

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Estatística Computacional Aplicada

Beatriz de Souza Bernardino

**SEGURO RURAL NO BRASIL (2016–2024): fatores explicativos, projeção de prêmios
e estimativas da cessão em resseguro**

Belo Horizonte

2025

Beatriz de Souza Bernardino

**SEGURO RURAL NO BRASIL (2016–2024): fatores explicativos, projeção de prêmios
e estimativas da cessão em resseguro**

Monografia de especialização apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estatística Computacional Aplicada da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Prof. Dra. Jussiane Nader Gonçalves.

Belo Horizonte

2025

2025, Beatriz de Souza Bernardino.

Todos os direitos reservados

Bernardino, Beatriz de Souza.

B523 Seguro rural no Brasil (2016–2024): [recurso eletrônico] fatores explicativos, projeção de prêmios e estimativas da cessão em resseguro: / Beatriz de Souza Bernardino. Belo Horizonte – 2025.

1 recurso online (46 f. il., color.) : pdf.

Orientadora: Jussiane Nader Gonçalves.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística.

Referências: f. 44-46

1. Estatística. 2. Análise de regressão. 3. Sinistro (Seguros) – Métodos estatísticos. 4. Agronegócio – Administração de risco
5. Resseguro – Brasil. I. Gonçalves, Jussiane Nader.
II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística. III. Título.

CDU 519.2(043)



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Programa de Pós-Graduação / Especialização
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
31270-901 – Belo Horizonte – MG

Tel: 3409-5923
Fax: 3409-5924
E-mail: pgest@ufmg.br

ATA DO 354º. TRABALHO DE FIM DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA DE BEATRIZ DE SOUZA BERNARDINO.

Aos 25 dias do mês de julho de 2025, às 09:00 horas, com utilização de recursos de videoconferência a distância, reuniram-se os professores abaixo relacionados, formando a Comissão Examinadora homologada pela Comissão do Curso de Especialização em Estatística Computacional Aplicada, para julgar a apresentação do trabalho de fim de curso da aluna **Beatriz de Souza Bernardino**, intitulado: *“Seguro rural no Brasil (2016–2024): fatores explicativos, projeção de prêmios e estimativas da cessão em resseguro”*, como requisito para obtenção do Grau de Especialista em Estatística. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Professora **Jussiane Nader Gonçalves** – Orientadora, após dar conhecimento aos presentes do teor das normas regulamentares, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Após a defesa, os membros da banca examinadora reuniram-se sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foi atribuída a seguinte indicação: a candidata foi considerada Aprovada condicional às modificações sugeridas pela banca examinadora no prazo de 30 dias a partir da data de hoje por unanimidade. O resultado final foi comunicado publicamente à candidato pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente Ata, que será assinada por todos os membros participantes da banca examinadora. Belo Horizonte, 25 de julho de 2025.

Documento assinado digitalmente



JUSSIANE NADER GONÇALVES
Data: 25/07/2025 10:53:04 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof.^a **Jussiane Nader Gonçalves** (orientadora)
EST/UFMG

Documento assinado digitalmente



CAMILA CRISTINA LARA PRADO
Data: 25/07/2025 11:53:39 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof.^a **Camila Cristina Lara Prado**
EST/UFMG

Documento assinado digitalmente



LORENA SCARAMUSSA MOULIN
Data: 25/07/2025 13:33:03 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Lorena Scaramussa Moulin
IRB(Re)

Documento assinado digitalmente



THIAGO LIRA LAUREANO
Data: 26/07/2025 12:37:01 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. **Thiago Lira Laureano**
IRB(Re)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por me guiar em cada passo desta jornada. Aos meus pais e à minha irmã, pelo incentivo constante, pelo apoio diário e pela certeza de que sempre caminhamos juntos. À Vic, por embarcar nas minhas ideias com tanto entusiasmo. À Tati e ao Tulio, por todo o aprendizado compartilhado sobre resseguro e pelo ombro amigo em tantos momentos. E ao Portilho, por despertar em mim o gosto por escrever sobre o seguro rural.

“A estatística é a arte de extrair sentido do caos” (Karl Pearson)

RESUMO

O seguro rural é uma importante ferramenta de mitigação de riscos para o agronegócio brasileiro, especialmente diante de fatores climáticos, econômicos e institucionais que afetam diretamente a renda dos produtores. Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos dos subsídios do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), da sinistralidade, de fatores macroeconômicos e climáticos na emissão de prêmios em seguro rural no Brasil, no período de 2016 a 2024. A metodologia adotada foi a Regressão Linear Múltipla (RLM) com variáveis defasadas no tempo, considerando a sazonalidade do setor e o comportamento cíclico do mercado. Os resultados demonstram que a variável com maior poder explicativo foi o Prêmio Emitido defasado em 12 meses, evidenciando forte dependência temporal. A Sinistralidade e o Índice de *Commodities* também apresentaram relação positiva com o prêmio, enquanto a Proporção de Subvenção do prêmio mostrou relação negativa, contrariando a expectativa inicial. A ocorrência do fenômeno *La Niña* revelou-se estatisticamente significativa. As projeções realizadas para os primeiros meses de 2025, tanto do prêmio emitido quanto da taxa de cessão em resseguro, apresentaram bom ajuste e aderência aos valores observados. Os resultados obtidos podem subsidiar políticas públicas mais eficientes e auxiliar as seguradoras na definição de estratégias de precificação e gestão de riscos.

Palavras-chave: seguro rural; PSR; sinistralidade; regressão linear múltipla; taxa de cessão; resseguro.

ABSTRACT

Agriculture insurance is an important risk mitigation tool for Brazilian agribusiness, especially in the face of climatic, economic, and institutional factors that directly affect farmers' income. This study aims to analyze the impacts of subsidies from the Rural Insurance Premium Subsidy Program (PSR), claim ratios, macroeconomic and climatic factors on the issuance of rural insurance premiums in Brazil from 2016 to 2024. The methodology adopted was Multiple Linear Regression (MLR) with time-lagged variables, considering the sector's seasonality and the cyclical behavior of the market. The results show that the variable with the greatest explanatory power was the premium issued with a 12-month lag, highlighting strong temporal dependence. The claim ratio and the Commodities Index also showed a positive relationship with the premium, while the proportion of premium subsidy showed a negative relationship, contrary to initial expectations. The occurrence of the *La Niña* phenomenon proved to be statistically significant. The projections made for the first months of 2025, both for the premium issued and the reinsurance cession rate, showed good fit and adherence to the observed values. The results obtained may support more efficient public policies and assist insurers in defining pricing and risk management strategies.

Keywords: agriculture insurance; PSR; claim ratio; multiple linear regression; cession rate; reinsurance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Prêmio Emitido em Seguro Rural, de jan/2016 a dez/2024.....	17
Figura 2 – Histograma do Prêmio Emitido em Seguro Rural.....	18
Figura 3 – Histograma do log(Prêmio Emitido em Seguro Rural).....	19
Figura 4 – Sinistralidade defasada em 6 meses.....	20
Figura 5 – Proporção de Subvenção do PSR defasada em 4 meses.....	21
Figura 6 – Boxplot El Niño defasado em 4 meses.....	22
Figura 7 – Boxplot La Niña defasado em 4 meses.....	23
Figura 8 – Índice de Commodities Brasil defasado em 6 meses.....	24
Figura 9 – Taxa de Cessão em Resseguro, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024.....	27
Figura 10 – Resíduos vs Valores Ajustados.....	32
Figura 11 – Q-Q Plot.....	32
Figura 12 – Histograma dos resíduos.....	33
Figura 13 – Prêmio Emitido em Seguro Rural 2024: Previsto x Observado.....	34
Figura 14 – Prêmio Emitido em Seguro Rural 2024 e 2025: Previsto x Observado.....	34
Figura 15 – Taxa de Cessão 2025: Previsto x Observado.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Períodos de plantio, colheita e contratação de seguro por safra.....	21
Tabela 2 – Resultado da Regressão Linear Múltipla.....	27
Tabela 3 – Pressupostos da Regressão Linear Múltipla.....	29
Tabela 4: Projeção – Previsto x Observado – Escala Logarítmica.....	37
Tabela 5: Projeção – Previsto x Observado – Escala Original.....	38
Tabela 6: Resultado da Regressão Linear Múltipla – Taxa de Cessão em Resseguro.....	40

LISTA DE ABREVIACÕES

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CNSA – Companhia Nacional de Seguro Agrícola
ENSO – *El Niño* – Oscilação Sul
IPEADATA – Base de dados econômicos e financeiros do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária
NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration* — Administração Nacional Oceânica e Atmosférica
ONI – Índice Oceânico El Niño
Proagro – Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
PSR – Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural
SES – Sistema de Estatísticas da SUSEP
SIDRA/IBGE – Sistema IBGE de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SUSEP – Superintendência de Seguros Privados

SUMÁRIO

1.	Introdução	13
2.	Referencial Teórico.....	14
2.1	Seguro Rural no Brasil.....	14
2.2	Fatores Associados à Dinâmica do Seguro Rural	16
2.3	Trabalhos Relacionados	17
3.	Coleta de Dados, Análise Exploratória e Tratamento das Variáveis	18
3.1	Prêmio Emitido em Seguro Rural	19
3.2	Sinistralidade	21
3.3	Proporção de Subvenção do Prêmio do Seguro Rural Prêmio.....	23
3.4	<i>El Niño e La Niña</i>	24
3.5	Índice de <i>Commodities</i> Brasil - Agropecuário.....	26
4.	Metodologia	27
5.	Resultados.....	31
5.1	Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão do Prêmio Emitido em Seguro Rural	31
5.2	Projeção do Prêmio Emitido em Seguro Rural	37
5.3	Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão da Taxa de Cessão em Resseguro e Projeção	40
6.	Considerações Finais	42
	REFERÊNCIAS.....	44

1. Introdução

A agropecuária, por definição, envolve as atividades voltadas ao cultivo da terra e à criação de animais. No Brasil, esse setor é um dos mais dinâmicos e essenciais para a economia, representando cerca de 25% do PIB em 2023 (CEPEA, 2025). Além de atender à demanda interna por alimentos e matérias-primas industriais, segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária, as exportações do agronegócio atingiram US\$ 166,55 bilhões, gerando um expressivo superávit comercial e, em 2024, atingiram US\$ 164,4 bilhões, o que representou quase 50% das exportações totais do país, evidenciando a resiliência do setor diante as retrações dos preços internacionais de algumas das principais *commodities* ocorridas nesse período.

Para obter bons resultados, a agropecuária depende de diversos fatores, como a adoção de técnicas de produção eficientes, o uso adequado de tecnologias, o comportamento do mercado, as condições climáticas favoráveis e a infraestrutura eficaz para escoar a produção do campo até o consumidor final. No entanto, dada a natureza dos riscos envolvidos, fica evidente a necessidade de mitigar a volatilidade da renda do produtor rural. Nesse sentido, o seguro rural desempenha um papel crucial, contribuindo para um desenvolvimento mais equilibrado do agronegócio (RAMOS, 2009).

De acordo com a Superintendência de Seguros Privados (SUSEP, 2025), o seguro rural é um importante instrumento de política agrícola, cobrindo a atividade agrícola, pecuária, o patrimônio do produtor rural, seus produtos, o crédito para comercialização e a vida dos produtores. Seu objetivo é

“oferecer coberturas que, ao mesmo tempo, atendam ao produtor e à sua produção, à sua família, à geração de garantias a seus financiadores, investidores, parceiros de negócios, todos interessados na maior diluição possível dos riscos, pela combinação dos diversos ramos de seguro” (SUSEP, 2025).

Com isso, em 2003, a Lei nº 10.823 cria o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), que visa tornar o seguro mais acessível a todos os produtores. O programa permite que o Governo Federal, por meio do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), subsidie parte do prêmio de seguro rural pago pelo produtor (SUSEP, 2025).

