

**DEMANDA POR SEGURO DE ÍNDICE CONSIDERANDO OS ASPECTOS
REGIONAIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL**

***DEMAND FOR INDEX INSURANCE CONSIDERING THE REGIONAL
ASPECTS OF SOUTHERN BRAZIL***

Ronaldo Torres

Doutor em Economia Aplicada pela ESALQ-USP. Piracicaba, São Paulo (SP), Brasil

Vitor Augusto Ozaki

Professor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia (ESALQ/USP).
Piracicaba, São Paulo (SP), Brasil

GT11. Elaboração e análise de política para agropecuária

Resumo: Este artigo avaliou a demanda por cobertura de seguro de índice para a soja na Região Sul do Brasil, incorporando heterogeneidades entre estados e Regiões Geográficas Intermediárias (RIs) combinadas ao perfil de agricultores enquadrados no Proagro Mais e no Proagro Tradicional. Para isso, foram construídos agentes representativos com probabilidades de perda e de ativação do índice estimadas via logit e com medidas de capacidade financeira frente à perda econômica, características que foram aplicadas ao modelo de demanda por seguro de índice sob curva de aversão relativa constante ao risco (CRRA). Os parâmetros estimados mostram forte heterogeneidade, com o Rio Grande do Sul combinando maior probabilidade de sinistro e menor razão entre riqueza e perda potencial, o que eleva a demanda média, enquanto Paraná e Santa Catarina exibem níveis menores. No geral, as RIs são marcadas por heterogeneidades em relação às suas características de risco e de absorção de perdas financeiras. Outro aspecto determinante é o preço, pois alíquotas favoráveis incentivam a contratação e podem elevar a cobertura, alíquotas justas tendem a manter a demanda em faixas intermediárias com baixa sensibilidade à aversão ao risco e alíquotas desfavoráveis conduzem à não contratação, exceto para perfis muito avessos ao risco ou onde a perda pesa mais sobre a riqueza, o que reforça o papel da subvenção para viabilizar preços favoráveis ou justos. Além disso, há aspectos que vão além do preço, como falhas de indenização, que podem limitar a contratação e, considerando as mudanças do Proagro em 2025, que estreitaram a proteção em áreas de alto risco, pode ser alternativa combinar o componente indexado com a cobertura tradicional do Proagro, de modo a atenuar episódios de perda sem pagamento do seguro de índice, ocasionados pelo risco de base, garantir a confiança e preservar a solvência do portfólio. Essa integração, além de agilizar indenizações, pode desonerar o Estado e reduzir gastos do Proagro, pois a atuação em seguro de índice seria condicionada a valores subvencionados, o que eleva a previsibilidade fiscal e a continuidade da proteção.

Palavras-chave: Demanda, Risco de base, Cobertura ótima, Proagro.

Abstract: This article assessed the demand for index based insurance coverage for soybean in Southern Brazil, incorporating heterogeneity across states and Intermediate Geographic Regions (IGRs) combined with the profile of farmers enrolled in Proagro Mais and Proagro Tradicional. To this end, representative agents were constructed with probabilities of loss and index trigger estimated via logit, as well as measures of financial capacity to absorb economic losses. These characteristics were then applied to an index insurance demand model under a constant relative risk aversion (CRRA) utility function. The estimated parameters indicate strong heterogeneity, with Rio Grande do Sul combining a higher probability of loss and a lower wealth to potential loss ratio, which raises average demand, whereas Paraná and Santa Catarina exhibit lower levels. Overall, IGRs are characterized by heterogeneity in their risk profiles and in their ability to absorb financial losses. Price is another key determinant: favorable premium rates encourage purchase and can increase coverage, actuarially fair rates tend to keep demand in intermediate ranges with low sensitivity to risk aversion, and unfavorable rates lead to non purchase, except for very risk averse profiles or where losses weigh more heavily on wealth. This reinforces the role of premium subsidies in enabling favorable or fair pricing. In addition, factors beyond price, such as claim settlement failures, may constrain uptake. In light of the 2025 changes to Proagro, which narrowed protection in high risk areas, an alternative is to combine the indexed component with traditional Proagro coverage to mitigate loss episodes without index insurance payout due to basis risk, build trust, and preserve portfolio solvency. This integration, besides speeding up indemnities, can reduce the fiscal burden and Proagro expenditures, since index insurance operation would be conditional on subsidized rates, increasing fiscal predictability and continuity of protection.

Keywords: Demand, Basis risk, Optimal coverage, Proagro.

1. Introdução

O clima exerce papel determinante na agricultura e, quando as condições se tornam adversas, os produtores rurais são os primeiros a apresentar perdas, pois a maior variabilidade climática intensifica os riscos em um setor já exposto a recorrentes riscos operacionais e de mercado. No Brasil, embora existam instrumentos de gestão de riscos apoiados pelo Estado, por meio do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), a oferta ainda é incipiente. Na safra de 2024, a cobertura de gestão de riscos, considerando o Proagro somado ao PSR, abrangeria cerca de 14% da área da produção nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas (MAPA, 2025; BACEN, 2025; IBGE, 2025).

Apesar de avanços recentes, o acesso a instrumentos de gestão de risco permanece restrito para muitos produtores, seja pela insuficiência de recursos destinados à subvenção no âmbito do PSR, seja pelo contingenciamento de gastos no Proagro, que tem imposto maior restritividade operacional a esses programas. Esse quadro de elevada exposição a choques climáticos e baixa penetração dos instrumentos de gestão de risco abre espaço para mecanismos complementares aos modelos tradicionais, entre os quais se destaca o seguro de índice, frequentemente caracterizado como instrumento de menor custo de verificação, especialmente em contextos de pequena escala e de restrições institucionais (Skees e Barnett, 2006; Barnett e Mahul, 2007).

Contudo, a adoção do seguro de índice também enfrenta dificuldades inerentes às características do instrumento, pois o acionamento se dá por gatilhos climáticos que associam o índice à perda agrícola e, quando o índice falha em acompanhar a variação efetiva da produção, emerge a divergência entre perda real e pagamento contratual, fenômeno conhecido como risco de base, o que fragiliza a confiança do produtor e reduz a utilidade do contrato (Greatrex et al., 2015).

Do ponto de vista microeconômico, a presença de risco de base rompe a equivalência entre perda e indenização que sustenta o seguro tradicional e, no modelo de demanda racional por seguro de índice de Clarke (2016) quando o pagamento esperado condicional à perda é inferior ao prêmio, a cobertura ótima é nula. Além disso, como a incerteza climática pode ou não gerar perda e o produtor também enfrenta incerteza quanto à ativação do índice, configura-se o que a literatura denomina “loteria dupla”, a qual deprime a disposição a pagar e desloca a demanda ótima para baixo mesmo sob preços competitivos (Elabed e Carter, 2015). Nesse contexto, para Lopez e Nkamení (2025), uma alternativa de oferta sustentável consiste em

combinar o componente indexado com cobertura tradicional, reduzindo a exposição a estados de perda sem pagamento e preservando a viabilidade do portfólio ao longo do tempo.

À luz da possibilidade de cobertura complementar pelo seguro de índice, abre-se espaço para vinculá-lo ao Proagro, pois a pressão recente decorrente da elevada sinistralidade e da concentração regional de perdas motivou ajustes normativos. Em 2024, o Conselho Monetário Nacional editou as Resoluções nº 5.127, nº 5.147 e nº 5.148, que redefiniram limites máximos de cobertura com base no Zoneamento Agrícola de Risco Climático, ajustaram alíquotas do adicional e aprimoraram critérios de enquadramento e de tratamento da recorrência de perdas. Em 2025, a Resolução nº 5.224 atualizou limites de cobertura, parâmetros de risco e a remuneração pela comprovação de perdas, mudanças concebidas para conter o risco fiscal e que, ao mesmo tempo, reduziram o limite máximo de cobertura em algumas regiões, criando oportunidade para a adoção de arranjos complementares.

