

**AVALIAÇÃO DO SEGURO AGRÍCOLA, RISCOS SISTÊMICOS E
DIVERSIFICAÇÃO: UM ESTUDO PARA REGIÃO SUL DO BRASIL**
**AGRICULTURAL INSURANCE EVALUATION, SYSTEMIC RISKS AND
DIVERSIFICATION: A STUDY FOR THE SOUTHERN BRAZIL**

Gabriele Silva de Almeida

Universidade de São Paulo (USP/ESALQ)

gabrielealmeida@usp.br

Ronaldo Torres

Universidade de São Paulo (USP/ESALQ)

torresronaldobr@gmail.com

André Luis Zorzi

Universidade de São Paulo (USP/ESALQ)

andrezorzi@usp.br

Vitor Augusto Ozaki

Universidade de São Paulo (USP/ESALQ)

vitorozaki@usp.br

Grupo de Trabalho (GT): GT2. Governança e gestão do agronegócio

Resumo

Este artigo analisou a distribuição espacial do risco de seguros agrícolas para culturas temporárias e permanentes atendidas pelo Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) na região Sul do Brasil no período de 2006 a 2021. Para isso, o Índice de Sinistralidade e o Índice de Risco Relativo foram utilizados como indicadores. Além deles, aplicou-se o Índice de Moran para identificação de regiões em que há maior ou menor concentração de risco. Os resultados evidenciaram a concentração dos recursos do programa em poucas culturas agrícolas para ambos os grupos estudados, temporárias e permanentes. Ainda assim, a oferta de seguro diversificada entre esses grupos mostrou-se uma boa estratégia de redução de riscos sistêmicos. Ademais, o Índice de Moran revelou que o Rio Grande do Sul concentra aglomerados de municípios com alto risco considerando as culturas temporárias, principalmente nas mesorregiões Sudeste, Noroeste, Centro Ocidental e Centro Oriental, onde deve se evitar a concentração de recursos.

Palavras-chave: Seguro agrícola, Diversificação, PSR, I de Moran, Sul do Brasil

Abstract

This article analyzed the spatial distribution of agricultural insurance risk for temporary and permanent crops served by the Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) in the Southern region of Brazil in the period from 2006 to 2021. For this, the Loss Ratio and the Relative Risk Index were used as indicators. Besides these, the Moran Index was applied to identify regions with higher or lower risk concentration. The results showed the concentration of the program's resources in a few agricultural crops for both groups studied, temporary and permanent. Even so, the diversified offer of insurance among these groups proved to be a good systemic risk reduction strategy. Therefore, Moran Index revealed that Rio Grande do Sul concentrates high-risk clusters, mainly in Southeast, Northwest, West Center and East Center mesoregions, where the concentration of resources must be avoided.

Key words: Crop insurance, Diversification, PSR, I de Moran, Southern Brazil

1. Introdução

O seguro rural é um instrumento-chave de política agrícola para a modernização da agricultura e a garantia de sua competitividade. O mecanismo permite ao produtor proteger-se

de perdas decorrentes de fenômenos climáticos adversos, pragas ou doenças, garantindo uma renda mínima em casos de sinistros, através da transferência do risco para outros agentes econômicos. O produtor rural transfere uma despesa futura e incerta, de valor elevado, por uma despesa antecipada e certa com um valor relativamente menor, denominada de prêmio (OZAKI, 2005).

A ausência de um sistema confiável de seguro rural favorece o surgimento de restrições no sistema produtivo, uma vez que o seguro rural também exerce papel preponderante na concessão de crédito ao produtor, na medida que minimiza a inadimplência.

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. Sendo assim, o desenvolvimento satisfatório e eficaz do seguro rural depende da caracterização e compreensão dos riscos associados à produção.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE), os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul produziram 32% do total nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas no ano de 2021. Além disso, os dados do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) mostram que os estados do Sul contrataram cerca de 67% do percentual total de apólices subvencionadas pelo Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR).

Assim, se faz importante entender a dinâmica do cultivo das diferentes culturas agrícolas nesses estados, para contribuir com as tomadas de decisões dos produtores, munir companhias seguradoras de informações que auxiliem na diversificação dos riscos, evitando acúmulo de riscos sistêmicos na carteira e, consequentemente, colaborando com o desenvolvimento do mercado de seguros.

Existe uma limitação de trabalhos que abordam estratégias para redução do risco agrícola no Brasil, o que justifica a importância do presente trabalho. Nesta linha de pesquisa, encontra-se o trabalho de Salgueiro e Tarrazon-Rodon (2021), que avalia estratégias de diversificação espacial na Espanha. Seus resultados afirmam que a diversificação entre diferentes climas regionais é uma forma de garantir que a correlação das perdas seja moderada, contribuindo para redução de risco. E é nesta direção que se insere a presente proposta, visando a ampliação do arcabouço analítico ao direcionar maneiras de diversificação das apólices.

Este artigo visa ampliar a análise dos riscos associados à produção na Região Sul do Brasil. Primeiramente, através do coeficiente de variação, é estimado o risco agrícola para as culturas temporárias e permanentes que mais demandam seguro na região. A autocorrelação espacial do risco relativo é calculada através do Índice de Moran, que permite verificar as áreas com maiores concentrações de risco. Os dados utilizados foram coletados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA).

Além dessa seção de introdução, o artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma contextualização sobre os riscos de produção e o papel do seguro rural. A seção 3 apresenta uma caracterização do sistema produtivo da região Sul. A seção 4 apresenta a metodologia utilizada no trabalho. Nas seções 5 e 6 são analisados os resultados da pesquisa e em seguida, são apresentadas as conclusões.