Além do incentivo governamental, a adesão ao seguro rural depende diretamente da percepção de risco dos produtores. Fatores como a ocorrência de sinistros, variáveis

macroeconômicas – incluindo taxa de câmbio, juros e inflação – e a iminência de eventos climáticos adversos influenciam tanto o preço quanto a demanda por essa proteção.

Diante desse contexto, surge a necessidade de compreender como essas variáveis impactam a dinâmica do seguro rural no Brasil. Assim, este estudo busca responder à seguinte questão: quais fatores explicam a variação na emissão de prêmios do seguro rural no Brasil entre 2016 e 2024, considerando a subvenção federal, a sinistralidade e variáveis macroeconômicas e climáticas? Além disso, o estudo projeta a emissão de prêmios para os quatro primeiros meses de 2025 e estima a taxa de cessão em resseguro com base na modelagem estatística desenvolvida.

O presente trabalho está estruturado em seis partes. A primeira aborda os conceitos fundamentais relacionados à agropecuária, destacando sua importância para a economia brasileira e introduzindo o seguro rural. A segunda parte apresenta estudos e pesquisas anteriores sobre o tema. Na terceira, são detalhados os dados utilizados, seguida da quarta, que descreve a metodologia empregada na pesquisa. A quinta parte traz os resultados obtidos, e, por fim, a sexta parte contempla as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

2.1 Seguro Rural no Brasil

A trajetória do seguro rural no Brasil iniciou através da Lei nº 2.168/1954, que instituiu o seguro agrário, com o objetivo de preservar as colheitas e os rebanhos contra os riscos inerentes à atividade agropecuária. Nesta ocasião, foi criada a Companhia Nacional de Seguro Agrícola (CNSA), responsável pelo desenvolvimento progressivo das operações de seguros rurais no país (BRASIL, 1954).

Apesar da iniciativa pioneira, a CNSA enfrentou dificuldades operacionais e financeiras, acumulando sucessivos déficits ao longo dos anos. Como resultado, foi extinta em 1966, sem alcançar os objetivos previstos inicialmente (OZAKI, 2005b). Após algumas tentativas com outras ferramentas, e diante da ausência de instrumentos eficazes de proteção, o governo federal criou, em 1973, o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Seu objetivo era isentar os produtores das obrigações de crédito de custeio quando houvesse perda de receita causada por eventos climáticos extremos, como secas ou geadas (OZAKI, 2008).

A partir de 1998, observa-se um novo impulso no setor, com a entrada de seguradoras privadas no ramo rural, oferecendo coberturas mais amplas e diversificadas, alinhadas às necessidades do agronegócio moderno (OZAKI, 2008).

Somente nos anos 2000 que o seguro rural ganhou novo impulso. Com a Lei nº 10.823/2003, o governo federal instituiu o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), que permitiu ao Estado subsidiar parte do custo do prêmio pago pelos produtores às seguradoras privadas.

Conforme estudo de Ozaki (2011), o PSR tem impacto direto no estímulo à demanda do seguro rural, tornando-o mais acessível e expandindo a base segurada. Além disso, Tabosa e Vieira Filho (2021) afirmam que o programa contribui para o aumento da produtividade e da competitividade no campo, estimulando a expansão da área cultivada.

No programa, os percentuais de subvenção variam conforme a cultura, a região e condições específicas. Em geral, o governo subsidia 40% do prêmio para a maioria das atividades e 20% para a soja, com ajustes em determinadas regiões do país ou em municípios em estado de emergência ou calamidade. Esses limites garantem distribuição equitativa dos recursos, com teto anual por produtor e por grupo de atividade. Entre as culturas mais seguradas, destacam-se soja, milho segunda safra e trigo, refletindo a importância econômica dessas lavouras.

A distribuição das apólices também é concentrada em estados com grande produção agrícola, como Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, seguidos por Santa Catarina, Minas Gerais e Goiás. Dessa forma, o PSR contribui para a mitigação dos riscos climáticos, oferecendo suporte financeiro que torna o seguro rural mais acessível, incentiva a diversificação das atividades seguradas e fortalece a sustentabilidade e a resiliência do agronegócio brasileiro.

Sem o incentivo financeiro do governo, muitos produtores deixam de contratar o seguro, como mostra a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA): em 2023, o valor destinado ao PSR se mostrou insuficiente e os recursos se esgotaram em setembro daquele ano. Com isso, cada vez menos produtores conseguem acessar os subsídios, o que reduz a contratação de apólices e da área segurada, dificultando a continuidade do desenvolvimento agrícola nas regiões afetadas (CNA, 2023).

2.2 Fatores Associados à Dinâmica do Seguro Rural

Diversos fatores estão correlacionados à atividade rural, influenciando significativamente o funcionamento do seguro rural. Entre esses, os fatores climáticos têm se mostrado decisivos na dinâmica do seguro rural no Brasil, sobretudo pela intensificação de eventos extremos como secas severas, geadas e chuvas intensas. Eventos como *El Niño* e *La Niña*, que alteram significativamente os padrões de circulação atmosférica, transporte de umidade, temperaturas e precipitação (CPTEC, 2023), contribuem para o aumento da ocorrência de sinistros e, conseqüentemente, as indenizações pagas pelas seguradoras, o que encarece os prêmios e afeta a sustentabilidade do mercado. Além disso, esses riscos climáticos elevam a incerteza sobre a produção agrícola, tornando o seguro rural uma ferramenta ainda mais relevante para os produtores. Contudo, em cenários de alta sinistralidade, observa-se o fenômeno da seleção adversa, no qual apenas os produtores com maior exposição contratam seguros, desbalanceando o sistema (GUIMARÃES; IGARI, 2019).

Do ponto de vista macroeconômico, o preço do seguro rural pode ser impactado por variações nos índices de commodities, já que esses produtos têm peso relevante na pauta de exportações brasileiras. Quando os preços internacionais sobem, há uma valorização da produção rural, o que eleva o valor segurado e, conseqüentemente, o prêmio.

A sinistralidade — proporção entre os valores pagos em indenizações e os prêmios recebidos — é uma das variáveis-chave para análise do desempenho no setor de seguros. Altos índices de sinistralidade implicam maior risco e, geralmente, resultam em reajustes de preços ou revisão nas condições contratuais.

A sinistralidade no seguro rural brasileiro tem oscilado significativamente em função de eventos extremos, como estiagens prolongadas e enchentes. Essa variabilidade afeta tanto a precificação quanto ao apetite das seguradoras e resseguradoras para continuar operando nesse segmento, já que esse aumento pode fazer com que a carteira da empresa seja composta por segurados de maior risco e, com isso, a empresa pode entrar numa espiral econômica negativa (GUIMARÃES; IGARI, 2019).

2.3 Trabalhos Relacionados

No estudo desenvolvido por Assis Júnior (2022), foi realizada uma análise sobre o mercado de seguro de automóveis no Brasil, no período de 2014 a 2021. A pesquisa utilizou séries temporais mensais para avaliar variáveis como prêmio emitido, prêmio ganho, sinistralidade, despesas comerciais e receitas com resseguro. Por meio de estatística descritiva e modelagem por regressão linear simples, o autor identificou padrões e tendências no comportamento dos quatro principais ramos de seguros de automóveis. A análise teve como propósito oferecer subsídios para a tomada de decisão por parte de gestores e executivos do setor, bem como fornecer um panorama histórico que auxilie na compreensão da rentabilidade e sustentabilidade dessas operações no mercado segurador.

Já o trabalho de Ozaki e Campos (2017) propõe um modelo alternativo de precificação no seguro agrícola, com o objetivo de mitigar a elevada incerteza financeira enfrentada pelas empresas do setor. Os autores utilizaram modelos hierárquicos bayesianos combinados com dados de sensoriamento remoto para estimar de forma mais precisa as taxas de prêmio e as perdas agrícolas. A proposta considera a complexidade do seguro rural, caracterizado por riscos climáticos e dificuldades operacionais. Os resultados indicam que o uso da geotecnologia, aliado a uma abordagem probabilística robusta, proporciona maior precisão nas estimativas atuariais, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos riscos assumidos pelas seguradoras.

Por sua vez, a pesquisa de Guimarães e Igari (2019) investigou a ocorrência de seleção adversa no mercado de seguro agrícola brasileiro, especialmente diante do impacto de eventos climáticos extremos. Os autores partiram da hipótese de que o aumento de indenizações em determinados anos poderia provocar um encarecimento dos prêmios no ano seguinte, atraindo, assim, segurados com maior risco. Para testar essa hipótese, foram realizadas regressões lineares simples entre os sinistros e as contratações no período de 2003 a 2013 em seis estados brasileiros. Os resultados confirmaram indícios de seleção adversa em estados como Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo, apontando para a importância de estratégias que mitiguem esse efeito e garantam a sustentabilidade do seguro agrícola no país.

Dessa forma, observa-se que, no contexto do mercado segurador brasileiro, ainda são escassos os estudos que aplicam modelos de regressão linear múltipla e projeções voltadas especificamente para o seguro rural. Neste sentido, esta pesquisa busca contribuir tanto para o

avanço da literatura acadêmica quanto para o aprimoramento das práticas no mercado segurador e ressegurador.

3. Coleta de Dados, Análise Exploratória e Tratamento das Variáveis

Os dados necessários para a realização deste trabalho foram obtidos a partir de fontes secundárias, Sistema de Estatísticas da SUSEP (SES), Sidra/IBGE, Ipeadata e Portal de Dados Abertos do Ministério da Agricultura e Pecuária, no período compreendido entre janeiro de 2016 e dezembro de 2024. A variável resposta (ou dependente), ou seja, aquela a ser analisada em função de fatores climáticos e econômicos, corresponde ao Prêmio Emitido em Seguro Rural.

Os fatores selecionados para essa análise, de natureza climática e econômica, representam variáveis explicativas (ou independentes) e correspondem a:

- Sinistralidade: razão entre os valores de sinistros ocorridos e os valores de prêmios ganho em seguro rural;
- Proporção de Subvenção: proporção do prêmio emitido que corresponde aos valores subvencionados pelo governo em relação ao valor total das apólices com subvenção no âmbito do PSR;
- Índice de *Commodities* Brasil – Agropecuário: índice composto que acompanha a variação dos preços de um conjunto selecionado de *commodities* agrícolas;
- *El Niño* e *La Niña*: variáveis categóricas que indicam os períodos de ocorrência desses eventos climáticos, classificados segundo sua intensidade (neutro, fraca, moderada ou forte);
- Sazonalidade: em razão das condições climáticas no Brasil e do calendário das safras do agronegócio, observa-se uma concentração na emissão de prêmios entre os meses de junho e outubro. Assim, foi criada uma variável dicotômica para identificar esse período sazonal.

Algumas variáveis explicativas foram utilizadas de forma defasada, considerando a possibilidade de que seus efeitos sobre o prêmio emitido não ocorrem de maneira imediata. Para identificar o período mais adequado de defasagem, foram realizados testes prévios a fim

de avaliar o comportamento e a robustez do modelo. Além disso, o uso das variáveis defasadas foi o que possibilitou a realização das projeções.

As subseções a seguir apresentam a análise exploratória das variáveis consideradas neste estudo, bem como a forma como foram tratadas e incorporadas ao modelo de predição do prêmio emitido. A metodologia adotada para construção do modelo será detalhada na Seção 4 deste trabalho.

3.1 Prêmio Emitido em Seguro Rural

Conforme definido pela SUSEP (2025), o prêmio de seguro é a “importância paga pelo segurado ou estipulante/proponente à seguradora para que esta assuma o risco a que o segurado está exposto”. No contexto do seguro rural, o prêmio emitido corresponde ao valor total contratado pelos segurados junto às seguradoras, refletindo a soma dos pagamentos realizados para transferência dos riscos associados à atividade agropecuária. Esse volume pode ser compreendido, de forma simplificada, como o produto entre o número de apólices contratadas e o valor do prêmio por apólice. Assim, o Figura 1 abaixo apresenta o montante de prêmios emitidos em seguro rural no período estudado.

