

Segurança hídrica, produtividade agrícola e programa de subvenção ao prêmio do seguro rural (PSR): evidências para os municípios brasileiros¹

Water Security, Agricultural Productivity, and Rural Insurance Premium Subsidy Program: Evidence for Brazilian Municipalities

Autor(es): Welber Tomás de Oliveira

Filiação: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

E-mail: welber@ufu.br

Autor(es): Bruno Benzaquen Perosa

Filiação: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

E-mail: brperosa@ufu.br

Autor(es): Carlos César Santejo Saiani

Filiação: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

E-mail: ssaiani@ufu.br

GT11. Elaboração e análise de política agrícola e políticas públicas de desenvolvimento rural

Resumo

As mudanças climáticas têm acentuado as adversidades enfrentadas por agricultores. A maior variação e imprevisibilidade hídrica se apresenta como uma das principais dificuldades dos agricultores brasileiros. Nesse sentido, o seguro rural se apresenta como um importante instrumento de política agrícola que permite a melhor gestão dos riscos climáticos, facilitando o financiamento e elevando o investimento agrícola. O programa de subvenção ao prêmio do seguro rural (PSR) contribui para diminuir o custo do seguro ao produtor rural, incentivando a universalização da cobertura. O presente artigo buscou analisar a relação entre segurança hídrica, produtividade agrícola e quebras de safras. Em seguida, buscou-se verificar se o PSR vem sendo mais direcionado para regiões com maior risco hídrico. Os resultados indicam relação negativa entre segurança hídrica, produtividade, quebras de safra e variação de produtividade, corroborando a tese que insegurança hídrica reduz a previsibilidade da produção agropecuária. Observou-se que a subvenção ao prêmio do seguro rural tem sido pouco direcionada as áreas de maior insegurança hídrica e quebras de safra, evidenciando como outros elementos de cunho mais institucional acabam por distorcer a alocação desses recursos para áreas menos afetadas por riscos hídricos.

Palavras-chave: segurança hídrica; produtividade; seguro rural; irrigação.

Abstract

Climate change has exacerbated the uncertainties on agricultural activities. The increased variation and unpredictability of water resources present as one of the main challenges for Brazilian farmers. In this context, rural insurance emerges as an important agricultural policy that enables better

¹ Artigo resultado de pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) no projeto APQ-01278-22

management of climate risks, facilitating financing and increasing agricultural investment. The program of premium subsidy for rural insurance (PSR) helps reduce the cost of insurance for rural producers, encouraging the universalization of coverage. This article aimed to analyze the relationship between water security, agricultural productivity, and crop losses. Subsequently, it sought to verify if the PSR has been more targeted towards regions with higher water risk. The results indicate a negative relationship between water security, productivity, crop losses, and productivity variation, supporting the thesis that water insecurity reduces the predictability of agricultural production. It was observed that the subsidy for rural insurance has been poorly directed to areas with higher water insecurity and crop losses, highlighting how other institutional factors distort the allocation of these resources to areas less affected by water risks.

Key words: water security; productivity; rural insurance; irrigation.

1. Introdução

A atividade agropecuária está sujeita às intempéries climáticas, o que eleva as incertezas para as operações produtivas e financeiras que sustentam o processo produtivo. A possível imprevisibilidade da produtividade dificulta o planejamento, acarretando investimentos sub-ótimos e grandes variações na oferta (e preços) dos alimentos.

As mudanças climáticas vêm causando grandes transformações na produção agropecuária. No Brasil, parte significativa da produção ocorre em territórios com clima semiárido (ex. cerrado), a mudança nos regimes pluviométricos e nas demais condições climáticas podem impactar de forma direta o protagonismo internacional do agronegócio brasileiro alcançado ao longo das últimas décadas. Importante enfatizar que a irrigação permite a ocupação de áreas mais secas, especialmente no contexto de mudanças climáticas.

O seguro rural é uma política agrícola que busca reduzir incertezas para facilitar o processo de financiamento das atividades agropecuárias. Na ausência do seguro, o elevado risco leva agentes financeiros a deixar de oferecer crédito ou demandar garantias difíceis de serem cumpridas por agricultores, especialmente médios e pequenos.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi investigar a relação entre segurança hídrica, produtividade, quebras de safra e direcionamento dos recursos da subvenção ao prêmio do seguro rural (PSR). Parte-se de duas hipóteses básicas: 1) a insegurança hídrica impacta negativamente a produtividade agrícola e aumenta sua oscilação (quebras de safra); 2) a subvenção ao prêmio do seguro rural estaria direcionada principalmente para municípios com maior insegurança hídrica e variações de produtividade.

Desta forma, inicialmente, buscou-se analisar o impacto da segurança hídrica sobre a produtividade. Em seguida, foi analisado se o grau de segurança hídrica se relaciona com a variabilidade da produtividade agrícola no município e com a quantidade de ocorrências de “quebras de safra”. A seguir, buscou-se investigar como a política de seguro rural vem sendo adotada diante da crescente insegurança hídrica enfrentada pelos produtores.

Do ponto de vista metodológico, o presente trabalho conta com uma revisão bibliográfica, análise descritiva e um exercício econométrico a partir de dados obtidos em diversas fontes públicas (IBGE, ANA, MAPA). As estimações foram realizadas com dados em *cross-section* para o ano de 2017, controlando variáveis climáticas, tecnológicas e institucionais. A seguir foram estimados os impactos da insegurança hídrica e da produtividade sobre a concessão da subvenção para seguro rural. Também

são analisadas especificamente 7 culturas representativas (soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra, cana-de-açúcar, café, arroz e uva). Este trabalho ainda propõe uma metodologia para utilizar o índice de segurança hídrica (ISH) como informações municipais para análises econômicas.

O texto está dividido nesta introdução e mais 6 seções. A próxima apresenta informações sobre a questão climática e seus impactos sobre a produtividade agrícola, bem como descreve o índice de segurança hídrica. A seção 3 abordou as diversas modalidades de seguro rural no Brasil, como o PROAGRO e Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR). A quarta seção apresentou a metodologia quantitativa utilizada no trabalho. A quinta seção discute os resultados encontrados. Por fim, foram apresentadas as conclusões e referências bibliográficas.

2. Segurança hídrica, produtividade e eventos climáticos

Água é essencial para vida humana e para realização de atividade produtivas, seja agropecuárias, industriais ou associadas a serviços. Desta forma, a segurança hídrica, que reflete o equilíbrio entre oferta e demanda de água com um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, é imprescindível para o desenvolvimento econômico e social de qualquer região.

Os parâmetros de segurança hídrica no Brasil foram definidos pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). Publicado em 2019, o PNSH é uma investigação realizada pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico para contribuir com o planejamento e gestão de recursos hídricos para o país. O estudo está inserido em um conjunto de outros instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. O plano estimou investimentos necessários em estudos, projetos, obras e aprimoramento institucional.

Dentre outros aspectos, o PNSH apresenta o índice de segurança hídrica (ISH) para 5.099 municípios (devido à disponibilidade de dados) como um instrumento de avaliação do risco hídrico no Brasil. Trata-se de um indicador que varia entre 1 (menor segurança hídrica) e 5 (maior segurança hídrica) e é composto por indicadores específicos associados a quatro dimensões: humana, econômica, ecossistêmica e resiliência (Quadro 1).

Quadro 1 – Composição do índice de segurança hídrica (ISH), segundo dimensões e indicadores

Dimensões	Indicadores
Humana	Garantia de água para abastecimento urbano
	Cobertura da rede de abastecimento
Econômica	Garantia de água para irrigação de pecuária
	Garantia de água para atividade industrial
Ecossistêmica	Quantidade adequada de água para usos naturais
	Qualidade adequada da água para usos naturais
	Segurança de barragens de rejeito de mineração
Resiliência	Reservação artificial
	Reservação natural
	Potencial de armazenamento subterrâneo
	Variabilidade pluviométrica

Fonte: ANA (2019).