Motivado a avaliar como o seguro de índice pode complementar o Proagro e aprimorar a gestão de riscos na agricultura, este artigo tem por objetivo analisar, para a Região Sul do Brasil, a demanda por cobertura desse instrumento, e para isso realizaram-se duas etapas, i) a construção de um agente representativo para os agricultores enquadrados no Proagro Mais e no Proagro Tradicional, cujo cultivo é a soja, elaborado no nível de Região Geográfica Intermediária (RI) e incorporando o risco de ocorrência de perdas e a capacidade financeira de absorção de choques, ii) após a construção do agente representativo, aplicou-se a teoria da demanda por cobertura proposta por Clarke (2016) para verificar se as condições desses agentes geram demanda por esse seguro, buscando identificar diferenças intrarregionais e avaliar padrões por estado e por RIs.

Além desta introdução, o artigo organiza-se em mais quatro seções. A seção 2 apresenta a revisão de literatura, a qual oferece um panorama sobre o seguro de índice. A seção 3 descreve os dados e a metodologia, incluindo a maneira como se dá a construção dos agentes representativos e como foi realizada a aplicação da metodologia que estima a demanda por cobertura do seguro de índice, bem como a construção dos bancos de dados. Na seção 4, discutem-se os padrões de cobertura ótima por estado e por RIs. Por fim, a seção 5 apresenta as conclusões.

2. Revisão da Literatura

O seguro de índice é visto como uma maneira de os agricultores melhorarem o gerenciamento de riscos climáticos, principalmente em países em desenvolvimento e para

pequenos agricultores (Skees e Barnett, 2006; Barnett e Mahul, 2007). Contudo, sua adoção ainda enfrenta dificuldades, para Greatrex et al., (2015) a baixa demanda pelo seguro de índice entre agricultores decorre de limitações de oferta e de capacidade de entrega em escala. Os autores também indicam fatores do lado do produtor que limitam a aquisição desse seguro, sendo o principal o risco de base, que é entendido como a discrepância entre a perda real e a perda contratual, afetando a confiança do agricultor sobre nesse instrumento de gestão de riscos.

Considerando a teoria da escolha sob risco, tem-se que a demanda pelo seguro de índice não replica a lógica do seguro tradicional, pois a presença de risco de base rompe a equivalência entre perda e pagamento. No modelo de demanda racional para o seguro de índice desenvolvido por Clarke (2016), se o pagamento esperado condicionado à perda for menor que o prêmio, a cobertura ótima é zero. Além disso, a aversão ao risco composto, decorrente da natureza multicamada e incerta dos contratos indexados, reduz a disposição a contratar. Nesse enquadramento, a baixa demanda observada por seguros climáticos indexados entre agricultores de baixa renda pode ser uma resposta racional a custos de inércia, ao risco de base e à incerteza contratual, e não apenas a vieses comportamentais ou a restrições de oferta.

As evidências empíricas confirmam os mecanismos teóricos em diferentes ambientes produtivos, em estudos realizados com produtores, há registros que elucidam a relutância em pagar taxas de mercado quando o índice falha em acompanhar a variabilidade da produção agrícola. Parte da contratação desse instrumento é vinculada a exigências de crédito e não a uma preferência genuína do produtor (Miranda e Farrin, 2012). Os agricultores reagem ao empilhamento de incertezas presente em contratos indexados, pois enfrentam risco de ocorrência da perda e risco de não receber mesmo quando perdem. Essa aversão ao risco composto reduz a disposição a contratar e desloca a demanda por cobertura ótima para baixo (Elabed et al., 2013; Elabed e Carter, 2015). Ainda, as percepções de justiça e aprendizado social também afetam a decisão individual e a renovação, com respostas sensíveis a episódios de perda sem indenização e a comparações entre vizinhos (Hazell e Hess, 2010; Carter et al., 2017; Clement et al., 2018; Ceballos e Robles, 2020; Kramer, Porter e Bizuayehu, 2023).

O risco composto é relacionado ao fato de o agricultor enfrentar mais de uma incerteza ao mesmo tempo, primeiro existe a incerteza de ele ter ou não perda no campo e segundo existência a incerteza de o índice pagar ou não. No plano comportamental, Elabed e Carter (2015) demonstram que o seguro de índice é percebido como uma loteria dupla, pois há incerteza sobre a ocorrência da perda e também sobre o acionamento do índice. Essa estrutura reduz a disposição a pagar mesmo entre produtores com preço competitivo e pode cortar pela

metade o mercado potencial. A resposta passa por reduzir o risco composto com camadas que protegem estados de perda severa e por aumentar a auditabilidade do índice.

Para Lopez e Nkamen (2025), uma alternativa para a oferta sustentável do seguro de índice é combinar o componente indexado com cobertura tradicional, reduzindo a exposição a estados de perda sem pagamento e preservando a viabilidade do portfólio. Gamage (2021) aponta na mesma direção ao mostrar que portfólios que acoplam o índice a instrumentos financeiros complementares elevam a adesão quando reduzem a probabilidade de perda sem indenização. Nesse sentido, uma das alternativas seria a priorização de arranjos em camadas que diminuam o risco de não pagamento e mantenham o contrato atrativo e solvente quando o risco de base não pode ser eliminado.

Além da combinação com outros mecanismos de seguro, a literatura também discute a utilização de contratos multiescala, que combinam um gatilho regional com outro local, para reduzir falsos negativos e melhorar a correspondência entre índice e perdas. Essa abordagem seria promissora para mitigar o risco de base e aumentar a atratividade do produto (Elabed et al., 2013).

Em síntese, a literatura converge no sentido de que a redução do risco de base e da incerteza contratual é condição central para melhorar o desempenho do seguro de índice. Surgem como opções o ajuste do gatilho à realidade de perdas e ao perfil de aversão do produtor, a combinação do componente indexado com cobertura tradicional quando o risco de base não pode ser eliminado, além da utilização de contratos multiescala. Por fim, políticas públicas que criem condições favoráveis, como subsídios e apoio à capacidade de entrega em escala, podem atuar como impulsionadoras ao alinhar incentivos e metas objetivas de desempenho por região, favorecendo uma reação de demanda persistente e coerente com o modelo de demanda racional.

3. Metodologia

Considerando as características do seguro de índice, Clarke (2016) construiu um modelo microeconômico voltado à exposição ao risco de base, buscando representar como ocorre a tomada de decisão do agricultor em relação a esse tipo de seguro. Para isso, além das características do seguro de índice, o autor parte de uma função de utilidade, sendo esta a função de Von Neumann-Morgenstern.

Para a introdução dos cenários referentes ao índice, tem-se exposto na Tabela 1 os cenários responsáveis pela demanda racional de seguros indexados, os quais são analisados a

partir de quatro possíveis resultados, com base na ocorrência (ou não) de uma perda real L e na ativação (ou não) do índice do seguro. A composição desses cenários também leva em consideração a riqueza inicial do agricultor representada por w , e para a situação em que o agricultor opte por contratar o seguro, ele paga um prêmio P , que depende da probabilidade de o índice acionar q , do multiplicador do prêmio m , da proporção de cobertura contratada α e do valor da perda L , resultando na equação $P = qmaL$. A cobertura α , por sua vez, representa a fração da perda que será indenizada caso o índice acione, variando de 0 (nenhuma cobertura) a 1 (cobertura integral).