2. Riscos de produção e o papel do seguro rural

A teoria atuarial pressupõe que os objetos segurados devem ser homogêneos e independentes. No entanto, no ramo do seguro agrícola, essa premissa não pode ser sempre atendida e, por isso, o risco tende a ser maior (LOPES et al, 2017). A dependência entre as áreas

seguradas ocorre devido à abrangência territorial e a intensidade dos fenômenos meteorológicos nas atividades agrícolas, que tornam o seguro sujeito a riscos sistêmicos, também chamados de riscos de evento generalizado (OZAKI et al, 2009).

Somado a essa característica natural do clima, as mudanças em seus padrões historicamente observados são mais uma preocupação da agricultura mundial na atualidade. Nannos, Bersimis e Georgakellos (2013) afirmam que há muita incerteza acerca dos efeitos dessas alterações na frequência e severidade de eventos meteorológicos extremos e de perdas econômicas decorrentes. Para a agricultura, o maior impacto previsto será na produtividade, causado pela diminuição do período de crescimento da cultura, maior risco de chuvas intensas na semeadura, estresse térmico na floração e períodos de seca mais longos (NANNOS, BERSIMIS e GEORGAKELLOS, 2013).

A dificuldade na previsão do clima expõe seguradoras e resseguradoras, que lidam com montantes de indenização na casa do bilhão. O governo dos Estados Unidos prevê que, de 2014 a 2023, o gasto público com seguro rural será em torno de 90 bilhões de dólares (Chemers, 2022). No Brasil, somente no ano de 2021, as companhias pagaram pouco mais de 5,4 bilhões de reais de indenização em 2021, 2,9 bilhões de reais a mais do que em 2020 conforme registram os dados do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O “Raio-X do PSR” de 2021 mostra a dinâmica da sinistralidade desde 2014: há tendência crescente desde 2017, em que o valor era de 45% e passou a ser 125% em 2021.

Frente a esses desafios, a reação imediata mais comum das companhias seguradoras é a redução de coberturas e/ou aumento de prêmio e franquias (Tucker 1997 apud Nannos, 2013). Porém, essa estratégia aumenta a probabilidade de a carteira de seguros ser composta por lavouras com maior risco associado, resultando em seleção adversa (BOYER; PORRINI, 2008 apud Guimarães & Igari 2019).

Desse modo, é fundamental que as seguradoras façam uma gestão eficiente de seu portfólio através da diversificação dos riscos, para que não estejam correlacionados. Para tal, uma medida pode ser a oferta de produtos com gatilhos e/ou culturas e/ou épocas de risco distintos entre si. Além disso, pode haver a expansão do território comercial. Porém, mais do que expandir os locais de atuação, é preciso estar atento à distribuição espacial das apólices.

Conforme destaca Hazell (1992), sem uma carteira de seguros bem diversificada, as seguradoras agrícolas ficam suscetíveis a problemas de covariabilidade e enfrentam uma perspectiva de perdas consideráveis de lucratividade em determinados anos, o que implica uma maior dependência do governo em relação à cobertura dos prejuízos.

Knapp et al. (2020) destacam que o uso do seguro agrícola e as atividades de diversificação estão inter-relacionados, uma vez que a diversificação desempenha um papel crucial no enfrentamento dos riscos de produção. Conforme observado em Xu et al. (2010) e Odening e Shen (2014), as seguradoras podem mitigar e diversificar o grau de risco sistêmico ampliando o território comercial e atuando nas mais diversas culturas. No entanto, é limitado o número de estudos que concentram seus esforços na diversificação como meio de redução de riscos nesse mercado.

3. Caracterização agrícola da região Sul

A Região Sul do Brasil caracteriza-se em sua maior parte pela ocorrência de inverno úmido e verão seco, com estiagens ocasionais mais pronunciadas em locais específicos (MATZENAUER, 2007). Apesar das peculiaridades específicas, existem muitas semelhanças

nas características que abrangem esses estados, seja pelas similaridades edafoclimáticas, exigências ambientais ou infraestrutura (DEL LUCA et al., 2000).

O Paraná tem a agricultura como um dos principais setores econômicos que impulsionam o seu crescimento ao longo dos anos. De acordo com Souza et. al (2019), o solo fértil e a topografia da região favorecem a diversificação na produção agrícola do estado. Os autores destacam ainda que o potencial produtivo do estado está na cultura de cereais como o milho, o trigo e a soja, que já foram recordistas de safras entre os demais estados brasileiros.

Em Santa Catarina, observa-se a expressividade do cultivo de soja, que representa pouco menos da metade da área destinada a lavouras temporárias. Na sequência, tem-se o milho cultivado apenas na primeira safra neste estado, em virtude das condições edafoclimáticas. Dentre os três estados da região Sul, Santa Catarina apresenta a maior produtividade média do cultivo da soja e a segunda maior produtividade média do cultivo de milho (FALEIROS, 2020).

No Rio Grande do Sul encontra-se a maior proporção de área relativa destinada ao cultivo da soja em comparação com os outros estados da Região Sul. Sendo responsável também por 60% do arroz produzido nacionalmente (ROSA, 2015). Apesar da aptidão climática à cultura da soja, o Rio Grande do Sul apresenta uma marcante variabilidade interanual na produtividade influenciada por dois fenômenos naturais de escala global: El Niño e La Niña, que provocam alterações no clima do mundo inteiro (Cunha et al, 1998; Battisti et al., 2013).

O El Niño e La Niña são responsáveis por alterações climáticas que podem levar a piora nas condições de produção. Dessa forma, um cenário desfavorável provoca uma elevação na demanda por seguros agrícolas em áreas mais expostas aos impactos causados pelos fenômenos citados. Este problema foi explorado por Guimarães e Igari (2019) que observaram a ocorrência do problema da seleção adversa nos estados do Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo, provocados por uma elevação dos sinistros em anos de ocorrência do fenômeno La Niña.

As condições climáticas da Região Sul também favorecem o cultivo de algumas culturas permanentes. A produção brasileira de maçã tem se concentrado nesta região (Fioravanço; Silveira, 2013). Além disso, o estado do Rio Grande do Sul é responsável por 85% da produção nacional de uva (PIEROZAN, 2019) e 53% da produção nacional de pêssegos (MEDEIROS, 2008).