Os indicadores que compõem o ISH nas dimensões “humana”, “econômica” e “ecossistêmica” são calculados considerando o balanço hídrico da região. Isto é, a relação entre a disponibilidade - captada

pela vazão natural nos trechos de rios - e a demanda - estimada por pesquisa de uso consultivos da água - em determinada localidade. Vale apontar que a atividade que mais demanda água no Brasil é a irrigação. Segundo dados da ANA (2019), 49,8% da água retirada de mananciais no Brasil é destinada para esse fim, contra 24,3% para abastecimento humano urbano, 9,7% para indústria, 8,4% para animais, 4,5% para termoeletricas, 1,7% para mineração e 1,6% para humano rural.

A partir do balanço, é estimado o “fator de risco” para cada localidade. Esse fator é utilizado para determinar a intensidade do risco hídrico, seja em relação ao abastecimento urbano, seja ao uso de água para irrigação, para indústria e usos naturais (sobrevivência da biota aquática). Por exemplo, o percentual da produção agrícola irrigada em risco é a multiplicação do fator de risco de cada localidade pelo valor da produção da localidade. O grau de segurança hídrica, nesse caso, é definido considerando o percentual em risco e o valor da produção, quanto maior o percentual e o valor, menor o indicador de segurança hídrica para a localidade, conforme Quadro 2.

Já a dimensão de resiliência foi desenvolvida para retratar a segurança hídrica associada aos eventos críticos de seca. Os graus de segurança são atribuídos em acordo com critérios técnicos de cada indicador considerado. Por exemplo, a variabilidade pluviométrica, que será utilizada nesse trabalho, é calculada pelo coeficiente de variação de séries de precipitação anual de estações pluviométricas. O grau de segurança é determinado em acordo com o Quadro 3. Por exemplo, caso a localidade tenha variabilidade média entre 19% e 21% no período, é atribuído o grau de segurança 3.

Quadro 2 – Regra de definição do grau de segurança hídrica em relação ao valor da produção agrícola irrigada em risco

Valor em risco (em milhões de R\$)	Percentual em risco (%)				
	0 - 10%	10 - 20%	20 - 30%	30 - 40%	>40%
< 1	5	5	4	3	3
1 a 5	5	4	3	3	2
5 a 10	4	3	3	2	2
10 a 50	3	3	2	2	1
> 50	3	2	2	1	1

Fonte: ANA (2019)

Quadro 3 – Regra de definição do grau de segurança hídrica em relação a variabilidade pluviométrica

Grau de segurança adotado	Variabilidade pluviométrica	
	Limite inferior	Limite superior
1	0,25	---
2	0,21	0,25
3	0,19	0,21
4	0,17	0,19
5	0,00	0,17

Fonte: ANA (2019)

Uma característica importante do ISH é o recorte geográfico. O índice foi calculado e, com exceção da dimensão econômica, é disponibilizado por ottobacias ou “bases hidrográficas ottocodificadas” (BHO), que consideram a contribuição hídrica de cada localidade guardando a relação de fluxo (montante-jusante) no espaço. Porém, para os fins deste estudo, as demais variáveis que serão empregadas nas análises são municipais; desta forma, foi necessário transformar as informações por ottobacias em “municipais”. Em cada município há diferentes ottobacias, que também podem estar em mais de um município. Assim, diferentes regiões de um município podem ter graus de segurança hídrica distintos.

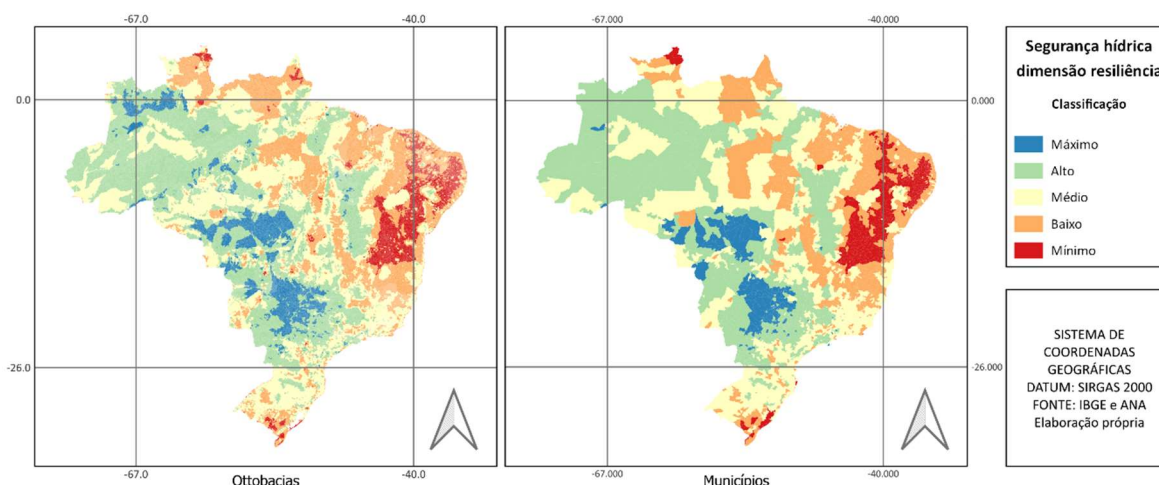
O método utilizado foi identificar, por georreferenciamento utilizando software QGIS, a área de cada ottobacia em cada município. Desta forma, foi calculado qual o grau de segurança predominante no município; este foi adotado como o grau de segurança hídrica do município.

Para ilustrar a “adequação” de dados que foi realizada, é possível observar a Figura 1, que apresenta o índice da dimensão de resiliência do ISH por ottobacias e por municípios. É bem verdade que há perda de informação, a divisão por ottobacias detalha mais o território brasileiro que a divisão municipal. Porém, é possível observar que o critério adotado, qual seja: de adotar o grau com área predominante no município, produziu divisão territorial semelhante ao observado por ottobacias.

É evidente que o grau de resiliência à seca está associado à produtividade das atividades agropecuárias e ao risco produtivo destas atividades, uma vez que a capacidade de reservação de água (natural ou artificial) produz condições melhores para produção e a variabilidade pluviométrica pode determinar a previsibilidade da produtividade.

Cabe destacar que essas variáveis são relevantes mesmo com o emprego de técnicas e tecnologias modernas como a irrigação, importante para esse estudo. Em consonância com a expansão agrícola observada no Brasil a partir da década de 1960, a irrigação apresentou forte crescimento desde as décadas de 1970 e 1980, sendo fundamental para o aumento da produtividade agrícola, melhoria na qualidade dos produtos e maior controle dos impactos das condições climáticas sobre a atividade agropecuária. Ainda que seja possível que a irrigação diminua a variabilidade da produtividade advinda de eventos climáticos, a produção irrigada também está sujeita a dificuldades hídricas, uma vez que é necessária a existência de mananciais com quantidade suficiente. Assim, a mitigação de riscos climáticos propiciada pela irrigação também está indiretamente sujeita a tais fenômenos (ANA, 2017).

Figura 1 – Dimensão de resiliência do ISH por ottobacias e por municípios



Fonte: IBGE, ANA. Elaboração própria.

No contexto de mudanças climática, em que a expansão do período de secas e maior intermitência entre chuvas, o grau de resiliência e as demais dimensões da segurança hídrica adquirem maior importância como elementos fundamentais para a agropecuária. Assim, devem ser considerados em qualquer política pública para as atividades. Nesse contexto, destaca-se a política de seguro rural. A seguir, esta é discutida, assim como as suas relações com a questão hídrica na agropecuária.

