0,104
Médio	70 (24,0)	53 (75,7)	17 (24,3)		56 (80,0)	14 (20,0)	
Superior	11 (3,8)	8 (72,7)	3 (27,3)		11 (100,0)	-	
Faixa Etária (anos)							
< 30	22 (7,5)	15 (68,2)	7 (31,8)	0,919	18 (81,8)	4 (18,2)	0,507
30 |-- 40	38 (13,0)	21 (55,3)	17 (44,7)		29 (76,3)	9 (23,7)	
40 |-- 50	65 (22,3)	40 (61,5)	25 (38,5)		47 (72,3)	18 (27,7)	
50 |-- 60	100 (34,2)	68 (68,0)	32 (32,0)		70 (70,0)	30 (30,0)	
≥ 60	67 (22,9)	38 (56,7)	29 (43,3)		43 (64,2)	24 (35,8)	
Tempo de Utilização de Agrotóxicos (anos)							
≤ 10	52 (17,8)	30 (57,7)	22 (42,3)	0,606	39 (75,0)	13 (25,0)	0,756
11 |-- 21	99 (33,9)	63 (63,6)	36 (36,4)		72 (72,7)	27 (27,3)	
21 |-- 31	73 (25,0)	45 (61,6)	28 (38,4)		49 (67,1)	24 (32,9)	
≥ 31	68 (23,3)	44 (64,7)	24 (35,3)		47 (69,1)	21 (30,9)	
Área dos Estabelecimentos Agropecuários (ha)							

≤10	77 (26,4)	44 (57,1)	33 (42,9)	0,33	53 (68,8)	24 (31,2)	0,822
11 |-- 26	90 (30,8)	53 (58,9)	37 (41,1)		67 (74,4)	23 (25,6)	
26 |-- 81	93 (31,8)	62 (66,7)	31 (33,3)		64 (68,8)	29 (31,2)	
≥ 81	32(11,0)	23 (71,9)	9 (28,1)		23 (71,9)	9 (28,1)	
Possui Rio/Nascente							
Sim	162 (55,5)	105 (64,8)	57 (35,2)	0,623	122 (75,3)	40 (24,7)	0,071
Não	130 (44,5)	77 (59,2)	53 (40,8)		85 (65,4)	45 (34,6)	
Vegetação Entorno do Rio/Nascente[2]							
< 2 m	70 (43,2)	44 (62,9)	26 (37,1)	0,6	55 (78,6)	15 (21,4)	0,102
≥ 2 m	79 (48,8)	51 (64,6)	28 (35,4)		55 (69,6)	24 (30,4)	
Sem vegetação	13 (8,0)	10 (76,9)	3 (23,1)		12 (92,3)	1 (7,7)	
Atividades realizadas no Rio/Nascente[2]							
Sem atividade	96 (59,3)	64 (68,8)	29 (31,2)	0,445	67 (72,0)	26 (28,0)	0,513
Bebedouro	53 (32,7)	30 (56,6)	23 (43,4)		42 (79,2)	11 (20,8)	
Outros[3]	13 (8,0)	9 (69,2)	4 (30,8)		10 (76,9)	3 (23,1)	
Distância mínima entre lavoura e Rio/Nascente [4]							
< 250m	112 (69,1)	74 (66,1)	38 (33,9)	0,926	89 (79,5)	23 (20,5)	0,039
≥ 250m	42 (25,9)	27 (64,3)	15 (35,7)		26 (61,9)	16 (38,1)	

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Nota: [1] Escolaridade: representa o ensino completo e incompleto de cada categoria; [2] Vegetação Entorno do Rio/Nascente e Atividades realizadas no Rio/Nascente: percentual em relação àqueles que possuem rio ou nascente no estabelecimento agropecuário; [3]Outros: abastecimento doméstico, pesca ou irrigação; [4] Oito participantes não responderam a distância entre lavoura e rio/nascente.

Com relação ao tamanho dos estabelecimentos agropecuários (considerando espaços próprios, arrendados ou cedidos) percebe-se a predominância de áreas caracterizadas como agricultura familiar, possuindo extensões de terra com até 80 ha (260; 89%) (Tabela 1). Não houve associação significativa (p=0,822) entre o tamanho dos

estabelecimentos e o impacto no ambiente.

