

AVALIAÇÃO DO PROGRAMA DE SUBVENÇÃO AO PRÊMIO DE SEGURO AGRÍCOLA (PSR) NO RS NA MITIGAÇÃO DE PERDAS CAUSADAS POR DESASTRES CLIMÁTICOS NA CULTURA DA SOJA ^{1*}

EVALUATION OF THE AGRICULTURAL INSURANCE PREMIUM SUBSIDY PROGRAM (PSR) IN RS FOR MITIGATING LOSSES CAUSED BY CLIMATE DISASTERS IN SOYBEAN CULTIVATION

Trinie Yuna Duarte Rodrigues da Silva^{2**}
Máris Caroline Gosmann^{3***}

RESUMO

Este estudo investigou a existência de dependência espacial entre desastres naturais notificados, com foco em secas e períodos de estiagem, e os acionamentos do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural nas regiões produtoras de soja do Rio Grande do Sul no período de 2018 a 2022. O objetivo foi verificar se a distribuição dos seguros segue um padrão espacial específico e identificar áreas de maior risco. Para isso, utilizou-se uma abordagem quantitativa e análise espacial, examinando dados de sinistros e calamidades naturais. A análise revelou uma correlação significativa entre as regiões mais afetadas por estiagens e o número de acionamentos dos seguros, além de evidenciar a formação de clusters de risco em áreas específicas. Esses resultados sugerem que a distribuição dos acionamentos não é aleatória e que as políticas de seguro agrícola devem considerar as particularidades regionais para uma gestão mais eficaz dos riscos climáticos. A contribuição do estudo reside na identificação de padrões espaciais que podem orientar a formulação de políticas públicas mais direcionadas e na sugestão de estratégias de diversificação de riscos para melhorar a resiliência do setor agrícola. A identificação de áreas de maior risco pode auxiliar na priorização de investimentos e na implementação de medidas preventivas, contribuindo para a sustentabilidade e a segurança do setor agrícola no Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Soja. Gestão de Riscos Agrícolas. Programa de Seguro Rural. Análise Espacial

ABSTRACT

This study investigated the existence of spatial dependence between notified natural disasters, focusing on droughts and dry periods, and the activations of the Rural Insurance Premium Subsidy Program in the soy producing regions of Rio Grande do Sul in the period from 2018 to 2022. The objective was to verify whether the distribution of insurance follows a specific spatial pattern and identify areas of greater risk. To achieve this, a quantitative approach and spatial

^{1*} Trabalho de Diplomação em Atuária equivalente ao Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, no primeiro semestre de 2024, ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Atuariais.

^{2**} Graduando(a) do curso de Ciências Atuariais da UFRGS. (trinieyuna@gmail.com).

^{3***} Orientadora. Dra. Prof^a Adjunta DCCE/FCE/UFRGS. Graduação em Ciências Atuariais UFRGS (2005), Economia UFRGS (2014) e Nutrição UFCSPA (2005). Especialização em Economia e Finanças UFRGS (2011). Mestrado em Atuária PUC-Rio (2009). Doutorado em Ciências Contábeis UFRJ (2022) (maris.caroline.gosmann@gmail.com).

analysis were used, examining data from accidents and natural calamities. The analysis revealed a significant correlation between the regions most affected by droughts and the number of insurance claims, in addition to showing the formation of risk clusters in specific areas. These results suggest that the distribution of triggers is not random and that agricultural insurance policies must consider regional particularities for more effective management of climate risks. The study's contribution lies in identifying spatial patterns that can guide the formulation of more targeted public policies and in suggesting risk diversification strategies to improve the resilience of the agricultural sector. Identifying areas of greatest risk can help prioritize investments and implement preventive measures, contributing to the sustainability and safety of the agricultural sector in Rio Grande do Sul.

Keywords: Soybean. Agricultural Risk Management. Rural Insurance Program. Spatial Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Setores como o agronegócio têm impulsionado significativamente o crescimento econômico, gerando empregos e aumentando a renda em áreas rurais e urbanas. Além disso, a agricultura desempenha um papel fundamental na segurança alimentar, garantindo o fornecimento estável de alimentos para a população e contribuindo para a redução da dependência de importações. O cultivo de soja é fundamental para a economia brasileira, na safra 2022/23 alcançou uma produção histórica de mais de 150 milhões de toneladas de soja, conforme indicado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), sendo um importante produto de exportação agrícola, a estabilidade e o rendimento desta cultura influenciam diretamente as estruturas econômicas e os meios de subsistência rurais (CONAB, 2023). Destacando-se nesse cenário, o Rio Grande do Sul desponta como o 4º maior produtor do país, colhendo cerca de 13 milhões de toneladas em uma extensão de 6 milhões de hectares plantados, que se beneficia de condições climáticas favoráveis e avanços tecnológicos que aumentam sua produtividade, através da exportação exerce influência direta sobre os sistemas econômicos regionais e os meios de subsistência dos agricultores.

A agricultura enfrenta desafios diante dos desastres climáticos, que estão cada vez mais frequentes. Esses desastres representam um obstáculo significativo para os agricultores, afetando a produção, os meios de subsistência e a resiliência do setor agrícola brasileiro. Diante da crescente imprevisibilidade dos padrões climáticos, as práticas agrícolas tradicionais e as estratégias de gestão de riscos podem não oferecer mais a proteção adequada. “O setor agrícola destaca-se por apresentar alto nível de risco, devido a variabilidade no rendimento físico em função de adversidades ambientais e no preço de venda dos produtos” (Ozaki, 2007). Essa realidade ressalta a importância crucial de soluções de seguro robustas, investigando estratégias de adaptação e mitigação para fortalecer a resiliência do setor diante das mudanças climáticas. Nesse contexto, o seguro agrícola emerge como uma ferramenta fundamental para mitigar os riscos enfrentados pelos agricultores e garantir a sustentabilidade. Com isso foi criado o Programa de Subvenção ao Prêmio de Seguro Agrícola (PSR), que visa mitigar os riscos financeiros associados a tais eventos climáticos adversos (Buainain; Vieira, 2011).

O presente estudo se propõe a investigar o papel do seguro agrícola na mitigação de perdas causadas por desastres climáticos, com foco na cultura da soja no Rio Grande do Sul. Os dados provenientes do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), serão examinados em conjunto com as informações de acionamentos de seguros no Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) ao longo de um período de cinco anos.

O objetivo principal deste artigo é investigar a existência de dependência espacial entre os desastres naturais notificados, especificamente as secas/estiagem, e os acionamentos do PSR nas áreas de cultivo de soja do RS no período de 2018 a 2022. Os objetivos específicos compreendem: determinar se a distribuição desses seguros são aleatórias ou seguem um padrão espacial específico, identificar áreas de maior risco e com maior frequência de sinistros de seguros devido à seca, identificar possíveis padrões na ocorrência de desastres naturais e acionamentos do Programa de Seguro Rural (PSR), e compreender melhor as tendências e sazonalidades desses eventos ao longo do período analisado.

Dessa forma a questão problema desta pesquisa se resume por: **Como os desastres naturais e os acionamentos do Programa de Seguro Rural (PSR) estão distribuídos ao longo do tempo nas áreas de cultivo de soja do Rio Grande do Sul entre 2018 e 2022, e quais são os possíveis padrões temporais que emergem desses eventos?**

Esta análise, com seus resultados, tem o potencial de orientar decisões estratégicas tanto no setor público quanto no privado. Ao identificar padrões não aleatórios nos acionamentos de seguros, fornecerá uma base sólida para a reavaliação e possível redesenho dos esquemas de seguros. Isso permitirá uma melhor adaptação às realidades geográficas e ambientais enfrentadas pelos produtores de soja no Rio Grande do Sul e em regiões similares em todo o Brasil. Os resultados obtidos deste estudo podem, assim, promover uma gestão mais eficiente dos riscos agrícolas e contribuir para o desenvolvimento de políticas e estratégias mais robustas no setor agrícola.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica deste estudo abrange uma discussão detalhada sobre o seguro agrícola, explorando seu funcionamento, importância e desafios enfrentados pelos produtores. Além disso, considera-se o impacto dos desastres naturais na agricultura, examinando as consequências econômicas, sociais e ambientais desses eventos. Também será abordada a análise espacial em estudos agrícolas, destacando sua relevância na identificação de padrões geográficos e na compreensão das interações entre fatores ambientais e práticas agrícolas. Esses elementos contribuem para uma compreensão abrangente do contexto em que se insere o estudo sobre o papel do seguro agrícola na mitigação de perdas causadas por desastres climáticos na cultura da soja no Rio Grande do Sul.

2.1 MITIGAÇÃO DE RISCOS NA AGRICULTURA: O PAPEL DO SEGURO AGRÍCOLA

O seguro rural é uma ferramenta essencial de gestão de riscos que surgiu como resposta às incertezas inerentes enfrentadas pelos agricultores. O conceito de seguro rural teve origem no início do século XIX na Europa, principalmente como um meio de estabilizar os rendimentos agrícolas e garantir a continuidade da produção (Martins et al., 2010). Ao investir em um seguro, os produtores fortalecem sua capacidade de gerenciar riscos financeiros associados à produção e em caso de sinistro, o ressarcimento proporciona uma rede de segurança, permitindo aos agricultores recuperarem parte ou totalidade das perdas. Segundo a SUSEP (2024):

Dentre as modalidades de seguro rural, destaca-se o seguro agrícola que desempenha um papel crucial na gestão dos riscos enfrentados, o qual visa cobrir basicamente a vida da planta, desde sua emergência até a colheita, contra a maioria dos riscos de origem externa, tais como, incêndio e raio, tromba d'água, ventos fortes, granizo, geada, chuvas excessivas, seca e variação excessiva de temperatura.

