

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

# Deriva de Herbicidas Hormonais, Vulnerabilidade Territorial e retração de investimentos na Fruticultura do Rio Grande do Sul (RS), Brasil

Gustavo Pinto da Silva, Róberson Macedo de Oliveira, Gabrieli Rieth Marasca

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16253>

Submetido em: 2026-06-21

Postado em: 2026-06-30 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o(s) endosso(s) de:

- Juan Saavedra del Aguila (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6989-0799>)
- Sergio Schneider (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4353-6732>)
- Alessandro Dal'Col Lúcio (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0761-4200>)

# **Deriva de Herbicidas Hormonais, Vulnerabilidade Territorial e retração de investimentos na Fruticultura do Rio Grande do Sul (RS), Brasil.**

**Hormonal Herbicide Drift, Territorial Vulnerability, and Investment Retraction in Fruit Production in Rio Grande do Sul (RS), Brazil**

**Deriva de Herbicidas Hormonales, Vulnerabilidad Territorial y Retracción de las Inversiones en la Fruticultura de Rio Grande do Sul (RS), Brasil**

**Gustavo Pinto da Silva 1**

Colégio Politécnico, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8567-7664>

**Róberson Macedo de Oliveira 2**

Colégio Politécnico, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8627-172X>

**Gabrieli Rieth Marasca 3**

Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7945-8817>

## **RESUMO**

Apesar da crescente evidência experimental dos danos causados por compostos auxínicos em culturas sensíveis, inexistente diagnóstico quantitativo abrangente sobre a magnitude e os determinantes comportamentais e institucionais desses impactos no Brasil. Por meio de survey online com amostragem por bola de neve (n=395 fruticultores; 141 municípios; RS), construiu-se e validou-se o Índice de Severidade da Deriva (ISDERIVA), com consistência interna ( $\alpha=0,925$ ) e estrutura unidimensional confirmada. Quase metade dos respondentes se situam nas classes de maior severidade, com diferenças significativas entre culturas e regiões. A severidade percebida, o tamanho da área e o cultivo de videira predizem significativamente a denúncia formal, realizada por apenas 34,9% da amostra. Análise complementar revelou que a proximidade institucional, registro formal e denúncia, está associada a maior retração de investimento sob severidade equivalente, sugerindo que o sistema institucional opera como receptor da crise, não como mecanismo efetivo de proteção. A proibição total do 2,4-D foi a prioridade absoluta de 65,3% dos respondentes, proporção crescente com a severidade percebida. Os resultados apontam para um ciclo de desamparo institucional crônico com implicações diretas para políticas regulatórias territorialmente diferenciadas.

## **Palavras-chave:**

herbicidas auxínicos, percepção de impacto, comportamento adaptativo.

## **ABSTRACT**

Despite growing experimental evidence of damage caused by auxinic compounds to sensitive crops, no comprehensive quantitative assessment of the magnitude and behavioral and institutional determinants of these impacts exists in Brazil. Through an online snowball-

sampling survey (n=395 fruit growers; 141 municipalities; Rio Grande do Sul), a Drift Severity Index (ISDERIVA) was constructed and validated with internal consistency ( $\alpha=0.925$ ) and confirmed unidimensional structure. Nearly half of respondents fell into the higher severity classes, with significant differences across crops and regions. Perceived severity, farm size, and grapevine cultivation significantly predicted formal complaint filing, carried out by only 34.9% of the sample. A complementary analysis revealed that institutional proximity, formal registration and complaint filing, is associated with greater investment retraction under equivalent severity, suggesting that the institutional system operates as a receptor of crisis rather than as an effective mechanism of protection. A total ban on 2,4-D was the absolute policy priority for 65.3% of respondents, a proportion that increases with perceived severity. The findings point to a chronic cycle of institutional helplessness with direct implications for territorially differentiated regulatory policies.

### **Keywords:**

auxinic herbicides, impact perception, adaptive behavior.

## **1. Introdução**

A deriva de herbicidas hormonais, compostos auxínicos como o 2,4-D e o dicamba, representa uma das principais externalidades negativas da expansão das lavouras de *commodities* sobre os sistemas de produção de culturas sensíveis no Rio Grande do Sul (RS), Brasil. Neste estudo, a deriva é compreendida como o deslocamento não intencional de herbicidas para fora da área-alvo de aplicação, por meio do transporte de gotículas ou da volatilização do produto, atingindo culturas e ambientes sensíveis. Trata-se de um fenômeno resultante da interação entre as características dos herbicidas, as tecnologias de aplicação e as condições meteorológicas, podendo provocar danos mesmo em concentrações muito reduzidas, especialmente em culturas sensíveis aos herbicidas hormonais, como as frutíferas (GROSSMANN, 2010; BROWN et al., 2020; HARING et al., 2022).

Os efeitos sobre as frutíferas são clinicamente documentados: exposições subletais causam deformação foliar característica em forma de copo, inibição da germinação do pólen, queda anormal de flores e frutos, redução da qualidade pós-colheita e, em exposições repetidas, leva a morte de mudas e plantas adultas (MOHSENI-MOGHADAM et al., 2017; DUMMER et al, 2025; GARCIA et al., 2025). Estudos de Rubert et al. (2024) demonstram que a exposição a subdoses de 2,4-D e dicamba pode comprometer significativamente processos fisiológicos essenciais das plantas, reduzindo a assimilação de CO<sub>2</sub>, a fotossíntese líquida, a condutância estomática e a eficiência do aparato fotossintético, com potenciais reflexos sobre o crescimento, a produtividade e a longevidade de culturas perenes sensíveis.

O Rio Grande do Sul tem se consolidado como uma das principais regiões de ocorrência de danos associados à deriva de herbicidas hormonais no Brasil. Tanto produtores, como instituições de pesquisa, universidades, órgãos de assistência técnica e entidades representativas de diferentes cadeias produtivas vêm registrando impactos recorrentes em culturas sensíveis, especialmente videira, oliveira, macieira, citros, nogueira-pecã e hortaliças. Dados da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI-RS) evidenciam a persistência do problema (RIO GRANDE DO SUL, 2022). Embora necessárias, as medidas adotadas até o momento, não têm sido suficientes para resolver os conflitos e danos causados pela deriva, assim como a situação de desamparo vivida pelos agricultores, agravada pela dificuldade em gerenciar o problema, o que pode ser desmotivador. As evidências sugerem que a interação entre as práticas agrícolas e a deriva

de herbicidas hormonais requer uma reavaliação urgente para proteger a viticultura e outras culturas sensíveis na região (NODARI, 2022; HUPFFER; WEYERMÜLLER; SUSIN, 2025).

A Teoria da Motivação de Proteção (PMT), proposta por Rogers (1975), oferece o arcabouço conceitual central para compreender as respostas adaptativas dos fruticultores diante da exposição recorrente ao risco de deriva. Segundo a teoria, a adoção de comportamentos protetivos depende da avaliação simultânea da gravidade da ameaça, da vulnerabilidade percebida e da crença na eficácia das respostas disponíveis e na própria capacidade de implementá-las (ROGERS, 1975; MADDUX; ROGERS, 1983). Nesse contexto, Folck (2017), ao investigar produtores de culturas especializadas expostos à deriva, identificou um padrão caracterizado por elevada percepção de risco associada à baixa autoeficácia. Tal combinação tende a reduzir a disposição para ações adaptativas, aproximando-se do fenômeno descrito por Seligman (1975) como desamparo aprendido, situação em que indivíduos submetidos repetidamente a eventos percebidos como incontroláveis passam a acreditar que suas ações são incapazes de alterar os resultados. No caso da deriva, essa percepção pode ser reforçada pela recorrência dos episódios, pela dificuldade de responsabilização dos agentes causadores e pela limitada efetividade das medidas de mitigação disponíveis aos fruticultores afetados. Complementarmente, Centner (2022) argumenta que a autorização estatal para o uso de herbicidas altamente voláteis pode representar uma restrição ao direito de exclusão inerente à propriedade privada, uma vez que permite que substâncias aplicadas em uma área ultrapassem seus limites físicos e produzam efeitos negativos sobre as vizinhas. Assim, os impactos transcendem a dimensão agrônômica, envolvendo aspectos psicológicos, institucionais e jurídicos que influenciam a capacidade de resposta dos fruticultores.