Quanto ao período de exposição aos agrotóxicos (Tabela 1), 141 (48,3%), trabalhadores rurais fazem o uso desses químicos há pelo menos 21 anos. Não se observou associação do tempo de exposição com o impacto no ambiente.

Acerca das características dos estabelecimentos agropecuários da Região das Missões, RS, aproximadamente metade deles (162; 55,5%) possuem rios ou nascentes, sendo que 79 (48,8%) apresentam vegetação com porte médio a alto (≥2m); 59,3% (96) desses corpos hídricos não são utilizados para atividades e 69,1% (112) localizam-se a menos de 250 metros da área de plantio (Tabela 1). Esta variável apresentou relação significativa (p=0,039) com a percepção de impactos ambientais oriundos da utilização de agrotóxicos.

Na Tabela 2 são apresentadas características laborais e dos sistemas de plantio utilizados pelos trabalhadores rurais na Região das Missões, RS.

Tabela 2 – Caracterização das práticas laborais e do sistema de plantio adotados pelos trabalhadores rurais, Região das Missões, RS, 2018

Variável	n (%)	Métodos para reduzir o consumo de agrotóxicos			Impactos no ambiente		
		Sim	Não	P	Sim	Não	p
		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
Tipo do Aplicador[1]							
Utiliza TSC ou BC[2]	241 (82,5)	144 (59,8)	97 (40,2)	0,121	167 (69,3)	74 (30,7)	0,195
Utiliza TCC[3]	54 (18,5)	38 (70,4)	16 (29,6)	0,275	43 (79,6)	11 (20,4)	0,121
Leitura da Bula ou Rótulo							
Sempre	60 (20,5)	29 (48,3)	31 (51,7)	0,036	49 (81,7)	11 (18,3)	0,113
Alguma vez	180 (61,6)	125 (69,4)	55 (30,6)		124 (68,9)	56 (31,1)	
Não lê	52 (17,8)	28 (53,8)	24 (46,2)		34 (65,4)	18 (34,6)	
Utiliza Receituário Agronômico							

Sim	248 (84,9)	152 (61,3)	96 (38,7)	0,137	178 (71,8)	70 (28,2)	0,431
Não	44 (15,1)	30 (68,2)	14 (31,8)		29 (65,9)	15 (34,1)	
Realiza Sistema com Plantio Direto							
Sim	221 (75,7)	139 (62,9)	82 (37,1)	0.665	160 (72,4)	61 (27,6)	0,318
Não	71 (24,3)	28 (39,4)	43 (60,6)		47 (66,2)	24 (33,8)	
Vantagens do Sistema Plantio Direto[4]							
Conservação do solo	175 (79,2)	110 (62,9)	65 (37,1)	0,877	121 (69,1)	54 (30,9)	0,142
Fatores Econômicos	98 (44,3)	68 (69,4)	30 (30,6)	0,386	75 (76,5)	23 (23,5)	0,336

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Nota: [1] Tipo do Aplicador: percentual de indicação; [2] Utiliza TSC ou BC: TSC (trator sem cabine), BC (bomba costal); [3] Utiliza TCC: trator com cabine; [4] Vantagens do Sistema Plantio Direto: percentual de indicação em relação àqueles que utilizam o sistema de plantio direto.

A respeito das práticas de plantio, 241 (82,5%) participantes utilizam tratores sem cabine ou bombas costais na pulverização dos agrotóxicos. Dos que pertencem a esse grupo, 144 (59,8%) utilizam outros métodos para realizar o combate a pragas e ervas daninhas e 167 (69,3%) acreditam que os químicos utilizados possam impactar no ambiente.

Referente aos hábitos de leitura das bulas e/ou rótulos dos agrotóxicos, 61,6% (180) afirmaram consultar a bula alguma vez. Destes, 124 (68,9%) participantes acreditam que os agrotóxicos possam afetar negativamente o ambiente (Tabela 2).

A maioria (248; 84,9%) dos trabalhadores rurais utilizam receitas agronômicas, sem associação significativa com outras técnicas (p=0,137) e com impacto negativo no ambiente (p=0,431) (Tabela 2). Verifica-se que 221 (75,7%) dos entrevistados realizam o plantio direto, justificando essa prática por conservação e manutenção do solo (75; 79,2%) e por fatores econômicos (98; 44,3%).