Ao fornecer essa segurança, o seguro agrícola não apenas ajuda a mitigar o impacto econômico desses eventos, mas também promove a sustentabilidade do setor, incentivando os produtores a investirem em tecnologias e práticas de cultivo mais resilientes. A gestão eficaz

dos riscos agrícolas requer uma abordagem abrangente que incorpore não apenas o seguro, mas também estratégias de diversificação de culturas, adoção de práticas agrícolas sustentáveis e o uso de tecnologias de monitoramento e previsão meteorológica. (Pinto, Pilipin, Vieira, 2022).

A seguir, apresenta-se um quadro que mapeia o objeto de estudo e o setor correspondente, com o intuito de fornecer uma visão clara e organizada dos principais elementos abordados no referencial teórico. Este quadro inclui informações sobre o seguro agrícola, a produção de soja, os eventos climáticos e os sinistros, destacando a relevância de cada um desses aspectos no contexto da agricultura brasileira.

Quadro 1 – Mapa do Objeto e do Setor

	Definição
Seguro Agrícola	Este é um instrumento de política agrícola que proporciona ao produtor a possibilidade de recuperar o investimento realizado na lavoura, em caso de ocorrência de eventos adversos climáticos.
Produção de Soja	A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e tem grande importância para a economia do país. A maior parte da produção de soja do Brasil está localizada predominantemente nas regiões Centro-Oeste e Sul do país
Eventos Climáticos	Os eventos climáticos, como secas, inundações e geadas, podem ter um impacto significativo na produção agrícola. Eles são uma das principais causas de perdas na agricultura.
Sinistros	Sinistros são eventos que resultam em perdas para o produtor e que estão cobertos pelo seguro agrícola. Eles podem ser causados por diversos fatores, incluindo eventos climáticos adversos.

Fonte: SUSEP (2024).

O Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural é uma das principais ações do governo voltadas para a agricultura, estabelecida com o objetivo de oferecer uma salvaguarda financeira aos agricultores contra os perigos climáticos e contratemplos que impactam a produção agrícola. Sua história remonta à década de 1970, quando foram implementadas as primeiras políticas de seguro agrícola no Brasil, porém só foi criado em 2003 pela lei 10.823, o programa serve como uma estrutura crucial projetada para estabilizar as operações agrícolas, mitigando os riscos financeiros associados a eventos climáticos imprevisíveis e outros desastres naturais. Instituído como parte da estratégia do governo para reforçar o setor agrícola, aborda especificamente as vulnerabilidades que os agricultores enfrentam devido aos acontecimentos climáticos. “Ao subsidiar parte do custo do prêmio do seguro agrícola, o PSR torna o seguro mais acessível para os agricultores, incentivando uma participação e coberturas mais amplas” (Buainain; Vieira, 2011).

O programa serve para suprir a necessidade de proteger a agricultura brasileira contra os imprevistos climáticos que podem causar sérios prejuízos aos produtores e com isso ajuda a estabilizar os rendimentos dos agricultores, garantir a continuidade da produção agrícola, que é vital para a segurança alimentar e a estabilidade econômica. Além disso, ao facilitar o acesso ao seguro, o PSR visa promover a adoção de melhores práticas e tecnologias agrícolas, uma vez que os agricultores são mais propensos a investir em melhorias quando estão protegidos do impacto total de potenciais perdas (Martins et al., 2010). Desde suas origens, o programa tem passado por diversas atualizações e aprimoramentos, ampliando sua abrangência e eficácia ao longo do tempo (MAPA, 2020).

A tabela 1, a seguir, apresenta dados sobre os beneficiários do PSR, a produção e os valores de exportação de soja no Rio Grande do Sul entre os anos de 2018 e 2022. Esses dados indicam flutuações significativas na produção e nos valores de exportação, refletindo possivelmente variáveis econômicas, climáticas e de mercado durante o período analisado:

Tabela 1 – Produção e Valores de Exportação de Soja no Rio Grande do Sul (2018-2022)

Ano	Beneficiários	Produção (hectares)	Exportação (US\$)	Valor Médio da Produção
2018	3.249	17.538.725	6.420.217.167	49.231
2019	5.132	18.498.119	4.989.163.686	47.671
2020	22.084	11.307.760	3.815.026.787	38.500
2021	19.959	20.420.501	7.809.040.458	125.910
2022	7.355	9.370.274	5.563.747.507	67.386

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal e DEE/SPGG (2024).

A estrutura do PSR envolve um esforço colaborativo entre o governo, seguradoras e produtores agrícolas. O governo atribui fundos para subsidiar os prêmios de seguro, o que reduz significativamente o custo para os agricultores. Este subsídio é crucial num país como o Brasil, onde o elevado custo dos prêmios pode dissuadir os pequenos e médios agricultores de adquirir seguros. As seguradoras, por outro lado, são incentivadas a oferecer produtos adequados às diversas necessidades do cenário agrícola brasileiro, que inclui uma ampla gama de culturas e práticas agrícolas sujeitas a diferentes condições ambientais (Oliveira, 2022).

Para Oliveira (2020), a eficácia do PSR vai além do alívio financeiro imediato aos agricultores, promovendo uma resiliência sistêmica mais ampla no setor agrícola. Ao subsidiar os prêmios de seguro, o PSR reduz a barreira à entrada de ferramentas de gestão de risco, que são críticas num país onde a produção agrícola pode variar dramaticamente de ano para ano devido às condições climáticas. Esta adoção mais ampla de seguros não só protege os agricultores individuais, mas também estabiliza as economias rurais, evitando o tipo de dificuldades econômicas generalizadas que podem ocorrer em anos de fraco rendimento ou de má colheita.

O PSR tem um papel crucial no estímulo a uma mentalidade de gerenciamento de riscos entre os produtores rurais. Com a rede de segurança dos seguros subsidiados, é mais provável que os agricultores invistam em sementes de maior qualidade, tecnologias agrícolas avançadas e práticas sustentáveis que, de outra forma, poderiam ser consideradas demasiado arriscadas. Esta mudança não só melhora a produtividade global e a sustentabilidade das explorações agrícolas, ao adotar práticas agrícolas sustentáveis e tecnologias de baixa emissão de carbono, mas também incentiva a inovação no setor agrícola. Como tal, o PSR apoia indiretamente o avanço agrícola, reduzindo o medo do fracasso associado à implementação de novas técnicas e tecnologias agrícolas (Buainain; Vieira, 2011).

O programa não é apenas um mecanismo de apoio financeiro, mas uma ferramenta estratégica que melhora a sustentabilidade e a inovação agrícolas. Por meio do PSR, o governo brasileiro não apenas protege seus agricultores, mas também investe no futuro do seu setor agrícola, garantindo que ele permaneça robusto e capaz de enfrentar novos desafios. Esta abordagem efetiva é essencial para promover um sistema agrícola sustentável que possa apoiar a população do Brasil e contribuir para a segurança alimentar global (Harfuch; Lobo; Gomes, 2022).

O seu papel na promoção da utilização de seguros é crucial num cenário onde as alterações climáticas representam uma ameaça persistente à produtividade agrícola. À medida que os fenômenos meteorológicos extremos se tornam mais comuns, a necessidade de estratégias eficazes de gestão de riscos torna-se mais evidente. A capacidade do PSR de adaptar sua cobertura para incluir uma gama mais ampla de riscos, incluindo não apenas secas, mas também inundações, geadas e outras anomalias climáticas, é vital para preparar a agricultura brasileira para as incertezas do futuro (Oliveira, 2020).

Dessa forma, o PSR serve como pedra angular da estrutura da política agrícola do Brasil, apoiando a estabilidade econômica, incentivando o avanço tecnológico e aumentando a capacidade de adaptação do setor agrícola. O seu sucesso e evolução contínua são críticos não

apenas para os agricultores que protege, mas para a economia do país e para a segurança alimentar como um todo. Ao construir um quadro robusto para o seguro agrícola, o Brasil não está apenas a salvaguardar os seus agricultores, mas também a fortalecer o seu futuro num clima global em rápida mudança (Oliveira, 2020).

É importante lembrar do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), que é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. Ele é elaborado com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos adversos e permite a cada município identificar a melhor época de plantio das culturas, considerando os parâmetros de clima, solo e ciclos de cultivares, tudo isso para minimizar os riscos climáticos (Würch, 2022).