Nos diferentes cenários, a riqueza líquida do agricultor varia de acordo com a combinação entre ocorrência do sinistro e ativação do índice. Se não houver perda nem acionamento do índice (00), sua riqueza será $w - P$, pois ele pagou o prêmio, mas não sofreu perda nem recebeu indenização. Se não houver perda, mas o índice acionar (estado 0I), ele ainda paga o prêmio, mas recebe αL , ficando com $w - P + \alpha L$. Já se houver perda real, mas o índice não acionar (estado L0), ele paga o prêmio e arca com toda a perda, ficando com $w - P - L$, sendo esse é o caso típico de risco de base negativo, quando há sinistro, mas o seguro não cobre. Por fim, se houver tanto perda quanto acionamento do índice (estado LI), ele paga o prêmio, sofre a perda, mas recebe a indenização parcial, encerrando com $w - P - L + \alpha L$.

Tabela 1 - Cenários dos quatro estados do seguro de índice

Cenários s	L0	LI	00	0I
Probabilidade π_s	r	$p - r$	$1 - q - r$	$q + r - p$
Riqueza, sem cobertura indexada	$w - L$	$w - L$	w	w
Riqueza, com cobertura indexada	$w - P$	$w - P - L$	$w - P$	$w - P$
(αL)	$- L$	$+ \alpha L$		$+ \alpha L$

O risco de base considerado na análise da demanda pelo seguro de índice para os agricultores é aquele em que, devido à perda L , esta é observada pelo indivíduo, mas não pela seguradora. Uma das condições do modelo estabelece que $0 < r < p(1 - q)$. Essa restrição garante que o risco de base exista, mas não seja tão elevado a ponto de comprometer a coerência do modelo, assegurando também que a compensação não seja excessiva.

Devido a essa estrutura de risco de base, a decisão ótima do agricultor em relação ao nível de cobertura α dependerá de seu grau de aversão ao risco, do custo do seguro e, sobretudo, da correlação entre o índice e as perdas reais. Nesse contexto, o objetivo do agricultor é escolher o nível de cobertura indexada α , em que $\alpha \geq 0$, para maximizar a utilidade indireta esperada.

Valor esperado (VE) depende da sua utilidade indireta, da sua riqueza, perdas, prêmios e pagamentos do seguro indexados, e é dado pela equação 1:

$$VE = \underbrace{(p-r)v(w-\alpha qmL - (1-\alpha)L)}_{\text{Termo LI}} + \underbrace{(q+r-p)v(w-\alpha qmL + \alpha L)}_{\text{Termo OI}} + \underbrace{(1-q-r)v(w-\alpha qmL)}_{\text{Termo OO}} + \underbrace{rv(w-\alpha qmL - L)}_{\text{Termo LO}} \quad (1)$$

A condição de primeira ordem nos dá a equação necessária para determinar o valor de α que maximiza o valor esperado da utilidade indireta do agricultor. Após a derivada que utiliza a regra da cadeia e manipulações algébricas, resulta na equação final da demanda por cobertura:

$$[Av'_{LI} + (1-A)v'_{OI}] - B[Cv'_{OO} + (1-C)v'_{LO}] = 0 \quad (2)$$

Equação para caracterizar a decisão ótima de cobertura α , ponderando o benefício marginal esperado da cobertura e o custo marginal ajustado pelo risco de base.

Considerando que o agente possui aversão ao risco, com suas preferencias sendo modeladas pela curva de aversão constante ao risco relativo CRRA:

$$u(x) = \begin{cases} \frac{x^{1-\gamma}}{1-\gamma}, & \text{se } \gamma \neq 1, \\ \ln x, & \text{se } \gamma = 1 \end{cases} \quad (3)$$

Dado que o objetivo é identificar a cobertura (α) em relação a aversão ao risco (γ) e a margem (m), frente as demais características dos agentes, tem-se a função que busca maximização da utilidade:

$$\alpha^*(\gamma, m) = \arg \max_{\alpha \in [0,1]} EV(\alpha, \gamma, m|p, q, r, w, L) \quad (4)$$

Na estimação da demanda por cobertura de seguro de índice, é necessária a obtenção dos parâmetros $(p, q, r, m, L, w, \gamma)$. Como o objetivo é aplicar essa teoria de demanda aos agricultores vinculados ao Proagro e esses parâmetros não são diretamente observáveis para esse público, o ponto de partida desta metodologia foi calcular coeficientes médios para esses parâmetros entre os usuários do Proagro, com resultados apresentados separadamente para o Proagro Mais e para o Proagro Tradicional. Conforme resumido no Quadro 1, os parâmetros necessários à aplicação são obtidos por referencial teórico, ou construída via dados referentes aos produtores que contratam Proagro.

Para o cálculo dos coeficientes p, q e r partiu-se da construção de gatilhos de precipitação para a soja por meio de regressões logísticas que relacionam sinistros de seca do Proagro a dados de precipitação no período de cultivo, com o objetivo de obter o gatilho que minimiza a diferença entre falsos negativos e falsos positivos. Nessa primeira etapa obteve-se o risco de base (r), a partir da matriz de confusão, que compara os acertos de ativação do índice

frente à ocorrência de sinistros registrados. Com os gatilhos calibrados estimou-se a probabilidade de acionamento do índice para as janelas de plantio do ZARC com risco de até 40%. Quando o acumulado de chuva no ciclo fica abaixo do gatilho registra-se ativação do índice. A probabilidade de acionamento é a fração de ativações sobre o total de cenários analisados. O procedimento foi aplicado ao período de 1950 a 2024 cobrindo todas as datas possíveis de plantio e resultou na probabilidade de ativação do seguro de índice média para as Regiões Geográficas Intermediárias (RIs). Essa informação foi utilizada para compor p e q .

Quadro 1 – Parâmetros utilizados para aplicação metodológica

Parâmetro	Definição	Procedimento/ Fonte
p	Probabilidade de perda real	Estimada com modelo logístico usando dados do Proagro (SICOR, 2025) e precipitação ERA5 Land Daily Aggregated (Muñoz-Sabater et al., 2021)
q	Probabilidade de acionamento do índice	Estimada com modelo logístico usando dados do Proagro (SICOR, 2025) e precipitação ERA5 Land Daily Aggregated (Muñoz-Sabater et al., 2021)
r	Risco de base (desajuste entre perda real e índice)	Obtido pela matriz de confusão dos gatilhos calibrados com Proagro e ERA5.
m	Multiplicador do prêmio	Parâmetro teórico com cinco valores 0,90 0,95 1,00 1,05 1,10.
L	Perda potencial	Média dos valores de custeio dos contratos que contrataram Proagro (BACEN, 2025).
w	Riqueza do agricultor	Valor médio das propriedades com base no CAR (BACEN, 2025; MGI, 2025; Receita Federal, 2025). somado uma estimativa de maquinários que cada produtor viria de ter (IBGE, 2017; BACEN, 2025).
γ	Grau de aversão ao risco	Calibrado sob preferência CRRA

Fonte: Elaboração própria.

Para o multiplicador m adotaram-se cinco valores 0,90 0,95 1,00 1,05 e 1,10. O caso m igual a 1 representa taxa atuarial competitiva sem carregamento. Valores abaixo de 1 favorecem os produtores que contratam o seguro da soja, pois implicam prêmio inferior ao atuarial. Valores acima de 1 favorecem as seguradoras que ofertam o produto, pois incorporam carregamentos acima do atuarial.

Para estimar a perda potencial (L), adotou-se como medida o valor total previsto para o custeio em cada contrato de crédito rural da soja vinculado ao Proagro, considerando separadamente Proagro Mais e Proagro Tradicional. Selecionaram-se contratos no período de 2023 a 2024 e, em seguida, agregaram-se os registros por RI e por programa para calcular a média de L .

Para estimar os valores da riqueza dos produtores (w) por programa e por RI, adotou-se um procedimento em duas etapas. Na primeira calculou-se o valor das propriedades dos beneficiários do programa. Na segunda avaliou-se o valor dos implementos utilizados pelos produtores, contabilizando a soma de ambos como o total da riqueza.