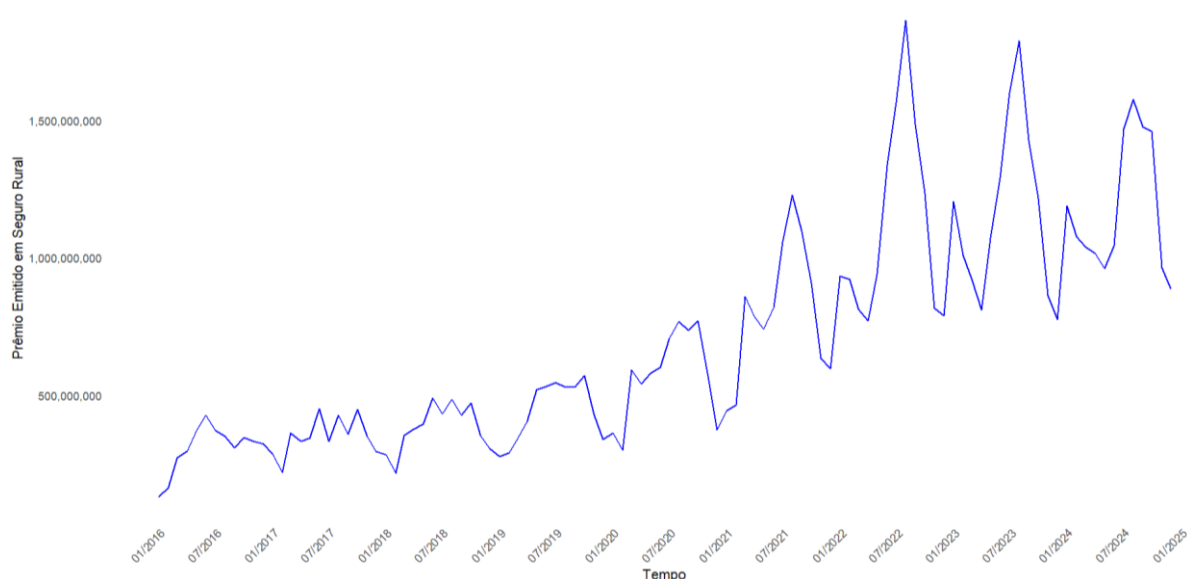


Figura 1 – Prêmio Emitido em Seguro Rural, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar o comportamento da série temporal ao longo do período, observa-se um padrão sazonal anual bem definido. Nota-se uma tendência recorrente de elevação a partir de junho, com picos concentrados entre os meses de julho e setembro. A partir de outubro, os valores começam a apresentar quedas acentuadas, que se mantêm nos meses seguintes. Esse comportamento reforça a existência de uma sazonalidade típica do seguro rural, especialmente devido aos períodos de plantio, colheita e à contratação de apólices voltadas à proteção das safras. Para representar o efeito da sazonalidade, foi criada e incluída no modelo a variável SazPE, que assume o valor 1 nos meses de pico e 0 nos demais.

Adicionalmente, com o objetivo de compreender o comportamento da variável resposta antes da aplicação do modelo estatístico, elaborou-se um histograma (Figura 2), no qual se observa a frequência com que os valores do prêmio emitido aparecem em diferentes faixas.

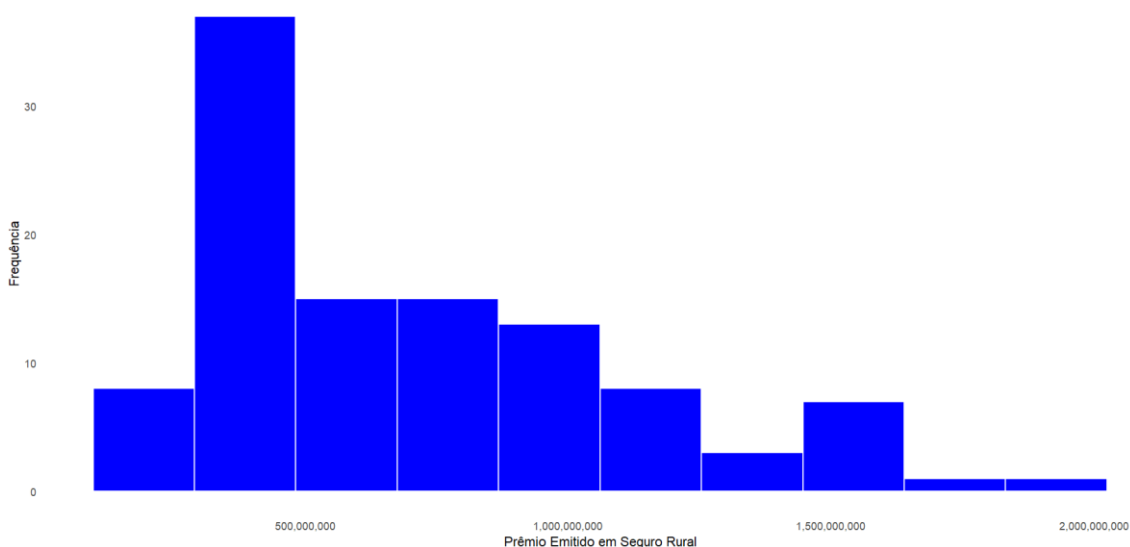


Figura 2 – Histograma do Prêmio Emitido em Seguro Rural

Fonte: Elaboração própria.

A assimetria à direita observada no histograma, somada ao baixo p-valor obtido no teste de normalidade (Shapiro-Wilk, p-valor < 0,001), indicam que o Prêmio Emitido em Seguro Rural não segue uma distribuição normal. Com a rejeição da hipótese nula de normalidade dos dados, optou-se pela aplicação de uma transformação logarítmica na variável, a fim de aproximá-la da normalidade e atender às premissas do modelo de regressão linear múltipla.

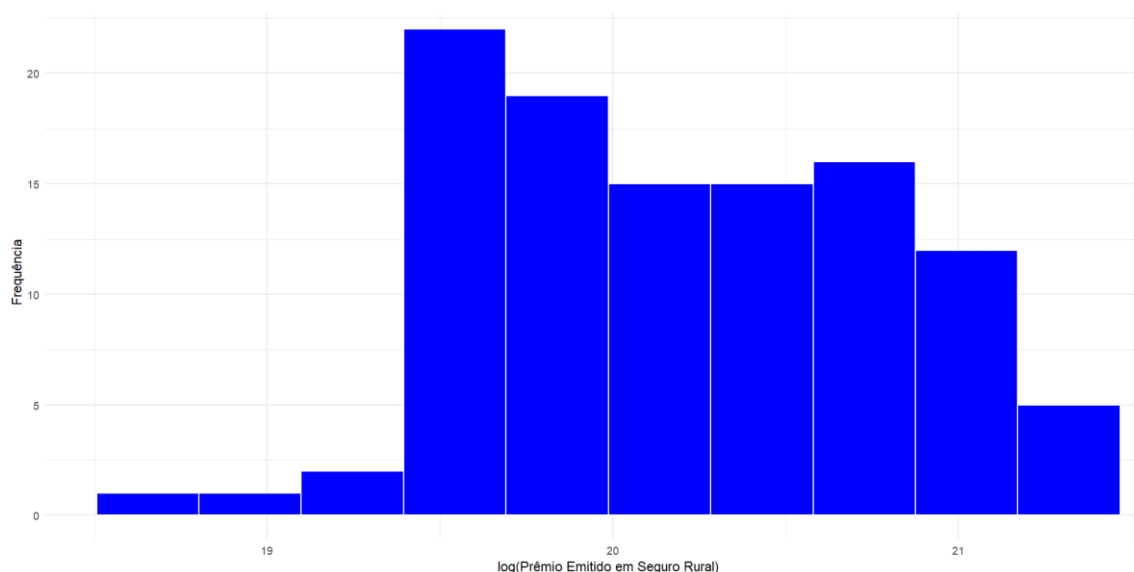


Figura 3 – Histograma do logaritmo do Prêmio Emitido em Seguro Rural

Fonte: Elaboração própria.

Com isso, considerando que a transformação logarítmica aproximou a distribuição do Prêmio Emitido de uma forma mais simétrica, como evidenciado pelo histograma apresentado na Figura 3 prosseguiu-se com a modelagem, avaliando posteriormente a normalidade dos resíduos para validar as premissas do modelo.

Considerando a sazonalidade observada no Prêmio Emitido em Seguro Rural, incluiu-se a variável defasada em 12 meses no modelo, também considerando a transformação logarítmica, como variável explicativa a fim de capturar os padrões recorrentes e comportamentos cíclicos do mercado segurador rural. Essa abordagem é justificada pelo padrão de repetição anual de eventos relacionados ao calendário agrícola, que influenciam diretamente a contratação dos seguros.

3.2 Sinistralidade

De acordo com Assis Júnior (2022), a sinistralidade é considerada um dos principais indicadores de desempenho no setor de seguros, pois representa a concretização do risco. É com base em seu histórico que se apuram as probabilidades e se define a precificação adequada, de modo que o valor do seguro cubra os sinistros esperados e ainda assegure a rentabilidade da seguradora.

A sinistralidade é definida conforme a Equação (1) a seguir:

$$\text{Sinistralidade} = \frac{\text{Valor com Sinistro Ocorridos}}{\text{Prêmio Ganho}} \quad (1)$$

O Figura 4 apresenta as taxas de sinistralidade no período estudado. É possível observar que a taxa atingiu seu pico em outubro de 2022, refletindo os impactos da safra de 2021/2022, marcada pela quebra significativa de diversas culturas em decorrência de eventos climáticos adversos, também associados ao fenômeno natural *La Niña*.

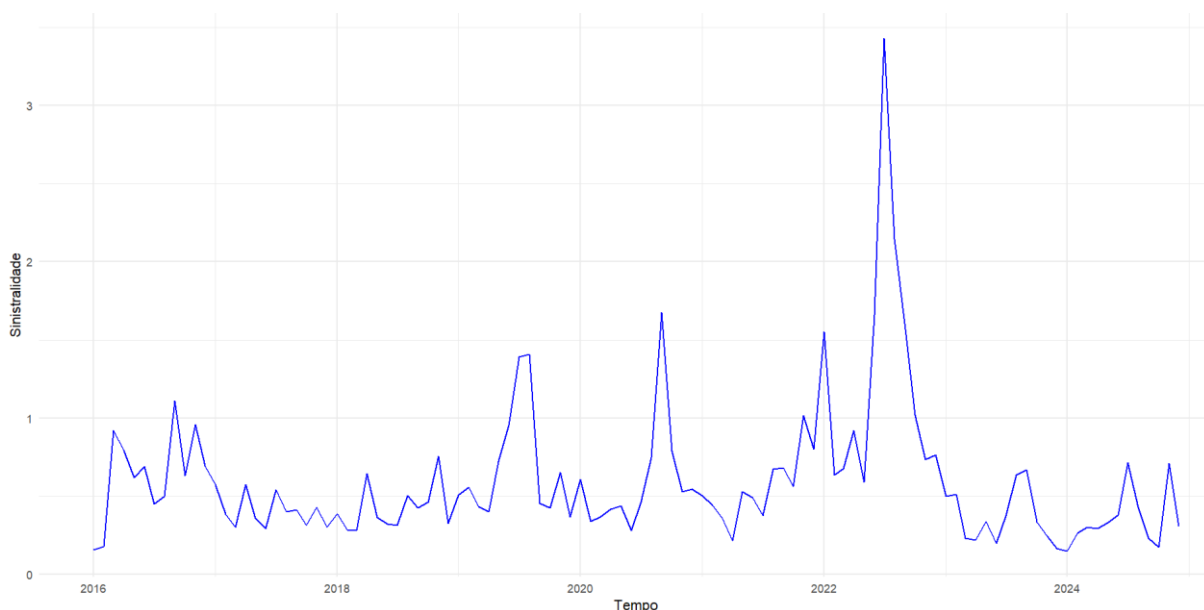


Figura 4 – Sinistralidade no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2024

Fonte: Elaboração própria.