Apesar da crescente documentação agrônômica dos danos provocados pelos herbicidas hormonais, ainda são escassos estudos capazes de mensurar, em escala territorial ampla, como esses impactos são percebidos pelos agricultores e de que forma influenciam comportamentos adaptativos. Assim, este estudo tem como objetivo analisar a extensão, a distribuição espacial e os impactos socioeconômicos da deriva de herbicidas hormonais sobre a fruticultura no Rio Grande do Sul, a partir da percepção dos fruticultores diretamente afetados. Especificamente, busca:

- (1) caracterizar a ocorrência da deriva, identificando sua frequência, grau de certeza atribuído pelos fruticultores e distribuição geográfica entre regiões e sistemas produtivos;
- (2) construir e validar uma variável sintética de identificação de deriva para qualificar analiticamente os relatos dos fruticultores, distinguindo diferentes níveis de evidência e ampliando a robustez das análises sobre impactos e respostas adaptativas;
- (3) analisar a heterogeneidade dos impactos entre culturas, regiões e perfis produtivos, identificando fatores associados à maior vulnerabilidade dos sistemas frutícolas;
- (4) investigar os fatores que influenciam o comportamento de denúncia formal dos episódios de deriva, considerando a severidade dos danos, percepção de risco e efetividade institucional; e
- (5) examinar como a severidade percebida e a confiança institucional influenciam as decisões de investimento e a capacidade adaptativa dos fruticultores.

A pesquisa foi conduzida por meio de um survey quantitativo de corte transversal, com abrangência estadual, visando compreender a ocorrência e os impactos da deriva de herbicidas hormonais sobre a fruticultura no Rio Grande do Sul. A estratégia metodológica combinou a coleta de informações junto a fruticultores de diferentes regiões do estado com procedimentos estatísticos voltados à caracterização do fenômeno, à construção de indicadores sintéticos e à identificação de fatores associados à vulnerabilidade produtiva, ao

comportamento de denúncia e às decisões de investimento dos agricultores. O trabalho está organizado em 4 seções além desta introdução. A seção 2 traz os procedimentos metodológicos e a seção 3 os resultados. Já as seções 4 e 5 trazem respectivamente discussões e considerações finais.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Delineamento e amostragem**

O estudo adota delineamento de survey quantitativo com corte transversal (GIL, 2008; CRESWELL, 2010). A população do estudo é composta por fruticultores do Rio Grande do Sul. A seleção amostral foi não probabilística, com amostragem por conveniência e técnica bola de neve (BIERNACKI; WALDORF, 1981), com recrutamento via cooperativas, sindicatos e escritórios da EMATER-RS/ASCAR. A coleta ocorreu entre setembro de 2025 e fevereiro de 2026, por meio de um formulário do Google. Foram recebidos 421 questionários; após exclusão de respostas com erros de digitação, inconsistências e outliers, a amostra final totalizou 395 respondentes válidos, distribuídos por 141 municípios e 12 regionais da EMATER-RS/ASCAR (Figura 1). O estudo adota as regionais da Emater como unidade geográfica de distribuição amostral assim como de análise, por representarem uma divisão territorial consolidada da assistência técnica e extensão rural, também refletindo dinâmicas produtivas, institucionais e socioambientais do meio rural do RS.

### **2.2 Instrumento de coletad**

O instrumento foi construído originalmente, com base na literatura técnica (GROSSMANN, 2010; HARING et al., 2022) e no referencial de percepção de risco (SLOVIC, 1987; ROGERS, 1975), e submetido a pré-teste por meio de validação de face (PASQUALI, 2010). O questionário foi organizado em cinco blocos: (1) perfil do fruticultor; (2) caracterização da deriva; (3) avaliação dos impactos percebidos; (4) comportamento adaptativo e institucional; e (5) demandas por políticas públicas. Foram utilizadas escalas Likert de 7 pontos (PASQUALI, 2010). O TCLE digital foi apresentado na página inicial, garantindo anonimato e voluntariedade.

### **2.3 Construção e validação do ISDERIVA**

Estudos sobre deriva de herbicidas hormonais têm demonstrado que os impactos sobre culturas sensíveis ocorrem em diferentes níveis de intensidade, envolvendo múltiplas manifestações fisiológicas, morfológicas e produtivas (Bondada, 2011; Mohseni-Moghadam et al., 2016; Haring et al., 2022). A construção de um índice sintético de severidade permite integrar diferentes manifestações do fenômeno em uma medida única, padronizada e estatisticamente validada, ampliando a capacidade analítica do estudo e possibilitando a investigação de fatores associados à vulnerabilidade, às respostas adaptativas e às decisões de investimento dos fruticultores. Nesse sentido, o Índice de Severidade da Deriva (ISDERIVA) foi calculado como média aritmética dos sete itens relacionados ao reconhecimento pelo fruticultor em relação a severidade dos impactos da deriva, verificados ao nível de estabelecimento rural (escala 1–7). A adequação foi verificada pelo KMO (0,923) e pelo teste de Bartlett ( $\chi^2=1.939,4$ ;  $gl=21$ ;  $p<0,001$ ). A Análise Fatorial Exploratória (AFE) confirmou a estrutura unidimensional ( $F1=69,4\%$ ). A consistência interna foi excelente ( $\alpha=0,925$ ), com correlações item-total corrigidas entre 0,671 e 0,826 (HAIR et al., 2009). O

ISDERIVA foi categorizado em: Baixo (<2,5), Moderado (2,5–3,4), Moderado-Alto (3,5–4,9) e Alto (≥5,0).

## 2.4 Análise dos dados

As análises foram realizadas no software JAMOVI (versão 2.7.13; THE JAMOVI PROJECT, 2025), com replicação em Python 3 (bibliotecas SciPy e NumPy, versão 1.13). Foram aplicados testes de Kruskal-Wallis com tamanho de efeito  $\epsilon^2$ , correlações de Spearman, regressão logística binária com estimação de Odds Ratios e IC 95%, testes qui-quadrado com V de Cramér, e correlação parcial de Spearman. O uso de inteligência artificial no suporte às análises e à formatação está declarado na seção correspondente. Em todos os testes, adotou-se um nível de significância de  $\alpha=0,05$ .

## 3. Resultados

### 3.1 Caracterização da amostra

A amostra final foi composta por 395 fruticultores, distribuídos em 141 municípios, alcançando 28,2% dos municípios do Rio Grande do Sul, de 12 regionais da EMATER-RS/ASCAR (Figura 1).