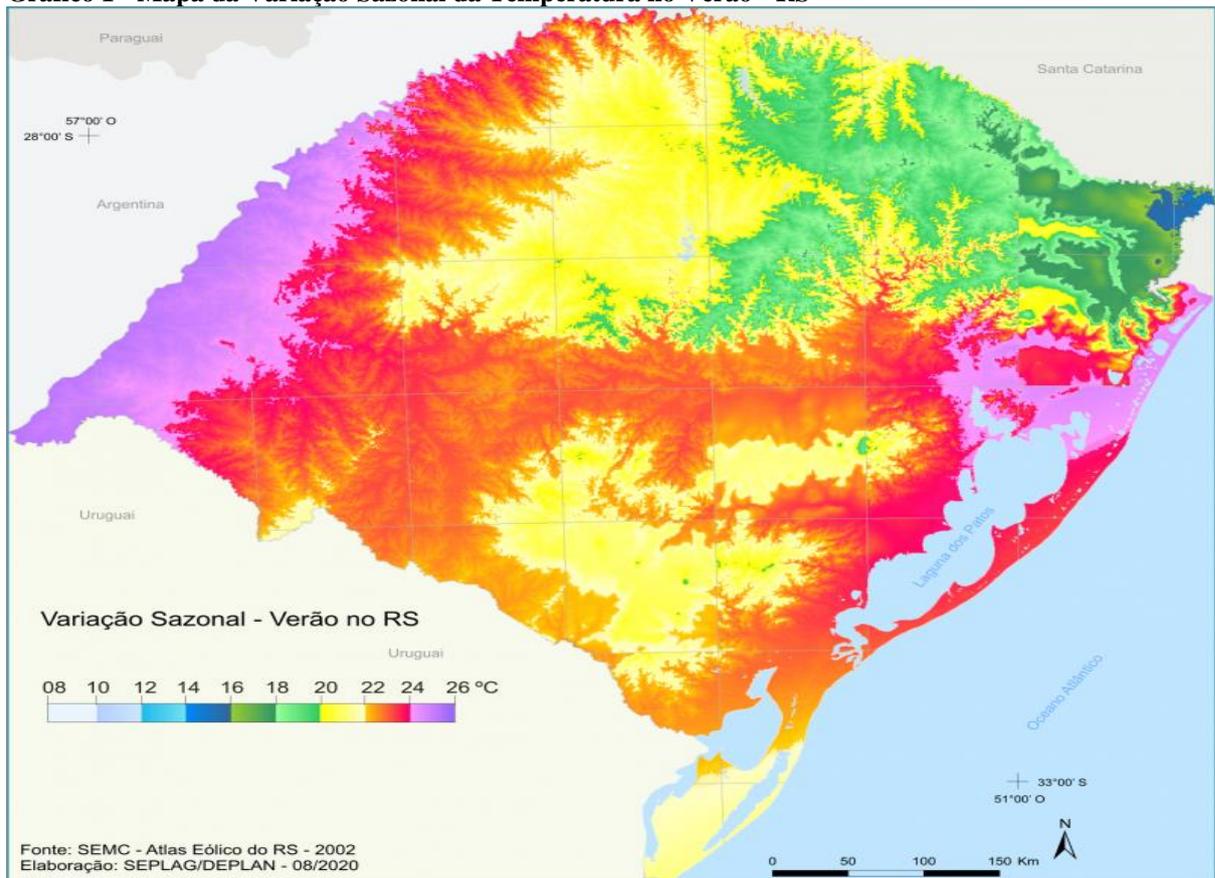
2.2 IMPACTO DOS DESASTRES NATURAIS NA AGRICULTURA

Os desastres naturais representam uma ameaça significativa para a agricultura em todo o mundo, impactando negativamente a produção de alimentos, a segurança alimentar e a economia rural. A destruição de infraestruturas agrícolas, como sistemas de irrigação, armazenamento de grãos e estradas rurais, dificulta ainda mais a recuperação do setor após a ocorrência de desastres. A vulnerabilidade da agricultura aos desastres naturais é agravada pelas mudanças climáticas, que aumentam a frequência e a intensidade desses eventos. As alterações nos padrões de chuva e temperatura podem levar a períodos de seca mais longos e intensos, tornando as culturas mais suscetíveis à escassez de água e ao estresse térmico, o 6º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) destaca a urgência de ações para enfrentar as mudanças climáticas e seus impactos devastadores, incluindo o papel crucial da agricultura nesse contexto.

Segundo Duarte (2019), as catástrofes naturais, especialmente as secas, têm um impacto profundo na agricultura, afetando tudo, desde o rendimento das colheitas até a estabilidade econômica das comunidades agrícolas. No contexto da cultura da soja no Rio Grande do Sul, a seca representa um dos desafios ambientais mais significativos. Sendo um dos principais produtores de soja do país, é altamente suscetível às flutuações nos padrões de chuva, com as secas diretamente correlacionadas à diminuição da produtividade da soja. A cultura requer água suficiente durante determinados estágios de crescimento para atingir rendimentos ideais. A precipitação insuficiente durante estes períodos críticos pode levar à redução do enchimento das vagens, ao menor peso das sementes e, em última análise, à diminuição dos rendimentos por hectare. Isto não só afeta os retornos financeiros imediatos do agricultor, mas também tem impacto nas condições econômicas mais amplas no setor agrícola do estado

De acordo com Belem (2016), foi observado que o aumento dos eventos de sinistros no estado do Rio Grande do Sul normalmente ocorre em meses em que o fenômeno La Niña está presente, ocorrendo um déficit de precipitação pluvial de até 60mm. O mapa subsequente ilustra as regiões que são mais vulneráveis à seca durante o verão, sendo elas as regiões centrais, sudoeste e principalmente a região noroeste onde tem a maior concentração da agricultura gaúcha e suas as temperaturas ultrapassam os 25°C:

Gráfico 1 - Mapa da Variação Sazonal da Temperatura no Verão - RS



Fonte: Atlas Socioeconômico.

Dado que a soja é um importante produto de exportação, qualquer redução significativa no rendimento pode afetar as balanças comerciais e os preços de mercado, repercutindo na economia local e nacional (Martins et al., 2010). Períodos prolongados de escassez de água podem levar à degradação do solo, à perda de matéria orgânica e à diminuição da fertilidade do solo, complicando a agricultura mesmo em anos com melhores precipitações. Os agricultores são assim forçados a adaptar-se através da implementação de práticas agrícolas mais sustentáveis, como o investimento em variedades de culturas resistentes à seca ou a melhoria das técnicas de irrigação e retenção de água (Belém, 2016).

Os impactos econômicos destas adaptações podem ser substanciais. O custo da implementação de novas tecnologias e práticas para mitigar os efeitos da seca exige muitas vezes um investimento significativo, o que pode ser uma barreira para os pequenos agricultores ou para aqueles que já lutam com margens de lucro reduzidas. A incerteza associada à frequência e gravidade dos eventos de seca torna difícil planejar e investir em soluções de longo prazo. Tal impacto da seca na agricultura da soja no Rio Grande do Sul vai além da redução da produtividade anual e afeta as estruturas econômicas, a estabilidade do mercado e a sustentabilidade a longo prazo das práticas agrícolas na região. A compreensão destes impactos é crucial para o desenvolvimento de estratégias e políticas eficazes para mitigar os riscos associados à seca e garantir a viabilidade do cultivo da soja sob condições climáticas em mudança (Belem, 2016).

Em resposta a esses desafios, agricultores e pesquisadores do Rio Grande do Sul estão explorando uma variedade de estratégias adaptativas. Estas incluem a diversificação das culturas, a utilização de culturas de cobertura para melhorar a retenção da umidade do solo e a integração de técnicas de cultivo direto, que podem ajudar a preservar a estrutura do solo e reduzir a perda de água. Embora estas práticas ofereçam caminhos promissores para aumentar

a resiliência à seca, a sua adoção é muitas vezes dificultada pelos custos envolvidos e pela necessidade de conhecimento técnico, sublinhando a importância do apoio governamental e dos serviços de extensão agrícola (Ribeiro, 2016).

Os impactos da seca são agravados pela natureza global dos mercados agrícolas. Como os preços da soja são influenciados pela procura internacional e pela dinâmica da oferta, quaisquer alterações significativas na produção nas principais regiões produtoras, como o Rio Grande do Sul, podem repercutir-se nos mercados globais, afetando os preços da soja em todo o mundo. Isto acrescenta um elemento de volatilidade que pode ser difícil para os agricultores gerirem sem sistemas robustos de apoio financeiro e informativo. As recorrentes condições de seca no Rio Grande do Sul servem como um lembrete crítico da necessidade de abordagens abrangentes que incluam práticas agrícolas sustentáveis, previsões meteorológicas avançadas e ferramentas de gestão de riscos financeiros, como o seguro agrícola. Estas ferramentas não só ajudam a mitigar os impactos financeiros imediatos do fracasso das colheitas devido à seca, mas também contribuem para a resiliência a longo prazo do setor agrícola (Sivakumar, 2016).

Conforme Ribeiro (2016), a integração de tecnologias de agricultura de precisão pode desempenhar um papel fundamental na gestão do impacto da seca. Tecnologias como imagens de satélite, sensores de solo e vigilância por drones podem ajudar na gestão eficiente da água, na monitorização da saúde das culturas e na otimização dos insumos agrícolas com base em dados em tempo real. Estas tecnologias não só ajudam a reduzir o desperdício de recursos, mas também garantem que as culturas recebem cuidados otimizados, precisamente quando e onde são mais necessários.

2.3 ANÁLISE ESPACIAL EM ESTUDOS AGRÍCOLAS

Segundo Ozaki (2008), a análise espacial em estudos agrícolas tornou-se uma ferramenta indispensável para a compreensão de fenômenos complexos que afetam as atividades agrícolas em diferentes escalas. Ao aproveitar os Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e outras tecnologias espaciais, os investigadores são capazes de dissecar a distribuição geográfica das culturas, identificar padrões de propagação de doenças, avaliar o impacto das variáveis climáticas e otimizar a utilização da terra e dos recursos.

O valor da análise espacial é evidente na sua aplicação a uma ampla gama de desafios agrícolas, outra área crítica onde a análise espacial se revelou benéfica é a gestão dos recursos hídricos. De acordo com a pesquisa de Raiher et al (2016), a investigação utilizando dados espaciais ajudou a identificar padrões de irrigação e a otimizar a utilização da água para melhorar a resiliência das culturas durante condições de seca. Estes estudos utilizam frequentemente imagens de satélite para monitorizar a saúde das culturas e os níveis de umidade do solo em grandes áreas, fornecendo informações valiosas que não são visíveis ao nível do solo.