A sinistralidade influencia diretamente o apetite de risco das seguradoras e o cálculo do prêmio. Altas taxas de sinistro em períodos anteriores tendem a elevar os prêmios e/ou restringir coberturas, o que pode reduzir o volume de apólices contratadas. Sendo assim, considerando o intervalo entre a ocorrência dos sinistros e a reavaliação das condições de oferta pelas seguradoras, adotou-se uma defasagem de seis meses na variável.

3.3 Proporção de Subvenção do Prêmio do Seguro Rural

Prêmio

A proporção de subvenção, calculada conforme Equação (2) apresentada abaixo, influencia o custo final do seguro para o produtor rural. Quanto maior a participação do governo, maior a atratividade do seguro, podendo aumentar a contratação e, por consequência, o prêmio emitido.

$$\text{Proporção de Subvenção} = \frac{\text{Valor da Subvenção Federal}}{(\text{Valor da Subvenção Federal} + \text{Valor pago pelo produtor})} \quad (2)$$

Para essa variável explicativa, a defasagem foi adotada considerando o possível intervalo entre o anúncio do orçamento disponível, a operacionalização da política de subvenção e a efetiva contratação do seguro pelos produtores rurais, conforme os períodos de plantio e colheita de cada safra, que podem ser observados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Períodos de plantio, colheita e contratação de seguro por safra

Etapas	Safra de Verão	Safrinha (2ª Safra)	Safra de Inverno
Plantio	Setembro, Outubro, Novembro	Março, Abril	Abril, Maio, Junho
Colheita	Janeiro, Fevereiro, Março	Junho, Julho	Agosto, Setembro
Contratação do Seguro	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro	Fevereiro, Março	Março, Abril, Maio

Fonte: Elaboração própria.

Abaixo, o Figura 5 ilustra o comportamento da proporção de subvenção do PSR, considerando a defasagem de quatro meses aplicada, no intervalo analisado.

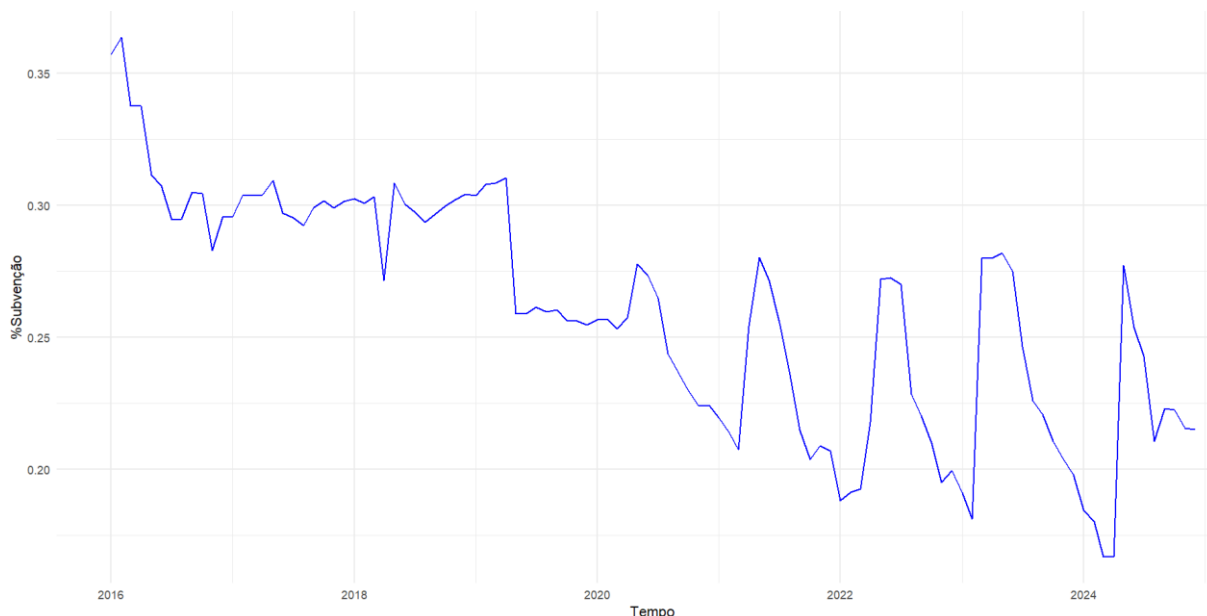


Figura 5 – Proporção de Subvenção do PSR, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024

Fonte: Elaboração própria.

3.4 *El Niño e La Niña*

Segundo Las Schaab (2018), fenômenos climáticos como *El Niño* (aquecimento anômalo das águas do Pacífico Equatorial) e *La Niña* (resfriamento anômalo), impactam o risco agrícola devido à sua ligação direta como influenciadores dos parâmetros agrometeorológicos. Esses eventos afetam o cálculo dos prêmios e a decisão dos produtores sobre contratar ou não seguros.

Para capturar os efeitos climáticos sazonais, utilizou-se o Índice Oceânico El Niño (ONI), que monitora as anomalias de temperatura do Oceano Pacífico Equatorial e permite identificar a ocorrência tanto do fenômeno *El Niño* quanto do *La Niña*. O índice considera a média móvel de três meses da anomalia da temperatura da superfície do mar em uma região específica. Adotou-se como referência o primeiro mês do trimestre móvel (exemplo: DJF corresponde a dezembro), alinhando os trimestres aos respectivos meses de influência climática no Brasil.

A intensidade dos eventos *El Niño* – Oscilação Sul (ENSO) foi classificada com base na escala da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration* — Administração Nacional Oceânica e Atmosférica). O termo ENSO refere-se ao sistema climático que engloba tanto o *El Niño* quanto o *La Niña*, além da fase neutra. As classificações utilizadas foram:

- Neutro: anomalias entre $-0,4\text{ °C}$ e $+0,4\text{ °C}$
- Fraco: anomalias entre $\pm 0,5\text{ °C}$ e $\pm 0,9\text{ °C}$

- Moderado: anomalias entre $\pm 1,0$ °C e $\pm 1,4$ °C
- Forte: anomalias iguais ou superiores a $\pm 1,5$ °C

Com isso, foi possível relacionar não apenas a ocorrência dos fenômenos, mas também sua força e o momento específico de atuação ao longo do ano-safra.

Como mostra a Figura 6 abaixo, a intensidade do *El Niño* está associada a um aumento do logaritmo do prêmio emitido, principalmente na fase moderada.

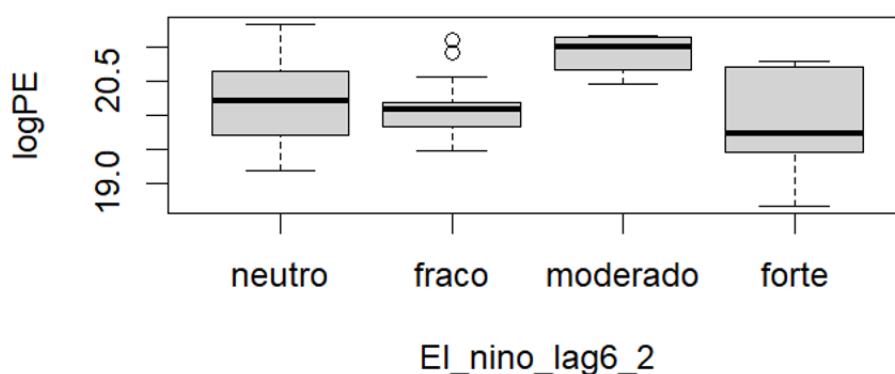


Figura 6 – *Boxplot* da distribuição do valor do logaritmo do Prêmio Emitido segundo as classificações do El Niño, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024.

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 7 mostra que o aumento da intensidade do *La Niña* parece estar associado a prêmios emitidos mais elevados. A fase neutra tem menor prêmio e maior dispersão, sugerindo que condições climáticas estáveis estão relacionadas a menor valor médio do prêmio e maior variabilidade. Ressalta-se que, dentro do período analisado, não foi identificada nenhuma fase forte do *La Niña*.

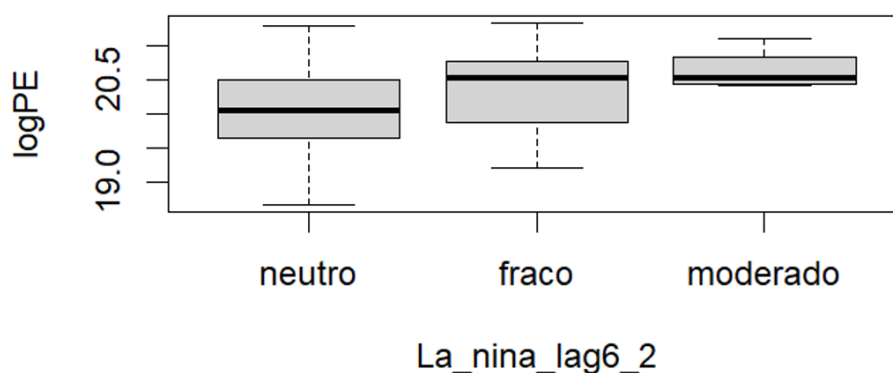


Figura 7 – *Boxplot* da distribuição do valor do logaritmo do Prêmio Emitido segundo as classificações do La Niña, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024

Fonte: Elaboração própria.

O tempo necessário para a identificação do fenômeno, seu reconhecimento pelo mercado segurador e a repercussão nas decisões de precificação e contratação tendem a se refletir na percepção de risco dos produtores rurais, o que justifica o uso de variáveis defasadas para capturar esse efeito com maior precisão. Por essa razão, e para que seja possível realizar a previsão futura do prêmio para o seguro rural, será considerada uma defasagem de 6 meses dessas variáveis.

3.5 Índice de *Commodities* Brasil - Agropecuário

De acordo com o Banco Central do Brasil (BCB), o Índice de *Commodities* – Brasil (IC-Br) é um indicador construído com base nos preços internacionais de *commodities*, convertidos para reais. Sua estrutura de ponderação busca refletir a relevância de cada *commodity* para a dinâmica da inflação doméstica

Na Figura 8 observa-se uma tendência clara de valorização a partir de 2020, com picos em 2021 e 2024. Essa alta no IC-Br pode impactar diretamente o prêmio emitido no seguro rural, já que a valorização das *commodities* eleva o valor segurado e o risco associado.

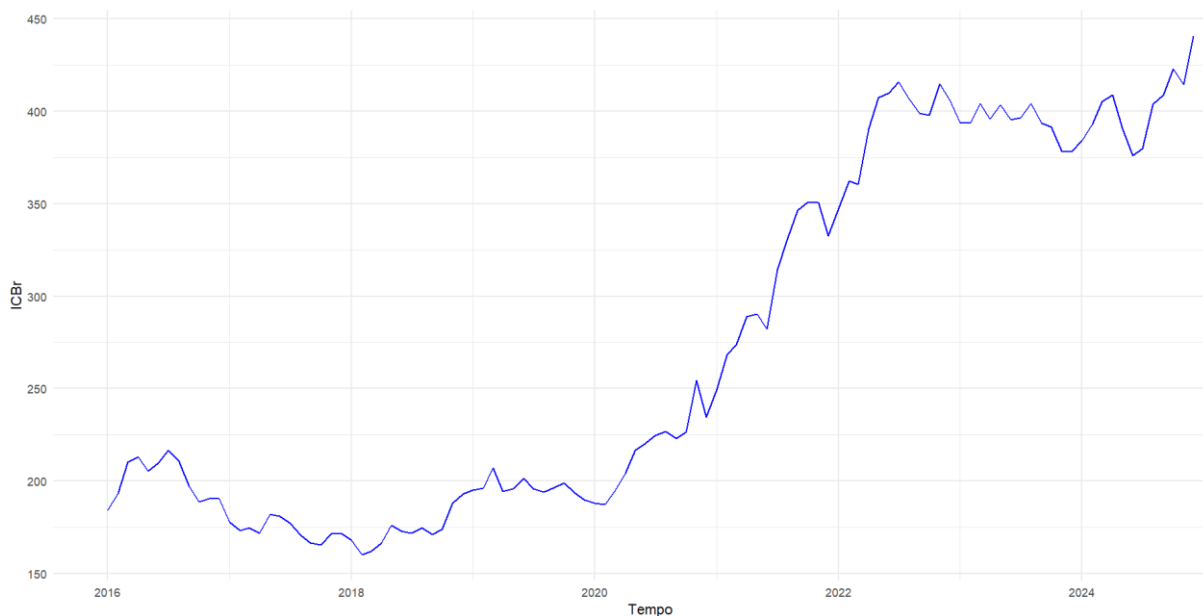


Figura 8 – Índice de *Commodities* Brasil, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024

Fonte: Elaboração própria.