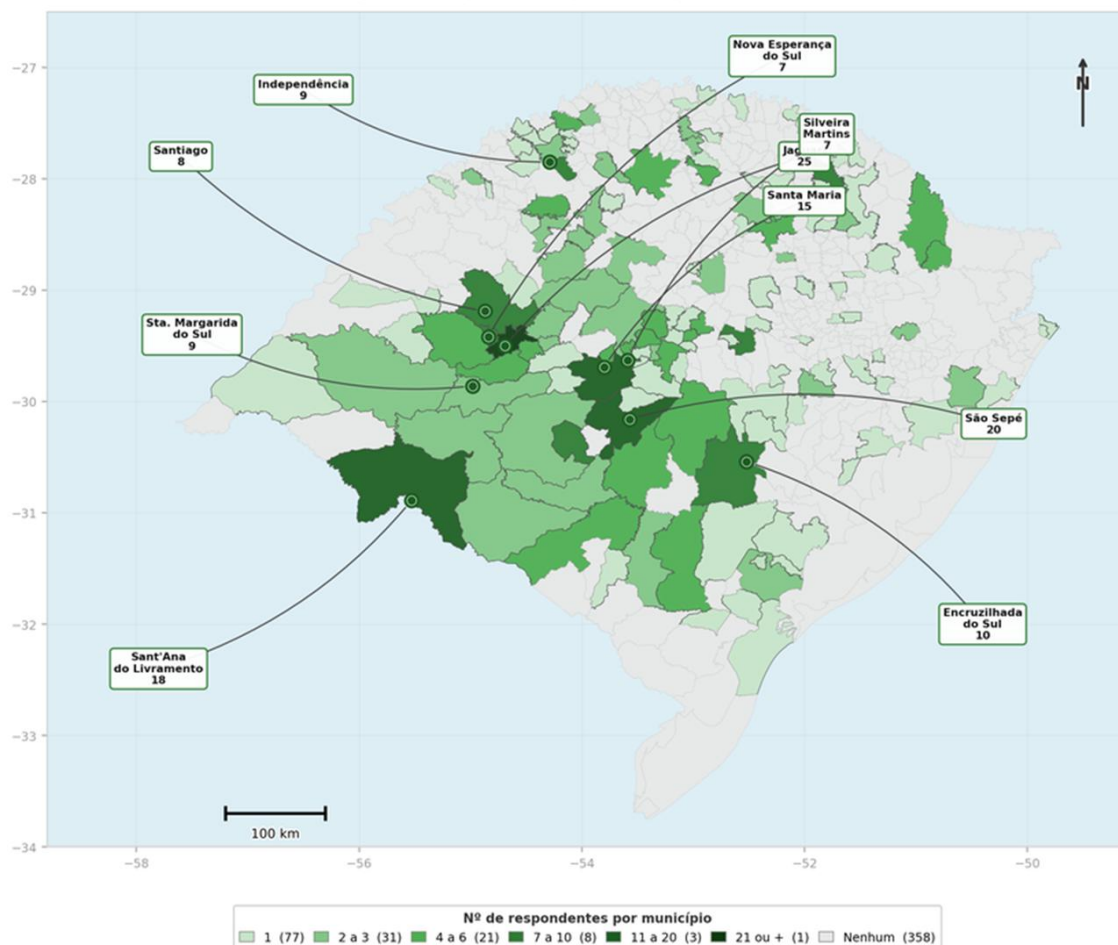


Figura 1 - Distribuição dos respondentes por município do Rio Grande do Sul.

A regional de Santa Maria, composta por 35 municípios na região central do RS, concentra o maior contingente de respostas (n=148; 37,5%), seguida pelas regionais de Bagé (n=55;

13,9%) e de Soledade (n=47; 11,9%). O perfil dos respondentes é predominantemente de pequenos fruticultores: 28,9% com área com fruticultura inferior a 1 ha e 37,2% entre 1 e 3 ha, totalizando 76,2% com até 5 hectares. A videira é a cultura principal de 41,5%, seguida por citros (15,9%) e noqueira-pecã (11,6%). Quanto à experiência, 59,7% atuam há mais de dez anos na fruticultura. A percepção de deriva é elevada: 60,8% atribuíram nota máxima (7) na escala de certeza, e 54,4% relataram sintomas sempre ou quase sempre nos últimos cinco anos (Tabela 1).

Tabela 1 — Caracterização da amostra de fruticultores.

Variável / Categoria	n	%	Acumulado (%)
<b>Área com fruticultura</b>			
< 1 ha	114	28.9%	28.9%
1 a 3 ha	147	37.2%	66.1%
3 a 5 ha	40	10.1%	76.2%
5 a 10 ha	55	13.9%	90.1%
10 a 25 ha	20	5.1%	95.2%
> 25 ha	19	4.8%	100.0%
<b>Cultura principal</b>			
Videira (Uva)	164	41.5%	41.5%
Citros	63	15.9%	57.5%
Outras	51	12.9%	70.4%
Noqueira-Pecã	46	11.6%	82.0%
Pêssego/Nectarina	31	7.8%	89.9%
Morango	17	4.3%	94.2%
Oliveira (Azeitona)	15	3.8%	98.0%
Maçã *	8	2.0%	100.0%
<b>Tempo na fruticultura</b>			
Menos de 5 anos	66	16.7%	16.7%
5 a 10 anos	93	23.5%	40.3%
11 a 20 anos	91	23.0%	63.3%
Mais de 20 anos	145	36.7%	100.0%
<b>Diversidade produtiva</b>			
Muito Baixa (1 espécie)	122	30.9%	30.9%
Baixa (2–3 espécies)	140	35.4%	66.3%
Moderada (4–5 espécies)	88	22.3%	88.6%
Alta (6+ espécies)	45	11.4%	100.0%
<b>Regional EMATER-RS</b>			
Santa Maria	148	37.5%	37.5%
Bagé	55	13.9%	51.4%
Soledade	47	11.9%	63.3%
Santa Rosa	30	7.6%	70.9%
Passo Fundo	27	6.8%	77.7%
Ijuí	21	5.3%	83.0%
Pelotas	17	4.3%	87.3%
Frederico Westphalen	15	3.8%	91.1%
Caxias do Sul	15	3.8%	94.9%
Porto Alegre	10	2.5%	97.5%

Lajeado	5	1.3%	98.7%
Erechim	5	1.3%	100.0%

\* Maçã: n=8 (2,0%) - tamanho amostral insuficiente para inferências representativas sobre a cultura. Fonte: Survey online, set/2025-fev/2026, n=395, 141 municípios, 12 regionais EMATER-RS.

### 3.2 ISDERIVA: construção, validação e distribuição

A AFE confirmou a adequação dos dados e a estrutura unidimensional do índice (Tabela 2). O sintoma mais intensamente percebido pelos agricultores foi a deformação foliar em forma de copo (média=4,12; DP=2,16), seguido por queda de flores e frutos (3,88) e redução da qualidade dos frutos (3,74). O abandono de área apresentou a menor média (2,53). O ISDERIVA médio foi 3,51 (DP=1,78), com distribuição heterogênea: Baixo 39,2%, Moderado 16,5%, Moderado-Alto 18,5% e Alto 25,8%, totalizando 44,3% nos dois estratos superiores (Figura 2).

Tabela 2 - Descritivas e propriedades psicométricas dos itens do ISDERIVA.

Item	Estatísticas descritivas			Propriedades psicométricas		
	Média	DP	Mediana	CF (F1)	CITC	$\alpha$ sem item
Folhas em forma de copo	4,116	2,158	4,000	0,382	0,760	0,915
Queda anormal de flores/frutos	3,884	2,112	4,000	0,390	0,810	0,910
Redução da qualidade dos frutos	3,744	2,113	3,000	0,387	0,804	0,910
Morte de plantas adultas	3,600	2,159	3,000	0,403	0,826	0,908
Morte de mudas	3,354	2,169	3,000	0,386	0,769	0,914
Danos em plantas nativas/ornamentais	3,342	2,208	3,000	0,373	0,715	0,919
Abandono de área produtiva	2,527	2,022	2,000	0,320	0,671	0,923
<b>ISDERIVA (média dos 7 itens)</b>	<b>3,510</b>	<b>1,775</b>	<b>3,143</b>	—	—	—

Notas: CF(F1) = carga fatorial no Fator 1; CITC = correlação item-total corrigida;  $\alpha$  sem item = alfa se removido.  $\alpha$  Cronbach=0,925; KMO=0,923; Bartlett  $\chi^2=1.939,4$  ( $p<0,001$ ); F1=69,4% da variância. Escala 1–7.

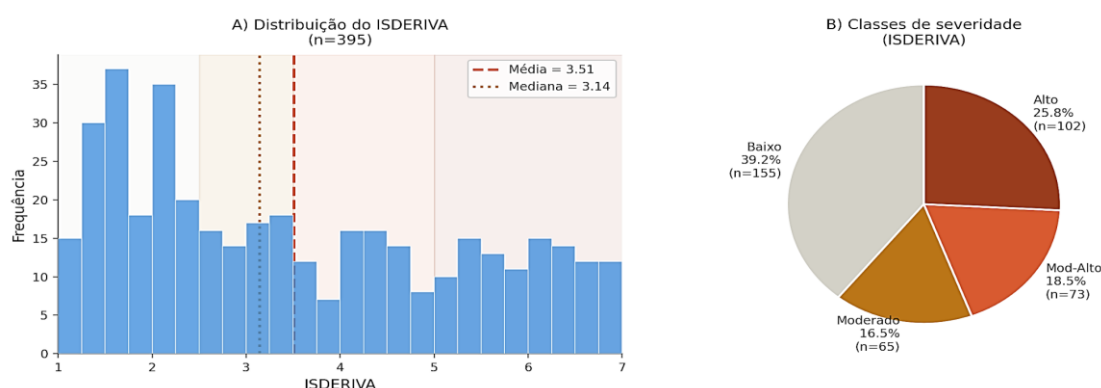


Figura 2 - Distribuição do ISDERIVA e classes de severidade.