4. Metodologia

A avaliação do risco conjunto entre as principais culturas temporárias e permanentes na região Sul do Brasil será realizada em três etapas. Na primeira, serão escolhidas as três principais culturas temporárias e permanentes com maior importância assegurada. Na segunda etapa, serão calculados o Índice de Sinistralidade e o Risco Relativo. Por fim, será aplicada a análise de autocorrelação espacial sobre índice de Risco Relativo com base no Índice de Moran (I de Moran).

No cálculo referente ao Índice de Sinistralidade por município (IS_i), será avaliada a distribuição das indenizações das culturas permanentes para os municípios da região Sul do Brasil. O cálculo desse Índice é realizado pela relação custos (indenizações) e receitas (prêmio total), ponderado pela participação de cada cultura agrícola no valor segurado, como demonstrado na equação 1:

$$IS_i = \sum_c \left[\left(\frac{Sinistro_{ci}}{Prêmio\ Total_{ci}} \right) \times 100 \right] \times \left(\frac{VS_{ci}}{VS_i} \right) \quad (1)$$



Em que o Sinistro é o valor das indenizações pagas às culturas permanentes; Prêmio Total é o valor recebido pela seguradora por parte do produtor rural e a subvenção governamental; VS_{ci} é o valor segurado por cultura para determinado município; e; VS_i é o valor segurado para todas as culturas para o município. O mesmo procedimento é realizado para as culturas temporárias.

Ainda, o índice de sinistralidade será calculado de forma separada para cada cultura agrícola; com intuito de avaliar a evolução da sinistralidade das culturas no período analisado (Equação 2). A partir dele, empregou-se uma análise de correlação.

$$IS_{ct} = \left(\frac{Sinistro_{ct}}{Prêmio Total_{ct}} \right) \times 100 \quad (2)$$

O cálculo do risco relativo é baseado na abordagem realizada por Ozaki e Dias (2009), que utiliza uma métrica de quantificação do risco com base na variabilidade temporal de uma variável. Nesse caso, será utilizado o coeficiente de variação (CV_i) da rentabilidade da cultura como medida de risco, sendo ponderado pela participação relativa da área cultivada com cada cultura, dentro do grupo.

$$CV_i = \sum_c \left[\left(\frac{\sigma_{ic}}{\mu_{ic}} \right) \times 100 \right] \times \left(\frac{A_{ic}}{AT_i} \right) \quad (3)$$

Onde i representa cada município da região Sul do Brasil, c representa as culturas agrícolas permanentes, logo, μ_{ic} e σ_{ic} são a média e o desvio padrão das culturas agrícolas por município respectivamente, já A_{ic} representa a área de cada cultura agrícola, e AT_i é a área total cultivada com as culturas permanentes.

O mesmo processo será aplicado para as culturas temporárias selecionadas. A utilização do CV possui a vantagem da métrica ser adimensional, possibilitando a comparação entre diferentes regiões.

Na terceira etapa é empregado a análise de autocorrelação espacial do Risco Relativo. Para isso, calcula-se Índice de Moran, que identifica se há uma relação existente entre um determinado polígono e sua vizinhança, a partir de uma distância predefinida, por intermédio da covariância existente entre eles, permitindo o exame da homogeneidade/diversidade dos dados (Anselin, 1995)

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (4)$$

Em que n é o número de cidades, z denota os valores para o índice de Risco Relativo padronizado, isto é, tanto z_i quanto z_j serão padronizados por meio da subtração da média, logo $(z_i - \bar{z})$ é z_i , e $(z_j - \bar{z})$ é z_j , e w_{ij} são os elementos de uma matriz de pesos espaciais, que é uma matriz quadrada n x n, com seus respectivos pesos espaciais, em que essa matriz é composta por 1, se os municípios são vizinhos, e 0, caso contrário, sendo empregue nesta análise apenas os vizinhos de primeira ordem, por fim, S_0 , é igual a $\sum w_{ij}$, que é o somatório dos pesos espaciais (ALMEIDA, 2012).

Posteriormente, testa-se a hipótese nula, que indica se há presença da aleatoriedade espacial, se o I de Moran tem um valor esperado de $-[1/(n-1)]$, valores de I que o excederem o valor esperado indicam a presença de autocorrelação espacial positiva, e valores de I abaixo do esperado sinalizam autocorrelação negativa.

O passo seguinte é avaliar a autocorrelação espacial local, que fornece padrões de associação linear espacial. Para isso, se usa o I de Moran Local, que faz a decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação em quatro categorias: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA), sendo o coeficiente I_i de Moran Local para uma variável y padronizada, observada na região i , z_i , expresso pela equação 5 (ALMEIDA, 2012).

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^j w_{ij} z_j \quad (5)$$

Em que o coeficiente I_i de Moran local classifica cada observação no diagrama de dispersão de Moran, possibilitando identificar a que categoria ele se classifica (AA, BB, AB, BA), possibilitando a representação por meio de mapas dos coeficientes das regiões que apresentam significância (ALMEIDA, 2012).

Para aplicação da metodologia deste artigo, se coletou um conjunto de dados para os municípios da região Sul do Brasil no período de 2006 a 2021. Os dados referentes a área cultivada e o rendimento em quilogramas por hectare foram coletados da Pesquisa Agropecuária Municipal (PAM) junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), enquanto os dados da importância segurada e prêmio pago pelas seguradoras foram coletados da base de dados disponível pelo Programa de Subvenção do Seguro Rural (PSR) no site do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA).