Na primeira etapa, referente ao cálculo do valor da terra, filtraram-se os contratos com Proagro por programa e, a partir deles, identificaram-se os registros do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Para evitar a contabilização de áreas arrendadas, realizou-se o cruzamento dos CAR com a base de crédito para financiamento de equipamentos agrícolas, pois é comum o produtor vincular o financiamento do implemento à própria propriedade. Em seguida, agregaram-se os CAR válidos por produtor e calculou-se a área média por RI. Por fim, multiplicou-se a área média pelos Valores de Terra Nua utilizados como parâmetro na declaração do Imposto Territorial Rural (ITR), obtendo o valor médio da propriedade por RI e por programa.

Na segunda etapa, estimou-se o valor do maquinário agrícola. Usaram-se dados do Censo Agropecuário para obter a quantidade média de tratores e colheitadeiras por produtor, distinguindo os estabelecimentos que se enquadram no Proagro Mais, identificados no Censo como agricultura familiar e Pronaf B, e os do Proagro Tradicional, identificados como Pronamp. Para cada RI, calculou-se o número médio de tratores e colheitadeiras por produtor. Para valorar os equipamentos consultou-se os valores médios dos equipamentos adquiridos nos CARs das propriedades que contrataram Proagro, obtendo valores médios de tratores e colheitadeiras por região e por programa. Esses valores foram multiplicados pelas quantidades médias estimadas em cada RI e programa, compondo o restante da estimativa da riqueza w .

Quanto ao grau de aversão ao risco γ , adotam-se preferências de aversão relativa constante (CRRA), adequadas ao contexto agrícola em que perdas, coberturas e prêmios crescem proporcionalmente à escala da operação. Conforme Hardaker et al., (2015) essa especificação é particularmente pertinente quando os resultados financeiros guardam proporção com a riqueza do agricultor. A calibração de γ sob CRRA buscou reproduzir padrões observados de contratação e níveis de cobertura no Proagro, preservando a coerência com os demais parâmetros do modelo e permitindo interpretações comparáveis entre regiões e programas.

Com os parâmetros obtidos, aplicou-se a função de demanda por seguro de índice aos dois perfis de produtores analisados, os contratantes do Proagro Mais e do Proagro Tradicional. A análise ocorreu em dois níveis, primeiro em nível estadual e depois por RIs. O foco foi

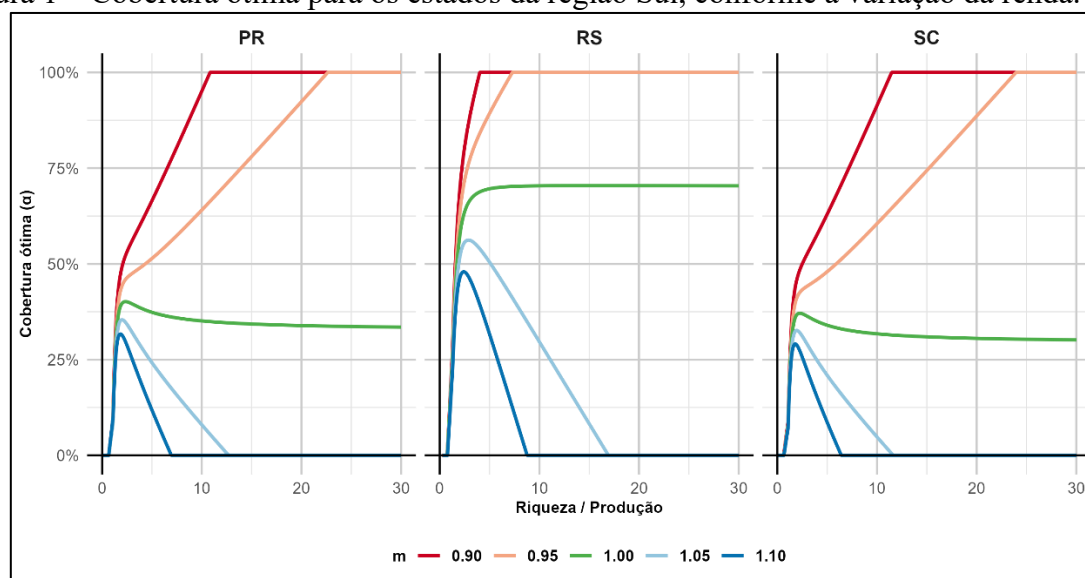
calcular a cobertura demandada em função do grau de aversão ao risco, comparando a variação da cobertura ótima entre estados e RIs para diferentes valores de aversão ao risco e para as demais características pertinentes às regiões.

4. Resultados

Com os parâmetros calculados, aplicou-se a demanda por cobertura do seguro de índice, a Figura 1 apresenta como, para um agente representativo com aversão ao risco sob CRRA igual a 2, a razão entre riqueza e perda potencial afeta a demanda por cobertura ótima α^* contratada pelos agricultores nos estados da Região Sul. A partir do ponto em que a riqueza supera a perda potencial, a cobertura ótima tende a crescer de forma acentuada. Nos casos em que o prêmio é atuarialmente favorável ($m < 1$), a cobertura pode alcançar 100%. Em contrapartida, quando o prêmio é atuarialmente desfavorável ($m > 1$), a demanda por cobertura se reduz, e essa queda é mais intensa à medida que a razão entre riqueza e perda aumenta. Em síntese, prêmios mais baixos sustentam coberturas elevadas mesmo para produtores capitalizados, enquanto prêmios mais altos reduzem a necessidade e a atratividade da proteção conforme a riqueza cresce.

O comportamento observado na Figura 1, já foi discutido por Clarke (2016), que indica que a demanda por seguro de índice não é monotônica em relação à riqueza e ao preço, e também varia de acordo com o risco de base. Isso significa que, à medida que a riqueza aumenta em relação à perda potencial, a cobertura ótima não cresce nem diminui de forma consistente. Essa não monotonicidade é particularmente evidente quando os prêmios são atuarialmente desfavoráveis $m > 1$. Em síntese, prêmios mais baixos tendem a sustentar coberturas mais altas, enquanto que quando o prêmio é atuarialmente desfavorável $m > 1$, a demanda por cobertura tende a diminuir à medida que a riqueza aumenta em relação à perda potencial.

Figura 1 – Cobertura ótima para os estados da região Sul, conforme a variação da renda.



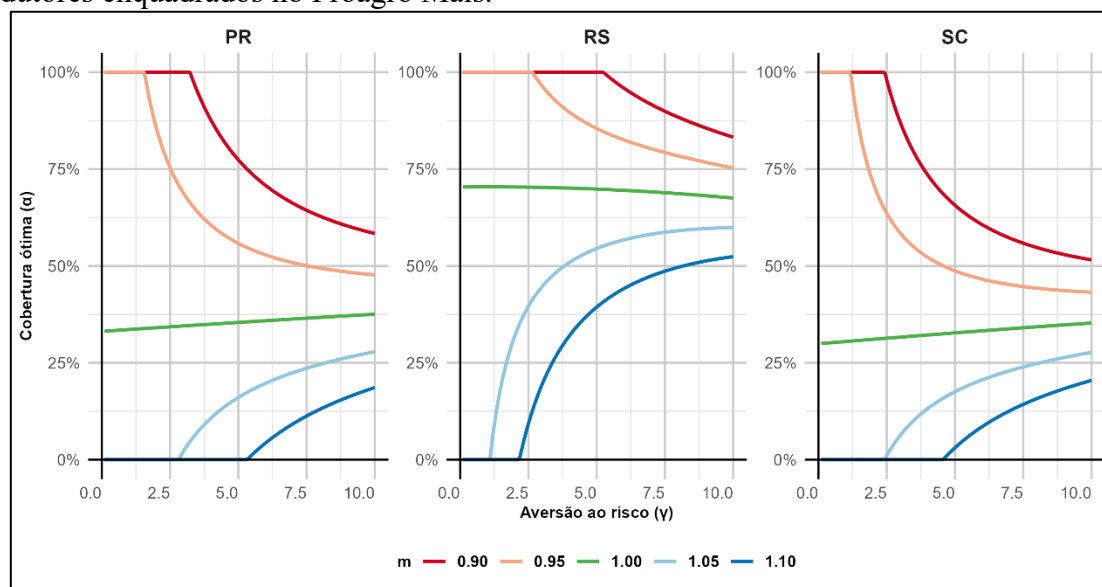
Fonte: Elaboração própria.