### 3.3 Diferenças por cultura e por região

A análise por cultura principal indicou diferença estatisticamente significativa ( $H=21,0$ ;  $gl=7$ ;  $p=0,004$ ), porém com magnitude de efeito pequena ( $\epsilon^2=0,053$ ) e sem pares discrimináveis no post-hoc. Esse achado, somado ao efeito regional robusto reportado a seguir, sustenta a interpretação de que a heterogeneidade da severidade percebida é predominantemente territorial e não cultural.

A análise regional considerou as 12 regionais da EMATER-RS/ASCAR (n=395). O teste de Kruskal-Wallis confirmou efeito regional significativo e de magnitude substancialmente

superior ao observado entre culturas ( $H=54,2$ ;  $gl=11$ ;  $p<0,001$ ;  $\epsilon^2=0,138$ ). Destaca-se a regional Santa Maria que apresentou o maior ISDERIVA médio, seguida por Passo Fundo, Frederico Westphalen, Bagé e Santa Rosa, enquanto Soledade e Ijuí registraram os menores valores. O perfil detalhado de Santa Maria, pela sua relevância analítica, é aprofundado na seção de discussão.

### 3.4 Correlações e preditores do comportamento de denúncia formal

A severidade percebida apresentou correlação significativa com a influência da deriva nas decisões de investimento ( $\rho=0,493$ ;  $p<0,001$ ) e com a percepção de agravamento ( $\rho=0,350$ ;  $p<0,001$ ), indicando que o dano percebido se traduz diretamente em retração econômica e em expectativa de piora.

A taxa de denúncia formal foi de 34,9% ( $n=138$ ). A regressão logística binária (Tabela 3) identificou três preditores independentes e significativos: a severidade percebida (OR=1,46; IC95% [1,28; 1,67]), a área cultivada (OR=1,50; IC95% [1,26; 1,77]) e o cultivo de videira (OR=2,91; IC95% [1,83; 4,62]; todos  $p<0,001$ ). O modelo apresentou ajuste adequado (Pseudo  $R^2$  McFadden=0,15; AUC=0,75). Cada ponto adicional no ISDERIVA aumenta em 46% a chance de denúncia; viticultores apresentam quase o triplo da chance de denunciar em relação aos demais fruticultores, mesmo controlando-se a severidade percebida e o tamanho da propriedade – achado interpretado, na seção 4.3, como evidência do papel da organização setorial no acesso aos mecanismos formais de proteção.

Tabela 3 — Regressão logística binária: preditores da realização de denúncia formal ( $n=395$ ).

Variável preditora	OR	IC 95%	p-valor
ISDERIVA (severidade percebida)	1,461	[1,278; 1,669]	<0,001
Área com fruticultura	1,495	[1,264; 1,769]	<0,001
Cultura: Videira (vs. demais culturas)	2,906	[1,830; 4,616]	<0,001

Variável dependente: denúncia formal (0=não; 1=sim). Modelo:  $\chi^2(3)=77,07$ ;  $p<0,001$ ; Pseudo  $R^2$  McFadden=0,151; AUC-ROC=0,751.

### 3.5 Descompasso institucional e demandas por política pública

Como resposta ao aumento dos episódios de deriva de herbicidas hormonais no Rio Grande do Sul, a Secretaria da Agricultura instituiu o Cadastro de Cultivos Sensíveis por meio da Instrução Normativa SEAPDR nº 08, de 28 de agosto de 2019 (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Posteriormente, o sistema foi incorporado e atualizado pelas Instruções Normativas SEAPDR nº 12 e nº 13, de 15 de setembro de 2022 (RIO GRANDE DO SUL, 2022a; 2022b), que regulamentam procedimentos relacionados à comercialização, aplicação e monitoramento de herbicidas hormonais no estado. Operacionalizado na plataforma Produtor On Line, o sistema tem como objetivo identificar e georreferenciar áreas com culturas suscetíveis aos herbicidas hormonais, permitindo que técnicos, revendas e aplicadores consultem previamente a localização dessas áreas e adotem medidas preventivas para reduzir o risco de deriva. Dessa forma, o cadastro constitui um dos principais instrumentos de prevenção e gestão dos conflitos decorrentes do uso de herbicidas hormonais no estado.

A análise do registro de cultivo sensível revelou descompasso entre a existência do instrumento e sua efetiva utilização pelos fruticultores. Observou-se que 37,2% desconhecem o sistema, 34,9% não estão registrados e apenas 27,8% confirmaram registro ativo (Tabela 6). Considerando que todos os participantes da pesquisa relataram algum nível de ocorrência de deriva em suas propriedades, os resultados sugerem limitações importantes na capilaridade e na efetividade desse mecanismo de prevenção, indicando que parcela

significativa dos fruticultores potencialmente mais vulneráveis permanece fora do principal instrumento institucional criado para sua proteção.

A associação entre situação do registro de cultivo sensível e comportamento de denúncia foi altamente significativa ( $\chi^2=75,38$ ;  $gl=2$ ;  $p<0,001$ ;  $V$  de Cramér=0,437): entre registrados, 68,2% denunciaram, taxa que cai para 18,8% entre os não registrados e 25,2% entre os que desconhecem o sistema. Entre os 138 denunciantes, a efetividade do retorno foi majoritariamente negativa (média=3,67;  $DP=2,11$ ), com 29,0% atribuindo nota 1.

Tabela 6 — Descompasso institucional: situação no Registro de Cultivo Sensível × comportamento de denúncia (n=395).  $\chi^2=75,38$  ( $p<0,001$ );  $V$  Cramér=0,437.

Situação no Registro	n	% amostra	% denunciou	% não denunciou	ISDERIVA médio
Desconhece	147	37,2	25,2	74,8	3,30
Registrado	110	27,8	68,2	31,8	3,89
Não registrado	138	34,9	18,8	81,2	3,42
<b>Total</b>	<b>395</b>	<b>100</b>	<b>34,9</b>	<b>65,1</b>	<b>3,51</b>

Os oito itens de Q19 apresentaram médias superiores a 4,5, com destaque para análise laboratorial (5,61) e fiscalização (5,53) (Tabela 7). A proibição total do 2,4-D foi a prioridade absoluta (Q20) para 65,3% dos respondentes, proporção que atinge 76,5% na classe Alto, com gradiente crescente ( $\chi^2=19,71$ ;  $p<0,001$ ) (Figura 4).

Tabela 7 — Importância das políticas públicas e prioridade absoluta por classe ISDERIVA (n=395). ★ Proibição total do 2,4-D: prioridade absoluta de 65,3%.

Instrumento / Política	Importância (escala 1–7)			Prioridade absoluta	
	Média	DP	% notas 6–7	% total amostra	% classe Alto
Análise laboratorial de amostras	5,61	1,92	65.3%	3.8%	1.0%
Fiscalização e monitoramento	5,53	2,01	64.6%	7.8%	4.9%
Instrução normativa específica	5,18	2,09	57.0%	1.8%	2.0%
Fundo de compensação	5,15	2,21	57.5%	6.8%	3.9%
Zonas de exclusão territorial	5,14	2,22	57.0%	1.3%	2.0%
<b>Proibição total do 2,4-D ★</b>	<b>5,07</b>	<b>2,17</b>	<b>53.7%</b>	<b>65.3%</b>	<b>76.5%</b>
Treinamento de aplicadores	5,07	2,16	54.4%	2.0%	1.0%
Proibição por período crítico	4,68	2,27	47.3%	11.1%	8.8%
<b>Total Q20 (soma = 100%)</b>	—	—	—	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

#### Associação proibição total × classe ISDERIVA

% que prioriza proibição total	Baixo (n=155) 54.8%	Moderado (n=65) 58.5%	Mod-Alto (n=73) 78.1%	Alto (n=102) 76.5%
--------------------------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------

$\chi^2=19,71$  ( $gl=3$ ;  $p<0,001$ ) — gradiente crescente com a severidade percebida