3. Política de Seguro Rural no Brasil

O seguro rural tem papel fundamental na mitigação de riscos inerentes às atividades agropecuárias. O elevado risco natural existente nessas atividades dificulta o planejamento dos investimentos privados. Também cria complicadores em operações de crédito rural que demandam previsibilidade.

O seguro rural segue a mesma lógica de outros seguros, estabelecendo-se a partir da contratação de uma apólice que estabelece as condições para o pagamento de uma indenização caso o sinistro (ex. uma quebra de safra) seja constatado. Dessa forma, é possível garantir que ao menos parte das perdas do agricultor seja mitigada e, assim, que este possa honrar com os compromissos financeiros, como o pagamento de crédito tomado antes da safra.

Portanto, o seguro rural é um mecanismo de gestão de risco na agricultura. Este mostrou-se eficiente na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA). Além de mitigar as incertezas da produção, a política do seguro impulsiona operações privadas de financiamento, dado que reduz o risco de exposição de produtores e agentes financeiros à eventos climáticos extremos, como secas prolongadas ou excesso de chuvas. Dessa forma, observa-se um debate de que investimentos públicos em seguro rural podem ser contraparte de reduções no crédito rural com recursos públicos. A redução no crédito público, por sua vez, pode ser compensada por operações privadas. Isto é, aumento dos gastos públicos em seguro permite que o Estado direcione menos recurso para crédito. Contudo, não causa escassez de crédito rural, uma vez que com o seguro, mais operadores financeiros privados podem aceitar oferecer produtos financeiros para produtores rurais (OZAKI E SHIROTA, 2005).

O seguro rural possui características que justificam e motivam o uso de recursos públicos para o seu desenvolvimento. Por um lado, as especificidades da atividade agrícola, como a intrínseca exposição à natureza, desestimulam investimentos e reduzem produtividade, o que, por sua vez, tem efeitos sobre a renda dos produtores e preços de alimentos, impactando no custo de vida de toda a população. Por outro, ao menos três fatores limitam a oferta privada de crédito, sendo eles: risco moral, seleção adversa e riscos sistêmicos. Risco moral se refere à possibilidade de os produtores tomarem decisões que aumentem a chance de perda após a contratação do seguro. Seleção adversa ocorre, em geral, por falta de informações que permita estabelecer estimativas de riscos individuais. Já os riscos sistêmicos ocorrem porque não há independência entre os eventos que causam perdas entre produtores; i.e., as perdas são concentradas (MACEDO, PACHECO E SANTO, 2013).

Dessa forma, a existência de uma política pública voltada ao seguro rural é uma demanda antiga do setor agropecuário brasileiro. Desde a década de 1930, o governo de São Paulo criou instrumentos de seguro para indenizar agricultores em caso de eventos climáticos extremos, como chuvas com granizos que atingiam os cafezais (OZAKI, 2008). Em nível federal, o principal marco foi a criação do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), em 1973, mais direcionado a médios e pequenos agricultores devido aos limites reduzidos no valor segurado. Desde o início das operações, o PROAGRO sempre foi deficitário, pagando mais em indenizações do que recebia com os prêmios dos segurados. A diferença era coberta pelo Tesouro Nacional (OZAKI, 2008). Tal fato pode ser explicado pela dificuldade de órgãos públicos em analisar os fatores de risco de forma a alinhar prêmios e indenizações, o que demanda elevado grau de *expertise* em questões atuariais.

Em 2003, a Lei Federal nº 10.823 criou o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), que busca aumentar a capilaridade do seguro e reduzir o custo pago pelos produtores rurais. O PRS está no âmbito do Plano Safra, tendo seus recursos estabelecidos anualmente. Dada as dificuldades do PROAGRO, observa-se nos últimos anos uma redução dos recursos deste programa e um aumento

dos recursos no PRS, que trabalha dentro de uma lógica privada de seguros. Assim, não cabe ao PRS avaliar o risco, pois isto já é realizado pela seguradora privada credenciada ao programa de subvenção público.

Em acordo com o Decreto Federal nº 5.121 de 2004, o PSR tem em suas diretrizes, entre outros elementos: i) promover a universalização do seguro rural; e ii) assegurar o papel do seguro rural como mitigador dos efeitos os riscos climáticos das atividades agropecuárias, atuando como um instrumento para a estabilidade da renda agropecuária.

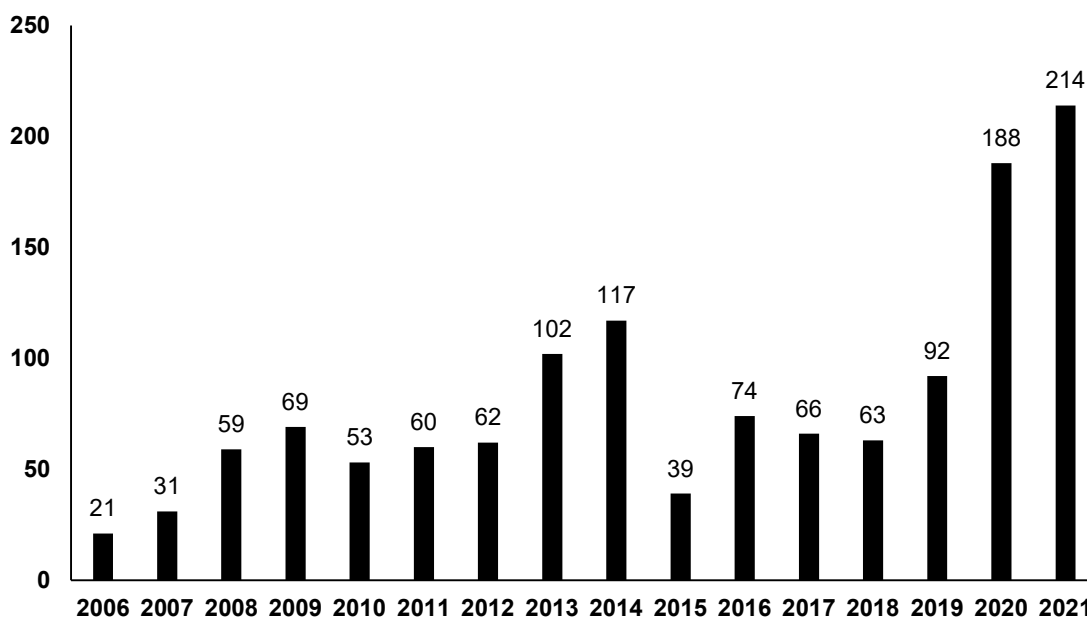
A modalidade mais recorrente no Brasil, no âmbito do PSR é a contratação de produtividade prevista. Nesta modalidade, estima-se a produtividade de uma lavoura e se contrata o seguro de parte ou toda a área plantada. Caso a produtividade não alcançar a produtividade contratada, a seguradora cobre o valor até o contratado. Apesar da operação ser realizada via seguradora privada, o PSR arca com parte do pagamento do prêmio, ou seja, divide com o produtor o custo de contratação do seguro para ser economicamente viável a contratação. Vale dizer que no Plano Trienal do Seguro Rural (2019 a 2021) está previsto o estímulo as seguradoras de oferecerem mais produtos (seguros) na modalidade de cobertura “multirrisco”, que permite maior segurança em face a diversos riscos climáticos (CSGR, 2018).