A análise espacial tem sido fundamental para a compreensão dos efeitos das alterações climáticas na agricultura. Ao examinar dados históricos e modelar cenários futuros, os investigadores podem identificar potenciais mudanças nas zonas agrícolas e prever quais as culturas que provavelmente terão sucesso ou fracassarão sob diferentes condições climáticas. Esta previsão é crucial para planejar e adaptar as práticas agrícolas para garantir a segurança alimentar (Buhse; Pelegrini; Fochezatto, 2018).

A integração da análise espacial na investigação agrícola também se estende aos aspectos económicos, como o acesso ao mercado e o desenvolvimento de infraestruturas. Os estudos utilizaram dados espaciais para analisar a acessibilidade dos mercados para os agricultores nas zonas rurais, determinando como a localização relativa às estradas e aos centros urbanos influencia os resultados económicos. Estas informações podem orientar as decisões políticas relacionadas com melhorias nas estradas, instalações de armazenamento e outros investimentos

em infraestruturas que melhorem a rentabilidade das operações agrícolas (Antunes; Stege, 2020).

Sob esta ótica, a análise espacial enriquece os estudos agrícolas ao fornecer informações detalhadas sobre a dinâmica espacial que influencia a agricultura. Esta abordagem não só ajuda a resolver questões agrícolas imediatas, mas também ajuda no planejamento estratégico e na elaboração de políticas para o desenvolvimento agrícola sustentável. À medida que a tecnologia avança, espera-se que o âmbito e a precisão da análise espacial na agricultura cresçam, oferecendo implicações ainda mais profundas na forma como entendemos e gerimos a terra e os seus recursos (Duarte, 2019).

Para Ozaki (2008), a análise espacial não só fornece uma base técnica para abordar questões agrícolas, mas também oferece uma abordagem abrangente que integra as dimensões ambientais, econômicas, tecnológicas e sociais. À medida que os desafios que a agricultura enfrenta se tornam mais complexos com as alterações climáticas e o crescimento populacional, o papel da análise espacial tornar-se-á cada vez mais central na concepção de soluções sustentáveis que garantam a produtividade e a sustentabilidade no setor agrícola.

A integração da análise espacial com a tecnologia móvel também apresenta uma oportunidade significativa para ampliar as práticas de agricultura de precisão. As aplicações móveis podem fornecer aconselhamento em tempo real e específico do local aos agricultores com base na análise de dados espaciais, como quando plantar, irrigar ou aplicar nutrientes. Estas aplicações podem democratizar o acesso a tecnologias agrícolas avançadas, tornando-as acessíveis aos pequenos agricultores em áreas remotas, colmatando assim a lacuna entre a agricultura de pequena escala e as soluções agrícolas de alta tecnologia (Ozaki, 2008).

De acordo com Antunes e Stege (2020), à medida que as alterações climáticas continuam a alterar as paisagens agrícolas, a análise espacial será fundamental na monitorização e previsão destas mudanças. Pode fornecer dados vitais para o desenvolvimento de estratégias de adaptação climática que sejam geograficamente direcionadas e adaptadas às condições locais. Em suma, a análise espacial não é apenas uma ferramenta para aumentar a eficiência e a rentabilidade da agricultura; é também uma componente fundamental da elaboração de práticas agrícolas sustentáveis que respondam aos desafios ambientais, sociais e económicos do século XXI. À medida que a tecnologia evolui e se torna mais integrada com outros avanços científicos e tecnológicos, continuará a moldar o futuro da agricultura, tornando-a mais sustentável e inclusiva. Esta evolução exigirá aprendizagem, adaptação e colaboração contínuas entre cientistas, tecnólogos, agricultores e políticos para garantir que os benefícios da análise espacial sejam plenamente realizados em todo o panorama agrícola global (Ozaki, 2008).

2.4 ESTUDOS RELACIONADOS ADICIONAIS

Ozaki (2008) examinou a eficiência agronômica da soja e do milho no Paraná com a finalidade de investigar a relação espacial nos dados de rendimento agrícola municipais, especificamente, mensurar a dimensão territorial (em km). Utilizando informações do IBGE, ele detectou uma conexão espacial nos dados de eficiência, o que indica que as unidades seguradas não são autônomas espacialmente. Isso insinua que as companhias de seguro devem diversificar-se geograficamente para prevenir a acumulação de riscos.

Buainain e Vieira (2011) analisaram os obstáculos e as capacidades do seguro agrícola no Brasil, enfatizando a relevância estratégica da agricultura na sociedade atual, particularmente em relação às exigências ambientais, econômicas e sociais. A pesquisa debate a necessidade de modelos unificados de administração de risco agrícola para atenuar os perigos intensificados pelas alterações climáticas e pela complexidade dos mercados internacionais. A conclusão destaca a importância de políticas governamentais eficazes para o reforço do seguro rural no Brasil.

Braz, Pinto e Campos (2017) investigaram a presença de eventos intensos na agricultura do Rio Grande do Sul, de 2003 a 2012. Com a finalidade de estudar a periodicidade e distribuição espacial e temporal desses eventos, assim como sua conexão com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). Constataram que os eventos mais recorrentes foram seca, granizo e ventania, acontecendo primordialmente no verão e outono, sendo metade da região que apresenta maior periodicidade na ocorrência.

Duarte (2019) realizou uma pesquisa atuarial do seguro agrícola na lavoura de café no estado de Minas Gerais. A meta era estudar a conexão entre o número de contratos de seguro firmados e os sinistros ocorridos entre 2008 e 2016, empregando dados do Atlas do Seguro Rural. Foi concluído que, apesar do crescimento no número de contratos após a implementação do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) em 2006, o número ainda é considerado insuficiente, possivelmente devido à inclinação do produtor em aceitar o risco em vez de pagar pelo seguro.

Oliveira (2020) desenvolveu uma pesquisa onde o objetivo era compreender como as alterações climáticas influenciam o perigo da cultura da soja e como isso se manifesta no seguro agrícola. Baseando-se nos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Oliveira deduziu que as alterações climáticas têm um impacto considerável no perigo da cultura da soja, o que tem consequências relevantes para o seguro agrícola.

Würch (2021) investigou a influência do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) nas taxas de seguro agrícola no Brasil. Utilizando uma abordagem quantitativa, o estudo analisa dados de apólices e sinistralidade. Os principais achados indicam que, embora o ZARC categorize riscos climáticos, não há correlação direta entre esses níveis de risco e as taxas de seguro praticadas. Isso sugere a necessidade de revisar as políticas de precificação para melhor refletir os riscos climáticos.

Rocha e Brito (2022) avalia o Programa de Subsídio ao Prêmio do Seguro Rural na região Sul do Brasil. A pesquisa examina a influência do PSR na formação de preços e emissão de seguros de 2006 a 2021, supondo que taxas de produtor mais reduzidas e maiores aportes federais ampliam o número de contratos de seguro firmados. A metodologia empregada é a de Vetores Autoregressivos em Painel, com informações do Ministério da Agricultura. Os resultados indicam que choques de subsídios estão ligados a diminuições iniciais no número de contratos, seguidas por uma reversão e retorno à estabilidade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a definição da metodologia de pesquisa, serão definidos três aspectos relativos à pesquisa que será realizada: (a) pela forma de abordagem do problema; (b) de acordo com seus objetivos; e, (c) com base nos procedimentos técnicos utilizados.

Referente a forma de abordagem do problema, esta pesquisa é classificada como quantitativa, conforme definição de Gerhardt e Silveira (2009) “A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana”. A opção pela abordagem quantitativa neste estudo é justificada pela natureza dos dados e do objeto de pesquisa. Esta metodologia proporciona uma análise sistemática e objetiva dos fenômenos, permitindo a investigação de relações causais e a identificação de padrões estatísticos. Adicionalmente, a abordagem quantitativa possibilita uma ampla generalização dos resultados para diferentes populações e contextos.

Em termos de objetivos, esta pesquisa é categorizada como descritiva. De acordo com Gil (2002) “As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. O propósito deste estudo é analisar as relações entre os acionamentos do Programa

de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural e os desastres naturais comunicado no relatório S2id. Busca-se investigar a existência de dependência espacial entre esses eventos, a fim de determinar se a sua distribuição no espaço é aleatória ou segue algum padrão. Caso a distribuição não seja aleatória, o estudo visa identificar áreas de maior risco.

Em relação aos procedimentos técnicos adotados, esta pesquisa se enquadra na categoria de pesquisa documental. Conforme definido por Marconi e Lakatos (2003) “a característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois.”. Neste estudo, as fontes primárias utilizadas incluem registros estatísticos e documentos institucionais de acesso público. A pesquisa documental permite uma análise aprofundada e diversificada do tema em questão, o que é especialmente relevante para este trabalho, que busca entender os riscos climáticos e as perdas agrícolas. Portanto, a escolha deste método não é apenas apropriada, mas também enriquece a qualidade e a profundidade da pesquisa.

3.1 DADOS COLETADOS

A pesquisa para este trabalho foi fundamentada em dados coletados de duas fontes públicas principais. A primeira, denominada “Danos_ Informados”, é um conjunto de dados que contém registros de calamidades públicas, estes foram extraídos do Relatório S2ID, um sistema de informação que compila dados sobre desastres naturais ocorridos no Brasil. A segunda fonte de dados é o site do MAPA, onde foram coletados dois conjuntos de dados: “Beneficiários” e “Sinistros”. Ambos os conjuntos de dados são divulgados pelo Sistema de Subvenção Econômica ao Prêmio de Seguro Rural (SISSER). O conjunto de dados “Beneficiários” inclui informações sobre as apólices de seguro agrícola contratadas provenientes do Sistema de Subvenção Econômica ao Prêmio do Seguro Rural para a cultura de soja. Por outro lado, o conjunto de dados “Sinistros” registra informações sobre os sinistros ocorridos decorrentes de seca/estiagem na cultura de soja.