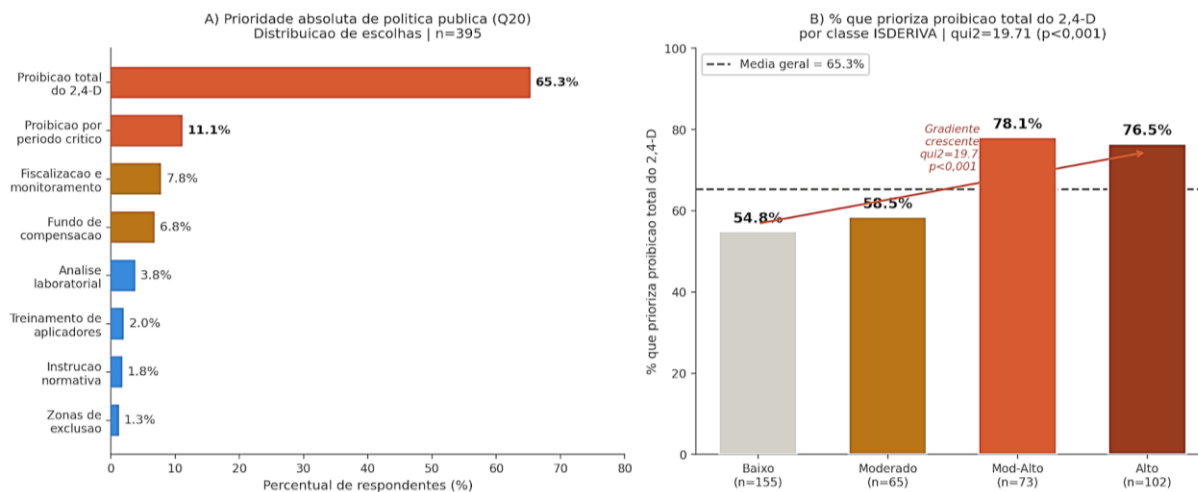


Figura 4 — Demandas por política pública e proibição do 2,4-D por classe ISDERIVA (n=395).  
 $\chi^2=19,71$  ( $p<0,001$ ).

### 3.6 Distanciamento institucional e retração de investimento

Para avaliar a relação entre o acesso aos mecanismos institucionais de proteção e o comportamento de retração econômica, construiu-se um índice de distanciamento institucional (0–2), composto pela ausência de registro como cultivo sensível (1 ponto) e pela ausência de denúncia formal (1 ponto). A distribuição da amostra foi de 19,0% no nível 0 (registrados e denunciantes), 24,8% no nível 1 e 56,2% no nível 2 (desconhecem/não-registrados e não-denunciantes).

A correlação parcial de Spearman entre distanciamento institucional e retração de investimento, controlando-se o ISDERIVA, foi significativa e negativa ( $p_{\text{parcial}} = -0,307$ ; IC95% [-0,39; -0,22];  $p<0,001$ ). Entre fruticultores com severidade percebida semelhante, observou-se padrão consistente: a retração média foi de 5,95 (DP=1,39) entre os registrados e denunciantes (distanciamento=0), 5,31 (DP=1,82) no nível 1 e 4,00 (DP=2,13) entre os mais distantes do sistema (distanciamento=2). O teste de Kruskal-Wallis confirmou diferença significativa entre os três grupos ( $H=59,12$ ;  $gl=2$ ;  $p<0,001$ ;  $\epsilon^2=0,146$ ).

O resultado indica que a proximidade institucional não atua como atenuante da retração econômica, ao contrário, está associada a maior retração quando se controla a severidade percebida. Esse padrão é compatível com a interpretação de que o sistema funciona predominantemente como receptor da crise, mas não como mecanismo efetivo de proteção: fruticultores que acionam a denúncia e mantêm registro formal são justamente aqueles que já decidiram, simultaneamente, descontinuar ou retrair o investimento. A discussão deste resultado e suas implicações para a hipótese do desamparo institucional é aprofundada na seção 4.3.

## 4. Discussão

### 4.1 O ISDERIVA como instrumento de mensuração: contribuição metodológica e implicações analíticas

A construção e validação do ISDERIVA representa a contribuição metodológica central deste estudo. A elevada consistência interna de  $\alpha=0,925$ , combinada à estrutura unidimensional confirmada pela AFE ( $F1=69,4\%$  da variância) e às correlações item-total corrigidas entre 0,671 e 0,826, confere ao índice sustentação psicométrica para uso em pesquisas comparativas, séries temporais e avaliações de políticas públicas (HAIR et al., 2009;

PASQUALI, 2010). Esses resultados indicam que os sete sintomas avaliados não representam problemas independentes, mas diferentes manifestações da severidade percebida da deriva, além de que nenhuma variável prejudica o desempenho do índice, pois o alfa sem item varia apenas entre 0,908 e 0,923. A abordagem perceptiva adotada, em contraste com a mensuração objetiva de perdas, de difícil obtenção em surveys populacionais, permite capturar a experiência vivida dos fruticultores, que é em última instância o determinante primário de suas decisões adaptativas (SLOVIC, 1987). O ISDERIVA amplia a capacidade analítica do estudo ao permitir transformar manifestações dispersas da deriva em uma medida sintética comparável entre culturas, territórios e grupos de produtores.

Os sintomas mais percebidos, folhas em forma de copo (4,12), queda de flores (3,88) e frutos e redução da qualidade dos frutos (3,74), são os mais característicos da deriva e coerentes com a literatura sobre herbicidas auxínicos, já que a deformação foliar costuma ser o primeiro sinal visual associado à exposição ao 2,4-D e ao dicamba (HARING et al, 2022). Já efeitos como morte de plantas adultas (3,60), morte de mudas (3,35) e abandono de área (2,53), aparecem com menor intensidade média, sugerindo que os agricultores identificam com mais frequência danos subletais e crônicos do que perdas catastróficas imediatas. O abandono da área, por exemplo representa a expressão mais extrema de um processo cumulativo de perdas. Esses resultados são particularmente importantes porque indicam que a deriva afeta a produtividade e a qualidade muito antes de provocar a inviabilização completa do pomar.

A distribuição do ISDERIVA com concentração simultânea nos extremos Baixo (39,2%) e Alto (25,8%) sugere que a deriva não afeta todos os fruticultores da mesma forma, com a coexistência de dois perfis distintos na amostra: fruticultores em zonas de baixa exposição ou com maior resiliência estrutural, e fruticultores em zonas de alta exposição crônica. Essa heterogeneidade, reforçada pelo fato de que quase metade da amostra (44,3%) se situa nas classes de maior severidade, evidencia que a deriva não constitui um fenômeno pontual ou residual, mas um problema relevante para uma parcela expressiva da fruticultura do RS, assim como para a necessidade de abordagens territorialmente diferenciadas.

## **4.2 Heterogeneidade territorial e o papel da matriz agrícola**

O efeito regional é o resultado de maior magnitude estatística do estudo, confirmado pelo teste de Kruskal-Wallis restrito às seis regionais com representação amostral adequada ( $n \geq 21$ ):  $H=32,74$  ( $p < 0,001$ ). A análise revela um gradiente claro de severidade percebida que se estrutura em torno da matriz agrícola de cada território, e não apenas da espécie cultivada nas propriedades amostradas.

A regional da Emater-RS/Ascar de Santa Maria configura o caso paradigmático do mecanismo central descrito neste estudo. A combinação de fatores que ali converge é precisamente a que maximiza o risco percebido: pequenos fruticultores – 78,4% com área com fruticultura de até 3 ha, com longa experiência na atividade – 45,3% há mais de 20 anos, cultivando videira como cultura principal em 52,0% dos casos, inseridos numa região de expansão de soja e milho. O resultado é um ISDERIVA médio de 4,19 – mais de um ponto acima das demais regiões (3,10;  $p < 0,001$ ) - com 42,6% dos respondentes na classe Alto, quase o triplo da proporção observada no restante do RS (15,8%). A certeza de que os sintomas são ocasionados por deriva atinge 73,0% com nota máxima, contra 53,4% nas demais, e 63,5% relatam sintomas sempre ou quase sempre, contra 49,0%. Esse padrão se traduz diretamente na retração de investimento: o índice médio em Santa Maria é 5,20, significativamente superior ao das demais regiões (4,38;  $p < 0,001$ ), indicando que o receio de

perdas futuras pelos fruticultores, opera como fator decisivo contra investir, expandir ou continuar na atividade.