A Tabela 3 apresenta informações quanto às práticas alternativas adotadas pelos trabalhadores e sua opinião sobre o impacto negativo causado pelo uso dos agrotóxicos.

Tabela 3 – Caracterização das práticas alternativas e opinião dos agricultores sobre o impacto negativo dos agrotóxicos no ambiente, Região das Missões, RS, 2018

Variável	n (%)	Métodos para reduzir o consumo de agrotóxicos			Impactos no ambiente		
		Sim	Não	p	Sim	Não	p
		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
Métodos para reduzir o consumo de agrotóxicos							
Sim	182 (62,3)	-	-	-	128 (70,3)	54 (29,7)	0,786
Não	110 (37,7)	-	-	-	79 (71,8)	31 (28,2)	
Método Alternativo[1]							
ESP ou ST[2]	119 (65,4)	-	-	-	82 (68,9)	37 (31,1)	0,821
CF ou CB[3]	74 (40,6)	-	-	-	54 (73,0)	20 (27,0)	0,781
Motivo para não uso de Técnicas Alternativas[4]							
Alto custo	30 (27,3)	-	-	-	19 (63,3)	11 (36,7)	0,866
Não conhece	28 (25,5)	-	-	-	18 (64,3)	10 (35,7)	
Ineficiente	27 (24,5)	-	-	-	21 (77,8)	6 (22,2)	
Falta mão de obra[5]	15 (13,6)	-	-	-	13 (86,7)	2 (13,3)	
Outro	10 (9,1)	-	-	-	8 (80,0)	2 (20,0)	
Impactos Negativos no Ambiente dos Agrotóxicos							
Sim	207 (70,9)	128 (61,8)	79 (38,2)	0,995	-	-	
Não	85 (29,1)	79 (92,9)	6 (7,1)		-	-	
Impactos Observados[6]							
Fauna ou Flora	115 (55,6)	73 (63,5)	42 (36,5)	0,226	-	-	
Animais[7]	62 (30,0)	41 (66,1)	21 (33,9)	0,977	-	-	
Rios e Lagos	36 (17,4)	21 (58,3)	15 (41,7)	0,839	-	-	
Não Sabe	43 (20,8)	27 (62,8)	16 (37,2)	0,841	-	-	
Comportamento do Agrotóxico no Ambiente após a Aplicação[8]							
Permanece[9]	200 (68,5)	125 (65,0)	66 (35,0)	0,772	128 (67,0)	63 (33,0)	0,062

Mananciais ou outras plantas[10]	100 (34,2)	46 (57,5)	34 (42,5)	0,59	66 (82,5)	14 (17,5)	0,001
Não sabe	11(3,8)	7 (63,63)	4 (36,36)	0,977	6 (54,5)	5 (45,4)	0,233

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Nota: [1] Método Alternativo: percentual de indicação em relação aqueles que utilizam técnicas alternativas no controle de pragas; [2] ESP ou ST (espalhantes ou sementes transgênicas); [3] CF (controle físico, capina, roçadeira) ou CB (Controle Biológico) ; [4] percentual em relação aqueles que não utilizam técnicas de controle alternativo;; [6] percentual de indicação em relação aqueles que afirmaram o agrotóxicos causar impactos ao meio ambiente;[7]]Animais de interesse comercial (gado, ovelha); [8] percentual de indicação; [9] Permanece nas folhas das plantas, solo ou volatiliza; [10] Mananciais subterrâneos ou superficiais).

Em relação aos motivos indicados para não realizar a utilização de outras técnicas, destacam-se o alto custo (30; 27,3%), desconhecimento (28; 25,5%), ineficiente (27; 24,5%), falta de mão de obra (15; 13,6%), entre outros, sem associação significativa (p=0,866) com impacto negativo no ambiente (Tabela 3).

Acerca dos impactos ambientais negativos oriundos da utilização dos agrotóxicos, foram citados fauna e flora (115; 55,6%), seguido de animais (62; 30%), rios e lagos (36; 17,4%), e 20,8% (43) não souberam opinar (Tabela 3).