5. Resultados e Discussão

As culturas agrícolas selecionadas para análise foram aquelas que apresentaram a maior soma de valor segurado no PSR durante o período de atuação do programa (Tabela 1). No grupo de culturas temporárias, a soja apresentou a maior participação no valor segurado para a região Sul do Brasil com 71,8%. Em seguida, as culturas do arroz e milho apresentaram 15,85% e 7,8% de valor segurado, respectivamente. Destaca-se que o PSR abrange outras culturas temporárias, no entanto, apenas estas detêm 95,5% do valor segurado. No grupo das culturas permanentes, os destaques são as culturas da uva (48,15%), maçã (45,33%) e pêssego (3,36%), isto é, 96,84% do valor segurado está associado a apenas 3 culturas, dentre as 18 abrangidas no programa.

Conforme destaca Hazell (1992), essa concentração das seguradoras em um número pequeno de culturas pode provocar dificuldades na gestão eficiente de portfólio, prejudicando a saúde financeira das empresas.

A Tabela 1 também apresenta o índice de sinistralidade. Este índice representa a quantidade de unidades monetárias (R\$) que foram convertidas em indenizações para cada 1 unidade monetária (R\$) arrecadada em forma de prêmio pelas seguradoras. É possível observar que os valores arrecadados em forma de prêmios na região Sul foram suficientes para cobrir as perdas causadas por sinistros em todas as culturas agrícolas. Observa-se ainda que a cultura do milho foi aquela que mais converteu prêmio em indenizações, sendo que a cada 1 real arrecadado pelas seguradoras, foram destinados 0,83 centavos para pagamento de indenizações. Por outro lado, a cultura do arroz foi aquela que menos converteu prêmio em indenizações, sendo 0,39 centavos para cada 1 real arrecadado.

Tabela 1: Participação dos cultivares agrícolas em valor segurado para o programa PSR no período de 2006 à 2021

Cultura	Índice de Sinistralidade	Valor Segurado (em bilhões reais)	Participação
Culturas Temporárias			
Soja	0,689	94,072	71,80
Arroz	0,397	20,762	15,85
Milho	0,838	10,240	7,82
Outras	0,772	5,943	4,53
Culturas Permanentes			
Uva	0,812	15,232	48,15
Maçã	0,661	14,339	45,33
Pêssego	0,701	1,062	3,36
Outras	0,752	1,002	3,16

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) deflacionados pelo IGP-DI com ano base de 2021.

A evolução do índice de sinistralidade por cultura agrícola está apresentada na Tabela 2. Observa-se que todas as culturas apresentaram ao menos um período onde o valor do prêmio arrecadado pelas seguradoras não foi suficiente para o pagamento das indenizações. Além disso, em 6 períodos observou-se que mais de uma cultura teve o valor de pagamento de indenizações superior ao valor recebido como prêmio, são eles: 2008 (pêssego e milho), 2011 (uva, maçã e soja), 2013 (uva e pêssego), 2015 (uva e milho), 2018 (uva, pêssego e soja) e 2021 (soja e milho).

Tabela 2: Índice de sinistralidade das principais culturas seguradas no período de 2006 à 2021.

Ano	Uva	Maçã	Pêssego	Soja	Arroz	Milho
2006	0,021	1,153	0,000	0,041	0,000	0,000
2007	0,627	0,700	0,889	0,062	0,223	0,027
2008	0,583	0,935	1,443	1,410	0,169	1,231
2009	0,725	0,650	0,399	0,084	1,572	0,158
2010	0,357	1,436	0,743	0,064	0,229	0,035
2011	1,253	1,084	0,568	1,788	0,170	0,658
2012	0,423	0,510	0,376	0,079	0,221	0,459
2013	1,176	0,603	1,747	0,451	0,290	0,234
2014	0,718	0,629	0,466	0,143	0,389	0,056
2015	1,475	0,282	0,731	0,490	0,969	1,035
2016	0,176	0,683	0,159	0,067	0,389	0,085
2017	0,362	0,259	0,069	0,127	0,241	0,222
2018	3,134	0,251	2,607	1,126	0,714	0,133
2019	0,292	0,580	0,382	1,347	0,289	0,511
2020	0,645	0,938	0,255	0,176	0,126	1,423
2021	0,287	0,328	0,469	1,556	0,375	2,043

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Embora se tenha períodos em que o índice de sinistralidade de mais de uma cultura tenha sido superior a 1, é necessário a aplicação da correlação entre os índices das culturas para avaliar

se as culturas possuem uma alta correlação no índice de sinistralidade. Desta maneira, se realizou o cálculo da correlação entre as culturas, como exposto na Tabela 3.

A partir dele, verificou-se que há baixa correlação positiva entre as culturas agrícolas; correlações acima de 0,5 só se confirmam entre a uva e o pêssego e para o milho e soja, devido suas épocas de semeadura e cultivo simultâneas. A baixa correlação entre a maioria, dentro e fora dos grupos (temporárias e permanentes), indica que a diversificação entre as culturas agrícolas seria uma forma de reduzir o risco das seguradoras na região Sul. Assim, produtos com culturas e/ou épocas de risco distintos entre si reduziram as perdas ocasionadas por eventos climáticos.