Dois municípios concentram sozinhos 30,4% dos respondentes da Regional Santa Maria: Jaguari (16,9%) e São Sepé (13,5%). Jaguari é historicamente um dos municípios mais documentados em termos de perdas por deriva no RS (RIBEIRO et al, 2020) com casos de declínio de vinhedos antigos e morte de mudas relatados por Fogaça (2025), o que confere correspondência ao dado amostral em relação às evidências qualitativas preexistentes. O maior engajamento institucional relativo dos fruticultores da Regional Santa Maria, 33,8% registrados no cadastro de cultivo sensível, contra 24,3% nas demais, e 38,5% com denúncia formal contra 32,8% é consistente com a maior organização setorial da viticultura regional, mas não é suficiente para romper o ciclo do distanciamento. Resulta que 35,1% ainda não registram cultivos sensíveis e 31,1% desconhecem o sistema. Os resultados sugerem que a elevada severidade percebida não se traduz automaticamente em maior mobilização institucional. Ao contrário, os dados indicam que, em muitos casos, ela está associada a processos de retração, expressos pelo receio de investir, pela redução das expectativas de continuidade da atividade e pela limitada adesão aos instrumentos formais de enfrentamento da deriva.

Em contraste, a regional da Emater-RS/Ascar Soledade apresenta o menor ISDERIVA médio entre as regionais analisadas (2,77; mediana=2,43), com 51,1% dos respondentes na classe Baixo e apenas 4,3% na classe Alto. A diversidade produtiva é maior nessa regional, videira (30%), noqueira-pecã (19%) e citros (17%), e a topografia serrana pode limitar fisicamente o transporte de partículas por deriva, hipótese que merece investigação futura. O desconhecimento do Cadastro de Cultivo Sensível é, no entanto, o mais elevado entre as seis regionais (48,9%), sugerindo que a menor severidade percebida não se traduz em maior engajamento institucional.

Já a Regional Bagé ocupa posição intermediária em severidade (ISDERIVA=3,38; mediana=3,00), mas se destaca pelo maior percentual de indicação para a priorização da proibição total do 2,4-D entre todas as regionais (83,6%), superior inclusive a Santa Maria (69,6%). Esse resultado sugere que a demanda por restrição não decorre apenas da intensidade dos danos já observados, mas também da percepção de risco sobre atividades consideradas estratégicas para o desenvolvimento regional. A Regional Bagé está inserida na Campanha Gaúcha, território que, nas últimas décadas, consolidou-se como o segundo principal polo brasileiro de produção de vinhos finos do Rio Grande do Sul, marcado por elevados investimentos privados, expansão da área cultivada, obtenção de Indicação de Procedência e crescente valorização econômica e territorial da vitivinicultura (FLORES, 2018; MANFIO, 2019; SILVEIRA; PROTAS, 2021).

Esse resultado aparentemente paradoxal, elevada demanda por proibição em uma região de severidade intermediária, pode refletir o perfil produtivo local, marcado por esse predomínio da viticultura como atividade frutícola (58%) em uma região que também vem experimentando a expansão das lavouras de soja (NODARI, 2022; HUPFFER; SUSIN; WEYERMÜLLER, 2022). Essa expansão da sojicultura tem sido acompanhada pelo aumento do uso de herbicidas e pela intensificação dos conflitos territoriais envolvendo culturas sensíveis, ampliando a percepção de vulnerabilidade entre os produtores vitícolas (HETTWER, 2024). A deriva deixa de ser percebida apenas como um dano agrônômico pontual e passa a representar uma ameaça à consolidação de uma atividade intensiva em capital, que recém vem se consolidando, dependente de investimentos de longo prazo e fortemente associada a busca de maior diversidade produtiva. A elevada defesa da proibição do herbicida hormonal parece refletir não apenas os danos já experimentados, mas também a percepção sobre os

crescentes riscos decorrentes da proximidade entre sistemas produtivos potencialmente conflitantes, em função do uso do espaço rural.

Já as regionais Santa Rosa e Ijuí, localizadas no noroeste do RS, apresentam os menores ISDERIVA medianos (2,71 e 2,00, respectivamente) e as maiores taxas de desconhecimento do registro de Cultivo Sensível (53,3% e 42,9%). Esse resultado pode estar relacionado às características dos sistemas agrários predominantes, historicamente marcados pela forte especialização em culturas como a soja, milho e trigo, nas quais a fruticultura ocupa papel relativamente secundário. Nesses contextos, os impactos da deriva sobre culturas sensíveis tendem a possuir menor visibilidade econômica, política e institucional, quando comparado às regiões onde a fruticultura possui maior relevância econômica. Como consequência, observa-se menor familiaridade com os instrumentos de denúncia e fiscalização, bem como menores taxas de denúncia dos episódios de deriva (16,7% em Santa Rosa e 42,9% em Ijuí).

Em síntese, o padrão regional confirma que a severidade percebida resulta da interação entre a sensibilidade das culturas locais, a intensidade da pressão de deriva no território e as características socioinstitucionais que moldam a percepção e a mobilização dos fruticultores. A exposição aos herbicidas hormonais é influenciada pela densidade de lavouras adjacentes e pelas condições físico-geográficas de dispersão (HARRISON, 2006; TIEFENBACHER, 1992), mas seus efeitos sociais e políticos variam conforme a relevância econômica das culturas sensíveis, os conflitos entre sistemas produtivos e o grau de reconhecimento institucional do problema em cada região. Os resultados indicam que a deriva de herbicidas hormonais deve ser compreendida não apenas como um problema de dispersão de princípios ativos de herbicidas no espaço agrícola, mas como um fenômeno territorial cuja magnitude, percepção e consequências são moldadas pelas estruturas produtivas locais, pelos conflitos entre sistemas agrícolas vizinhos e pela capacidade institucional de reconhecimento e resposta ao problema. Ademais, os resultados distintos entre regiões evidenciam que regiões com níveis semelhantes de exposição podem apresentar respostas distintas em termos de denúncia, percepção de risco e apoio a medidas regulatórias. Esse gradiente reforça a inadequação de políticas uniformes para o enfrentamento da deriva e fundamenta a necessidade de instrumentos territorialmente diferenciados, capazes de reconhecer a heterogeneidade das condições de exposição, vulnerabilidade e mobilização existentes entre as diferentes macrorregiões do Rio Grande do Sul.

### **4.3 Distanciamento institucional e o ciclo de paralisia adaptativa**

A correlação entre ISDERIVA e retração de investimento ( $\rho=0,493$ ;  $p<0,001$ ) indica que o dano físico percebido na planta se traduz diretamente em paralisação do planejamento econômico do estabelecimento rural. Esse padrão é compatível com o que a Teoria da Motivação de Proteção denomina paralisia adaptativa: quando a ameaça é percebida como severa e as respostas disponíveis como ineficazes, o comportamento predominante é a inação (ROGERS, 1975; FOLCK, 2017). A análise da correlação parcial, controlada pelo ISDERIVA, revelou que o distanciamento institucional está associado à retração dos investimentos. Contrariamente ao esperado, fruticultores que mantêm registro formal e realizam denúncias apresentaram maior retração de investimento do que aqueles que permanecem fora do sistema, mesmo quando expostos a níveis semelhantes de severidade da deriva ( $\rho_{\text{parcial}} = -0,307$ ;  $p < 0,001$ ). Esse achado sugere que o acionamento dos mecanismos institucionais de proteção acompanha, e possivelmente reflete, a decisão de descontinuar o investimento, configurando o sistema como receptor da crise mais do que como instrumento de preservação da atividade.

A retração dos investimentos não decorre apenas da magnitude dos danos percebidos, mas também da avaliação que os fruticultores fazem sobre sua capacidade de enfrentamento do

problema. Neste caso, a confiança nas organizações responsáveis pela gestão dos riscos agrícolas constitui um elemento central para a mobilização dos produtores e para a adoção de estratégias adaptativas, de modo que a percepção de baixa efetividade das respostas institucionais pode contribuir para processos de retração produtiva e redução da capacidade adaptativa dos estabelecimentos rurais (NIGUS, 2022). A Teoria da Motivação de Proteção propõe que a adoção de respostas adaptativas depende simultaneamente da percepção da ameaça e da crença de que existem medidas eficazes para reduzi-la (ROGERS, 1975). Em estudo recente com gestores florestais da Nova Zelândia, Villamor et al. (2023) verificaram que elevados níveis de severidade percebida estimulam comportamentos protetivos apenas quando acompanhados de alta autoeficácia e confiança na efetividade das respostas disponíveis. Em contrapartida, quando os indivíduos percebiam baixa capacidade de controle sobre o risco, tornam-se mais frequentes comportamentos maladaptativos, caracterizados por evasão, adiamento de decisões e inação. Ou seja, o elevado receio de investir identificado entre os fruticultores mais expostos à deriva pode refletir não apenas a intensidade dos danos observados, mas também uma percepção de insuficiência dos mecanismos institucionais atualmente disponíveis para prevenir ou mitigar novas ocorrências.