Para captar o efeito inflacionário sobre a variável de interesse, foram inicialmente consideradas, além do IC-Br, variáveis como o IPCA e a taxa de câmbio. No entanto, a variável que apresentou maior correlação com a resposta foi o IC-Br agropecuário, motivo pelo qual foi selecionada para compor o modelo. A inclusão simultânea de variáveis como o IPCA e a taxa de câmbio poderia acarretar problemas de multicolinearidade, uma vez que o IC-Br já incorpora, em parte, os efeitos da inflação e da variação cambial, ao refletir os preços das commodities que influenciam o custo de diversos bens e serviços da cesta do IPCA. Assim, optou-se por não incluir variáveis redundantes, visando preservar a clareza na interpretação dos coeficientes e garantir maior estabilidade ao modelo.

Além disso, foi adotada uma defasagem de seis meses no IC-Br agropecuário, com o objetivo de captar o tempo necessário para que as variações nos preços das commodities se reflitam, de fato, sobre a inflação e o volume de prêmios emitidos, já que esses efeitos costumam ocorrer de forma gradual ao longo do tempo, bem como para que seja possível realizar a previsão futura da variável resposta.

4. Metodologia

A análise quantitativa foi o método de pesquisa utilizado na realização deste trabalho. Essa análise tem como finalidade identificar a relação entre as variáveis e caracteriza-se pela objetividade das informações, através da utilização de técnicas estatísticas para o tratamento dos dados afim da generalização dos resultados buscados (VERGARA, 2005).

Este estudo parte da hipótese de que há uma relação positiva entre o Prêmio Emitido em Seguro Rural e diferentes variáveis explicativas selecionadas. De acordo com o objetivo da pesquisa, foram formuladas seis hipóteses, apresentadas a seguir com base nas variáveis descritas anteriormente:

1. Valores mais elevados do prêmio em períodos anteriores tendem a influenciar positivamente o valor atual, refletindo uma persistência temporal no comportamento do mercado.
2. Espera-se que períodos de pico da variável SazPE, associados a maior demanda ou exposição ao risco, estejam positivamente relacionados ao prêmio emitido, ou seja, resultem em um maior volume de prêmios.

3. A terceira hipótese sugere que maiores índices de sinistralidade estimulam o aumento do prêmio, em função do maior risco percebido pelas seguradoras.
4. Além disso, supõe-se que o aumento do percentual de subvenção ao Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) favoreça a contratação de apólices, elevando o volume de prêmios emitidos.
5. A quinta hipótese postula que o aumento do Índice de *Commodities* Brasil – Agropecuário, ao refletir valores mais altos das *commodities*, está associado a um maior valor segurado e, conseqüentemente, a prêmios mais elevados.
6. Por fim, considera-se que uma maior intensidade na ocorrência dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* está positivamente relacionada ao Prêmio Emitido em Seguro Rural, uma vez que eventos climáticos extremos aumentam a percepção de risco e a demanda por proteção.

Para a análise das variáveis selecionadas foi utilizada a técnica de regressão linear múltipla (RLM). Segundo Hair *Et al.* (2009), a análise de RLM é uma técnica estatística utilizada para verificar a relação entre uma variável dependente e diversas variáveis independentes. Ou seja, o objetivo da regressão é estabelecer uma relação entre uma variável dependente com “n” variáveis independentes constatando se a relação é positiva ou negativa e qual é a sua magnitude (forte ou fraca) com relação a essa associação. Com base nos propósitos do estudo e nas hipóteses formuladas anteriormente, foi especificado o modelo de regressão que é apresentado na equação (3):

$$\log(PE_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{Saz}PE_t + \beta_2 \log(PE_{t-12}) + \beta_3 \text{Sinistralidade}_{t-6} + \beta_4 \text{PerSubv}_{t-4} + \beta_5 \text{ICBr}_{t-6} + \beta_6 \text{LaNFraca}_{t-6} + \beta_7 \text{LaNModerada}_{t-6} + \epsilon \quad (3),$$

em que:

PE_t : Prêmio Emitido em Seguro Rural no tempo t.

$\text{Saz}PE_t$: indicador de sazonalidade no tempo t (1, para os meses de junho a outubro, 0 para os meses de novembro a maio).

PE_{t-12} : Prêmio Emitido em Seguro Rural com 12 meses de defasagem em relação ao tempo t.

$\text{Sinistralidade}_{t-6}$: Sinistralidade com 6 meses de defasagem em relação ao tempo t.

PerSubv_{t-4} : Proporção de Subvenção do Prêmio em Seguro Rural Prêmio com 4 meses de defasagem em relação ao tempo t.

$ICBr_{t-6}$: Índice de *Commodities* Brasil Agropecuário com 6 meses de defasagem em relação ao tempo t .

$LaNFraca_{t-6}$ e $LaNModerada_{t-6}$: indicadoras de intensidade do *La Niña*, Fraca e Moderada, respectivamente, com 6 meses de defasagem em relação ao tempo t .

ε : é o erro, que segue uma distribuição normal com média zero e variância constante.

Adicionalmente, ressalta-se que por não se mostrar significativo para o modelo, a variável *El Niño* foi removida da análise.

Para enriquecer o trabalho, foi realizada uma projeção de caráter *out-of-sample* para os valores de Prêmio Emitido em Seguro Rural em 2024, permitindo comparar os valores previstos com os efetivamente realizados para avaliar a precisão do modelo. Após isso, estimou-se os valores para os primeiros meses de 2025 e comparou com os observados nesse período.

Com isso, além da projeção do Prêmio Emitido em Seguro Rural, o trabalho também visa estimar os valores cedidos em resseguro. Sendo assim, foi necessário calcular a taxa de cessão, conforme a Equação (4):

$$Taxa\ de\ Cessão = \frac{Prêmio\ Cedido}{Prêmio\ Emitido} \quad (4)$$

A Figura 9 mostra a taxa de cessão em resseguro no seguro rural de forma mensal, com forte volatilidade ao longo do período de 2016 a 2024. Apesar das oscilações, observa-se uma tendência de queda gradual a partir de 2021, indicando que, possivelmente, há queda na emissão de prêmio, as seguradoras estão retendo maior parte do risco ao invés de transferi-lo para o ressegurador ou estão cedendo em cosseguro.

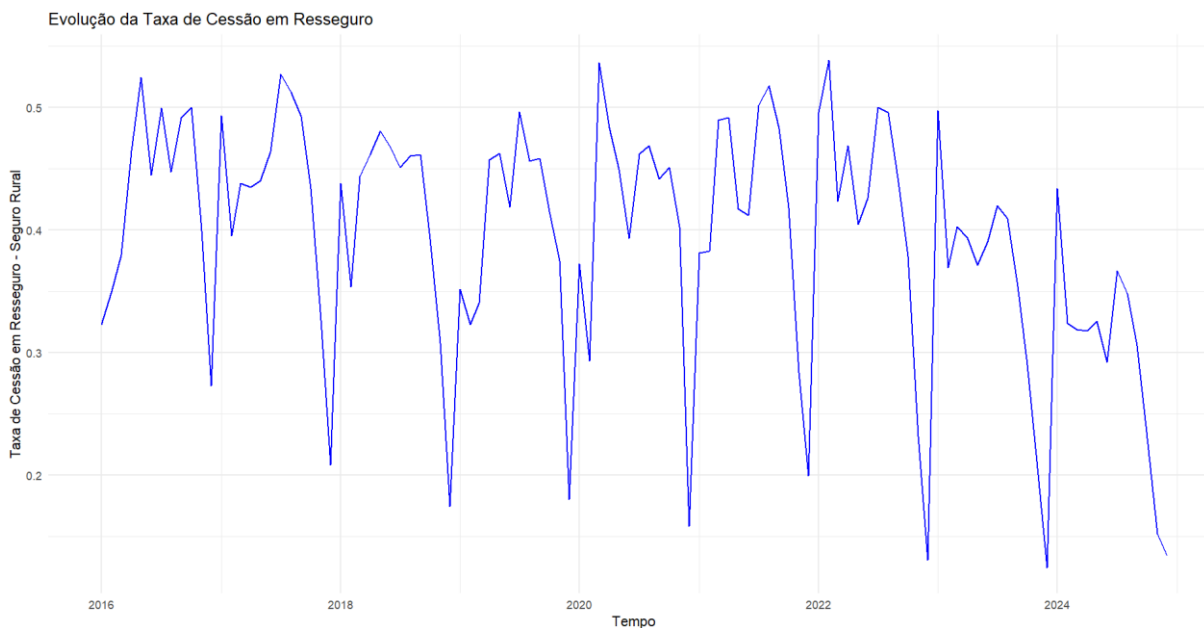


Figura 9 – Taxa de Cessão em Resseguro, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024

Fonte: Elaboração própria.

Assim, utilizando um modelo de regressão linear no qual essa taxa de cessão é a variável resposta, explicada pelas variáveis temporais ano, mês e um indicativo de sazonalidade para o mês de dezembro (*SazDez*), foi especificado o modelo apresentado na equação (5):

$$TaxaCessao = \beta_0 + \beta_1 SazDez + \beta_2 Ano + \beta_3 Mes + \epsilon \quad (5),$$

em que:

TaxaCessao: Taxa de Cessão em Resseguro do Seguro Rural.

SazDez: indicador de sazonalidade (1, para o mês de dezembro, 0 para os demais).

Ano: ano da taxa de cessão.

Mes: mês da taxa de cessão.

ϵ : é o erro, que segue uma distribuição normal com média zero e variância constante.

Assim, a análise desse trabalho foi feita com o apoio do software R, versão 4.4.3. Além do mais, a técnica de regressão com série temporal foi recomendada especialmente pela natureza dos dados desta pesquisa.

5. Resultados

5.1 Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão do Prêmio Emitido em Seguro Rural

Através do método de regressão linear múltipla, constatou-se, analisando o coeficiente de determinação (R^2) obtido, que as variáveis independentes explicam, em média, 92,87% das mudanças ocorridas na variável dependente, sendo significativo pelo teste F. Ao analisar a Tabela 2 a seguir nota-se que 6 das 7 variáveis independentes estudadas apresentam valores inferiores a 5%, ou seja, são significativas para o modelo.

Tabela 2: Resultado da Regressão Linear Múltipla

Variável dependente: log(Prêmio Emitido em Seguro Rural)				
	R^2	0,9287	Teste F	<0,001
Variáveis:	Coefficientes		Valor-p	
Interseção	10,085		<0,001	
log(PEseg_rural _{t-12})	0,501		<0,001	
SazPE _t	0,151		<0,001	
Sinistralidade _{t-6}	0,096		<0,01	
Perc_Subvt-4	-2,056		<0,001	
ICBr_Agro _{t-6}	0,002		<0,001	
LaNina _{t-6} (fraco)	0,065		<0,1	
LaNina _{t-6} (moderado)	0,235		<0,01	

Fonte: Elaboração própria.