Nota: Foi considerado um $\gamma = 2$

Para a situação em que se levam em consideração os níveis médios de riqueza e a perda potencial, apresenta-se na Figura 2 a resposta do produto à aversão ao risco para os agricultores enquadrados no Proagro Mais nos estados da região Sul. No geral, a variação da demanda por cobertura de seguro de índice frente à aversão ao risco difere conforme os múltiplos atuariais m . Quando a taxa é justa $m = 1$, a demanda pelo seguro se mantém relativamente estável, com oscilação inferior a 5 pontos percentuais (p.p.) entre os cenários de baixa e alta aversão ao risco. Quando a taxa é favorável ao agricultor $m < 1$, a demanda por cobertura atinge 100% para níveis mais baixos de aversão ao risco e se reduz à medida que a aversão aumenta. Já com taxas atuariais desfavoráveis $m > 1$, o cenário é distinto, pois somente agricultores com nível elevado de aversão ao risco tendem a contratar cobertura. Observa-se ainda que, nos diferentes cenários de multiplicadores atuariais, há convergência da cobertura ótima contratada à medida que a aversão ao risco aumenta.

Ainda na Figura 2, o Rio Grande do Sul é o estado com maior demanda por cobertura do seguro de índice entre os produtores enquadrados no Proagro Mais. Considerando uma taxa atuarial justa $m = 1$ e suas características regionais, a demanda por cobertura supera 60% para a maioria dos níveis de aversão ao risco. Esse resultado se explica pela maior probabilidade de ocorrência de sinistros combinada com a menor razão entre riqueza inicial e perda potencial. No Paraná e em Santa Catarina, a demanda por cobertura é menor, com valores em geral inferiores a 40%, em razão da menor probabilidade de perdas e de uma condição financeira mais favorável dos produtores diante das perdas potenciais.

Figura 2 – Cobertura ótima para os estados da região Sul, conforme a aversão ao risco para produtores enquadrados no Proagro Mais.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 3, apresenta-se a cobertura ótima em função do grau de aversão ao risco para os agricultores enquadrados no Proagro Tradicional. No geral, há uma tendência se semelha à registrada no Proagro Mais, com diferenças que se restringem aos valores observados nos cenários de demanda por cobertura do seguro de índice. Quando a taxa atuarial é justa $m = 1$, a demanda por cobertura se mantém estável, com oscilações inferiores a 3 pontos percentuais. Quando a taxa atuarial é favorável ao agricultor $m < 1$, verifica-se redução da demanda por cobertura à medida que a aversão ao risco aumenta. No Rio Grande do Sul, a cobertura para $m = 0,90$ permanece em 100% mesmo nos cenários de maior aversão ao risco. Por fim, quando as alíquotas são desfavoráveis $m > 1$, os resultados indicam que, à medida que a aversão ao risco se eleva, há aumento da demanda por cobertura, mas para os níveis baixos de aversão ao risco, a demanda por cobertura do seguro de índice é zero.

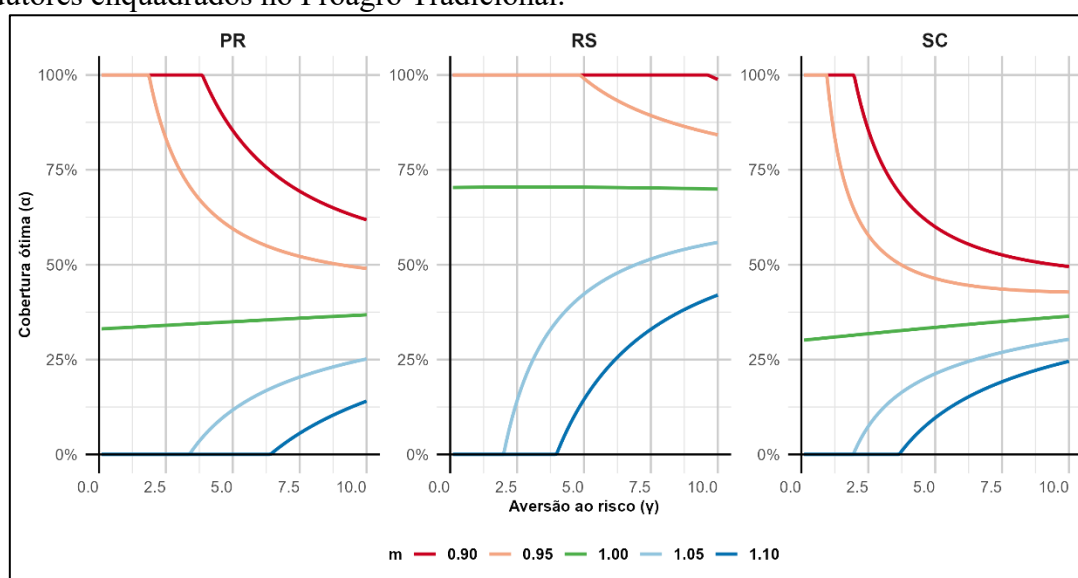
Ainda na Figura 3, para o Rio Grande do Sul, no cenário de taxa atuarial justa, a demanda por cobertura é de aproximadamente 70%, enquanto no Paraná e em Santa Catarina a cobertura máxima atingida é de cerca de 36%. Esses resultados estão associados à maior probabilidade de ocorrência de sinistros, o que se traduz em diferenças na cobertura demandada entre os estados.

Os resultados obtidos para o Proagro Mais e o Tradicional para os estados da região Sul mostram alinhamento entre a demanda para os agricultores enquadrados nos dois programas, principalmente quando se levando em consideração o cenário de taxa atuarial justa $m = 1$. No

entanto, quando analisado o cenário em que as alíquotas atuariais não apresentam valores justos, há diferenças entre os agricultores enquadrados nos dois programas, sendo essas diferenças maiores para o estado do Rio Grande do Sul, que, para o Proagro Tradicional, quando se tinha valores de $m < 1$, se tinha uma demanda de 100% de cobertura para níveis mais elevados de aversão ao risco. Em contrapartida, para $m > 1$, haveria um deslocamento do início da demanda por cobertura do seguro de índice, fazendo com que a demanda só existisse para níveis mais elevados de aversão ao risco. O resultado dessa alteração se deve principalmente à diferença da relação entre a riqueza inicial frente à perda potencial, que seria diferente entre os agentes enquadrados nos dois programas, combinada a uma região em que as probabilidades de perda e acionamento do índice são elevadas.

Como complemento, os achados são consistentes com Clarke (2016), que argumenta que o seguro de índice difere do seguro indenizatório tradicional porque a demanda ótima não é monotônica em aversão ao risco, riqueza e preço. Esse resultado contrasta com os modelos clássicos, nos quais a demanda costuma variar de forma monotônica com esses fatores. A razão central é o risco de base, que introduz incerteza sobre o alinhamento entre pagamentos e perdas reais e reduz o valor de proteção do contrato. Como consequência, emergem padrões de demanda mais complexos para distintos níveis de aversão ao risco, em que a cobertura pode se tornar pouco atrativa quando o preço é elevado ou quando a correlação entre índice e perda é fraca.