Ao serem questionados sobre o comportamento do agrotóxico no ambiente (Tabela 3), 68,5% (200) acreditam que ele permanece nas folhas das plantas, no solo ou volatiliza, 34,2% (100) acreditam que atinge mananciais subterrâneos, superficiais ou outras plantas, com associação significativa (p<0,001) com impactos negativos no ambiente.

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo revelam que a escolaridade dos trabalhadores rurais não contribuiu positivamente para adoção de métodos alternativos que reduzam o consumo de

agrotóxicos no controle de pragas e doenças agrícolas; isso vai ao encontro de Bernardes *et al.* (2023), em que a baixa escolaridade demonstra um menor entendimento das informações técnicas.

Entretanto, estudos desenvolvidos com produtores de arroz no município de Sari, Mazandaran, localizado na porção norte do Irã, apresentam resultados contrários, revelando que trabalhadores rurais com maior instrução e experiência no campo foram os que mais utilizavam técnicas alternativas, tais como o uso de sementes transgênicas *Bacillus thuringiensis (Bt)* (ABDOLLAHZADEH; SHARIFZADEH; DAMALAS, 2015).

O Bt é uma bactéria comum que produz proteínas tóxicas a pragas que atacam lavouras de milho e soja, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda)* e a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea)* (MICHELOTTO *et al.,* 2013). Por meio da engenharia genética é feita a transferência dos genes da bactéria para plantas, atuando como um inseticida no intestino do inseto (PIANA, 2015).

No presente estudo, o uso de sementes Bt foi uma das técnicas mais citadas pelos trabalhadores rurais como forma de reduzir o uso de agrotóxicos nas lavouras, reforçando a ideia de alguns autores como Santilli (2009) e Piana (2015), que defendem que as culturas transgênicas contribuem para a redução do número de aplicações de agrotóxicos, cooperando com o meio ambiente e com a saúde humana, evitando o uso de compostos químicos e a exposição ocupacional de trabalhadores rurais a compostos tóxicos. Entretanto, Gavioli e Nunes (2015) chamam atenção para os efeitos desconhecidos do consumo de alimentos e produtos derivados de culturas transgênicas na saúde.

As variáveis investigadas neste estudo vão ao encontro dos observados por Jallow *et al.* (2017). Para eles, os trabalhadores rurais mais jovens tendem a perceber mais riscos no uso de agrotóxicos e determinados problemas ambientais. Contudo, seus resultados demonstram que a percepção do risco ambiental relatada pelos trabalhadores rurais não influencia no uso consciente de agrotóxicos.

Na Região das Missões, RS, o tempo de experiência nas atividades agrícolas e o tamanho dos estabelecimentos agropecuários estão entre as características que possam influenciar na adoção de práticas mais sustentáveis do campo. A maioria dos trabalhadores rurais caracteriza-se por trabalhar ao menos 21 anos em atividades agrícolas com o uso de agrotóxicos. Grande parcela desta população relatou utilizar no passado, produtos mais perigosos (ambientalmente e para a saúde ocupacional) e menos seletivos, em comparação àqueles utilizados atualmente.

Na literatura são relatados potenciais contaminantes de águas superficiais devido à utilização de pesticidas. Em Candelária, RS, pesquisas desenvolvidas por Fan *et al.* (2018) constataram a presença de resíduos de diferentes agrotóxicos em solos e cursos de água de uma região produtora de fumo. No presente estudo, observou-se que os agricultores respeitam os limites de segurança indicados na bula e rótulos dos agrotóxicos, no que diz respeito à distância mínima do local de aplicação para os corpos hídricos, isso demonstra a consciência ambiental do trabalhador rural quanto aos impactos que a utilização desses produtos pode ocasionar aos corpos hídricos.

Entretanto, ainda que muitos trabalhadores rurais percebam os riscos de contaminação, permanecem com o plantio no entorno de rios, riachos ou nascentes, realizando pulverizações próximas aos ambientes aquáticos superficiais, em desacordo com a distância mínima recomendada (250 metros).