O ciclo do distanciamento identificado é especialmente preocupante. A regressão logística revela que a realização de denúncia formal para organizações fiscalizadoras é predita não apenas pelo dano sofrido (ISDERIVA, OR=1,461), mas pela capacidade econômica relacionada ao tamanho da área com fruticultura (OR=1,495) e, pelo grau de organização setorial existente sobretudo no cultivo de videira (OR=2,906). Pequenos fruticultores e com cultivos menos organizados setorialmente enfrentam as mesmas exposições físicas, mas têm significativamente menor probabilidade de acionar os instrumentos formais de proteção. Estudos sobre deriva indicam que agricultores frequentemente deixam de formalizar reclamações devido aos elevados custos de mobilização, à dificuldade de enfrentar atores economicamente mais poderosos e ao receio de conflitos em comunidades rurais onde as relações de vizinhança possuem forte relevância social (MOELLER, 2019). O dado sobre o registro de cultivo sensível reforça esse ciclo: 37,2% dos fruticultores sequer sabem da existência do cadastro de cultivos sensíveis, e entre eles a taxa de denúncia é de apenas 25,2%, contra 68,2% entre os registrados. Ou seja, a limitação também é de acesso efetivo ao sistema. Esses achados convergem com Centner (2022) e HARRISON (2006), que identificam nas assimetrias institucionais um mecanismo de perpetuação das externalidades agrícolas desfavoráveis aos fruticultores de menor porte.

#### **4.4 Demanda por regulação: experiência acumulada como fundamento político**

O resultado de que 65,3% dos fruticultores priorizam a proibição total do 2,4-D e, que essa proporção cresce de forma monotônica com a classe ISDERIVA, atingindo 76,5% na classe Alto, tem implicação política direta. O posicionamento favorável à medida mais radical de regulação não é resultado de uma postura ideológica anti-agronegócio, mas porque como menciona Slovic (1987), esses indivíduos vivenciam efetivamente os impactos e, assim, atribuem maior importância às medidas de controle e prevenção. Fruticultores na classe Baixo apresentam padrão de demanda distribuído entre as diferentes opções regulatórias, enquanto na classe Alto há concentração massiva na proibição. Trata-se, portanto, de uma demanda experiencial e não ideológica, o que lhe confere legitimidade política distinta e deve ser reconhecido no processo de formulação de políticas.

Essa leitura é reforçada pelo perfil das demandas por instrumentos complementares: recursos para realização de análise laboratorial (média=5,61) e fiscalização e monitoramento (5,53) lideram a importância atribuída, acima inclusive da proibição total (5,07). Isso sugere que os fruticultores antes de exigirem proibições, demandam comprovação e controle, o que é

coerente com a racionalidade de quem suporta o ônus da prova em conflitos territoriais assimétricos. A Weed Science Society of America (WSSA, 2023) aponta em direção semelhante ao manifestar, nos comentários à United States Environmental Protection Agency (EPA), que mecanismos de monitoramento e análise laboratorial precedem restrições de uso de longo alcance.

## 5. Conclusões

Este estudo analisou a ocorrência e os impactos da deriva de herbicidas hormonais sobre a fruticultura do Rio Grande do Sul a partir da percepção de 395 fruticultores distribuídos em 141 municípios. Os resultados demonstram que a deriva constitui um fenômeno territorialmente heterogêneo, cuja severidade varia significativamente entre regiões, culturas e contextos produtivos. A concentração dos maiores níveis de severidade em territórios marcados pela proximidade entre culturas sensíveis e lavouras extensivas reforça a importância de compreender a deriva como um problema que se expressa de forma desigual no espaço rural.

A principal contribuição metodológica do estudo foi a construção e validação do Índice de Severidade da Deriva (ISDERIVA). Com elevada consistência interna e estrutura unidimensional robusta, o índice permitiu sintetizar diferentes manifestações dos danos percebidos em uma medida comparável entre produtores, culturas e territórios, ampliando as possibilidades de monitoramento, análise e avaliação de políticas públicas relacionadas ao tema.

Os resultados evidenciam que os efeitos da deriva ultrapassam os danos agrônômicos imediatos. O aumento da severidade percebida esteve associado à maior propensão à denúncia formal, à crescente demanda por medidas regulatórias mais restritivas e, sobretudo, ao aumento do receio de investir na atividade produtiva. Esses achados sugerem que a deriva afeta não apenas a produtividade das culturas, mas também as expectativas dos agricultores em relação ao futuro de seus empreendimentos, influenciando decisões de investimento e estratégias de permanência na atividade.

Por fim, os resultados indicam que a vulnerabilidade dos fruticultores não depende exclusivamente da exposição aos herbicidas hormonais. Agricultores submetidos a níveis semelhantes de risco apresentam capacidades distintas de acessar mecanismos institucionais de proteção, denunciar ocorrências e mobilizar respostas coletivas. Assim, o enfrentamento da deriva exige não apenas avanços tecnológicos e regulatórios, mas também o fortalecimento dos instrumentos de governança territorial, prevenção de conflitos e proteção das culturas sensíveis. Mais do que um problema agrônômico, a deriva revela-se uma questão de desenvolvimento rural, justiça ambiental e sustentabilidade dos sistemas frutícolas.

O estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A amostragem não probabilística por bola de neve, embora adequada para populações sem listagem formal, limita a generalização estatística para o universo dos fruticultores do Rio Grande do Sul. Os dados são perceptivos e autorrelatados, sem validação cruzada com medições laboratoriais de resíduos dos episódios relatados ou registros objetivos de perdas. A concentração amostral em algumas regionais, notadamente Santa Maria, com 37,5% dos respondentes pode sobredimensionar realidades locais específicas.

Como agenda futura, três frentes se mostram prioritárias: a replicação do estudo com amostragem probabilística estratificada por regional e cultura, de modo a permitir inferências populacionais robustas; a análise de conteúdo das respostas abertas, que pode revelar dimensões qualitativas não capturadas pelas escalas quantitativas; e o desenvolvimento de

estudos longitudinais que acompanhem a evolução do ISDERIVA ao longo do tempo, permitindo avaliar o impacto de eventuais mudanças regulatórias sobre a severidade percebida e o comportamento adaptativo dos fruticultores.

### **Declaração de contribuição dos autores (CRediT)**

Gustavo Pinto da Silva: Conceitualização; Administração do projeto; Supervisão; Aquisição de financiamento; Investigação; Curadoria de dados; Metodologia; Validação; Escrita — rascunho original; Escrita — revisão e edição.

Róberson Macedo de Oliveira: Conceitualização; Metodologia; Análise formal; Investigação; Curadoria de dados; Software; Validação; Visualização; Escrita — rascunho original; Escrita — revisão e edição.

Gabrieli Rieth Marasca: Investigação; Curadoria de dados; Análise formal; Recursos; Escrita — rascunho original; Escrita — revisão e edição.

### **Declaração de conflito de interesse**

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

### **Declaração de Aprovação do Comitê de Ética**

Os autores declaram que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob o Parecer Consubstanciado nº 7.769.310 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 90692725.0.0000.5346. Todos os procedimentos adotados seguiram as diretrizes éticas estabelecidas pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas envolvendo seres humanos. A participação dos respondentes ocorreu de forma voluntária, mediante concordância expressa registrada por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os dados são armazenados em ambiente seguro na UFSM e divulgados apenas de forma agregada e anônima.

### **Declaração de disponibilidade de dados da pesquisa**

O conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo não está disponível ao público em virtude de questões de privacidade dos participantes, em conformidade com os termos do TCLE aprovado pelo CEP/UFSM. Dados agregados e anonimizados podem ser disponibilizados mediante solicitação ao autor correspondente.