Essas fontes de dados foram essenciais para a realização deste estudo, fornecendo uma visão abrangente dos desastres naturais no Rio Grande do Sul e suas implicações para o setor agrícola. Cada variável incluída neste estudo desempenha um papel importante na análise. A produção de soja, a quantidade de calamidades registradas, a quantidade de apólices contratadas, a quantidade de sinistros registrados e o valor total das indenizações dos sinistros são todas variáveis que podem influenciar ou ser influenciadas pelo risco de seca/ estiagem.

Após a coleta, para assegurar a consistência dos dados, passam por um processo de limpeza e modelagem para garantir sua qualidade e adequação para análise, que foi realizado no R. Foram aplicados filtros específicos, por exemplo, no banco de dados “Danos_ Informados”, 16 observações sem data de registro foram desconsideradas na análise mensal, mas incluídas na análise anual. No banco de dados “Sinistros”, foram considerados apenas os sinistros relacionados às apólices presentes no banco de dados “Beneficiários”, após a aplicação dos filtros, foram consideradas 16.282 observações válidas.

Os dados analisados são longitudinais, cobrindo o período de 2018 a 2022, este período foi escolhido porque representa um intervalo de tempo recente e relevante, durante o qual houve uma quantidade significativa de sinistros de seguro devido à seca e estiagem.

3.2 ÍNDICE DE MORAN

Existem métodos estatísticos para realizar a análise de autocorrelação espacial, que é uma ferramenta estatística poderosa usada para identificar e analisar padrões de agrupamento de uma variável de interesse em um território. Esta análise é baseada no princípio do “Primeiro Direito

da Geografia” de Tobler, que afirma que “tudo está relacionado a tudo, mas as coisas próximas estão mais relacionadas do que as coisas distantes”. Ela ocorre quando a similaridade no valor de uma variável está de alguma forma relacionada à proximidade espacial. Em outras palavras, se a distribuição de uma variável em um espaço geográfico não é aleatória e exibe algum tipo de padrão, dizemos que essa variável tem autocorrelação espacial.

O índice de Moran (Moran's I) é um indicador de autocorrelação espacial em um conjunto de dados geográficos. Nesse contexto de análise, a autocorrelação é uma medida que indica a proximidade espacial de valores similares (semelhantes, parecidos) ou dissimilares (diferentes, opostos entre si). O índice de Moran assume valores entre -1 e 1, onde 1 indica autocorrelação positiva perfeita que representa a existência de clustering, ou agrupamentos, de valores similares - em outras palavras, áreas com valores semelhantes estão próximas umas das outras, -1 indica autocorrelação negativa perfeita que por outro lado, representa a existência de clustering de valores dissimilares, ou seja, heterogeneidade espacial, e 0 indica ausência de autocorrelação e sugerem ausência de associação espacial, isto é, aleatoriedade da distribuição espacial da variável.

Dado o conjunto de hipóteses a serem testadas:

H0: aleatoriedade espacial;

H1: associação espacial.

É importante ressaltar que o índice de Moran é uma estatística global e assume um valor único para todo o espaço em análise. Portanto, ele somente indica se há evidência ou não do agrupamento espacial da variável de interesse, mas não indica como nem onde ocorre esse agrupamento.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Na presente seção, serão apresentados os dados coletados para atingir os objetivos propostos neste estudo. A análise será focada na investigação da existência de dependência espacial entre os desastres naturais notificados, especificamente as secas/estiagem, e os acionamentos do Programa de Seguro Rural (PSR) nas áreas de cultivo de soja do Rio Grande do Sul no período de 2018 a 2022.

4.1 PANORAMA DOS SINISTROS NA CULTURA DE SOJA: UMA ANÁLISE DESCRITIVA

A partir de todos esses tratamentos, a tabela a seguir apresenta um panorama detalhado das calamidades públicas, apólices de seguro contratadas para cultura de soja, sinistros registrados e o montante financeiro dos sinistros no Rio Grande do Sul (RS) entre os anos de 2018 e 2023. Esses dados são essenciais para entender a evolução dos eventos climáticos adversos e suas consequências econômicas ao longo dos anos:

Tabela 2 – Visão anual de Calamidades, Apólices, Sinistros e Valor de sinistro

Ano	Calamidades	Apólices	Sinistros	Valor Sinistros
2018	41	3.249	55	1.727.074
2019	17	5.132	223	14.474.159
2020	560	22.084	3172	2.70.244.859
2021	154	19.959	804	56.218.494
2022	345	7.355	10.569	1.845.255.061
2023	372	6.035	1.459	233.983.971

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa (2024).

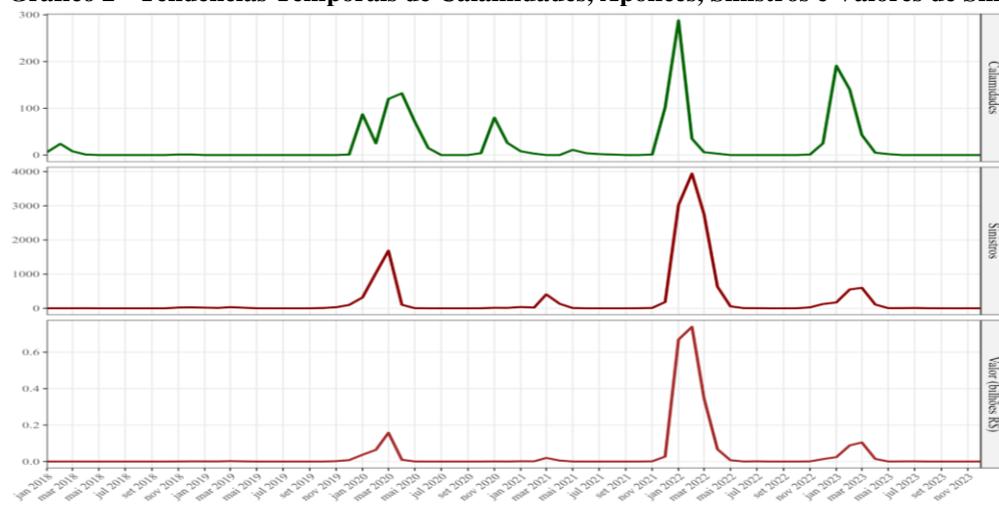
Pode-se notar que as calamidades e sinistros revelam uma tendência evolutiva ao longo dos anos, com alguns anos com um expressivo aumento no número de calamidades. Destaca-se o aumento abrupto de 17 ocorrências de calamidades em 2019 para 560 em 2020, sendo este com o maior montante de valores monetários de sinistros, possivelmente refletindo um ano de perdas substanciais para os agricultores. A semelhança entre o número de sinistros e calamidades parece ser consistente, reforçando a hipótese de que as calamidades exercem um impacto direto sobre os sinistros. Conforme destacado por Ozaki (2020), a agricultura é uma atividade altamente dependente de fatores climáticos, tornando-a vulnerável às mudanças climáticas. Portanto, a conscientização e preparação dos agricultores para lidar com calamidades é crucial para a sustentabilidade da agricultura.

O seguro rural tem se mostrado uma ferramenta eficaz na gestão de riscos agrícolas, a análise da relação entre a quantidade de apólices contratadas e o número de sinistros registrados pode fornecer entendimento sobre sua efetividade. Observou-se um crescimento no número de apólices, o que pode ser interpretado como um aumento na conscientização e preparação dos agricultores para lidar com calamidades, essas conclusões estão alinhadas com as considerações de Rocha e Brito (2022) que analisaram que a implementação do PSR aumentou significativamente a emissão de apólices de seguro rural na Região Sul do país, principalmente em municípios com menor renda per capita e maior presença da atividade agrícola.

No entanto, destacar-se que a cobertura do seguro contra calamidades ainda não é universal entre os agricultores, muitos produtores rurais, apesar das adversidades climáticas que causam perdas significativas nas lavouras e afetam sua rentabilidade, ainda não possuem uma cobertura adequada de seguro. Neste contexto, a existência e os incentivos a programas como o PSR são essenciais, uma vez que proporcionam aos agricultores proteção contra ocorrências imprevistas, atuando como um escudo de segurança. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o objetivo principal do PSR é “apoiar os produtores rurais que desejam proteger suas lavouras contra riscos climáticos adversos”.

O gráfico 2, sendo um gráfico de linhas, ilustra os pontos discutidos anteriormente. A análise dos dados apresentados permite uma visualização clara das variações quantitativas ao longo do tempo. Isso facilita a compreensão da relação entre as condições climáticas adversas e os sinistros na cultura de soja, permite a observação das tendências desses fenômenos ao longo do período analisado. A discussão subsequente se aprofundará na interpretação dessas tendências:

Gráfico 2 - Tendências Temporais de Calamidades, Apólices, Sinistros e Valores de Sinistros (2018-2023)



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa (2024).

A similaridade entre as ocorrências de calamidades e o número de sinistros na cultura, observada nos últimos anos, é um indicativo de que as condições climáticas adversas afetam diretamente a produção agrícola e os sinistros relacionados. Nota-se que os anos com maior número de calamidades tendem a apresentar um aumento nos sinistros, por esse motivo analisar as calamidades climáticas, como secas e estiagens, e seu impacto na cultura da soja e outras culturas é de suma importância para a agricultura brasileira.