Os resultados do presente estudo demonstraram forte relação entre a leitura da bula e adoção de práticas alternativas que reduzem o uso de agrotóxicos, bem como a percepção quanto aos riscos dos agrotóxicos ao ambiente, revelando que as informações de riscos à saúde e contaminação ambiental podem influenciar na adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

Outro aspecto importante refere-se ao uso de receitas agronômicas. Esse documento é emitido por profissionais habilitados, como técnicos ou engenheiros agrônomos, e tem por

objetivo a orientação e o uso adequado dos agrotóxicos, evitando o excesso desses produtos na lavoura (Lei Federal 7.802/1989). Neste estudo, a maioria dos trabalhadores rurais afirmaram utilizar receituários agronômicos e identificaram uma associação entre o uso dos agrotóxicos e os problemas ambientais.

Em referência à legislação brasileira federal, os profissionais agrônomos ou técnicos agrícolas devem realizar visitas periódicas aos estabelecimentos agropecuários, apontando as necessidades do uso de agrotóxicos nas plantações (REINATO; GARCIA; ZERBINATTI, 2012). Entretanto, pesquisas recentes vêm evidenciando a ineficiência dos receituários agronômicos.

O trabalho desenvolvido por Sousa *et al*. (2016) com 30 agricultores no Município de Barro, CE, constatou que a maioria dos agricultores não compreendem as informações contidas em bulas ou receituários agronômicos. Ainda, apenas 27% dos entrevistados mencionaram utilizar esse documento para realizar a compra de agrotóxicos. Desses, 90% declaram não seguir as devidas orientações. Outro aspecto preocupante refere-se à emissão de receitas agronômicas sem a visita de profissionais responsáveis. Esta realidade é observada no município de Tubarão, SC, em pesquisas desenvolvidas por MARTINI *et al.,* 2016.

Quando investigados os tipos de aplicadores para as pulverizações de agrotóxicos, aqueles que possuem tratores cabinados, apresentam maior proporção no uso de tecnologias alternativas ao uso de agrotóxicos. Possivelmente associam-se, melhores condições financeiras em investimentos por tecnologias que utilizem menos químicos, reduzindo custos e contribuindo nos níveis de produção local.

Para o cultivo das lavouras, percebe-se que a maioria dos trabalhadores rurais adotam o sistema de plantio direto, visando principalmente a conservação dos solos (fertilidade e temperatura). Segundo Júnior, Araújo e Llanillo (2021) os principais problemas apresentados na prática do plantio direto referem-se ao manejo das plantas invasoras, doenças do solo e a dificuldade de inserir os

discos da semeadora no solo argiloso.

Apesar de existirem diferentes métodos para o controle de plantas daninhas, o controle químico tem sido mais utilizado, principalmente na cultura da soja devido às extensas áreas de cultivo. Para Procópio *et al.* (2006) a aplicação de herbicidas (dessecação) durante a pré-semeadura, é uma prática obrigatória em cultivos realizados no sistema de plantio direto.

O uso de óleos espalhantes é outro métodos utilizado para reduzir o consumo de agrotóxicos no controle de pragas e ervas daninhas na Região das Missões, RS. Mendonça e Raetano (2007) destacam que os óleos minerais e vegetais possuem amplo espectro de uso na agricultura, podendo ser utilizados isoladamente no controle de insetos e fungos, e como adjuvantes adicionados às caldas, favorecendo o controle de cochonilhas e ácaros.

Adicionalmente, foram relatados métodos manuais e mecânicos no combate a ervas daninhas, por meio de capinas e de tratores com grades, arados e demais implementos. Essa realidade também foi observada no trabalho desenvolvido por Giunti, Araújo e Silva (2017), em municípios do Estado de Minas Gerais e São Paulo com 400 cafeicultores. Os resultados revelaram que 5,9% dos trabalhadores rurais utilizam enxadas e outras ferramentas para a limpeza de pequenas áreas, e 95,5% utilizam implementos mecânicos como roçadeiras motorizadas, costais e de tração animal, para o controle das plantas invasoras.

Verifica-se uma baixa adesão dos entrevistados na utilização de produtos orgânicos e manejo integrado de pragas e invasoras. Esse fato pode estar relacionado à presença da agricultura tradicional na região, e à dificuldade de produção de alimentos totalmente orgânicos. Outro aspecto refere-se ao acesso à assistência técnica especializada em empresas de extensão rural, conforme resultados apresentados por Kabir e Rainis (2012) e Jallow *et al.* (2017).