Figura 3 – Cobertura ótima para os estados da região Sul, conforme a aversão ao risco para produtores enquadrados no Proagro Tradicional.



Fonte: Elaboração própria.

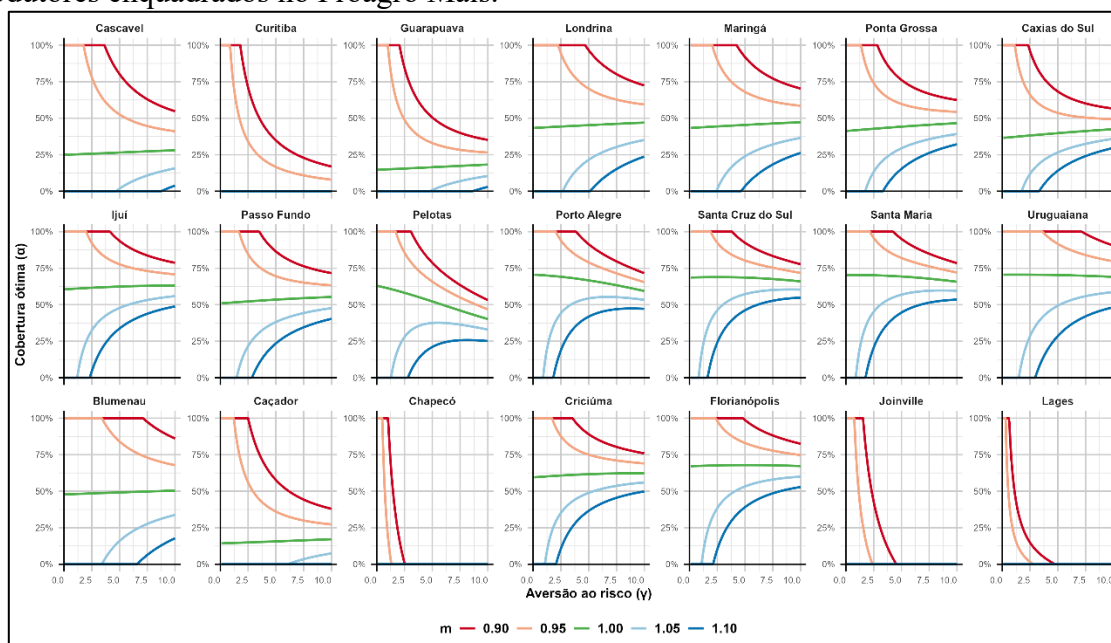
Na análise para as RIs dos estados da região Sul, avaliam-se como as heterogeneidades internas influenciam a demanda por seguro de índice. Na Figura 4, tem-se os resultados para a demanda por cobertura dos produtores enquadrados no Proagro Mais. Os resultados mostram, que no Paraná sob taxa atuarial justa $m = 1$, cinco das seis RIs apresentam demanda por cobertura do seguro de índice. No Rio Grande do Sul, as oito RIs exibem algum nível de demanda. Em Santa Catarina, o quadro é mais restritivo, pois apenas quatro das sete RIs demandam cobertura.

A ausência de demanda nas RIs é compatível com a não satisfação da condição de consistência do modelo, que requer $0 < r < p(1 - q)$. Essa restrição é crucial porque garante que o risco de base exista sem comprometer a coerência do modelo e evita compensações excessivas, o que preserva o valor de proteção do contrato. Quando essa condição é violada, o valor esperado do seguro se reduz e a demanda tende a zero, sobretudo onde o risco de base é elevado em relação às probabilidades de perda e de acionamento (Clarke, 2016).

Ainda para a Figura 4, quando o múltiplo atuarial é favorável ao produtor ($m < 1$), o preço efetivo do contrato eleva o valor de proteção do índice e sustenta níveis altos de cobertura para aversão ao risco moderada, sobretudo nas regiões em que a perda potencial pesa mais sobre a riqueza e em que a probabilidade de sinistro é elevada. Nessa configuração, a sensibilidade da demanda à aversão é menor, há rápida convergência para patamares elevados de cobertura. Em contraste, quando o múltiplo atuarial é desfavorável ($m > 1$), na situação em que o benefício marginal do índice cai abaixo do custo do prêmio, a solução ótima é a cobertura nula e a demanda só emerge para perfis avessos ao risco ou regiões em que a perda potencial pesa mais sobre a riqueza combinada com uma probabilidade de sinistro elevada.

Em termos de níveis médios de cobertura ótima, quando considerado um múltiplo atuarial justo $m = 1$, a Figura 7 indica que as RIs do Rio Grande do Sul apresentam os maiores níveis, com coberturas que oscilam entre 37% e 71%, mantendo patamares relativamente estáveis ao longo dos diferentes graus de aversão ao risco. No Paraná, nas RIs em que há demanda por cobertura, os valores médios da cobertura ótima situam-se entre 15% e 47%. Em Santa Catarina, entre as regiões que demandam cobertura, observa-se maior heterogeneidade, com RIs em que a cobertura ótima é de 14% e outras em que alcança 67%. Em síntese, sob $m = 1$ observa-se diferença entre estados quanto à demanda por cobertura do seguro de índice e heterogeneidade intrarregional que reforça a importância das condições locais de risco e de riqueza versus perda potencial para a formação da demanda, além da necessidade de considerar os aspectos regionais na formulação da oferta desse tipo de seguro.

Figura 4 – Cobertura ótima para as RIs da região Sul, conforme a aversão ao risco para produtores enquadrados no Proagro Mais.



Fonte: Elaboração própria.

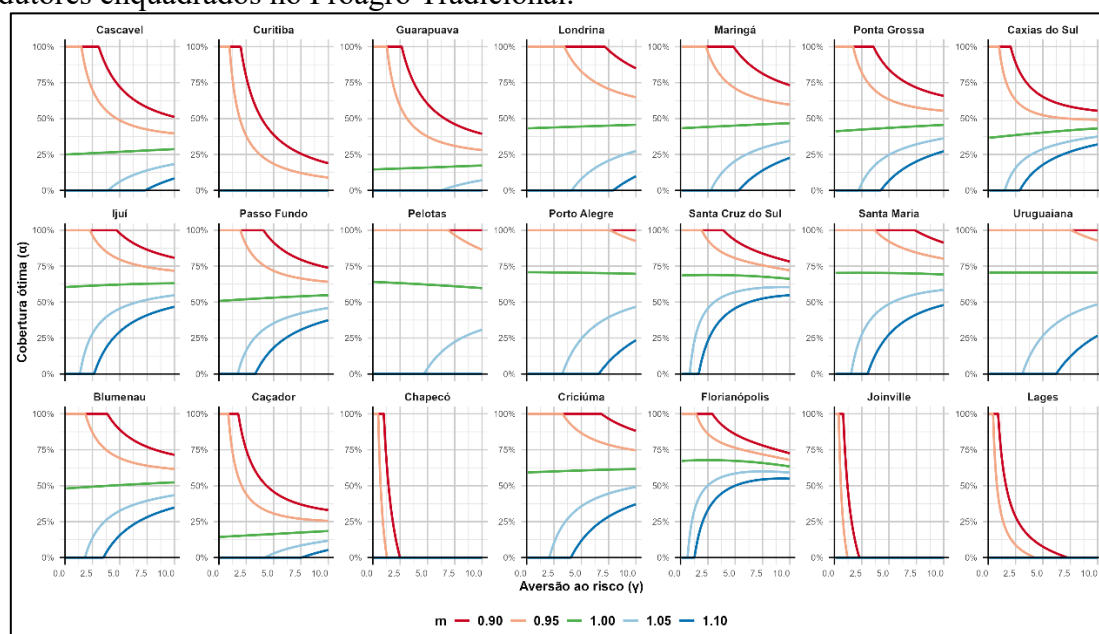
Em relação aos produtores das RIs enquadrados no Proagro Tradicional, apresentados na Figura 5, observa-se alinhamento com o padrão verificado para os produtores das RIs enquadradas no Proagro Mais sob taxa atuarial justa $m = 1$. As mesmas RIs permanecem sem demanda por cobertura ótima, especificamente uma no Paraná e três em Santa Catarina. Essa ausência de demanda decorre do fato de que, em ambas as análises, os parâmetros de risco de base, probabilidade de perda e probabilidade de ativação do índice são os mesmos, o que reproduz a mesma restrição de consistência do modelo. Em tais RIs não se satisfaz a condição $0 < r < p(1 - q)$, condição crucial por garantir a existência de risco de base sem comprometer a coerência do modelo e por evitar compensações excessivas, preservando o valor de proteção do contrato. Desse modo, mesmo com preço atuarialmente justo, a estrutura de risco local impede a formação de demanda por seguro de índice nessas regiões, em linha com a interpretação teórica de Clarke (2016).