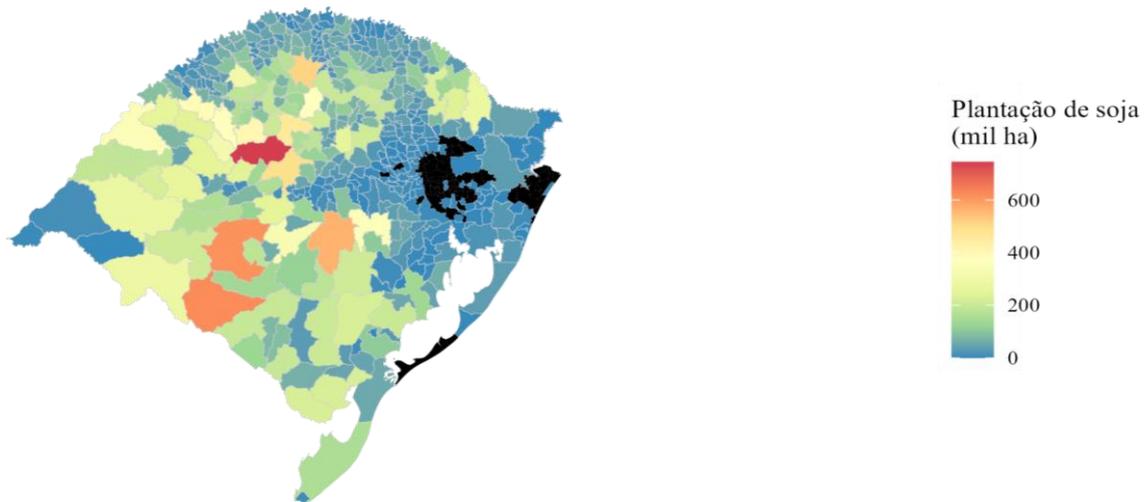
Em 2023, apesar das calamidades, o número de sinistros não aumentou proporcionalmente, isso pode indicar a eficácia de medidas de mitigação de riscos, implementação de políticas de seguro agrícola mais robustas para proteger os agricultores contra as adversidades climáticas e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Contudo, é possível identificar uma tendência de longo prazo mais acentuada durante os meses de verão no estado, que são cruciais para o desenvolvimento da cultura, os picos nas calamidades parecem preceder os picos nos sinistros na cultura nesse período. Isso está em consonância com a análise de Braz, Pinto e Campos (2017), que observou que a seca ocorre com mais frequência entre dezembro e maio, tornando o verão a estação com o maior número de ocorrências.

4.2 ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO ESPACIAL

A análise dos dados disponíveis revela que, dos 497 municípios do Rio Grande do Sul, 433 estão envolvidos na produção de soja, o que corresponde a um percentual de 87% dos municípios gaúchos. Os municípios que não participam da produção de soja foram categorizados como tendo uma produção igual a zero para fins de análise e nos mapas apresentados, esses municípios são representados na cor preta, distinguindo-os dos municípios que produzem soja, mesmo que em pequenas quantidades.

Os mapas coropléticos subsequentes ilustram a produção de soja e os sinistros registrados nos municípios do Rio Grande do Sul ao longo de um período de cinco anos. As variáveis consideradas para esta análise incluem o total da área de plantação de soja e o total de sinistros registrados no período em questão. Esses dados fornecem uma visão abrangente do impacto das calamidades climáticas na produção de soja e na ocorrência de sinistros, destacando a importância de estratégias eficazes de gestão de riscos na agricultura.

Gráfico 3 - Mapa do total de Plantação de Soja por município entre os anos de 2018 e 2022



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa (2024).

As áreas com maior plantação de soja estão concentradas principalmente nas regiões central e noroeste do estado. Essas áreas são representadas pelas cores vermelhas/laranjas no

mapa, indicando uma alta densidade de plantação, se destacando os municípios conforme a tabela a seguir, com uma alta concentração de áreas plantadas:

Tabela 3 – Classificação dos Municípios com maior área plantada

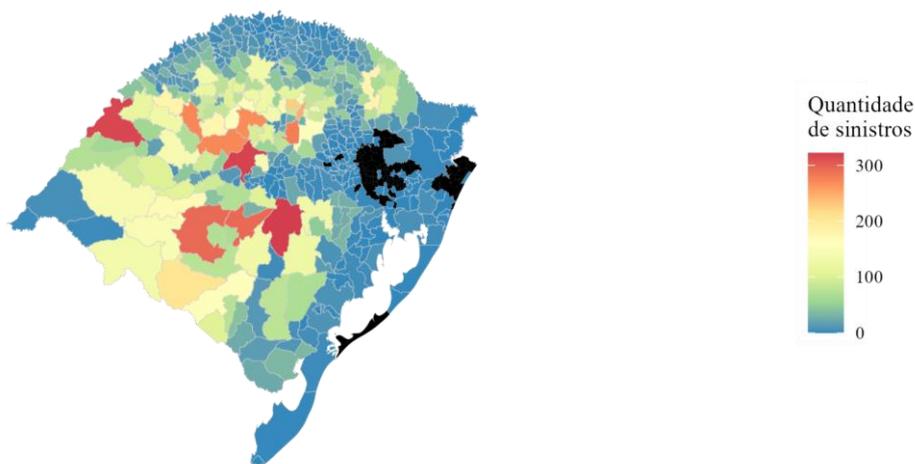
	Município	Área Produzida (ha)
1º	Tupanciretã	744.319
2º	Dom Pedrito	621.500
3º	São Gabriel	612.000
4º	Cachoeira do Sul	564.620
5º	Palmeira das Missões	515.400
6º	Júlio de Castilhos	494.100
7º	Cruz Alta	460.700
8º	Jóia	402.000
9º	São Luiz Gonzaga	386.250
10º	Santa Bárbara do Sul	373.700

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa (2024).

A tabela apresenta uma distribuição detalhada da área cultivada entre os municípios que possuem a maior área plantada. Tupanciretã se destaca no topo da classificação, com uma impressionante extensão de 744.319 hectares(ha) de terra cultivada. Em contraste, Santa Bárbara do Sul, que ocupa a décima posição, possui 373.700 ha, o que representa uma diferença significativa de 50%. É importante ressaltar que esses municípios, com suas vastas áreas de plantio, desempenham um papel crucial para a economia, o estado produziu, em média, 13,7 milhões de toneladas do grão no triênio 2020-2022, resultado encontrado pelo Atlas (2022) em sua Pesquisa Agrícola Municipal.

A prática agrícola nessas áreas pode ter um impacto significativo na segurança alimentar, na geração de empregos e na sustentabilidade ambiental. E foi um ponto destacado por Rocha e Brito (2022), que os três estados da Região Sul, se destacam pela sua contribuição para o agronegócio nacional e pela relevância regional do setor rural.

Gráfico 4 - Mapa do total de Sinistros ocorridos por município envolvendo a Soja de 2018 e 2022



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa (2024).

Observa-se que as regiões com a maior quantidade de sinistros relacionados à cultura da soja estão predominantemente localizadas nas áreas central e noroeste do estado. Estas regiões são visualmente destacadas no mapa pelas tonalidades de vermelho e laranja, simbolizando uma densidade elevada de sinistros. Os municípios que se destacam dentro dessas regiões são detalhados na tabela subsequente:

Tabela 4 – Classificação dos Municípios com Maior Ocorrência de Sinistros

	Município	Quantidade de Sinistros	Valor da Indenização
1º	Cachoeira do Sul	322	50.724.088,85
2º	Júlio de Castilhos	319	50.584.443,35
3º	São Borja	317	89.636.983,70
4º	São Sepé	294	47.045.359,17
5º	São Gabriel	293	69.770.962,36
6º	Espumoso	279	44.371.312,35
7º	São Miguel das Missões	273	72.751.558,03
8º	Tupanciretã	271	93.524.652,71
9º	Cruz Alta	268	71.252.322,16
10º	Victor Graeff	248	17.554.286,18

Fonte: Elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2024).

A tabela fornece uma visão abrangente da distribuição de sinistros entre os municípios do Rio Grande do Sul, com destaque para Cachoeira do Sul, que registrou 322 sinistros nos últimos cinco anos e acumulou um valor de indenização de R\$50 milhões. No entanto, é notável que alguns municípios, mesmo com um número menor de acionamentos de seguros, apresentam um valor de indenização superior ao de Cachoeira do Sul. Tupanciretã é um exemplo marcante, pois, apesar de ter 19% menos sinistros da primeira classificada, possui um valor de indenização consideravelmente maior.

Um aspecto adicional que merece atenção é a relação observada entre a produção de soja e a ocorrência de sinistros. É evidente que alguns municípios, conhecidos como grandes produtores de soja, também figuram na classificação dos que têm o maior número de sinistros registrados, isso pode indicar uma correlação entre a intensidade do cultivo de soja e a frequência de sinistros. Relembrando o Gráfico 1 do Atlas, que ilustra as regiões mais vulneráveis à seca durante o verão, e foi evidenciado que a região noroeste é a mais afetada, onde se concentra a maior parte da agricultura gaúcha

Essa situação pode ter um impacto econômico significativo, afetando não apenas os produtores individuais, mas também a economia regional e, potencialmente, a nacional, conforme ressaltado por Braz, Pinto e Campos (2017) esse tipo de acontecimento pode acarretar perdas de rendimento de grãos, e, conseqüentemente, redução das estimativas de safra. Na próxima seção, vamos aprofundar nossa análise e realizar uma investigação espacial detalhada, nos permitindo explorar ainda mais as nuances desses padrões e obter uma compreensão mais completa das implicações desses sinistros na agricultura do Rio Grande do Sul.