De acordo com esses autores, os trabalhadores rurais que passam por algum tipo de treinamento ou acompanhamento técnico durante o processo de produção, tendem a adotar métodos que

reduzam a utilização de agrotóxicos e colaborem com uma agricultura mais sustentável. Timprasert, Datta e Ranamukhaarachchi (2014) mencionam que muitos agricultores confiam na eficiência dos agrotóxicos e demonstram resistência na adoção de práticas com as quais não estão familiarizados, apresentando riscos em sua produção, evidenciando assim a necessidade da disseminação de informações e conteúdos a respeito dessas práticas.

Pesquisas desenvolvidas por Gill e Garg (2014) revelam efeitos negativos dos pesticidas sobre a fauna edáfica, peixes e polinizadores. Estudos realizados por Pimentel e Burgess (2014), nos Estados Unidos, relataram que trabalhadores rurais acreditam que a utilização de químicos pode ocasionar intoxicações no gado e a morte de peixes, com grandes perdas agrícolas. Essa realidade também é observada pelos trabalhadores rurais no presente estudo, acreditando que o uso indevido desses produtos possa provocar a morte ou intoxicações de animais (domésticos, silvestres ou de interesse comercial), além da degradação de espécies vegetais nativas ou agrícolas.

Todavia, a maioria dos trabalhadores rurais acredita que esses produtos permanecem apenas nas folhas das plantas ou se volatilizam. Entretanto, as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, bem como a frequência de seu uso, modo de aplicação e condições climáticas podem determinar o seu destino no ambiente (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Conclusões

Os trabalhadores rurais da Região das Missões, RS, percebem os efeitos negativos do uso de agrotóxicos em diversos componentes ambientais. Contudo, a adoção de medidas de controle a pragas agrícolas menos agressivas ao ambiente esbarra em diversos fatores limitantes. Entre eles, a baixa escolaridade, condições socioeconômicas, desconhecimento de técnicas alternativas, a falta de incentivo comercial, agregados à desconfiança na eficiência de produtos biológicos. Deve-se considerar também a escassez de mão

de obra no campo; desse modo, diversos produtores veem-se reféns do uso de agrotóxicos, uma vez que sua utilização facilita o trabalho na lavoura.

Referências

ABDOLLAHZADEH, G.; SHARIFZADEH, M. S.; DAMALAS, C. A. Perceptions of the beneficial and harmful effects of pesticides among Iranian rice farmers influence the adoption of biological control. **Crop Protection**, 75, 124-131, 2015.

ARAÚJO, A. J. et al. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, 12(1), 115-130.7, 2007.

BATTISTI, I. D. E. **Análise de dados epidemiológicos incorporando planos amostrais complexos** (Tese de Doutorado)**.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil. 2008.

BERNARDES, N. B. et al. Determining the effects of pesticides on workers' health through the evaluation of biomarkers. **Concilium**, v. 23, n. 10, p. 1-20, 2023. http://dx.doi.org/10.53660/clm-1299-23k35. Disponível em:

http://clium.org/index.php/edicoes/article/view/1299/917. Acesso em: 05 jul. 2023.

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Poder Executivo. Brasília, DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes Nacionais para a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** 2017. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. 2017.

BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. Cafeicultura e sustentabilidade da produção. **Café nas Montanhas**, 12, 31-67, 2017.

FAN, F. M.; et al. **Resíduos de agrotóxicos em água e solo de município em região produtora de fumo no Rio Grande do Sul.** Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/183123. 2018. Acesso em: 12 jul. 2023.

GAVIOLI, A. P. R.; NUNES, J. D. S. A Soja transgênica no Brasil e suas influências à saúde e ao meio ambiente. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, 6, 1-16, 2015.

GILL, H. K.; GARG, H. Pesticides: Environmental Impacts and Management Strategies. **Pesticides-Toxic Aspects**, 187-230, 2014.