Contudo, o orçamento do PSR ao longo dos anos tem variações bruscas que minam a confiança no programa. Além disso, os recursos vêm se mostrando insuficientes para atender a ampla gama de produtores que compõem a agricultura brasileira (OZAKI, 2013). A literatura também aponta que a distribuição dos recursos está geograficamente concentrada e fortemente correlacionada com a disponibilidade de informações atuariais e de zoneamento para a análise (OZAKI, 2013, 2011). Por exemplo, no período de 2006 a 2021, os estados do Paraná (38,2%), Rio Grande do Sul (21,2%), São Paulo (13,6%), Santa Catarina (7,5%) e Minas Gerais (5,7%) concentraram 86,1% da quantidade das apólices contratadas.

Investigações como de Guimarães e Igari (2019) sugerem que a distribuição da subvenção em um ano está associada à distribuição no ano anterior. Assim, dada a restrição de recursos, abre-se pouco espaço para que novos produtores possam ingressar na carteira do PSR. Outra possível hipótese para explicar concentração é a existência de uma estrutura organizacional com cooperativas e associações de classe.

O Gráfico 1 apresenta a quantidade de apólices de seguro contratadas com PSR para todo o Brasil entre 2006 e 2021. Nesse período, foram contratadas 1.317.010 apólices de seguro no país com subvenção ao prêmio pela PSR. Ou seja, a quantidade de apólices subvencionadas aumentou significativamente. Porém, houve variações bruscas: em 2010, ocorreu uma redução de -23,02% na quantidade de apólices; em 2015, de -66,08%; e em 2017, de -10,70%. Não foi possível obter a participação das apólices subvencionadas no total de apólices de seguro contratadas no país.

Gráfico 1 – Programa de Subvenções ao Prêmio do Seguro Rural (PSR): Quantidade de apólices de seguro no Brasil (milhares) – 2006 a 2021



Fonte: MAPA. Elaboração própria.

Há, ainda, concentração em relação às culturas. Conforme a Tabela 1, a cultura com maior quantidade de apólices de seguro entre 2006 e 2021 foi a soja, com 587.450 apólices, concentrando 44,60% do total. A soja foi acompanhada por milho 2ª safra (12,42%), uva (9,10%), trigo (8,44%), milho 1ª safra (5,89%), arroz (3,72%), cana-de-açúcar (2,68%), café (2,57%), maçã (2,17%) e tomate (1,46%) e outras culturas, que representam 6,94%.

Tabela 1 – Programa de Subvenções ao Prêmio do Seguro Rural (PSR): Quantidade de apólices de seguro no Brasil (milhares) por cultura – 2006 a 2021

Culturas	Quantidades de Apólices	Participações (%) no Total
Soja	587.450	44,60
Milho 2ª safra	163.572	12,42
Uva	119.861	9,10
Trigo	111.119	8,44
Milho 1ª safra	77.618	5,89
Arroz	49.013	3,72
Cana-de-açúcar	35.316	2,68
Café	33.857	2,57
Maçã	28.608	2,17
Tomate	19.180	1,46
Outros	91.416	6,94
Total	1.317.010	100,00

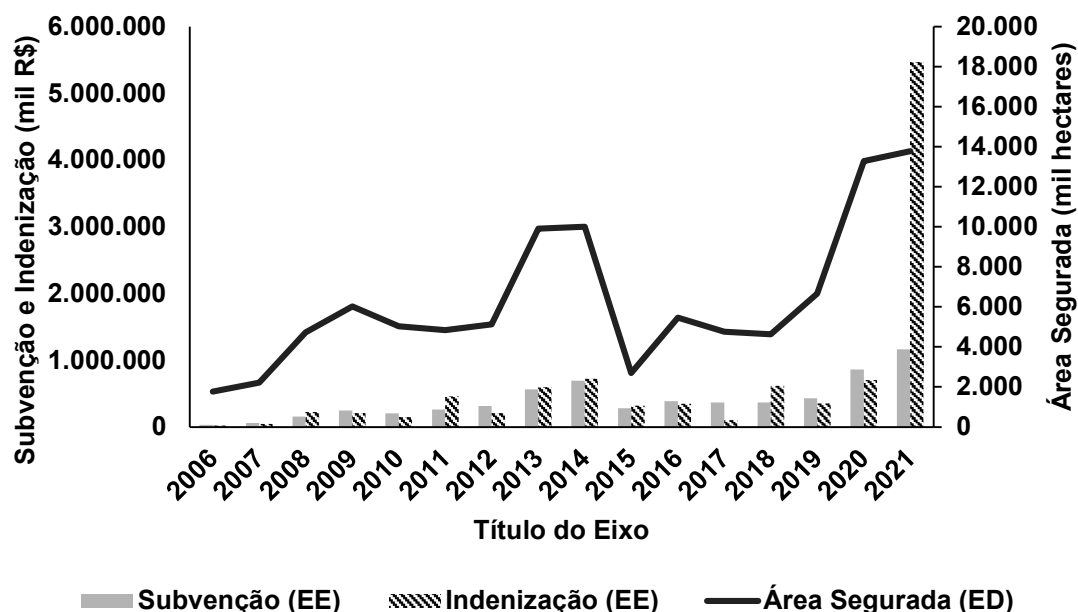
Fonte: MAPA. Elaboração própria.

O Gráfico 2 apresenta a evolução das subvenções, das indenizações e da área segurada no âmbito do PSR para todo o Brasil entre 2006 e 2021. A área segurada (eixo direito) alcançou, em 2021, 13.774 mil hectares, recorde do programa, valor 118,65% superior à média de cobertura entre 2006 e 2021, que

é de 6.300 mil hectares. As subvenções e indenizações seguem trajetória semelhante à de apólices, tendo alcançado 857 milhões de subvenção e 700 milhões de indenizações em 2020. Em 2021, houve crescimento significativo do valor das indenizações, foram R\$ 5,4 bilhões, devido a ocorrência de seca.

A Tabela 2 apresenta as indenizações pagas por evento entre 2006 e 2021. O evento que mais gerou indenizações no período foi “seca” com R\$ 6,8 bilhões, concentrando 65,77% do total. Porém, vale apontar que aproximadamente R\$ 4 bilhões ocorreram apenas em 2021. Considerando valores até 2020, haviam sido indenizados R\$ 2,8 bilhões e concentrava 55,9%. Na sequência, as principais causas são “granizo” (12,91%), “geada” (12,44%), “chuvas excessivas” (4,09%) e “estiagem” (2,44%). Conforme destacado, o programa recentemente vem dando estímulo, por meio de preferência para subvencionar, a apólices que são multiriscos, porém, importa enfatizar que a questão hídrica (seca) é a mais relevante para o uso do seguro rural.

Gráfico 2 – Programa de Subvenções ao Prêmio do Seguro Rural (PSR): Subvenções e indenizações totais (mil R\$) e área segura (mil hectares) no Brasil – 2006 a 2021



Fonte: MAPA. Elaboração própria.

Tabela 2 – Programa de Subvenções ao Prêmio do Seguro Rural (PSR): Indenização pagas por evento (mil R\$) – 2006 a 2021

Evento	Indenização (milhares)	%
Chuva excessivas	425.640	4,09
Demais causas	7.223	0,07
Despesas emergenciais	523	0,01
Eutanásia	932	0,01
Estiagem	253.632	2,44
Geadas	1.293.354	12,44
Granizo	1.342.085	12,91
Garantia	21	0,00
Incêndio	53.809	0,52
Inundação ou tromba d'água	93.600	0,90
Morte	17.188	0,17
Perda de qualidade	349	0,00
Queda do parreiral	2.072	0,02
Raio	1.403	0,01
Seca	6.836.322	65,77
Variação de preço	1.575	0,02
Variação excessiva de temperatura	18.601	0,18
Ventos fortes ou ventos gelados	46.568	0,45
Total	10.394.898	100,00

Fonte: MAPA. Elaboração própria.