Com isso, é necessário retomar para a escala original antes de realizar a análise individual das variáveis. Para isso, usamos a Equação (6) e (7) apresentadas a seguir:

$$PE_t = e^{(\beta_0 + \beta_1 SazPE_t + \beta_2 \log(PE_{t-12}) + \beta_3 Sinistralidade_{t-6} + \beta_4 PercSubvt-4 + \beta_5 ICBrt-6 + \beta_6 LaNFraca_{t-6} + \beta_7 LaNModerada_{t-6} + \epsilon)} \quad (6),$$

$$PE_t = e^{(\beta_0)} * e^{(\beta_1 SazPE_t)} * e^{(\beta_2 \log(PE_{t-12}))} * e^{(\beta_3 Sinistralidade_{t-6})} * e^{(\beta_4 PercSubvt-4)} * e^{(\beta_5 ICBrt-6)} * e^{(\beta_6 LaNFraca_{t-6})} * e^{(\beta_7 LaNModerada_{t-6})} * e^{(\epsilon)} \quad (7),$$

Dessa forma, ao retornar à escala original da variável dependente por meio da função exponencial, conforme apresentado na Equação (6), o modelo assume uma estrutura

multiplicativa, como observado na Equação (7). Isso significa que os efeitos das variáveis explicativas sobre o prêmio emitido deixam de ser aditivos, como no modelo linear, e passam a atuar de forma proporcional. Assim, uma variação em determinada variável implica uma variação percentual no prêmio, o que torna a interpretação dos coeficientes mais adequada à natureza econômica do fenômeno analisado. Essa abordagem permite captar com maior realismo o impacto relativo de cada fator sobre o comportamento do Prêmio Emitido no Seguro Rural.

Com essa base nisso, avaliamos individualmente as variáveis do modelo. Para a primeira variável explicativa, observa-se um relacionamento direto entre o Prêmio Emitido em Seguro Rural e seu próprio valor defasado em 12 meses. O coeficiente estimado indica que um aumento unitário nessa variável no período anterior tende a gerar, em média, um aumento de aproximadamente 65,1% no prêmio atual, evidenciando forte dependência temporal. Esse resultado confirma a hipótese H1 e está alinhado à expectativa da pesquisa, reforçando que o comportamento do mercado de seguro rural apresenta características cíclicas anuais. Em linha com esse raciocínio, Jimenez e Saurina (2006) apontam que o ciclo de negócios no crédito rural apresenta relação positiva e defasada com o risco de crédito, o que reforça a ideia de que há memória nos mercados agropecuários e financeiros ligados ao setor.

Na sequência, a relação entre a variável dependente e a variável temporal $SazPE_t$ confirma que, nos meses de pico ($SazPE_t = 1$), o prêmio emitido é maior, evidenciando a presença de sazonalidade na contratação do seguro rural. O coeficiente indica que, quando $SazPE_t$ assume valor 1, há um aumento médio de 16,3% no prêmio emitido, como apontado na hipótese H2. Esse resultado é coerente com o comportamento do setor, no qual a contratação de seguros se concentra em determinados períodos do ano agrícola, geralmente associados ao início do plantio ou renovação de apólices. Assim, a variável $SazPE_t$ consegue capturar adequadamente esse padrão cíclico do mercado.

A variável Sinistralidade defasada em 6 meses também impacta diretamente o Prêmio Emitido em Seguro Rural. O coeficiente estimado aponta que um aumento de 50 ponto percentual (p.p.) na sinistralidade gera, em média, um aumento de 4,89% no prêmio emitido, alinhado com a hipótese H3. Esse resultado é coerente com o funcionamento do mercado segurador, uma vez que um histórico recente de sinistros tende a elevar a percepção de risco das seguradoras, refletindo-se no aumento dos preços praticados e, portanto, no volume de

prêmio emitido. Como reforçado por Pandolfi e Gonçalves (2024), a análise da sinistralidade é um referencial fundamental para a gestão de aceitação de riscos para avaliar se os preços dos seguros estão adequados ao risco assumido.

Quanto à Proporção de Subvenção do Prêmio do Seguro Rural Prêmio, defasada em 4 meses, o sinal negativo apresentado pelo coeficiente indica uma relação inversa com o prêmio emitido, contrariando a hipótese H4. Um aumento de 10% na proporção subsidiada pelo governo federal gera, em média, uma retração de 18,6% no volume de prêmio emitido. Esse resultado, à primeira vista contraintuitivo, reforça que, embora o subsídio federal seja essencial para estimular o acesso ao seguro, o que realmente influencia a decisão do produtor é o valor final que ele precisa arcar com recursos próprios. Em contextos de prêmios elevados, se o valor do subsídio permanece constante ou cresce em proporção inferior ao prêmio, a parcela não subsidiada se torna mais onerosa, tornando o seguro menos atrativo. Assim, mesmo com uma proporção maior de subvenção, o volume total de prêmios emitidos pode diminuir, pois menos produtores optam pela contratação.

Logo, o modelo mostra que percentuais altos de subvenção estão associados a menor volume no log de prêmio emitido, o que pode estar relacionado aos seguintes fatores:

- O aumento no valor do seguro nem sempre é acompanhado por um crescimento proporcional no orçamento público, o que limita o alcance da política de subvenção;
- Redução na base de apólices contratadas, refletindo possível queda na adesão ao seguro rural;
- Diminuição da área segurada, o que impacta diretamente o volume de prêmios emitidos.

Esse entendimento é reforçado por estudos que abordam os efeitos da seleção adversa no mercado de seguros. Boyer e Porrini (2008) explicam que o aumento no risco de sinistros leva as seguradoras a elevarem os prêmios, o que afasta os produtores de menor risco e concentra a carteira em apólices mais arriscadas. Guimarães e Igari (2019) complementam essa visão ao apontarem que a baixa penetração do seguro agrícola no Brasil, somada à presença da seleção adversa, gera um ciclo vicioso: eventos extremos elevam os riscos e, conseqüentemente, os prêmios; isso reduz a base de clientes e amplia a exposição ao risco, o que torna inviável a redução dos custos. Esse cenário contribui para entender por que percentuais elevados de subvenção, isoladamente, não garantem maior volume de prêmios emitidos, principalmente, em um mercado se mostra menos atrativo e progressivamente concentrado em riscos mais elevados.

Nesse contexto, é fundamental que o setor de seguros esteja atento para não alimentar uma espiral econômica negativa.

Em relação ao Índice de *Commodities* Brasil – Agropecuário, com defasagem de seis meses, observa-se um relacionamento direto com o Prêmio Emitido em Seguro Rural. O coeficiente estimado indica que um aumento de 10 reais no índice resulta, em média, em um crescimento de 1,7% no prêmio emitido. Embora o impacto percentual seja pequeno, o resultado está alinhado à hipótese H5, reforçando que a valorização das commodities agrícolas tende a elevar o valor segurado das lavouras, refletindo-se positivamente na emissão de prêmios.

Por fim, considerando que este estudo abrange todo o território nacional, reforça-se que o fenômeno *El Niño* não se mostrou estatisticamente relevante para explicar a variação no Prêmio Emitido em Seguro Rural. Por outro lado, o *La Niña* apresentou significância estatística em duas de suas intensidades: fraca (nível de 10%) e moderada (nível de 5%). Esses resultados confirmam a hipótese H6, indicando que a presença do fenômeno contribui para o aumento do prêmio emitido. Quando o *La Niña* é classificado como fraco, observa-se um aumento médio de 6,7% no prêmio emitido em relação à períodos neutros; já na intensidade moderada, o crescimento estimado é de 26,5% ante períodos neutros.

Para garantir a robustez do modelo estimado, foram avaliados os pressupostos da regressão linear múltipla por meio de testes estatísticos e análise gráfica dos resíduos.

Tabela 3: Pressupostos da Regressão Linear Múltipla

Pressupostos testados	Hipóteses testadas						Decisão
Colinearidade	$\log(\text{PEseg_rural}_{t-12})$	SazPE _t	Sinistralidade _{t-6}	Perc_Subv _{t-4}	ICBr_Agro _{t-6}	LaNina _{t-6}	Não há problema de colinearidade
	5,841	1,870	1,187	2,238	5,201	1,158	
Normalidade dos resíduos	H0: segue distribuição normal Shapiro-Wilk - W: 0,97829 com p-valor: 0,07449						Não rejeita-se H0. Segue distribuição normal.
Heterocedasticidade	H0: sem heterocedasticidade Breusch-Pagan - BP: 6,6209 com p-valor: 0,4694						Não rejeita-se H0. É homocedático.

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 3 apresenta-se uma síntese das hipóteses e estatísticas de testes dos aos pressupostos da regressão linear múltipla e constata-se que todos foram atendidos. A colinearidade entre as variáveis independentes foi avaliada por meio do fator de inflação da variância (VIF), e os resultados não ultrapassaram o limite de 10, indicando ausência de multicolinearidade grave. A normalidade dos resíduos foi confirmada pelo teste de Shapiro-

Wilk ($p > 0,05$), e a homocedasticidade foi validada com o teste de Breusch-Pagan ($p > 0,05$), sugerindo que os resíduos apresentam variância constante, conforme exigido pelo modelo.

Para corroborar com esses resultados, o Figura 10 evidencia uma distribuição aleatória dos resíduos ao redor da linha zero, sem tendência visível que indique violação do pressuposto de linearidade.

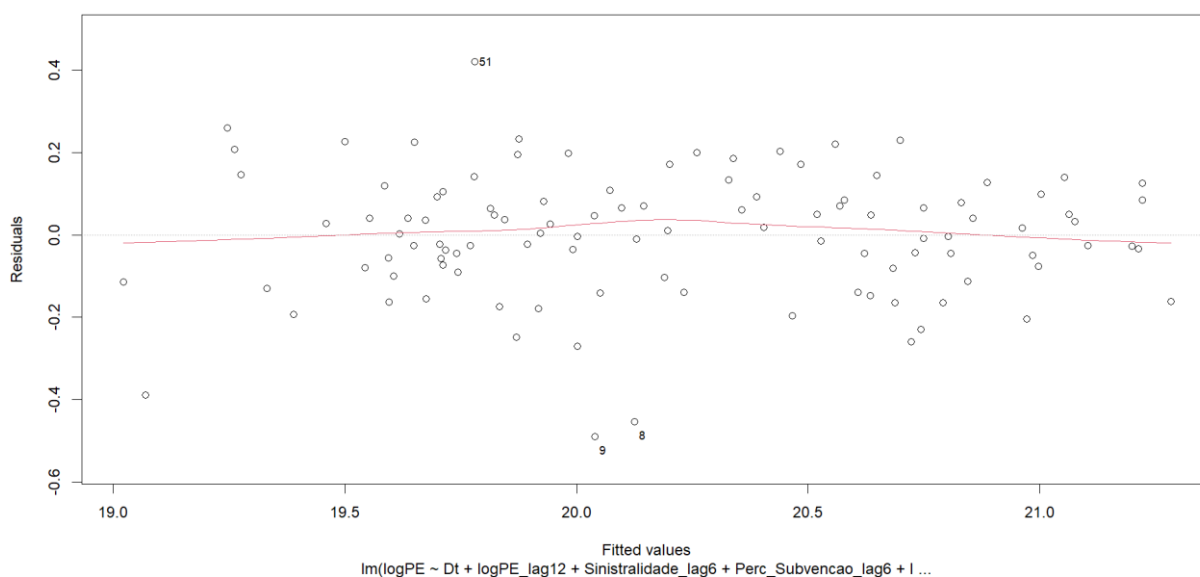


Figura 10 – Resíduos vs Valores Ajustados

Fonte: Elaboração própria.

Já o Figura 11 mostra um alinhamento satisfatório dos resíduos à linha teórica da normalidade, com poucas divergências nas caudas, o que indica normalidade atendida.