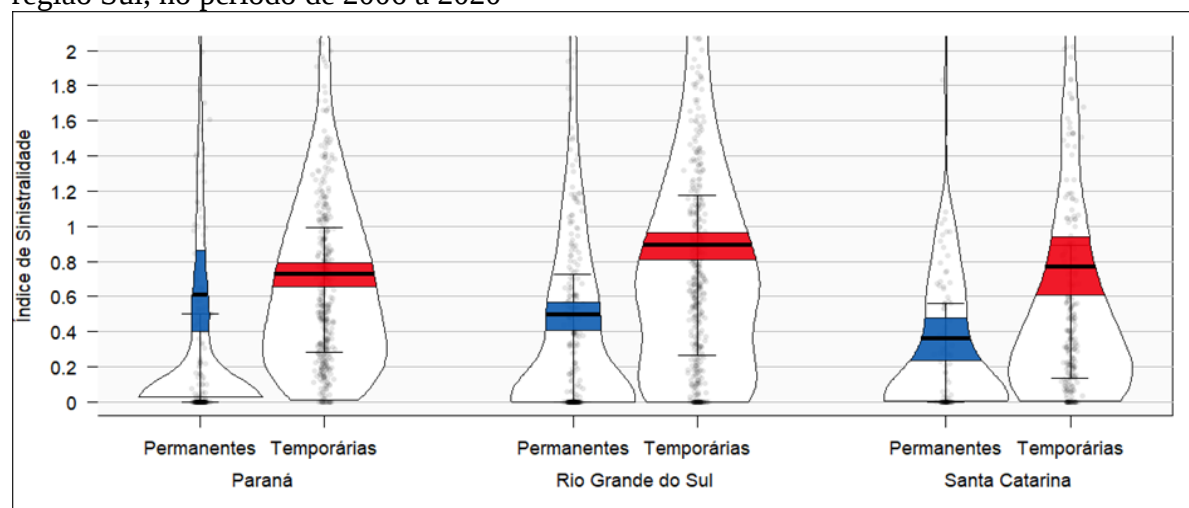
Tabela 3: Correlação entre os índices de sinistralidade

	Uva	Maçã	Pêssego	Soja	Arroz	Milho
Uva	1	-0,370	0,811	0,308	0,367	-0,070
Maçã	-0,370	1	-0,206	-0,108	-0,404	-0,171
Pêssego	0,811	-0,206	1	0,348	0,143	-0,056
Soja	0,308	-0,108	0,348	1	-0,093	0,550
Arroz	0,367	-0,404	0,143	-0,093	1	-0,072
Milho	-0,070	-0,171	-0,056	0,550	-0,072	1

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Avaliando o índice de sinistralidade das culturas selecionadas por estado, como exposto na Figura 1 e na Tabela 4, observa-se que, em média, para os três estados, a sinistralidade é maior para culturas temporárias do que para as culturas permanentes. Além disso, há também diferença de sinistralidade entre os estados analisados. O Rio Grande do Sul tem a maior sinistralidade entre os estados para as culturas temporárias, enquanto que o Paraná tem a maior sinistralidade entre as culturas permanentes.

Figura 1: Índice de sinistralidade para as culturas temporárias e permanentes nos estados da região Sul, no período de 2006 a 2020



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Ainda, tem-se o valor da média do índice de sinistralidade, exposto na tabela 4. As médias para as culturas temporárias foram 0,727 para o Paraná, 0,892 para o Rio Grande do Sul

e 0,766 para Santa Catarina. Para as culturas permanentes, os valores médios do Índice de Sinistralidade foram 0,61 para o Paraná, 0,495 para o Rio Grande do Sul e 0,359 para Santa Catarina. Destaca-se também que as médias foram menores para o grupo de culturas permanentes do que para o grupo das culturas temporárias.

Tabela 4: Estatísticas descritivas do índice de sinistralidade para as culturas temporárias e permanentes nos estados da região Sul

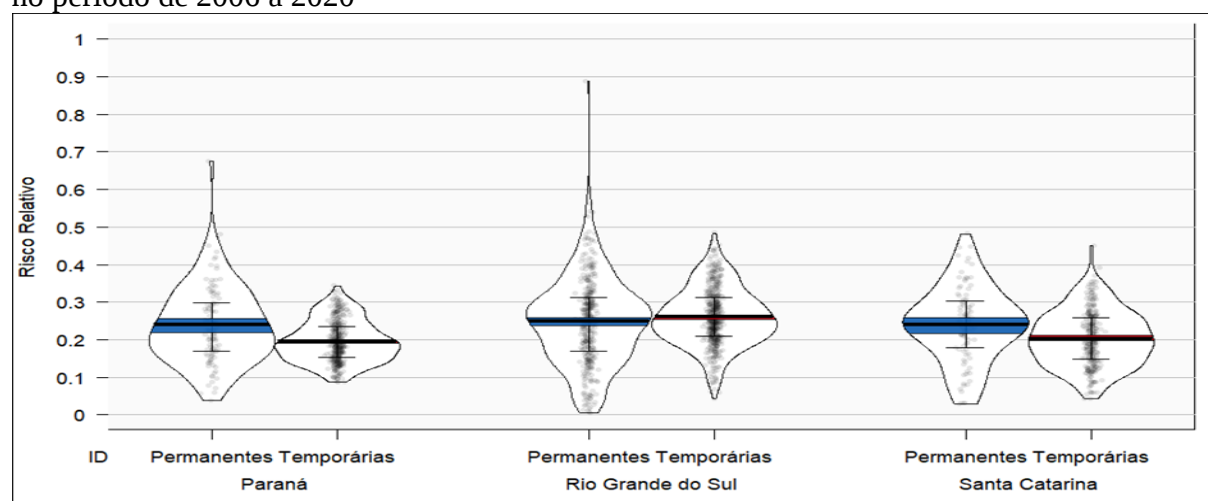
Estatística	Permanentes			Temporárias		
	PR	RS	SC	PR	RS	SC
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Média	0,610	0,495	0,359	0,727	0,892	0,766
Mediana	0,000	0,227	0,062	0,581	0,695	0,387
Máximo	22,900	3,950	3,380	7,810	6,040	14,300

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Na etapa seguinte, realizou-se o cálculo do Risco Relativo agregado por culturas agrícolas. Constatou-se que não há um padrão de risco entre os estados analisados, como apresentado na figura 2. Os estados do Paraná e Santa Catarina apresentam um risco relativo maior para as culturas permanentes em relação às culturas temporárias, enquanto que o estado do Rio Grande do Sul apresenta um risco relativo maior para o grupo de culturas temporárias em relação às culturas permanentes.