4. Metodologia

Para investigar as possíveis relações entre segurança hídrica, produtividade agrícola e distribuição da subvenção ao seguro rural, são estimados modelos por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) em *cross-section* com dados municipais referentes ao ano de 2017. Os modelos baseiam-se na equação (1). É relevante apontar que os modelos são em *cross-section* devido à disponibilidade de dados para segurança hídrica, disponibilizados somente para o ano de 2017. Desta forma, não é possível a adoção de métodos com recorte longitudinal.

$$Y_i = DISH_i + X_i + \varepsilon \quad (1)$$

sendo: Y_i a variável dependente no município i ; $DISH_i$ as dimensões consideradas do ISH para o município i ; X_i o vetor de covariadas; e ε o erro aleatório.

As variáveis dependentes Y_i são:

- i) *produtividade*: razão entre produção e a área plantada no município;
- ii) *coeficiente de variação da produtividade*: razão entre o desvio padrão e a média da produtividade no município considerando a série histórica de 2006 a 2021;
- iii) *número de ocorrência de quebra de safra*: quebra de safra redução de 25% e 50% na produção em relação à média entre 2006 e 2021 no município; e
- iv) *percentual da área plantada segurada*: média da razão entre a área segurada com subvenção pela área total plantada no município entre 2006 e 2021 e entre 2017 e 2021.

Para captar efeitos heterogêneos entre diferentes culturas, que se diferenciam na distribuição pelo território nacional, na intensidade tecnológica (em especial a irrigação) e em características próprias, também são estimados modelos específicos por culturas. São consideradas as mais relevantes em termos de participação na produção total no país: soja, milho, arroz, cana-de-açúcar, café e uva.

Diferentes culturas podem apresentar riscos diferentes de quebra na produtividade. A Tabela 4 apresenta a quantidade de municípios e a quantidade de quebra de safras entre 2006 e 2021 para cada uma das culturas selecionadas (só foram considerados os municípios que possuem produção desta cultura). Entre parênteses está a porcentagem de municípios com a respectiva quantidade de quebras observadas no período em relação ao total de municípios que tiveram cultura no mesmo período. Em todas as culturas observadas houve quebras, porém a quantidade é significativamente diferente entre elas. As culturas da cana-de-açúcar, soja e milho (1ª safra) foram as que apresentaram maior percentual de municípios produtores que não apresentaram nenhuma quebra no período com 29,2%, 21,7% e 27,5%, respectivamente.

Primeiramente, serão realizadas estimações com o ISH para todas as dimensões consideradas no ISH – humana, econômica, ecossistêmica e resiliência (Quadro 1). Na sequência, por estar mais diretamente associado aos riscos climáticos, serão realizadas estimações com apenas a dimensão resiliência e, para associar os resultados com regime hídricos, também é utilizado o indicador de variabilidade pluviométrica. Conforme já apresentando, esses indicadores assumem valores entre 1 (menor segurança hídrica) e 5 (maior segurança hídrica).

Tabela 4 – Quantidade de municípios por quantidade de quebra (redução de 25% na produtividade em relação à média) por cultura entre 2006 e 2021*.

Quebras	Soja	Milho 1	Milho 2	Arroz	Cana-de-açúcar	Café	Uva
0	555 (21,7)	1.471 (27,5)	143 (5,9)	463 (12,2)	1.237 (29,2)	169 (8,1)	241 (15,5)
1	776 (30,3)	16.03 (29,9)	588 (24,2)	1.313 (34,5)	1.216 (28,7)	518 (24,9)	470 (30,2)
2	615 (24)	794 (14,8)	521 (21,5)	682 (17,9)	630 (14,9)	414 (19,9)	305 (19,6)
3	377 (14,7)	418 (7,8)	424 (17,5)	469 (12,3)	440 (10,4)	346 (16,6)	196 (12,6)
4	165 (6,4)	258 (4,8)	347 (14,3)	286 (7,5)	349 (8,2)	212 (10,2)	164 (10,5)
5	49 (1,9)	253 (4,7)	158 (6,5)	218 (5,7)	184 (4,3)	145 (7)	75 (4,8)
6	19 (0,7)	263 (4,9)	104 (4,3)	168 (4,4)	81 (1,9)	120 (5,8)	62 (4)
7	3 (0,1)	167 (3,1)	59 (2,4)	108 (2,8)	60 (1,4)	65 (3,1)	25 (1,6)
8	1 (0)	85 (1,6)	36 (1,5)	65 (1,7)	21 (0,5)	42 (2)	10 (0,6)
9	0 (0)	32 (0,6)	24 (1)	22 (0,6)	14 (0,3)	23 (1,1)	6 (0,4)
10	0 (0)	7 (0,1)	15 (0,6)	8 (0,2)	7 (0,2)	13 (0,6)	2 (0,1)
11	0 (0)	3 (0,1)	9 (0,4)	3 (0,1)	1 (0)	11 (0,5)	0 (0)
12	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (0,1)	1 (0)	4 (0,2)	0 (0)
13	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)
14	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)
15	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total	2.560	5.354	2.428	3.809	4.242	2.083	1.556

Fonte: PAM/IBGE. Elaboração própria. *Entre parênteses está a porcentagem em relação ao total de municípios que apresenta produção da cultura.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de municípios por regiões e por grau de segurança hídrica para cada indicador que será utilizado. Importa notar que a distribuição dos graus de segurança hídrica entre os indicadores é significativamente diferente. A região sudeste ilustra essa característica. Em relação ao ISH possui concentração dos municípios com grau de segurança alto. Quanto à dimensão resiliência, há mais municípios com segurança médio. Por fim, na variabilidade pluviométrica o grau é mínimo.

Tabela 5 – Quantidade de municípios por região e por grau de segurança hídrica (2017)

Grau de Segurança Hídrica	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Total
Índice de Segurança Hídrica (ISH)						
Mínimo	0	193	0	1	0	194
Baixo	0	612	0	37	18	667
Médio	8	336	18	146	81	589
Alto	239	631	332	1.039	777	3.018
Máximo	220	22	100	445	315	1.102
Dimensão resiliência						
Mínimo	1	587	3	39	8	638
Baixo	56	873	79	344	114	1.466
Médio	168	294	189	666	734	2.051
Alto	171	39	173	476	317	1.176
Máximo	71	1	6	143	18	239
Variabilidade pluviométrica						
Mínimo	31	1.596	28	538	293	2.486
Baixo	121	180	113	511	431	1.356
Médio	110	11	83	366	309	879
Alto	100	6	93	212	127	538
Máximo	105	1	133	41	31	311
Total	467	1.794	450	1.668	1.191	5.570

Fonte: Informação original por *ottobacias* proveniente da ANA. A adequação para municípios foi realizada pelos autores adotando como método a adoção do grau de segurança por dimensão ou indicador predominante no município por área. Georreferenciamento e cálculos de área foram feitos pelo *software* QGIS utilizando malha territorial do Brasil por municípios do IBGE.

Importante destacar que estas informações não foram originalmente geradas em nível municipal, mas sim em *ottobacias*. A adequação foi feita por área predominante, conforme explicado anteriormente, como esforço para realização do exercício empírico deste trabalho. O nível de perda de informação, uma vez que *ottobacias* são mais detalhadas, pode ser observado na Figura 1, que apresenta a dimensão de resiliência como exemplo.

As covariadas pertencentes à matriz X_i são apresentadas no Quadro 2. Com exceção do risco hídrico na irrigação, fornecida pela ANA, todas são oriundas do IBGE, sendo as de intensidade tecnológica e associação do Censo Agropecuário de 2017, seguro da pesquisa agropecuário municipal e as demais das estimativas do PIB municipal e de população. A Tabela 5 apresenta estatísticas descritivas das variáveis dependentes e independentes.