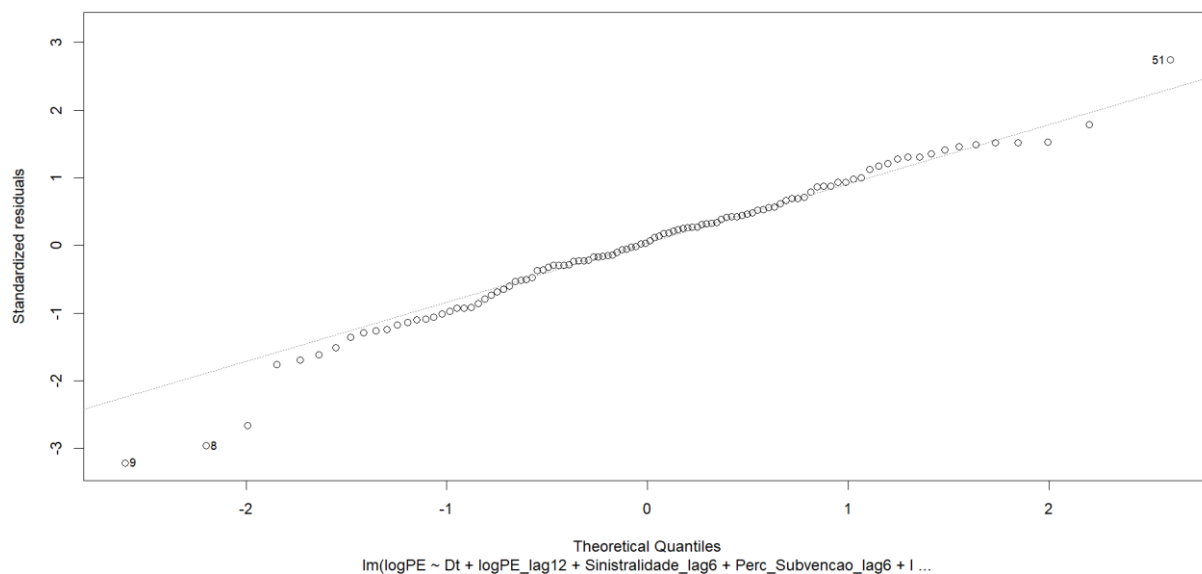


Figura 11 – *Q-Q Plot*

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a Figura 12 apresenta o histograma dos resíduos com uma distribuição simétrica em torno de zero, baixa assimetria e poucas observações extremas, compatível com a suposição de resíduos normalmente distribuídos.

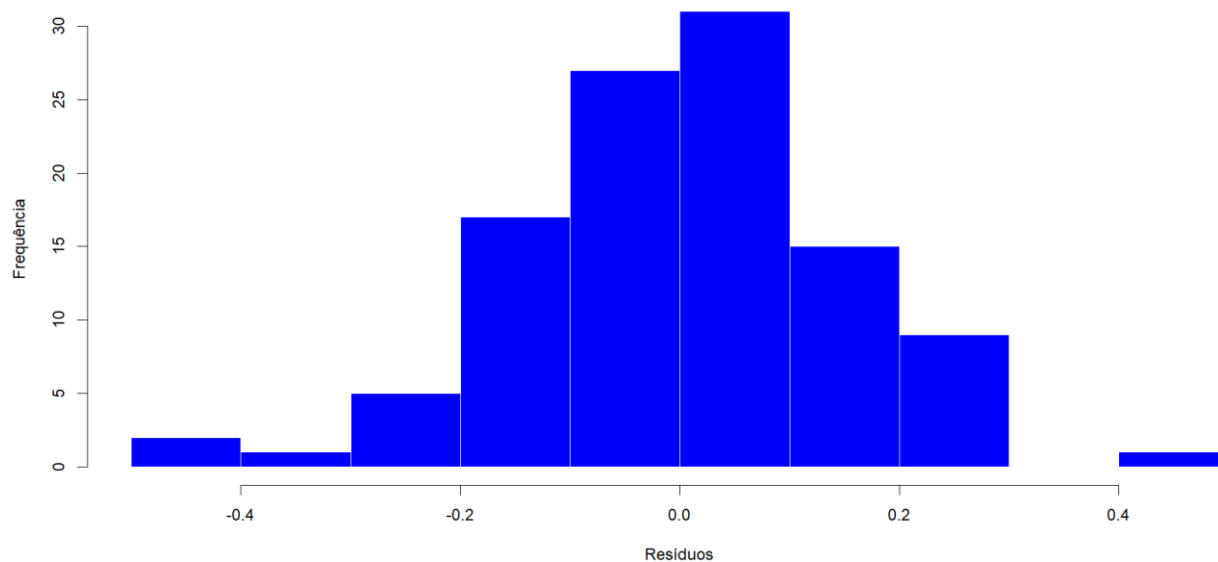


Figura 12 – Histograma dos resíduos

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Projeção do Prêmio Emitido em Seguro Rural

Uma vez identificadas as variáveis que explicam boa parte do comportamento do prêmio emitido em seguro rural, o passo seguinte foi projetar seus valores. Para avaliar a capacidade preditiva do modelo de regressão linear múltipla proposto, realizou-se uma previsão para o ano de 2024, utilizando dados disponíveis até dezembro de 2023. Por se tratar de um período com dados observados completos, essa projeção assumiu caráter *out-of-sample*, permitindo a comparação entre os valores estimados e os efetivamente realizados.

O modelo foi capaz de capturar com relativa precisão os movimentos do mercado em 2024. A diferença percentual acumulada entre o log do prêmio previsto e o log do prêmio observado em 2024 foi de apenas 0,07%, o que é extremamente baixo, indicando um desempenho satisfatório para fins de previsão agregada. A seguir a Tabela 4 apresenta os valores projetados e observados na escala logarítmica, a Tabela 5, na escala original e na sequência, na Figura 13, a curva entre os previsto *versus* observado na escala original.

Tabela 4: Projeção – Previsto x Observado – Escala Logarítmica

Mês/Ano	PE Observado	PE Previsto	Erro	Erro (%)
jan/24	20,9	20,86	0,04	0,19%
fev/24	20,8	20,8	-0,01	-0,03%
mar/24	20,76	20,81	-0,05	-0,22%
abr/24	20,74	20,75	-0,01	-0,05%
mai/24	20,68	20,64	0,05	0,23%
jun/24	20,77	20,98	-0,21	-1,02%
jul/24	21,11	21,08	0,03	0,15%
ago/24	21,18	21,21	-0,04	-0,17%
set/24	21,11	21,07	0,05	0,23%
out/24	21,1	21,01	0,1	0,46%
nov/24	20,69	20,73	-0,04	-0,22%
dez/24	20,6	20,69	-0,08	-0,40%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5: Projeção – Previsto x Observado – Escala Original

Mês/Ano	PE Observado	PE Previsto	Erro	Erro (%)
jan/24	1.189.508.995	1.144.102.677	45.406.318	3,82%
fev/24	1.077.926.603	1.083.869.452	- 5.942.849	-0,55%
mar/24	1.041.076.610	1.090.467.900	- 49.391.291	-4,74%
abr/24	1.017.030.351	1.028.131.039	- 11.100.687	-1,09%
mai/24	961.121.876	917.206.180	43.915.696	4,57%
jun/24	1.045.981.122	1.292.797.638	- 246.816.516	-23,60%
jul/24	1.469.555.194	1.424.895.861	44.659.332	3,04%
ago/24	1.576.848.938	1.634.492.018	- 57.643.080	-3,66%
set/24	1.476.529.573	1.407.438.962	69.090.611	4,68%
out/24	1.461.168.833	1.326.850.915	134.317.918	9,19%
nov/24	964.634.381	1.008.814.525	- 44.180.143	-4,58%
dez/24	886.815.170	963.406.765	- 76.591.595	-8,64%

Fonte: Elaboração própria.

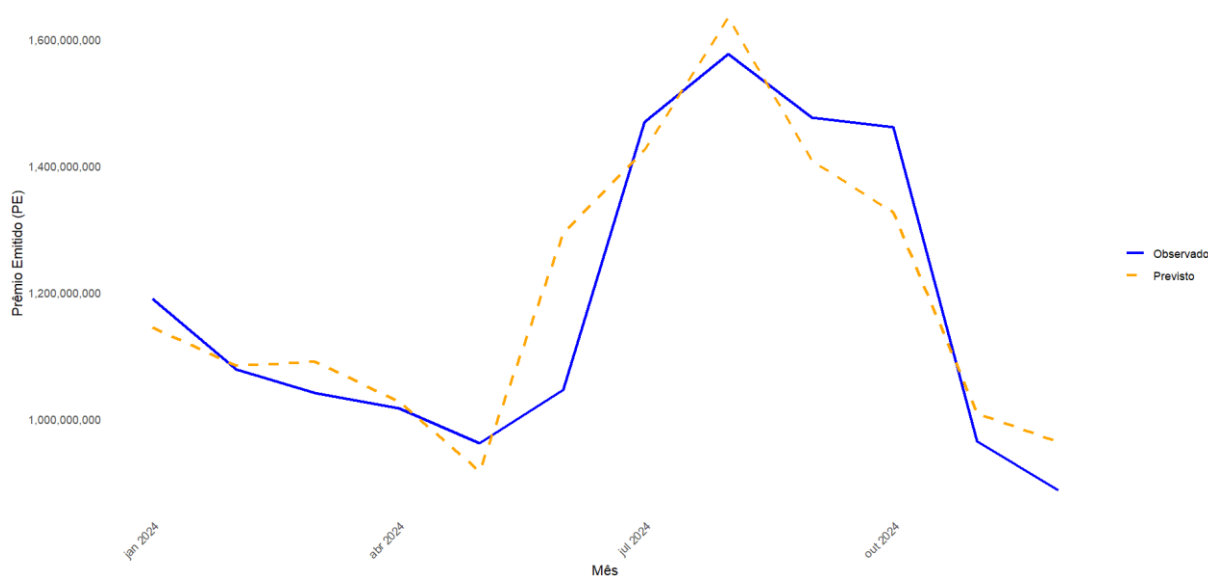


Figura 13 – Prêmio Emitido em Seguro Rural 2024: Previsto x Observado

Fonte: Elaboração própria.

Com base nesse desempenho, projetou-se o comportamento do prêmio emitido para os primeiros quatro meses de 2025. Para isso, foram inseridos os valores defasados correspondentes às variáveis independentes, e a projeção resultante foi incorporada à série histórica no Figura 14.

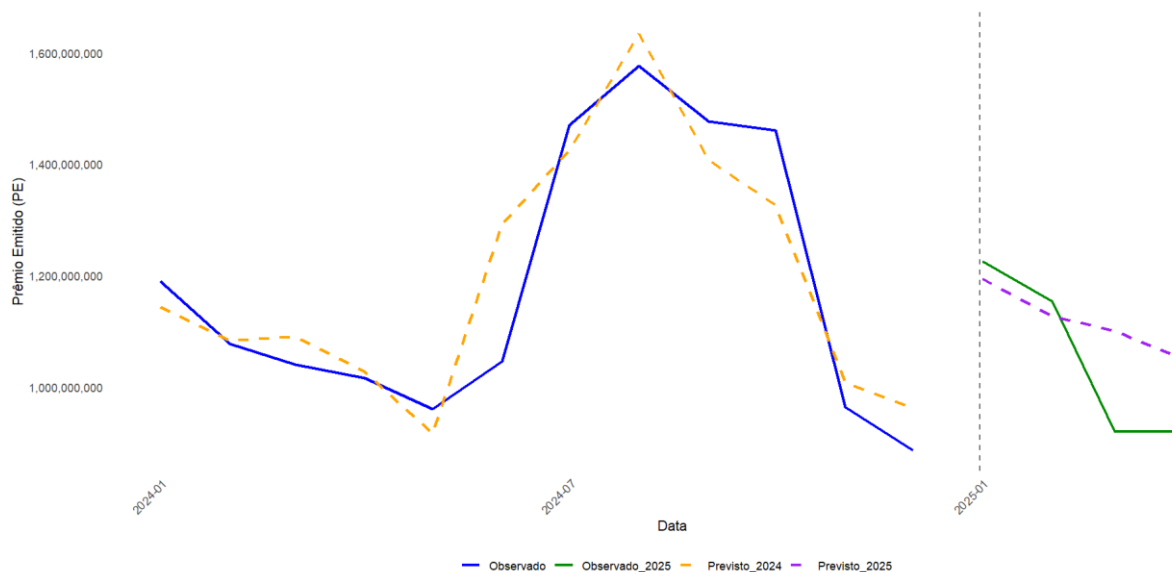


Figura 14 - Prêmio Emitido em Seguro Rural 2024 e 2025: Previsto x Observado

Fonte: Elaboração própria.