Para os cenários em que o múltiplo atuarial varia, conforme a Figura 5, observa-se que, quando o múltiplo é favorável ao produtor $m < 1$, o preço efetivo do contrato eleva o valor de proteção do índice e sustenta níveis altos de cobertura para aversão moderada, sobretudo nas RIs em que a perda potencial pesa mais sobre a riqueza e a probabilidade de sinistro é elevada. Comparando os produtores enquadrados no Proagro Tradicional aos do Proagro Mais, registram-se casos de demanda de 100% em níveis mais altos de aversão ao risco, especialmente

em RIs do Rio Grande do Sul. Em contraste, quando o múltiplo é desfavorável ao produtor $m > 1$, o benefício marginal do índice fica abaixo do custo do prêmio, a solução ótima tende à cobertura nula e a demanda só emerge para perfis muito avessos ao risco ou em regiões onde a perda potencial pesa mais sobre a riqueza combinada com probabilidade de sinistro elevada. Em comparação com o Proagro Mais, há deslocamento do limiar de entrada da demanda, que passa a exigir níveis mais elevados de aversão ao risco para que a cobertura se torne atrativa.

Para níveis médios de demanda por cobertura ótima sob múltiplo atuarial justo $m = 1$, a Figura 8 indica que as RIs do Rio Grande do Sul exibem as maiores coberturas, com valores entre 37% e 71%, mantendo-se relativamente estáveis ao longo dos diferentes graus de aversão ao risco. No Paraná, entre as RIs com demanda, as coberturas médias situam-se entre 15% e 47%. Em Santa Catarina, nas regiões que demandam cobertura, observa-se maior heterogeneidade, com RIs em torno de 14% e outras alcançando 68%. Em síntese, os resultados com $m = 1$, mostram diferenças entre estados na demanda por seguro de índice e heterogeneidade intrarregional, reforçando a importância das condições locais de risco e de riqueza na formação da demanda e a necessidade de considerar especificidades regionais no desenho da oferta.

Figura 5 – Cobertura ótima para as RIs da região Sul, conforme a aversão ao risco para produtores enquadrados no Proagro Tradicional.



Fonte: Elaboração própria.

Quando se compara a tomada de decisão em cenário de taxa atuarial justa $m = 1$ entre os agentes representativos do Proagro Mais e do Proagro Tradicional (Figuras 27 e 28), observa-

se que, no modelo estimado, a diferença entre os dois agentes decorre exclusivamente da relação entre a riqueza e a perda potencial, sendo mantidos constantes os demais coeficientes. Nessa condição, os níveis médios de cobertura ótima apresentam limites inferior e superior semelhantes em ambos os casos, com exceção das RIs de Pelotas e Porto Alegre, que exibem diferenças. Esse resultado mostra que, sob prêmio justo, a demanda tende a seguir um padrão, mesmo diante de diferenças na capacidade de absorção de perdas entre os agentes.

A resposta da demanda por cobertura ao preço segue o previsto pela teoria e pela evidência empírica. Com preço favorável, a cobertura aumenta rapidamente e pode alcançar 100% de contratação do seguro de índice, sobretudo onde a perda pesa mais sobre a riqueza. Com preço justo, a demanda permanece estável em faixas intermediárias e é pouco sensível à aversão ao risco. Com preço desfavorável, o benefício marginal do seguro de índice fica abaixo do custo e a solução converge para cobertura nula, padrão não monotônico já documentado para produtos atuarialmente injustos e reforçado pela presença de risco de base (Clarke, 2016; Elabed et al., 2013). Portanto, a precificação adequada do seguro de índice é determinante para a demanda e, dadas as heterogeneidades regionais, seu desenho não pode desconsiderar essas especificidades, sob pena de afetar negativamente a adesão ao instrumento.

Outro aspecto importante posterior à implementação do seguro de índice, parte não modelada, mas potencialmente relevante para a demanda nos anos subsequentes, são as falhas de indenização e as percepções de justiça contratual reduzem a propensão à renovação, em consonância com estudos de aprendizado social e confiança em mercados de seguros climáticos (Hazell e Hess, 2010; Carter et al., 2017; Clement et al., 2018; Ceballos e Robles, 2020; Kramer, Porter e Bizuayehu, 2023). Como alternativas discutidas na literatura, figuram a combinação do componente indexado com coberturas tradicionais ou com instrumentos complementares em camadas, que visam reduzir estados de perda sem pagamento e sustentar a persistência de adesão preservando a solvência do portfólio (Gamage, 2021; Lopez e Nkamen, 2025).

Alinhada à alternativa de cobertura complementar, a agenda de mudanças do Proagro em 2025, estabelecida pela Resolução CMN nº 5.224, revisou limites de cobertura, parâmetros de risco, alíquotas do adicional e a remuneração pela comprovação de perdas. Em áreas de alta sinistralidade, parte desses ajustes tende a estreitar a proteção e abrir espaço para arranjos complementares, como o uso de seguro de índice para recompor cobertura onde o Proagro tornou-se restritivo. A redução da cobertura máxima do Proagro pode gerar estímulos para a contratação de coberturas complementares via o mercado de seguros agrícolas privados, com efeitos potenciais sobre o acesso ao crédito e a adoção de tecnologias que elevam a estabilidade

da renda, dinâmica que pode retroalimentar o desenvolvimento do próprio mercado (Hazell e Hess, 2010).

Em termos de implicações, os resultados sugerem que o seguro de índice pode atuar como alternativa ou complemento de cobertura, sobretudo quando recebe incentivos financeiros governamentais por meio de subvenção, uma vez que a demanda tende a ser elevada em cenários em que o preço favorece a contratação, seja com taxa atuarial justa ou favorável ($m \leq 1$). A cobertura complementar por seguro de índice amplia o conjunto de mecanismos de gestão de riscos e contribui para o equilíbrio das finanças públicas, pois reduz a necessidade de o Estado arcar integralmente com indenizações, ao mesmo tempo em que pode estimular a expansão do mercado segurador. Por fim, a combinação do componente indexado com cobertura tradicional ou com instrumentos complementares em camadas atenua os efeitos de estados de perda sem pagamento, apontados como um dos principais entraves à adoção de seguro de índice (Gamage, 2021; Lopez e Nkamen, 2025).

Em termos de complementariedade, o seguro de índice e o Proagro podem ser interpretados como um arranjo em camadas, no qual o Proagro permanece como base indenizatória do custeio, enquanto o componente indexado opera como cobertura adicional, análoga às modalidades complementares já previstas no programa, com a diferença de que o acionamento se dá por um gatilho climático verificável. Nessa construção teórica, a camada indexada recomporia parte da proteção em contextos nos quais a cobertura do Proagro se torna mais restritiva, reduzindo a exposição do produtor a perdas relevantes sem recomposição financeira compatível. Do ponto de vista operacional, a implementação pode ocorrer no âmbito da esfera pública ou por coordenação com a esfera privada, com participação de seguradoras na oferta e na gestão do risco do contrato indexado.