O PIB *per capita* capta a diferença de riqueza e dinamismo econômico existente entre os municípios brasileiros. Os municípios mais ricos tendem a possuir infraestruturas mais adequadas e, dessa forma, conseguem ter melhores acesso e conhecimento para produção e condições para abastecimento de água. A população importa para a demanda de água no município e as diferenças de trabalho humano disponível. A porcentagem da agropecuária no PIB é um indicador de especialização produtiva do município neste setor.

Dado que a produtividade, a quebra de safra e a disponibilidade hídrica são impactadas pela adoção de tecnologias nas lavouras, o modelo incluiu indicadores do uso de importantes tecnologias como controles: adubo, defensivos, irrigação e máquinas.

Quadro 2 – Definição das variáveis da matriz X_i

Grupos	Variáveis	Descrições	Fontes
Características municipais	PIB <i>per capita</i>	Produto interno bruto <i>per capita</i> .	IBGE
	População	População.	IBGE
	VAB Agro	Razão entre valor adicionado bruto do setor agropecuário e o produto interno bruto do município.	IBGE
Intensidade tecnológica	Adubou	Razão entre a quantidade de estabelecimento agropecuários que realizaram algum tipo de adubação e a quantidade total de estabelecimento agropecuário no município.	IBGE
	Defensivos	Razão entre a quantidade de estabelecimento agropecuários que utilizaram defensivos o e a quantidade total de estabelecimento agropecuário no município.	IBGE
	Irrigação	Razão entre a quantidade de estabelecimento agropecuários que realizaram algum tipo de irrigação e a quantidade total de estabelecimento agropecuário no município.	IBGE
	Trator	Razão entre a quantidade de tratores totais e a quantidade total de estabelecimento agropecuário no município.	IBGE
Associação	Cooperativa	Razão entre a quantidade de proprietários com associação a cooperativa e a quantidade de estabelecimento agropecuários.	IBGE
<i>Dummies</i> Estado	Estados	<i>Dummies</i> para cada estado da federação.	IBGE
Condicionantes Adicionais do Seguro	Risco Irrigação	Percentual da área irrigada em risco.	ANA
	Variabilidade produtiva	Razão entre o desvio padrão e a média da produtividade municipal entre 2006 e 2021.	IBGE

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Elaboração própria

Especificamente para estimações de seguro, são adicionadas mais duas covariadas. Em relação à irrigação, ainda é importante controlar o percentual da área irrigada que se encontra em risco hídrico (risco irrigação); i.e., o percentual do valor da produção que pode não ter água suficiente para a

irrigação. Ainda, uma vez que a principal modalidade é contratação de seguro para produtividade, importa a intensidade que da variação da produtividade, portanto, também é incluída a variabilidade produtiva.

É possível que a participação em cooperativas colabore para maior organização técnica, produtiva e burocrática do produtor. Dessa forma, é esperado que a participação esteja associada com maior produtividade, menor quebras de safra e maior acesso ao seguro rural. As *dummies* estaduais controlam possíveis políticas específicas em cada estado, como políticas de crédito ou de aumento de produtividade de alguma cultura em específico, que não ocorra em outros.

Tabela 5 – Estatísticas descritivas das variáveis dependentes e da matriz X_i

Variáveis	Observação	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Produtividade (kl/km ²)	5.495	13.329,58	18.866,56	4,00	104.267,20
Variabilidade produtiva (%)	5.525	34,40	27,77	0,00	320,93
Quantidade quebras (25%)	5.530	3,08	2,69	0,00	14,00
Quantidade quebras (50%)	5.530	1,23	1,99	0,00	14,00
Área plantada asseguradas (%)	5.533	3,37	6,28	0,00	63,15
População (hab)	5.570	37.282,03	218.399,90	812,00	12.106.920
PIB <i>per capita</i> (R\$)	5.570	27.438,92	26.128,14	4.094,79	431.623,30
VAB Agro (%)	5.570	18,53	14,86	0,00	83,96
Aubou (%)	5.563	47,69	29,00	0,00	100,00
Defensivo (%)	5.563	35,92	27,28	0,00	100,00
Trator (%)	5.248	1,67	1,06	1,00	41,50
Irrigação (%)	5.422	18,52	28,62	0,00	100,00
Cooperativa (%)	5.563	16,06	20,69	0,00	100,00
Risco Irrigação (%)	5.139	18,48	33,42	0,00	100,00

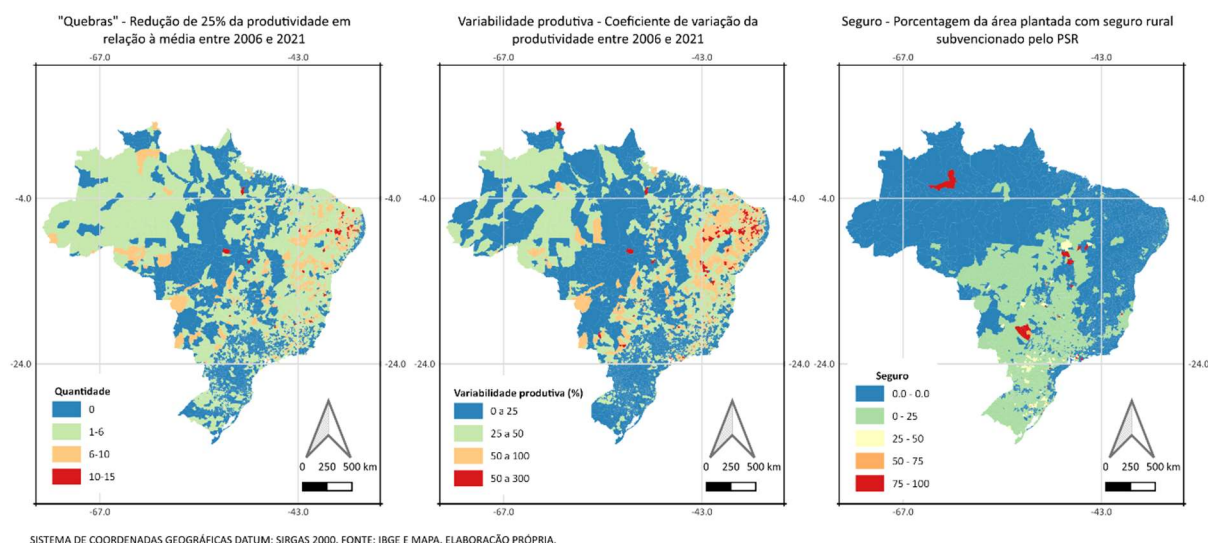
Fonte: ANA e IBGE. Elaboração própria.

5. Resultados

Um primeiro resultado pode ser observado na Figura 2 que apresenta mapas do Brasil por municípios, ilustrando a distribuição territorial da ocorrência de quebras de produtividade (redução de 25% em relação à média), a variabilidade produtiva e a média de área plantada com PSR no período de 2006 a 2021. Inicialmente, é relevante apontar que os mapas foram construídos com as variáveis descritas na seção anterior e adota esquemas de cores semelhante aos dois primeiros mapas da Figura 1. Desta forma é mais fácil associá-los: observa-se que há maior quantidade de quebras e variabilidade na produtividade em regiões com menor segurança hídrica na dimensão de resiliência. É possível observar também que a variabilidade produtiva e as quebras de safra possuem distribuição semelhante na intensidade. Por outro lado, a distribuição do seguro com subvenção apresenta distribuição quase que oposta à menor segurança hídrica, a quebras e a variabilidade produtiva. Desta forma, aparentemente, a distribuição do PSR não é direcionada para atender às áreas com maior risco climático.

As estimações defendidas na seção anterior complementam a visualização dos mapas, já que elas permitem controlar variáveis institucionais e tecnológicas para estimar a associação entre as variáveis. Desta forma, a seguir, são apresentados os resultados das estimações.