4.2.1 ANÁLISE DE AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL VIA ÍNDICE DE MORAN

O índice de Moran é um indicador de autocorrelação espacial em um conjunto de dados geográficos. Serve para analisar se existe associação especial quanto a danos na produção de soja nos municípios do RS, isto é, para analisar se municípios que registraram danos na cultura de soja são vizinhos de outros municípios que também registraram essa calamidade, foi utilizada a variável valor total de indenização dos sinistros por município, a justificativa para utilizar essa variável é que a contagem de sinistros sozinha pode não evidenciar a gravidade dos danos registrados. Por outro lado, utilizar o valor de indenização para esse fim reflete a proporcionalidade dos estragos.

Considerando essa variável de interesse, com o índice de Moran queremos testar a hipótese de que o valor total de indenização dos sinistros está distribuído de maneira aleatória no território do RS, ou seja:

- Hipótese Nula (H0): Aleatoriedade Espacial;
- Hipótese Alternativa (H1): Associação Espacial.

Após o cálculo dessa estatística, que resultou em aproximadamente:

Tabela 5 – Coeficiente de I de Moran

Índice Moran	P-Valor
0.68	$2,6133185^{-146}$

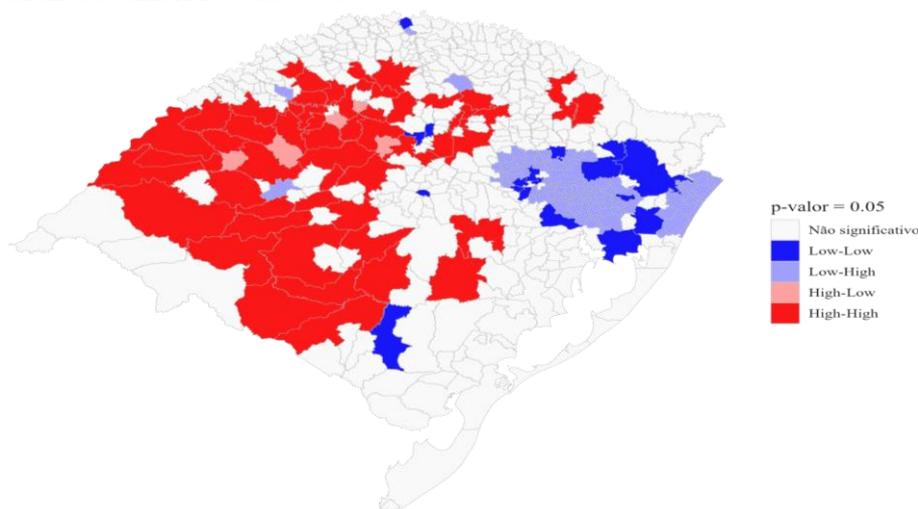
Fonte: elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2024).

Com isso, podemos concluir que temos evidência estatística para rejeitar a hipótese testada e concluir que existe uma associação espacial do valor total da indenização dos sinistros nos municípios do RS. Logo, há municípios que possuem valor de indenização maiores que estão próximos de outros municípios que também possuem valor de indenização alto. Esse resultado vai de acordo com Ozaki (2008) que sugeriu o uso do índice de Moran para confirmar a existência de uma relação espacial nos dados de produtividade. Isso é relevante para o nosso estudo, pois estamos interessados em entender como os eventos climáticos afetam a produtividade da soja em diferentes áreas.

4.2.2 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO

Uma vez calculado o índice global de Moran e rejeitada a hipótese nula, procedeu-se à análise LISA, permitindo a identificação de áreas específicas que contribuem para a autocorrelação espacial significativa. Valores positivos elevados apontam para uma zona de alta autocorrelação positiva (high-high). Valores negativos baixos sinalizam uma zona de alta autocorrelação negativa (low-low). Valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação local significativa.

Gráfico 5 - LISA P-Value 0.05

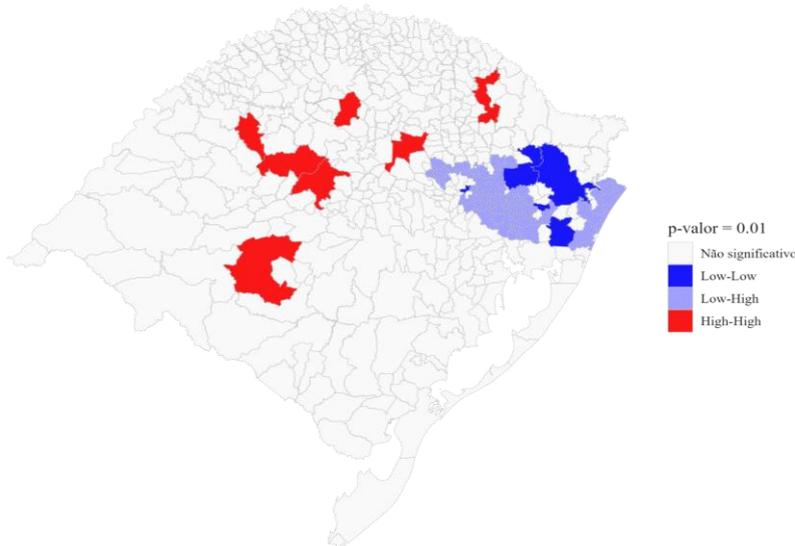


Fonte: elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2024).

De acordo com o gráfico 5, que é o mapa de p-valor 0.05, é notável que a região oeste apresenta valores mais elevados de sinistros, esta constatação está alinhada com a característica predominante da região como uma área rural. O Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) é crucial para esta região, pois é onde se localiza a principal produção de soja no Rio Grande do Sul, que também é fortemente impactada por calamidades. Este programa não só ajuda a mitigar os impactos financeiros imediatos do fracasso das colheitas devido à seca,

mas também contribui para a resiliência a longo prazo do setor agrícola, isso se alinha com Sivakumar (2016).

Gráfico 6 - LISA P-Value 0.01



Fonte: Elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2024).

Ao examinar o Gráfico 6, que representa o mapa de p-valor 0.01, fica claro que não há formação de grandes aglomerados de municípios com alto risco para a cultura, ao contrário do que é observado no Gráfico 5. No entanto, ainda é possível identificar a **existência de uma correlação espacial nos dados de sinistros**, isso sugere que os sinistros não estão distribuídos aleatoriamente entre os municípios, mas tendem a ocorrer em agrupamentos, formando um “cluster de risco” na região, onde os riscos agrícolas são elevados em toda a área, isso está em consonância com Duarte (2019), que afirma que este fenômeno não afeta apenas um único produtor, mas muitos, e em uma ampla extensão territorial. Essa tendência pode ser atribuída a fatores como a proximidade geográfica de áreas com condições climáticas semelhantes ou a presença de práticas agrícolas semelhantes, nesse caso, estamos lidando com municípios que cultivam soja. Portanto, a análise espacial revela padrões importantes que podem ajudar a entender melhor os riscos e desafios enfrentados por esses municípios.

Agora, vamos nos concentrar nas áreas marcadas em vermelho, que representam uma associação ‘High-High’, em outras palavras, esses são municípios com altos valores de sinistros que estão cercados por outros municípios com valores de sinistros também elevados:

Tabela 6 – Classificação das Áreas de Maior Risco

	Município	Taxa de Conversão de Sinistros
1º	Tupanciretã	28%
2º	São Gabriel	31%
3º	Júlio de Castilhos	28%
4º	Santa Bárbara do Sul	24%
5º	São Miguel das Missões	38%

Fonte: elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2024).

De acordo com a Tabela 6, a taxa de conversão representa a proporção de apólices de seguro que resultaram em sinistros, pode ser um indicador do nível de risco associado ao cultivo de soja nesses municípios. Os municípios de São Gabriel e São Miguel das Missões apresentam as maiores taxas de conversão de sinistros, com 31% e 38% respectivamente, sugerindo um risco maior em comparação com os outros municípios listados. Com isso, a hipótese inicial é

consolidada pelos dados, os municípios que possuem a maior produção de soja também são aqueles que apresentam os maiores valores de indenizações. Estes municípios desempenham um papel significativo na economia local, reforçando a importância de estratégias eficazes de gestão de riscos e recursos.

Podemos inferir que os municípios analisados apresentam uma suscetibilidade notável à seca, agravada pelas crescentes e intensas alterações climáticas. A vulnerabilidade dessas regiões pode ser atribuída a uma variedade de fatores, entre eles as condições climáticas, a composição do solo e as práticas agrícolas adotadas. Como destacado por Harfuch, Lobo, Gomes (2022), “é importante compreender a propriedade rural como inserida de forma sinérgica à paisagem, sendo impossível dissociar produção de conservação, promovendo uma melhor gestão dos recursos naturais, sem prejuízo à produtividade e com incremento da resiliência”.