GIUNTI, O. D.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. M. A. Sistema de produção. In: BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. Caracterização da cafeicultura na área de atuação da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé. **Café nas Montanhas.** Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2017, 31 - 69, A.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2019). **Boletim de Comercialização de Agrotóxicos e Afins**: histórico de vendas - 2000 a 2012. Disponível em:

http://www.ibama.gov.br/phocadownload/Qualidade_Ambiental/boletim%20de%20comercializacao_2000_2012.pdf.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017.** Disponível em : https://acesse.one/

Rej9T, 2017.

JALLOW, M. F., et al. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. **Science of the Total Environment**, 574(1), 490-498. 2017.

JÚNIOR, R. C.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. **Plantio Direto no Sul do Brasil**. Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista. Disponível em:

https://fatebtb.edu.br/novosite/wp-content/uploads/2021/04/02-Plantio-Direto-no-Sul-do-Brasil.pdf. 2021.

KABIR, M. H.; RAINIS, R. Farmers perception on the adverse effects of pesticides on the environment: the case of Bangladesh. **International journal of sustainable agriculture**, 4(2), 25-32, 2012.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, [S.L.], v. 42, n. 117, p. 518-534, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201811714.

MARTINI, L. C. P. et al. Uso da prescrição de agrotóxicos no Brasil: Um estudo de caso na região de Tubarão-SC. **Revista Eletrônica de Extensão** 13(23), 71-82. 2016.

MELLER, F; REOLON-COSTA, A.; CEOLIN, S. Uso de agrotóxicos e riscos à saúde humana: panorama da zona rural do município de Independência - RS. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 13, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i13.21161. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21161.

MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, 27, 16-23, 2007.

MICHELOTTO, M. D. et al. Milho transgênico (Bt): efeito

sobre pragas alvo e não alvo. **Nucleus**, 10(3), 2013.

NOGUEIRA, C. R. D. **O turismo, o reencontro e a redescoberta da Região das Missões** (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. 2007.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 23(4), 612-621, 2007.

PIANA, P. H. P. **Alimentos geneticamente modificados e a construção do quadro regulatório no Brasil** (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais. Brasília, DF, Brasil. 2015.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. In PIMENTEL, D.; PESHIN, R. **Integrated Pest Management** (pp. 47-71). Disponível em:

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40354/Pesticides_Ch5.pdf. 2014.

PROCÓPIO, S. O. et al. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, 24(1), 193-197. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000100024. 2006.

REINATO, R. A.; GARCIA, R. B. G.; ZERBINATTI, O. E. A situação atual das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil. **Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia**, 9(4), 79-94, 2012.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, 10(14), 2009.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direito dos agricultores.** São Paulo, SP: Perópolis. 2009.

SOUSA, J. A. et al. Percepção dos produtores rurais quanto ao uso de agrotóxicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 10(5), 976-989, 2016.

SPADOTTO, C. A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. In: **Anais da 4ª Jornada Jurídica da Faculdade Marechal Rondon**, São Manuel, SP. 2006.

TIMPRASERT, S.; DATTA, A.; RANAMUKHAARACHCHI, S. L. Factors determining adoption of integrated pest management by vegetable growers in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. **Crop Protection**, 62, 32-39, 2014.

TROIAN, A.; EICHLER, M. L.; DAL SOGLIO, F. K. A sustentabilidade na percepção ambiental de produtores de tabaco e de agentes de desenvolvimento: o caso de Arvorezinha (RS). **Redes**, 17(3), 26-49, 2012.

Tainara Lais Buratti: Graduanda no curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Realeza onde atua no Grupos de Pesquisa em Energias Renováveis e Sustentabilidade e BioSaúde Humana e Animal.

Zélia Ferreira Caçador Anastácio: Licenciada em Biologia/ Geologia e Mestre em Promoção/Educação para a Saúde pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal). Doutora em Estudos da Criança na especialidade de Saúde Infantil pela Universidade do Minho (Portugal) onde atua como docente. É doutorada ainda em Didática da Biologia, Saúde e Ambiente pela Universidade Claude Bernard Lyon-1 (França). Membro integrado do Centro de Investigação em Estudos da Criança, onde coordena projetos e estudos na área da Educação para a Saúde. Autora e editora de capítulos de livro e artigos em periódicos nacionais e internacionais.