Figura 2 – Brasil por municípios: quebras, variabilidade produtiva e seguro rural



A Tabela 6 apresenta estimações em que a variável dependente é a produtividade agrícola municipal. As estimações I, II e III consideram o indicador de segurança hídrica em todas as dimensões do ISH (humana, ecossistêmica, econômica e resiliência), sendo que apenas a dimensão de resiliência e o indicador de variabilidade pluviométrica estão diretamente associados à produtividade agrícola municipal. É relevante apontar que o coeficiente de maior magnitude foi na dimensão resiliência. Desta forma, tem-se evidência de que os indicadores utilizados estão associados de forma significativa a capacidade produtiva agrícola dos municípios brasileiros.

Tabela 6 – Resultados: estimações para a média da produtividade agrícola municipal (2006 a 2021)

Variáveis	I	II	III
ISH	2.736,46 ^(a) (366,81)		
Resiliência		4.068,56 ^(a) (305,26)	
Variabilidade Pluviométrica			1.483,83 ^(a) (251,95)
Controles	Sim	Sim	Sim
<i>Dummies</i> Estados	Sim	Sim	Sim
Constante	Sim	Sim	Sim
R ²	0,517	0,532	0,515
Observações	5.153	5.153	5.153

Elaboração própria. ^(a) p<1%. ^(b) p<5%. ^(c) p<10%.

Em relação ao seguro, objeto de estudo deste trabalho, importa a variabilidade da produtividade, uma vez que é devido a variações significativas que há o acionamento do mecanismo. Isto é, quando existe quebra há o pagamento do seguro para o agricultor. Porém, é importante sinalizar que a contratação do seguro depende não da quebra em si, mas da expectativa em relação a probabilidade de ocorrer a quebra. Para verificar a relação dos indicadores de segurança hídrica com a variação da produtividade, foram construídos três indicadores: quebras de 25%; quebras de 50% e coeficiente de variação da produtividade.

A Tabela 7 expõe os resultados para estas variáveis. O ISH não apresentou relação significativa com os indicadores de variação da produtividade. Esse indicador, como comentado, capta diversas situações de segurança hídrica, inclusive não associadas à produtividade. Porém, o indicador de resiliência e o de variabilidade pluviométrica foram significativos e negativos para as três variáveis. Este resultado indica que quanto maior a segurança hídrica nessas dimensões, menos frequentes são os eventos de quebra e menor o coeficiente de variação da produtividade municipal.

Tabela 7 – Resultados: estimações para quantidade de “quebras” (redução da produtividade agrícola municipal em relação à média entre 2006 e 2021) de 25% e de 50% e para o coeficiente de variação da produtividade municipal

Variáveis / Estimações	Quebras (25%)			Quebras (50%)			CV da produtividade		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
ISH	-0,072 (0,057)			-0,002 (0,045)			-0,876 (0,608)		
Resiliência		-0,247 ^(a) (0,048)			-0,094 ^(a) (0,035)			-2,305 ^(a) (0,464)	
Variabilidade Pluviométrica			-0,185 ^(a) (0,035)			-0,052 ^(b) (0,023)			-1,234 ^(a) (0,275)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Estados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Constante	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R ²	0,303	0,307	0,306	0,265	0,266	0,265	0,306	0,309	0,307
Observações	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153

Elaboração própria. ^(a) p<1%. ^(b) p<5%. ^(c) p<10%.

É importante apontar que o indicador de variabilidade pluviométrica tem magnitude menor que de resiliência em todas as estimações, o que é um efeito esperado, uma vez que a dimensão de resiliência ainda considera capacidade de reserva (natural e artificial) da localidade. Por serem indicadores sintéticos classificados em classes, os coeficientes possuem interpretação econômica com pouco significado. Por exemplo, pode-se dizer que estar com classificação de segurança hídrica na dimensão de resiliência em “máxima” em relação a “boa” gera uma redução na quantidade esperada de quebras de safra a 25% em 0,247 vezes.

A Tabela 8 apresenta os resultados das estimações para média municipal de área plantada com seguro agrícola que recebeu subvenção ao prêmio pelo PSR entre 2006 e 2021. Uma vez que o índice de segurança hídrica foi efetivamente publicado em 2017, foram realizadas estimações antes e depois da publicação.

O primeiro ponto a se destacar é que as estimações considerando a média antes e depois não divergem significativamente das estimações considerando todo o período. Tanto o indicador de resiliência quanto o de variabilidade pluviométrica estão diretamente associados a porcentagem de área plantada segurada com PSR, isto é, se a segurança hídrica nessas dimensões é maior, há mais área com seguro. Esse resultado está relacionado com aqueles apresentados anteriormente, dado que em locais em que os indicadores de segurança hídrica são menores (mais inseguros), há mais quebras e maior variabilidade na produtividade; porém, há também menor percentual da área plantada com seguro subvencionado. Isto implica a possibilidade da subvenção do seguro estar concentrada em municípios com menor risco hídrico, o que releva uma falha nessa política agrícola.

Tabela 8 – Resultados: estimações para a média municipal de área plantada com seguro agrícola com PSR entre 2006 e 2021, 2017 e 2021 e 2006 a 2016.



Variáveis / Estimações	Seguro		Depois de 2017		Antes de 2017	
	II	III	II	III	II	III
Resiliência	0,424 ^(a) (0,110)		0,418 ^(b) (0,185)		0,423 ^(a) (0,101)	
Variabilidade Pluviométrica		0,425 ^(a) (0,107)		0,679 ^(a) (0,182)		0,330 ^(a) (0,097)
CV Produtividade	-0,008 ^(a) (0,002)	-0,008 ^(a) (0,002)	-0,004 (0,005)	-0,004 (0,005)	-0,009 ^(a) (0,002)	-0,009 ^(a) (0,002)
Risco Irrigação	0,768 ^(a) (0,258)	0,649 ^(b) (0,265)	1,085 ^(b) (0,510)	1,050 ^(b) (0,517)	0,632 ^(a) (0,213)	0,483 ^(b) (0,219)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Estados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Constante	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R ²	0,417	0,418	0,334	0,337	0,393	0,393
N	4.863	4.863	4.863	4.863	4.862	4.862

Elaboração própria. ^(a) p<1%. ^(b) p<5%. ^(c) p<10%.

Nas estimações na Tabela 8 também são apresentados os resultados para a variabilidade da produtividade e do percentual da produção irrigada que está sujeita a risco hídrico. Observa-se que maior variabilidade produtiva está associada, no período todo, a menor área plantada com seguro. Porém, o percentual da produção irrigada em risco está diretamente associado a contratação de seguro com subvenção. Desta forma, é possível sugerir a possibilidade de a subvenção ao prêmio no seguro rural estar sendo direcionada principalmente para área com irrigação que estão sujeitas a risco hídrico, porém não para áreas com menor capacidade de resiliência à seca ou instabilidade pluviométrica.

Efeitos heterogêneos por culturas

Como já apontado, é possível que cada cultura apresente dinâmicas de exposição ao risco hídrico e contratação de seguro com subvenção diferentes devido a características agrícolas intrínsecas à produção e por questões institucionais. Desta forma, é relevante realizar estimações para cada cultura em específico: arroz, milho, soja, cana-de-açúcar, café e uva.

A Tabela 9 mostra as estimações para o coeficiente de variabilidade da produtividade para cada cultura utilizando o indicador da dimensão de resiliência. Importa dizer que o coeficiente de variabilidade apresenta consistência com os resultados obtidos por quantidade de quebras; ademais, não são reportados outros resultados, como as estimações para variabilidade pluviométrica, devido ao espaço disponível. Os resultados convergem para o caso geral nas culturas de arroz e milho (1ª e 2ª safra), divergem para soja e não apresentam significância para cana-de-açúcar, café e uva. É possível que a cultura de soja, que possui maior intensidade tecnológica, esteja concentrada em áreas de menor segurança hídrica, de forma que, menor resiliência à seca se associe à menor variabilidade produtiva.