### **Declaração de uso de Inteligência Artificial**

A ferramenta de inteligência artificial Claude (Anthropic) foi utilizada para auxiliar na organização e estruturação das análises estatísticas, geração de figuras e formatação do manuscrito. Todo o conteúdo científico, interpretação dos resultados e responsabilidade intelectual são exclusivamente dos autores.

### **Referências**

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball sampling: problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological Methods & Research**, v. 10, n. 2, p. 141–163, 1981.

BONDADA, B. R. Microscopic alterations associated with 2,4-D injury in grapevine leaf tissue. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 30, n. 2, p. 185–198, 2011. DOI: 10.1007/s00344-010-9180-5.

BROWN, C.; MEYERS, S.; ROSE, M. A.; DOOHAN, D. An overview of dicamba and 2,4-D drift issues. Columbus: The Ohio State University; Purdue University; North Central IPM Center, 2020. (Specialty Crops at Risk from Dicamba and 2,4-D Drift, Part 1 of 5).

CENTNER, Terence J. Pesticide trespass and the property rights of neighboring landowners. **Natural Resources Journal**, Albuquerque, v. 62, n. 1, p. 1–26, 2022.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CULPEPPER, A. S.; SOSNOSKIE, L. M.; KICHLER, J. M.; JORDAN, D. L.; YORK, A. C. **Dicamba Visual Sensitivity Scale for Specialty Crops**. Athens: University of Georgia Cooperative Extension, 2017

DUMMER, L. da S.; SILVA, F. L. da; POSSO, D. A.; MELLO-FARIAS, P. Reduction of olive pollen germination when exposed to herbicides in vitro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 46, n. 2, p. 631–638, 2025. DOI: 10.5433/1679-0359.2025v46n2p631.

FLORES, S. S. A região dos vinhos da Campanha e suas perspectivas de sustentabilidade. **Territoires du Vin**, Dijon, n. 10, 2018. DOI: 10.58335/territoiresduvin.1639.

FOGAÇA, A. O. Entendendo os herbicidas hormonais: aspectos técnicos e riscos. Santa Maria, RS: Aliança pela Fruticultura Gaúcha, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15873270>.

FOLCK, A. L. Trouble in the air: farmers' perceptions of risk, self-efficacy, and response efficacy regarding herbicide drift. 2017. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Ohio, Ohio, 2017.

GARCIA, N. S. et al. Sublethal effects of 2,4-D and dicamba drift on fruit crops. **Pest Management Science**, v. 81, 2025.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROSSMANN, K. Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. **Pest Management Science**, v. 66, n. 2, p. 113–120, 2010.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HARING, S. C.; FOGLE, M. L.; BETTIGA, L. J.; HANSON, B. D. Grapevine injury and fruit yield response to simulated auxin herbicide drift. **HortScience**, Alexandria, v. 57, n. 3, p. 384–392, 2022.

HARRISON, J. L. Pesticide drift and environmental justice. **Political Geography**, v. 25, n. 5, 2006.

HETTWER, H. R. A expansão do uso de agrotóxicos e sua influência na territorialização e desterritorialização do campo gaúcho. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 49, 2024.

HUPFFER, H. M.; WEYERMÜLLER, A. R.; SUSIN, E. B. Análise da resposta do governo estadual para a resolução do conflito da deriva do agrotóxico 2,4 D na viticultura do Pampa Gaúcho. **Revista Opinião Jurídica**, v. 23, n. 43, p. 152–177, 26 ago. 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, n. 140, p. 1–55, 1932.

MADDUX, James E.; ROGERS, Ronald W. Protection motivation and self-efficacy: a revised theory of fear appeals and attitude change. **Journal of Experimental Social Psychology**, New York, v. 19, n. 5, p. 469–479, 1983.

MANFIO, V. A vitivinicultura no espaço geográfico do Rio Grande do Sul, Brasil: uma abordagem sobre a Campanha Gaúcha. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 70, p. 433-447, jun. 2019. DOI: 10.14393/RCG207043390.

MANFIO, V.; PIEROZAN, V. L. O desenvolvimento dos territórios do vinho no estado do Rio Grande do Sul: uma discussão sobre o Vale dos Vinhedos e a Campanha Gaúcha. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p. 287-305, set. a dez. 2019.

MOHSENI-MOGHADAM, M.; WOLFE, S.; DAMI, I.; DOOHAN, D. Response of wine grape cultivars to simulated drift rates of 2,4-D, dicamba, and glyphosate, and 2,4-D or dicamba plus glyphosate. **Weed Technology**, Lawrence, v. 30, n. 4, p. 807–814, 2016. DOI: 10.1614/WT-D-15-00106.1.

MOELLER, Daniel L. Superfund, pesticide regulation, and spray drift: rethinking the federal pesticide regulatory framework to provide alternative remedies for pesticide damage. **Iowa Law Review**, Iowa City, v. 104, n. 4, p. 1523-1551, 2019.

NIGUS, H. Y. Whom farmers trust the most? Institutional trust and economic decision makings: evidence from rural Ethiopia. Maastricht: UNU-MERIT, 2022. Working Paper. Disponível em **SSRN**. DOI: 10.2139/ssrn.4270786

NODARI, E S. Conflicts between neighbors: viticulturists and soybean farmers at the Pampa Biome – RS, Brazil. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 11, n. 3, p. 9-21, 2022. DOI: 10.21664/2238-8869.2022v11i3.p09-21.

PASQUALI, L. **Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

RIBEIRO, A. L. DE P. et al. 2,4-D em videiras: estudo de caso no Município de Jaguari-RS, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, , e2129108379, 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. Departamento de Defesa Vegetal. Divisão de Insumos e Serviços Agropecuários. **Relatório de ocorrências de derivas de herbicidas hormonais no Rio Grande do Sul – 2018 a 2021**. Porto Alegre: SEAPDR, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202207/29094931-relatorio-de-derivadas-2-4d-ano-2022-completo.pdf>.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. **Instrução Normativa SEAPDR nº 08, de 28 de agosto de 2019**. Estabelece o regramento do cadastro das propriedades agrícolas e seus produtores rurais de cultivos sensíveis. Porto Alegre: SEAPDR, 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. **Instrução Normativa SEAPDR nº 12, de 15 de setembro de 2022**. Regulamenta a venda orientada de agrotóxicos hormonais e dá outras providências. Porto Alegre: SEAPDR, 2022a.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. **Instrução Normativa SEAPDR nº 13, de 15 de setembro de 2022**. Regulamenta o cadastro de aplicadores de produtos agrotóxicos hormonais, sua aplicação e dá outras providências. Porto Alegre: SEAPDR, 2022b.

ROGERS, R. W. A protection motivation theory of fear appeals and attitude change. *Journal of Psychology*, **Philadelphia**, v. 91, n. 1, p. 93–114, 1975.

RUBERT, J.; SOMAVILLA, I.; LEICHTWEISS, E.; AVILA NETO, R.; THOMASI, R.; TAROUCO, C.; BERGHETTI, A.; NICOLOSO, F.; ULGUIM, A. The influence of 2,4-D and dicamba on the physiology of olive seedlings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 59, e03233, 2024. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03233.

SELIGMAN, M. E. P. **Helplessness: on depression, development, and death**. San Francisco: W. H. Freeman, 1975.

SILVEIRA, S. V.; PROTAS, J. F. S. (org.). **Vinhos finos da região da Campanha Gaúcha: tecnologias para a vitivinicultura e para estruturação de indicação geográfica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2021.

SLOVIC, P. Perception of risk. *Science*, v. 236, n. 4799, p. 280–285, 1987.

TIEFENBACHER, J. P. Pesticide drift and the hazards of place in San Joaquin County, California. 1992. Tese (Doutorado).

THE JAMOVI PROJECT (2025). jamovi (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

VILLAMOR, G. B.; WAKELIN, S. J.; DUNNINGHAM, A.; CLINTON, P. W. Climate change adaptation behaviour of forest growers in New Zealand: an application of protection motivation theory. *Climatic Change*, Dordrecht, v. 176, n. 3, p. 1-25, 2023. DOI: 10.1007/s10584-022-03469-x

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA et al. Comments on EPA's draft herbicide strategy framework. [S.I.]: WSSA, 2023.

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.