Complementando o estudo do Risco Relativo, aplicou-se a análise de autocorrelação espacial por meio do Índice de Moran global para os dois grupos de culturas agrícolas. Ao nível de 1% de significância, os resultados para as culturas temporárias e permanentes foram de 0,630 e 0,294, respectivamente. Dessa forma, rejeita-se a hipótese nula (H_0) que indica a aleatoriedade espacial, ou seja, existe dependência espacial dos dados. Além disso, a autocorrelação espacial positiva indica maior tendência de clusters espaciais.

Figura 2: Risco relativo para as culturas temporárias e permanentes nos estados da região Sul, no período de 2006 a 2020

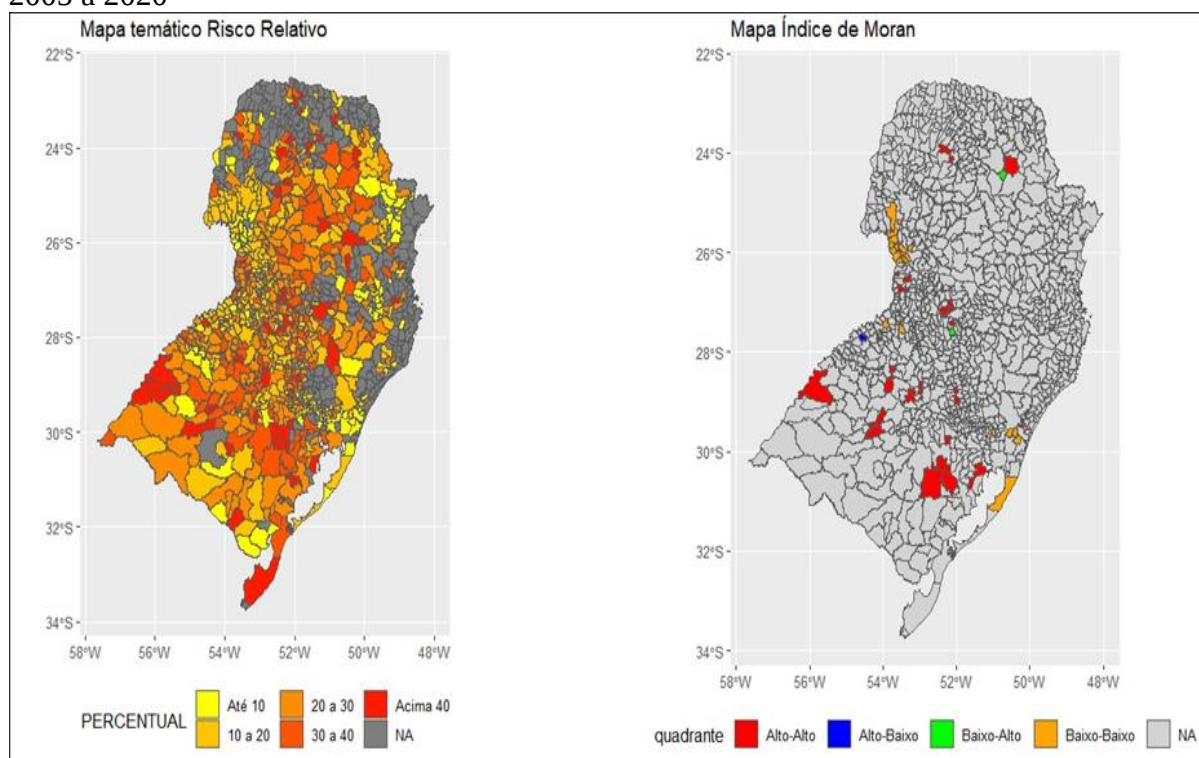


Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Figura 3 apresenta o cálculo do Índice Moran local para o grupo de culturas permanentes e também o mapa temático da distribuição do risco relativo dos municípios da região Sul. De maneira geral, a distribuição do Índice do Risco Relativo abrange a maior parte dos municípios da análise. Ao analisar os aglomerados espaciais, observa-se uma baixa aderência dos clusters espaciais, sendo que aqueles que foram identificados não tiveram um número expressivo de municípios em sua composição. Dessa forma, a exposição dos resultados mostra que, embora o teste I de Moran aponte para uma dependência espacial, não há formação de grandes aglomerados de municípios com alto risco para as culturas permanentes, evidenciando que a diversificação das apólices entre os municípios seria uma forma de reduzir os riscos nesse grupo de culturas.

Quando se avalia a participação dos municípios que compõem os aglomerados espaciais sobre o valor total segurado para as culturas permanentes, se tem uma baixa participação destes municípios. Aqueles classificados com clusters espaciais do padrão alto-alto, detêm a participação de 0,36% no valor total segurado para a região Sul, enquanto aqueles municípios de clusters baixo-baixo possuem participação de 0,02% sobre o total segurado. O que demonstra que grande maioria do valor segurado para as culturas permanentes se encontra fora dos aglomerados espaciais.

Figura 3: Risco relativo conjunto para as culturas permanentes na região Sul, no período de 2005 a 2020



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Figura 4 apresenta o mapa temático da distribuição do risco relativo e do Índice Moran Local para as culturas temporárias de todos os municípios da região Sul. Os aglomerados espaciais mostram uma alta aderência dos clusters espaciais do padrão alto-alto no estado do