Tabela 9 – Resultados: estimações para coeficiente de variabilidade da produtividade municipal por cultura entre 2006 e 2021

Variáveis / Culturas	Arroz	Milho 1ª Safra	Milho 2ª Safra	Soja	Cana-de-açúcar	Café	Uva
Resiliência	-1,505 ^(a) (0,428)	-3,541 ^(a) (0,427)	-1,694 ^(b) (0,659)	0,839 ^(a) (0,247)	-0,354 (0,317)	0,476 (0,561)	0,141 (0,732)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Dummies Estados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Constante	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R ²	0,363	0,538	0,426	0,369	0,170	0,113	0,069
N	3.454	4.950	2.091	2.449	3.975	1.995	1.503

Fonte: Elaboração própria. ^(a) p<1%. ^(b) p<5%. ^(c) p<10%.

A Tabela 10 apresenta os resultados das estimações para as médias de áreas plantadas com seguro subvencionado pelo PSR segundo as culturas. A cultura do arroz, da soja e da cana-de-açúcar têm comportamento semelhante ao caso geral; i.e., municípios com maior resiliência à seca também estão associadas à maior cobertura da área plantada com seguro (com subvenção ao prêmio pelo PSR). A cultura da uva apresenta coeficiente significativo e negativo; ou seja, quanto menor a resiliência à seca, maior a área com cobertura. Já as culturas de milho e café não apresentaram significância estatística.

Tabela 10 – Resultados: estimações para média de área plantada com seguro subvencionado pelo PSR por cultura entre 2006 e 2021

Variáveis / Culturas	Arroz	Milho 1ª Safra	Milho 2ª Safra	Soja	Cana-de-açúcar	Café	Uva
Resiliência	0,073 ^(c) (0,044)	-0,166 (0,108)	-0,009 (0,281)	1,046 ^(a) (0,376)	0,162 ^(a) (0,036)	0,085 (0,109)	-1,814 ^(a) (0,481)
CV Produtividade	-0,002 ^(b) (0,001)	0,003 ^(c) (0,002)	0,003 (0,007)	0,043 ^(c) (0,023)	-0,003 ^(a) (0,001)	0,002 (0,003)	-0,029 ^(c) (0,015)
Risco Irrigação	0,360 ^(c) (0,192)	0,921 ^(a) (0,175)	0,172 (0,356)	0,852 (2,240)	0,084 (0,083)	-0,182 (0,324)	0,238 (2,954)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Estados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Constante	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R ²	0,260	0,403	0,255	0,252	0,264	0,178	0,110
N	3.389	4.736	2.268	2.429	3.880	1.984	1.491

Fonte: Elaboração própria. ^(a) p<1%. ^(b) p<5%. ^(c) p<10%.

Importante ainda comentar que para milho (1ª safra) e soja a variabilidade da produtividade parece importar diretamente na área plantada segurada, enquanto arroz, cana-de-açúcar e uva possuem relação inversa. Milho (2ª safra) e café não apresentam relação significativa. Em relação à produção irrigada em risco, a área segurada está associada na cultura de arroz e milho 1ª safra. Ambas são culturas com uso intensivo de irrigação.

6. Conclusão

Esse trabalho investigou, através de estimações em *cross-section* para o ano de 2017, a relação entre segurança hídrica, produtividade agrícola, quebras de safra e cobertura da subvenção ao prêmio do seguro rural por municípios. O que se observou foi que a produtividade, quebras de safra e variabilidade da produtividade estão relacionadas com o risco hídrico. Quanto maior a segurança hídrica mais produtivo e com menor variabilidade da produtividade e quebras de safra, confirmando a primeira hipótese testada. Já a área segurada apresentou relação positiva com a segurança hídrica. Isto é, quanto maior a segurança, maior a área com seguro de que recebeu subvenção ao prêmio. Este último resultado contraria a hipótese de que áreas com maior insegurança hídrica seriam aquelas com mais apólices de seguros (de forma a reduzir os riscos).

Os elementos que podem explicar esse comportamento entre o risco hídrico e a subvenção ao prêmio de seguro rural pode ser explicada por questões institucionais e econômicas ligadas a produção

agropecuária em cada região. Como destacado por Ozaki (2011), alguns estados como Paraná e Rio Grande do Sul possuem uma estrutura institucional (agências bancárias, zoneamentos agrícolas) e organizacional (associações e cooperativas) que acabam afetando diretamente a concessão da subvenção ao prêmio de seguro rural, mesmo que o risco hídrico seja inferior ao observado em outras áreas. Dessa forma, esses fatores acabam sendo mais determinantes que a necessidade de minimizar os riscos climáticos presentes.

A mudança climática acentua e aumenta a frequência de eventos como secas, geadas, tempestades e alteração excessiva de temperatura. O combate às causas da mudança climática e investimentos para minimização do risco de escassez e cheias, portanto, são necessários e urgentes no Brasil. Contudo, frente as incertezas que os atuais eventos climáticos já causam, o desenvolvimento do seguro rural para manutenção da atividade agrícola é imprescindível. No entanto a literatura que avalia o PSR indica que não há recursos suficientes para a expansão e os resultados deste trabalho sugerem que não alcança as situações com maior risco. Contudo, os resultados desse trabalho indicam que deve haver um esforço adicional para direcionar os recursos dessa política para áreas em que os riscos climáticos e a variação da produtividade são maiores.

Na investigação por culturas, notou-se que há divergência nos resultados em cada um dos casos. Em especial, a soja apresentou comportamento inverso ao das outras culturas, apresentando um aumento do seguro em áreas com maior variabilidade na produtividade. Por ser um produto de significativo destaque para exportações, é um resultado que deve ser mais bem investigado em trabalhos futuros. Ainda em outros trabalhos é necessário ter dados a nível do estabelecimento agropecuário ou em mais anos para possibilitar análise longitudinais. A expansão da análise para outras culturas também é relevante. Considerando os dados já disponíveis, é necessário lidar com possível endogeneidade nos modelos e com efeitos espaciais.

Referências Bibliográficas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano Nacional de Segurança hídrica. Brasil. Brasília: ANA, 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Brasília: ANA, 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Irrigação – uso da água na agricultura irrigada. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2021.

CGSR – Comitê Gestão Interministerial do Seguro Rural. Resolução nº 64 de 09 de novembro de 2018. Plano Trienal do seguro rural 2019 – 2021. Brasília: CGSR, 2018.

GUIMARÃES, Thais Camolesi; IGARI, Alexandre Toshiro. 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.

MACEDO, Luís Otávio Bau; PACHECO, Adriano Biciano; DO ESPÍRITO SANTO, Ellen Souza. A evolução do Programa de Subvenção do Prêmio do Seguro Rural: uma avaliação do período 2006-10. Indicadores Econômicos FEE, v. 40, n. 4, 2013.

OZAKI, V.A.; SHIROTA, R. A experiência do seguro agrícola nos EUA: evolução e performance. Revista Brasileira de Risco e Seguro, v.1, n.2, p.69-87, 2005.

OZAKI, V.A. Em busca de um novo paradigma para o seguro rural no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 46, p. 97-119, 2008.

OZAKI, V. A. Uma digressão sobre o programa de subvenção ao prêmio do seguro rural e as implicações para o futuro deste mercado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, p. 495-514, 2011.

OZAKI, Vitor Augusto. Qual o custo governamental do seguro agrícola? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, p. 123-136, 2013.