Como ressaltado anteriormente, o PSR é uma política pública muito importante para os agricultores, porém é preciso adotar outras medidas de proteção, que são imprescindíveis como ZARC, conhecido como Zoneamento Agrícola de Risco Climático (MAPA), que é resultado da associação dos conhecimentos das áreas de agroclimatologia, modelagem de sistemas agrícolas e geoprocessamento, conforme citado por Würch (2021), onde dá suporte às políticas de crédito e seguro agrícola, possibilitando a gestão agrícola em todo o território nacional, auxiliando no planejamento do setor ao antever os riscos climáticos para diversas culturas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo investigar a existência de dependência espacial entre os desastres naturais notificados, em especial secas e estiagens, e os acionamentos do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) nas áreas de plantação de soja do Rio Grande do Sul no período de 2018 a 2022. A partir dessa análise, buscou-se determinar se a distribuição destes acionamentos seguia um padrão espacial específico, identificar áreas de maior risco. Por meio da análise dos dados coletados, buscamos responder a essa questão, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos impactos das mudanças climáticas na agricultura e gerando informações úteis para a gestão de riscos agrícolas.

A partir da análise dos dados, revelou uma tendência evolutiva no número de calamidades e sinistros ao longo dos anos estudados, com alguns períodos registrando um aumento significativo na frequência desses eventos. Houve um aumento expressivo no número de acionamentos do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural, especialmente em anos marcados por condições climáticas severas. Por exemplo, 2020 destacou-se como o ano com o maior montante de valores monetários pagos em sinistros, indicando um período de perdas significativas para os agricultores. A semelhança entre o número de sinistros e calamidades parece ser consistente, reforçando a hipótese de que as calamidades exercem um impacto direto sobre os sinistros. Além disso, houve um crescimento no número de apólices, o que pode ser interpretado como um aumento na conscientização e preparação dos agricultores para lidar com calamidades.

A análise espacial revelou que os sinistros não estão distribuídos aleatoriamente entre os municípios, mas tendem a ocorrer em agrupamentos, formando um cluster de risco em determinadas regiões do Rio Grande do Sul, sugerindo que algumas áreas são consistentemente mais vulneráveis às variações climáticas e, conseqüentemente, aos desastres naturais. Esses clusters foram mais evidentes em municípios com maior produção de soja, o que pode indicar uma correlação direta entre a intensidade do cultivo e a frequência de sinistros, esse padrão espacial reforça a necessidade de políticas de seguro agrícola e que devem diversificar geograficamente para evitar a excessiva concentração de riscos.

A contribuição deste estudo reside na sua capacidade de fornecer uma base empírica para o aprimoramento das políticas de seguro agrícola no Rio Grande do Sul, especialmente no contexto das mudanças climáticas. Ao identificar padrões espaciais e temporais nos acionamentos do PSR, destacando as áreas de maior risco, o estudo sugere que a adaptação das coberturas de seguro às características geográficas e climáticas específicas das regiões pode aumentar a resiliência dos produtores rurais. Essa análise não apenas reforça a importância do PSR como um instrumento crucial na gestão de riscos agrícolas, mas também aponta para a necessidade de uma abordagem mais regionalizada e específica na elaboração de políticas públicas.

No entanto, é importante ressaltar algumas limitações deste estudo, primeiramente, os dados utilizados são robustos e abrangentes, mas estão restritos ao período de 2018 a 2022, o que pode limitar a análise da evolução de longo prazo dos fenômenos estudados. Além disso, o foco foi restrito ao estado do Rio Grande do Sul, o que pode não refletir variações e dinâmicas em outras regiões. A análise concentrou-se exclusivamente na cultura da soja, não considerando outras culturas importantes para o estado, que também são impactadas por fatores climáticos. Essas restrições devem ser consideradas ao interpretar os achados e ao planejar futuras pesquisas.

Dessa forma, o estudo não apenas atinge seu objetivo proposto, mas também enriquece a compreensão das dinâmicas espaciais dos riscos climáticos na agricultura, servindo como um ponto de partida para futuras pesquisas. Seria valioso, em estudos futuros, investigar a eficácia das políticas de seguro agrícola na mitigação dos impactos das calamidades climáticas. Isso poderia envolver uma análise mais detalhada dos fatores que influenciam a adesão dos agricultores a essas políticas e a eficácia delas na redução das perdas agrícolas. Adicionalmente, seria interessante explorar como práticas agrícolas sustentáveis podem aumentar a resiliência à seca e outras calamidades climáticas, analisar padrões de precipitação e examinar o impacto das enchentes nas principais culturas do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Luzia; STEGE, A. **Análise espacial da convergência da produtividade agrícola brasileira (1990-2018)**. 2020. Disponível em: https://www.anpec.org.br/sul/2020/submissao/files_I/i4-331f85f12cba37f0a94d0f7c78d68654.pdf.

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. Clima, temperatura e precipitação. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>.

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. Produção de soja no Rio Grande do Sul. 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja>.

BELEM, Régis da Cunha. **Seguro agrícola subsidiado no Rio Grande do Sul: análise de uma experiência em política pública para a Agricultura familiar**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <http://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/538>.

BRAZ, Dejanira Ferreira; PINTO, Luciana Barros; CAMPOS, Claudia Rejane Jacondino de. Ocorrência de eventos severos em regiões agrícolas do Rio Grande do Sul. *Geociências*, v. 36,

n. 1, p. 89 – 99, 2017. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/12298>.

BUAINAIN, Antônio Márcio; VIEIRA, Pedro Abel. Seguro Agrícola no Brasil: desafios e potencialidades. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, v. 7, n. 13, p. 39-68, 2011.

Disponível em: https://rbrs.com.br/arquivos/rbrs_13_2.pdf.

BUHSE, Ana Paula; PELEGRINI, Tatiane; FOCHEZATTO, Adelar. Análise espacial das agroindústrias da Região Sul: um estudo a nível municipal para o ano 2010. **Geosul**, v. 33, n. 68, p. 116-136, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/54052>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 12º Levantamento da Safra de Grãos 2022/23. Disponível em: [Conab - Boletim da Safra de Grãos](#).

DUARTE, Alice Silva. **Estudo atuarial do seguro agrícola no estado de Minas Gerais**.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) em Ciências Atuárias - Universidade Federal de Alfenas, Vargínia - MG, 2019. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/lar/system/files/imce/TCC_ALICE_DUARTE_SEGURO_AGR_COLA%20%283%29.pdf.

GERHARDT, Telmo Eduardo; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa. 1ª edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, (4ª edição). Grupo GEN, 2002

HARFUCH, Leila; LOBO, Gustavo Dantas; GOMES, Ricardo. Gestão de riscos, seguro rural e paisagem: caminhos para a inovação. **AgroANALYSIS**, v. 42, n. 11, p. 26-27, 2022.

Disponível em:

<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/88748/83419>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Sergio Roberto *et al.* Mudanças climáticas e vulnerabilidade na agricultura: desafios para desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)**, n. 17, p. 17-27, 2010. Disponível em:

https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/download/376/323.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA).

Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR). Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/seguro-rural/programa-de-subvencao-ao-premio-do-seguro-rural-psr>

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático: Zoneamento Agrícola. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/zoneamento-agricola>.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Relatório Gerencial - Danos informados. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/>.

OLIVEIRA, Leonardo Silva. **Mudanças climáticas e seguro agrícola: Impactos dos eventos extremos para os seguros no Brasil e no Mato Grosso do Sul.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) em Administração - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cuiabá, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/5543>.

OLIVEIRA, Lillian de Almeida Eufrázia. **Impactos das mudanças climáticas no risco da cultura da soja e suas implicações no seguro agrícola.** 2020. 186 f. Dissertação de Mestrado em Agronegócio - Escola de Economia de São Paulo - FGV, São Paulo. 2020. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/569f088e-2569-4d08-9a4f-57f8707d21fe>.

OZAKI, Vitor. Análise espacial da produtividade agrícola no Estado do Paraná: implicações para o seguro agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 869-886, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/MvFsPH8rHXvKMPknnLRJF5c/?format=html&lang=pt>.

PINTO, M. E. L.; FILIPIN, R. .; VIEIRA, E. P. **A divulgação de práticas sustentáveis em empresas do agronegócio listadas na B3.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e548111133951, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33951>.

RAIHER, Augusta Pelinski *et al.* Convergência da Produtividade Agropecuária do Sul do Brasil: uma análise espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, p. 517-536, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/hLYWvKkC7jsqQfNrpFTYCzy/?format=html&lang=pt>.

RIBEIRO, Rodrigo Rudge Ramos. O efeito dos desastres naturais no setor agrícola. **AgroANALYSIS**, v. 36, n. 11, p. 27-28, 2016. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/download/69195/66780>.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL. Departamento de Economia e Estatística. **Indicadores Econômicos do Agronegócio.** Disponível em: <https://dee.rs.gov.br/agronegocio>.

ROCHA, Bruno Camboim Rochelle; BRITO, Eliseu Messias Gabriel de. **Premiação de risco do programa de subvenção ao prêmio do seguro rural e seu impacto nas contratações de apólices de seguro na região sul do Brasil, de 2006 a 2021.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) em Economia pela Universidade Positivo. 2022. Disponível em:

https://www.anpec.org.br/sul/2023/submissao/files_I/i4-43597366d5e35c3d1b2645ca5cf8129f.pdf.

SIVAKUMAR, Mannava VK. Estratégias agrometeorológicas para reduzir os impactos de desastres naturais na agricultura. **Agrometeoros**, v. 24, n. 1, 2016. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/24877>.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS (SUSEP). Seguro Rural. Disponível em: <https://www.gov.br/susep/pt-br/planos-e-produtos/seguros/seguro-rural>.

WÜRCH, Eduardo Pereira. **Precificação do seguro agrícola no brasil: uma análise da influência do zoneamento agrícola de risco climático nas taxas praticadas pelo mercado.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) em Ciências Atuariais - Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/238862>