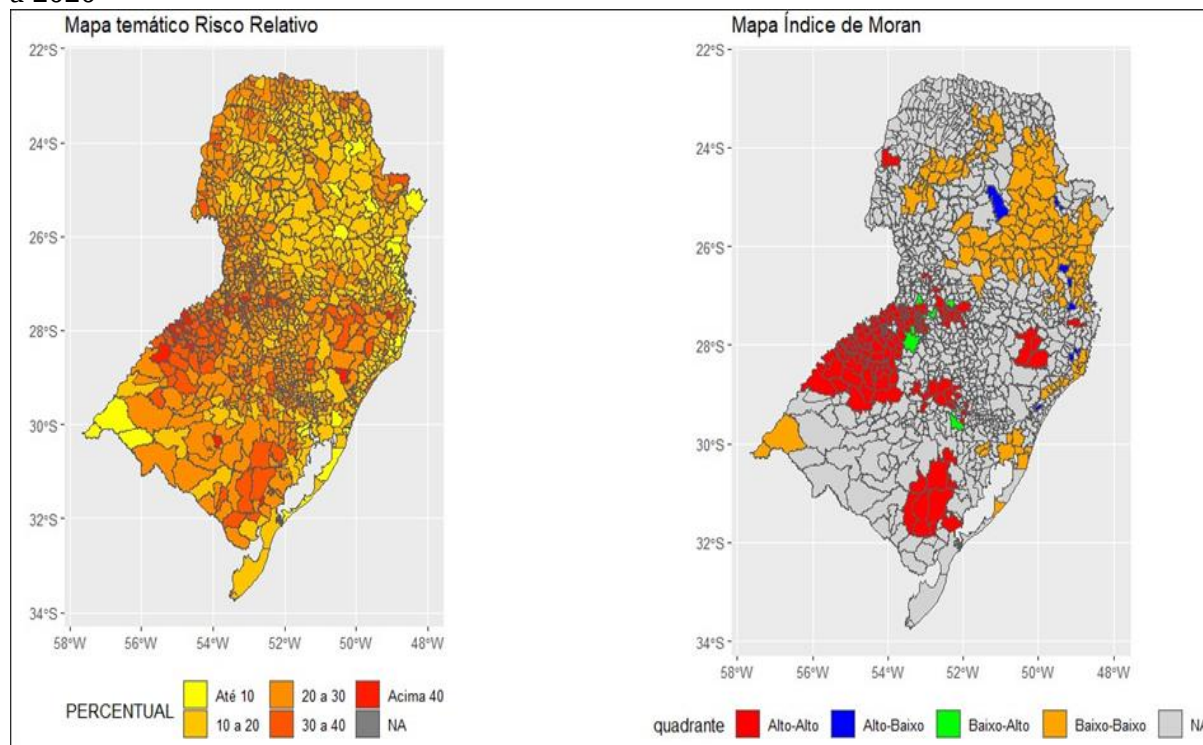
Rio Grande do Sul, sendo localizados principalmente nas mesorregiões Sudeste Rio-Grandense, Noroeste Rio-Grandense, Centro Ocidental Rio-Grandense e Centro Oriental Rio-Grandense. Esses aglomerados indicam que há municípios com altos índices de risco relativo cercados por outros municípios que também possuem índices elevados.

O fato de o Rio Grande do Sul agregar a maioria dos aglomerados espaciais de alto risco relativo se deve aos fenômenos naturais de escala global como o El Niño e La Niña, que provocam perdas de safra e variabilidade interanual na produtividade. Isso pode dificultar a oferta e precificação do seguro agrícola (Cunha et al, 1998; Battisti et al, 2013; Guimarães e Igari, 2019).

Na Figura 4 observa-se também a presença de clusters espaciais do padrão baixo-baixo localizados no estado do Paraná, sendo localizados principalmente nas mesorregiões: Centro-Ocidental, Centro Oriental, Centro-Sul, Metropolitana de Curitiba, Sudeste, Norte Central e Norte Pioneiro, onde os municípios com baixo risco relativo para culturas temporárias estão cercados por outros municípios que também possuem um índice de risco baixo. A explicação desses resultados pode estar associada às condições de solo fértil e a topografia que favorecem a região, conforme destacado por Souza et. al (2019). Essas regiões podem ser mais exploradas pelas seguradoras.

A participação dos municípios que compõem os aglomerados espaciais sobre o valor total segurado das culturas temporárias é significativa. Para os classificados com clusters espaciais do padrão alto-alto observa-se uma participação de 10,34% no valor total segurado, enquanto que para aqueles municípios de clusters baixo-baixo a participação foi de 20,57% sobre o total segurado. Diferente das culturas permanentes, as culturas temporárias tiveram maior total segurado nas áreas de clusters de baixo e alto risco relativo.

Figura 4: Risco relativo conjunto para as culturas temporárias na região Sul, no período de 2005 a 2020



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em geral, o fato de o grupo das culturas temporárias possuir em média valores maiores para o índice de sinistralidade por estado e contar com maiores aglomerados espaciais para o índice de risco relativo do que as culturas permanentes, indica que uma das formas das seguradoras reduzirem o próprio risco está associada a diversificação de suas apólices entre os dois grupos de culturas, possibilitando minimização de riscos sistêmicos, uma vez que os períodos essenciais para produção dos grupos de culturas não são os mesmos, a diversificação permite evitar eventos climáticos que prejudiquem ambos os grupos, garantindo assim a solvência das seguradoras.

Além disso, a baixa correlação entre os índices de sinistralidade, apresentada na Tabela 3, indica que a diversificação entre os diferentes grupos de culturas possibilita a melhor gestão de portfólio por parte das seguradoras em períodos de quebra de produção de determinadas culturas. Uma vez que o índice de pagamento de indenizações não apresenta alta correlação entre as culturas, a sinistralidade ocorrida em uma cultura poderia ser compensada pelo prêmio recebido em outras culturas que não enfrentaram eventos adversos neste mesmo período.

A diversificação dos riscos é fundamental para que as seguradoras façam uma gestão eficiente de seu portfólio. Esse processo permitiria melhoras nos resultados financeiros das seguradoras que ficariam menos suscetíveis a problemas de covariabilidade, reduzindo assim as perspectivas de perdas consideráveis em determinados anos. Além disso, a diversificação reduziria a dependência das seguradoras com o governo na cobertura dos prejuízos, como destacado por Hazell (1992).

6. Conclusões

Este artigo buscou identificar, compreender e caracterizar a distribuição da cobertura de seguros agrícola do PSR na região Sul do Brasil no período de 2006 a 2021. A partir dele, afirma-se que a diversificação pode melhorar o desempenho das seguradoras. Avaliou-se a distribuição dos riscos relativos e de índice de sinistralidade associados à produção das principais culturas temporárias e permanentes da região Sul.