5. Considerações finais

Este trabalho estimou a demanda por cobertura do seguro de índice para produtores enquadrados no Proagro Mais e no Proagro Tradicional, construindo-se um agente representativo para cada programa e RI. Na estimação da demanda por cobertura do seguro de índice, os resultados indicam que, em ambos os enquadramentos do Proagro, a demanda é mais elevada no Rio Grande do Sul e em suas RIs. Isso não implica ausência de demanda nos demais estados e regiões, mas, nesses casos, as coberturas demandadas tendem a apresentar valores menores. Tais diferenças refletem a heterogeneidade entre regiões e enquadramentos dos produtores, o que reforça que a aplicação do seguro de índice deve partir da construção de

condições contratuais alinhadas às especificidades locais, pois esses elementos são decisivos para a formação da demanda.

O preço do seguro de índice mostrou-se decisivo para a formação da demanda por cobertura. Quando o contrato é ofertado em condições favoráveis ao produtor, a cobertura ótima tende a se elevar e pode se aproximar da contratação integral, sobretudo em regiões com maior exposição financeira e maior recorrência de perdas. Em condições de precificação consideradas justas, a demanda permanece em faixas intermediárias e apresenta baixa sensibilidade à aversão ao risco. Já em cenários em que o prêmio é relativamente elevado, a atratividade do instrumento se reduz de forma acentuada, levando com frequência à decisão de não contratar, com demanda residual restrita a produtores muito avessos ao risco ou a áreas de maior probabilidade de perdas. Nesse contexto, a subvenção é determinante para a demanda, pois viabiliza ao produtor a contratação do seguro com taxas favoráveis ou justas.

Considerando, de um lado, os desafios pós-implementação do seguro de índice, em que falhas de indenização reduzem a renovação por mecanismos de aprendizado social e de confiança, e de outro o ambiente criado pelas mudanças do Proagro em 2025, que revisaram limites de cobertura, alíquotas do adicional e a remuneração pela comprovação de perdas e, em regiões de alto risco, resultaram em menor proteção, tem-se dois problemas distintos que podem convergir para uma mesma solução ao se adotar arranjos complementares que combinem o componente indexado com cobertura tradicional operada em conjunto com o Proagro, de modo a reduzir a incidência de perdas não indenizadas, reforçar a confiança e preservar a solvência do portfólio. Em termos operacionais, essa complementariedade pode ser integrada ao fluxo de contratação do custeio pelos agentes financeiros, por meio de uma cobertura adicional acionada por gatilho climático, cuja implementação pode ser conduzida integralmente pela esfera pública ou, alternativamente, pelo mercado segurador privado.

Por fim, o uso de uma fonte complementar de seguro em conjunto com o Proagro traz benefícios que vão além da inserção do agricultor no mercado de seguros privados, pois essa combinação tende a agilizar o pagamento das indenizações e a reduzir os gastos públicos com as coberturas do programa. Mesmo com a presença de subvenção, os valores subvencionados podem ser previamente estipulados pelo governo, o que diminui a incerteza fiscal e a dependência de desembolsos extraordinários observados nos últimos anos, ao mesmo tempo em que reforça a previsibilidade orçamentária e a continuidade da proteção.

Referências

BACEN. Relatório Matriz de Dados do Proagro. 2025. **Matriz de dados do Proagro**. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/reportproagro?path=conteudo%2FMDCR%2FReports%2FP_qvc

[Regiao.rdl](#). Acesso em: 12 nov. 2025.

BARNETT, B. J.; MAHUL, O. Weather index insurance for agriculture and rural areas in lower-income countries. **American Journal of Agricultural Economics**, [N.p.], vol. 89, nº 5, p. 1241–1247, 2007.

CARTER, M.; DE JANVRY, A.; SADOULET, E.; SARRIS, A. Index insurance for developing country agriculture: a reassessment. **Annual Review of Resource Economics**, [N.p.], vol. 9, nº 1, p. 421–438, 2017.

CEBALLOS, F.; ROBLES, M. Demand heterogeneity for index-based insurance: The case for flexible products. **Journal of Development Economics**, [N.p.], vol. 146, p. 102515, 2020.

CLARKE, D. J. A theory of rational demand for index insurance. **American Economic Journal: Microeconomics**, [N.p.], vol. 8, nº 1, p. 283–306, 2016.

CLEMENT, K. Y.; BOTZEN, W. W.; BROUWER, R.; AERTS, J. C. A global review of the impact of basis risk on the functioning of and demand for index insurance. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [N.p.], vol. 28, p. 845–853, 2018.

ELABED, G.; BELLEMARE, M. F.; CARTER, M. R.; GUIRKINGER, C. Managing basis risk with multiscale index insurance. **Agricultural Economics**, [N.p.], vol. 44, nº 4–5, p. 419–431, 2013.

ELABED, G.; CARTER, M. R. Compound-risk aversion, ambiguity and the willingness to pay for microinsurance. **Journal of Economic Behavior & Organization**, [N.p.], vol. 118, p. 150–166, 2015.

GAMAGE, N. K. Index Insurance for Farmers: Modeling, Demand and Combination with Further Products. [N.p.], 2021.

GREATREX, H.; HANSEN, J.; GARVIN, S.; DIRO, R.; LE GUEN, M.; BLAKELEY, S.; RAO, K.; OSGOOD, D. Scaling up index insurance for smallholder farmers: Recent evidence and insights. [N.p.], 2015.

HARDAKER, J. B.; LIEN, G.; ANDERSON, J. R.; HUIRNE, R. B. **Coping with risk in agriculture: Applied decision analysis**. [N.p.]: Cabi, 2015.

HAZELL, P. B.; HESS, U. Drought insurance for agricultural development and food security in dryland areas. **Food Security**, [N.p.], vol. 2, nº 4, p. 395–405, 2010.

IBGE. Censo Agropecuário. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.

IBGE. Tabela 1618: Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras. 2025. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em: 12 nov. 2025.

KRAMER, B.; PORTER, M.; WASSIE BIZUAYEHU, S. Basis Risk, Social Comparison, Perceptions of Fairness and Demand for Insurance: A Field Experiment in Ethiopia. [N.p.], 2023.

LOPEZ, O.; NKAMENI, D. Index insurance under demand and solvency constraints. **arXiv preprint arXiv:2507.18240**, [N.p.], 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.18240>.

MAPA, M. da A. e P. Risco Agropecuário — Ministério da Agricultura e Pecuária. 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico>. Acesso em: 30 ago. 2025.

MGI. Cadastro Ambiental Rural - CAR. 2025. **Cadastro Ambiental Rural - CAR**. Disponível em: <https://www.gov.br/gestao/pt-br/assuntos/cadastro-ambiental-rural-car-1>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MIRANDA, M. J.; FARRIN, K. Index insurance for developing countries. **Applied Economic Perspectives and Policy**, [N.p.], vol. 34, nº 3, p. 391–427, 2012.

MUÑOZ-SABATER, J.; DUTRA, E.; AGUSTÍ-PANAREDA, A.; ALBERGEL, C.; ARDUINI, G.; BALSAMO, G.; BOUSSETTA, S.; CHOULGA, M.; HARRIGAN, S.; HERSBACH, H. ERA5-Land: A state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications. **Earth system science data**, [N.p.], vol. 13, nº 9, p. 4349–4383, 2021.

RECEITA FEDERAL. Valores de Terra Nua (VTN). 2025. **ReceitaValores de Terra Nua utilizados como parâmetro para a Declaração do ITR. Federal**. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos-tecnicos/vtn>. Acesso em: 14 nov. 2025.