Em termos gerais, culturas permanentes e temporárias concentram a maior parte do valor segurado em poucas culturas agrícolas atendidas pelo PSR. Essa concentração reduz a diversificação dos ativos das seguradoras, tornando-as mais suscetíveis a problemas de covariabilidade.

A correlação entre o índice de sinistralidade das culturas permanentes com as temporárias é baixa, o que mostra que a diversificação entre os grupos de culturas diversificaria positivamente os ativos das seguradoras, permitindo uma gestão eficiente, uma vez que haveriam produtos com gatilhos e/ou culturas e/ou épocas de risco distintos entre si.

O uso do I de Moran, para identificar a presença de autocorrelação espacial do Risco Relativo se mostrou útil, pois mostrou que as culturas permanentes apresentam pequenos grupos de municípios com alto risco, enquanto que as culturas temporárias tiveram boa parte da região do Rio Grande do Sul com alta aderência dos clusters espaciais do padrão alto-alto, cujas apólices não devem ser espacialmente concentradas.

Por último, sugere-se futuras pesquisas que investiguem os motivos da concentração dos recursos do PSR em poucas culturas, tanto para permanentes quanto para temporárias. Também pode-se discutir a eficiência do mercado de seguros contrastando os riscos de produção com os dados da distribuição das apólices e os resultados financeiros de cada companhia seguradora.

7. Referências bibliográficas

ALMEIDA, Eduardo. Econometria espacial. Campinas–SP. Alínea, 2012.

ANSELIN, Luc. Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

BATTISTI, R.; SENTELHAS, P.C.; PILAU, F.G.; WOLLMANN, C.A. Eficiência climática para as culturas da soja e do trigo no estado do Rio Grande do Sul em diferentes datas de semeadura. *Ciência Rural*, v.43, p.390-396, 2013.

CHEMERIS, A.; LIU, Y.; KER, A. P. Insurance subsidies, climate change, and innovation: Implications for crop yield resiliency. *Food Policy*, v. 108, p. 102232, 2022.

CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; DALMAGO, G.A.; PASINATO, A. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.6, n.1, p.111-119, 1998.

DEL DUCA, L. de J. A.; MOLIN, R.; ANTONIAZZI, N. Resultados da experimentação de genótipos de trigo para aptidão a duplo propósito no Paraná, em 2000. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 44 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 6).

FALEIROS, G. D. Risco de produção agrícola no Sul do Brasil: aspectos de sistemas produtivos e rentabilidade. Piracicaba, 2020.

FIORAVANÇO, J. C.; SILVEIRA, S. V. da. G. In: FIORAVANÇO, J. C.; SANTOS, R. S. S. dos (Ed.). *Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 15-20. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: . Acesso em: 20 set. 2018.

GUIMARÃES, T. C.; IGARI, A. T. Mudança do clima e seus impactos no seguro agrícola no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 12, n. 4, p. 1583-1604, 2019.

HAZELL, P. B. R. The appropriate role of agricultural insurance in developing countries. *Journal of International Development*, v. 4, n. 6, p. 567-581, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>

LOPES, P. F.; CHAIN, C. P.; de MENEZES, T. P.; PRADO, J. W.; MELO C. F.. Gestão de riscos e dependência espacial em seguros agrícolas: uma análise da produtividade da soja. *Interciencia*, v. 42, n. 8, p. 503-508, 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA. (2021). Programa de sub- venção ao prêmio do seguro rural. url<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/dadosabertos>>.

MATZENAUER, R. Regime de chuvas no Rio Grande do Sul. In: CACHAPUZ, J. M.; TROIS, R. A. (Org.). *Água: fonte de alimento*. Porto Alegre: Ideograf, 2007. p. 29-50.

NANNOS, N.; BERSIMIS, S.; GEORGAKELLOS, D. Evaluating climate change in Greece

through the insurance compensations of the rural production damages. Global and planetary change, v. 102, p. 51-66, 2013.

PIEROZAN, V. L. (2019). A PRODUÇÃO DE UVA ORGÂNICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: AS EXPERIÊNCIAS DOS VITICULTORES DE COTIPORÃ, RS/ The Production of Organic Grape in the State of the Rio Grande do Sul: the experiences of the Cotiporã, RS grape growers. REVISTA GEONORTE, 10(36), 17–35. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2019.V.10.N.34.A17.35>

OZAKI, V. A.; DIAS, C. T. D. S. Análise e quantificação do risco para a gestão eficiente do portfólio agrícola das seguradoras. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 47, p. 549-567, 2009.

OZAKI, V. A. Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola: um estudo de caso. São Paulo: Universidade de São Paulo. Recuperado em, v. 14, 2005.

SALGUEIRO, A. M.; TARRAZON-RODON, M. A. Is diversification effective in reducing the systemic risk implied by a market for weather index-based insurance in Spain?. International Journal of Disaster Risk Reduction, v. 62, p. 102345, 2021.

ROSA, H. T., WALTER, L. C., STRECK, N. A., CARLI, C. D., RIBAS, G. G., MARCHESAN, E. Simulação do crescimento e produtividade de arroz no Rio Grande do Sul pelo modelo SimulArroz. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2015, v. 19, n. 12 [Acessado 25 Novembro 2022] , pp. 1159-1165. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1159-1165>>. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1159-1165>.

SOUZA, W. D., BALDISSERA, J. F., BERTOLINI, G. R. F. Análise de opções reais aplicada na diversificação da produção rural no estado do Paraná. Revista de Economia e Sociologia Rural [online]. 2019, v. 57, n. 2 [Acessado 11 Novembro 2022] , pp. 253-269. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.177157>>. Epub 15 Jul 2019. ISSN 1806-9479. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.177157>.