Nele, é possível observar a série ao longo do tempo com os valores observados e projetados:

- Em azul, estão os valores observados de janeiro a dezembro de 2024;
- Em laranja tracejado, os valores previstos pelo modelo para 2024;
- Em verde, estão os valores observados de janeiro a abril de 2025;
- Em roxo tracejado, a projeção para os meses de janeiro a abril de 2025;
- Uma linha vertical tracejada delimita a transição entre os anos de 2024 e 2025.

A inclusão da defasagem de 12 meses no modelo permitiu capturar a sazonalidade característica do seguro rural, fortemente influenciada pelo calendário agrícola e pela dinâmica da subvenção federal. A variável $SazPE_t$, que sinaliza os meses de pico de contratação, também contribuiu para essa identificação.

Os resultados projetados para o início de 2025 sugerem uma manutenção do padrão observado em 2024, ainda que sujeito a variações conforme o comportamento das variáveis macroeconômicas e climáticas.

5.3 Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão da Taxa de Cessão em Resseguro e Projeção

Após finalizar a estimativa do Prêmio Emitido, foi desenvolvido um modelo de regressão, em que a taxa de cessão é a variável resposta e as variáveis explicativas são de natureza temporal: ano, mês e uma variável indicadora de sazonalidade para o mês de dezembro (SazDez).

A inclusão de dezembro como variável *dummy* se justifica pelo fato de, historicamente, esse mês apresentar os menores percentuais de cessão, possivelmente em função da sazonalidade nas contratações de seguro. O modelo, então, permite a projeção da taxa de cessão para os meses de janeiro a abril de 2025, com base no comportamento observado ao longo da série histórica a partir de 2022.

O recorte temporal foi adotado devido à quebra de safra ocorrida nos anos de 2021 e 2022, que impactou significativamente a produção agrícola, a economia e a inflação (FORBES AGRO, 2022). Esse cenário modificou o comportamento das transferências de riscos no seguro rural, sendo, portanto, um marco relevante para a análise.

Dito isso, após a definição do modelo de regressão linear múltipla com variáveis explicativas temporais (ano e mês), foi possível estimar a taxa de cessão para os meses de janeiro a abril de 2025. O modelo demonstrou bom ajuste (R^2 ajustado = 96,18%) e significância estatística nas variáveis de mês e ano, com destaque para o forte efeito do mês de janeiro (coeficiente = 0,336; p-valor < 0,001). A variável indicadora para dezembro não foi incluída neste modelo, pois sua sazonalidade já se reflete na estrutura de fatores mensais.

Tabela 6: Resultado da Regressão Linear Múltipla – Taxa de Cessão em Resseguro

Variável dependente: Taxa de Cessão em Resseguro				
	R²	0,9618	Teste F	<0,001
Variáveis:	Coefficientes	Valor-p		
Interseção	114,57	<0,001		
Ano	-0,06	<0,001		
Janeiro	0,34	<0,001		
Fevereiro	0,22	<0,001		
Março	0,23	<0,001		
Abril	0,23	<0,001		
Mai	0,22	<0,001		

Junho	0,21	<0,001
Julho	0,26	<0,001
Agosto	0,25	<0,001
Setembro	0,20	<0,001
Outubro	0,13	<0,001
Novembro	0,05	<0,05

Fonte: Elaboração própria.

O teste de Shapiro-Wilk aplicado aos resíduos do modelo resultou em um p-valor de 0,152, indicando que não há evidências estatísticas para rejeitar a hipótese nula de normalidade. Portanto, os resíduos podem ser considerados aproximadamente normais.

Tendo o modelo RLM aderente, projetou-se o comportamento da taxa de cessão em resseguro para os primeiros quatro meses de 2025.

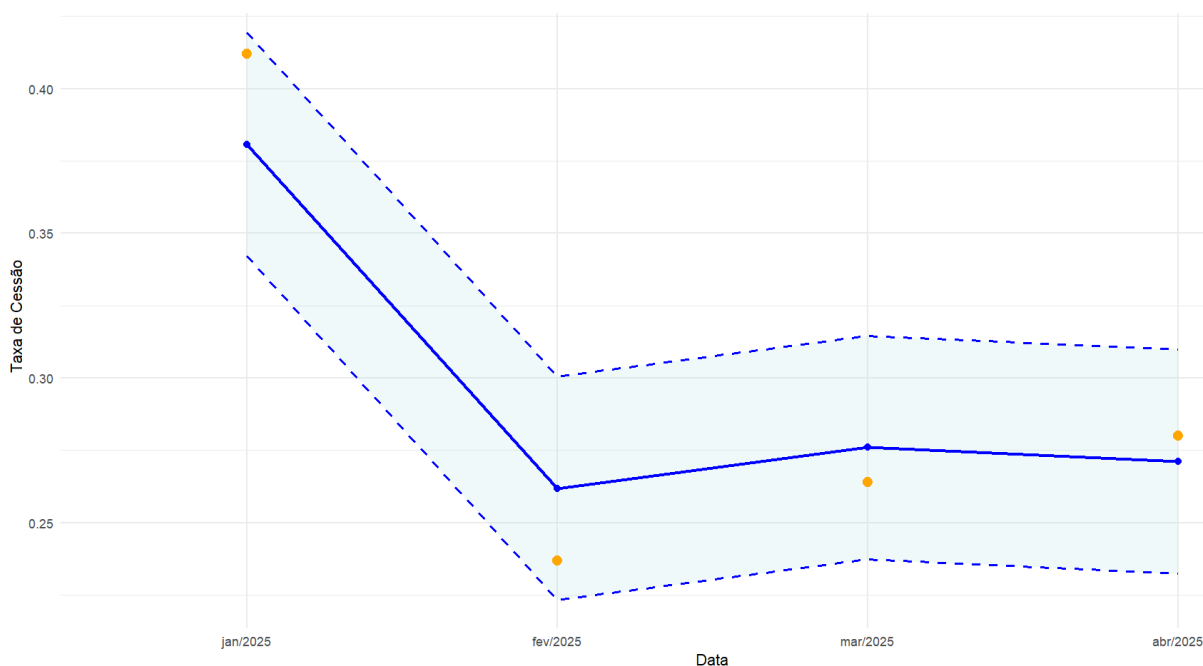


Figura 15 – Taxa de Cessão 2025: Previsto x Observado

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 15 apresenta os valores previstos (linha azul contínua), o intervalo de confiança de 95% (faixa sombreada) e os valores reais observados para a taxa de cessão em cada mês (pontos laranjas).

Nota-se que todos os valores observados ficaram dentro dos intervalos previstos pelo modelo, o que reforça a coerência estatística da projeção. No entanto, há um leve descolamento em relação ao centro da previsão: em fevereiro e março, os valores reais ficaram abaixo da

média prevista, enquanto em janeiro e abril ficaram acima. Esse comportamento pode indicar variações conjunturais na dinâmica da cessão, possivelmente associadas à queda na emissão de prêmios, à menor busca por resseguro ou à modificação nas práticas de retenção pelas seguradoras.

6. Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo principal identificar os determinantes da variação do prêmio emitido em seguro rural, no Brasil, de janeiro de 2016 a dezembro de 2024, bem como projetar os valores para os primeiros meses de 2025 e estimar a taxa de cessão em resseguro.

Os resultados obtidos respondem aos objetivos propostos, evidenciando que, por meio da regressão linear múltipla, a variável dependente está fortemente relacionada com as variáveis independentes incluídas no modelo, com destaque para a variável de Prêmio Emitido em Seguro Rural defasada em 12 meses, evidenciando a sazonalidade e a memória do mercado segurador rural. A variável $SazPE_t$ também confirmou esse padrão cíclico ao captar os meses de pico de contratação.

A sinistralidade influencia positivamente o volume de prêmios emitidos, uma vez que a ocorrência de sinistros em períodos anteriores tende a elevar a percepção de risco, refletindo-se em prêmios mais altos. Já a proporção de subvenção apresentou relação negativa com o prêmio emitido, resultado contraintuitivo que sugere a existência de um ponto de inflexão no qual o aumento da subvenção não necessariamente amplia a adesão ao seguro, principalmente se o valor final pago pelo produtor se mantiver elevado.

O Índice de *Commodities* também se mostrou significativo, ainda que com impacto mais modesto, enquanto o fenômeno *La Niña* apresentou correlação positiva com o prêmio emitido, sobretudo em suas intensidades fraca e moderada. Por outro lado, o *El Niño* não se revelou estatisticamente relevante, possivelmente pela diluição de seus efeitos em uma análise de abrangência nacional.

A validação dos pressupostos da regressão, a análise dos resíduos e a desempenho do modelo nas previsões de 2024 reforçam a robustez da modelagem adotada.

As projeções para o início de 2025 indicam continuidade do padrão sazonal e coerência com os movimentos históricos do mercado. A estimativa da taxa de cessão em resseguro

revelou boa aderência, com todos os valores observados dentro do intervalo de confiança, ainda que com pequenas oscilações em torno da média prevista.

Por fim, os resultados desta pesquisa podem contribuir para o aprimoramento das políticas públicas voltadas ao seguro rural e ao PSR, estratégias de precificação e gestão de riscos por parte das seguradoras e resseguradoras.

As sugestões para trabalhos futuros incluem estudos por unidades da federação (UF) ou culturas específicas, permitindo compreender com mais profundidade como esses fatores se manifestam em contextos regionais. Além disso, a ampliação do modelo com variáveis meteorológicas, institucionais, orçamentárias ou com dados microeconômicos de seguradoras e produtores pode enriquecer a compreensão dos determinantes do seguro rural no Brasil.

Referências

ASSIS JÚNIOR, Valdir Ramos de. **Análise e tendências do mercado brasileiro de seguro de automóveis de 2014 a 2021**. 2022. Dissertação (Mestrado em Economia) — Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Índice de Commodities – Brasil (IC-Br)*. In: **Relatório de Inflação – Dezembro 2017**, box 3, p. 63-65. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/201712/RELINF201712-ri201712b3p.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

BOYER, M.; PORRINI, D. The efficient liability sharing factor for environmental disasters: lessons for optimal insurance regulation. **The Geneva Papers**, v. 33, n. 2, p. 337-362, abr. 2008.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Valor de produção bate recorde, mas safra 2021 não supera ano anterior. Agência de Notícias IBGE, Rio de Janeiro, 15 set. 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34943-valor-de-producao-bate-recorde-mas-safra-2021-nao-supera-ano-anterior>. Acesso em: 8 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.823, de 19 de dezembro de 2003. Institui o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 19 dez. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.823.htm. Acesso em: 3 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 2.168, de 11 de janeiro de 1954. Estabelece normas para instituição do seguro agrário. Diário Oficial da União, Brasília, 11 jan. 1954. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/12168.htm. Acesso em: 24 mai. 2025.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República. Marca histórica do agronegócio brasileiro destaca protagonismo na segurança alimentar global. Brasília: Secom, 11 jan. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/janeiro/marca-historica-do-agronegocio-brasileiro-destaca-protagonismo-na-seguranca-alimentar-global>. Acesso em: 24 mai. 2025.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). PIB do agronegócio brasileiro. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 3 mar. 2025.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE. Monitoramento de El Niño e La Niña. Cachoeira Paulista, SP: INPE, [s.d.]. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Sem subvenção, agricultor abre mão do seguro rural. Brasília: CNA, 2024. Disponível em:

<https://www.cnabrazil.org.br/noticias/sem-subvencao-agricultor-abre-mao-do-seguro-rural>. Acesso em: 24 mai. 2025.

FORBES AGRO. *Brasil tem maior quebra da história na safra de soja*. Forbes Brasil, 14 fev. 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2022/02/brasil-tem-maior-quebra-da-historia-na-safra-de-soja/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

GUIMARÃES, T.C.; IGARI, A.T. Mudança do clima e seus impactos no seguro agrícola no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v.12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n4p1583-1604>.

HAIR, J. F.; BLACK W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; & TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora. 2009.

JIMENEZ, G.; SAURINA, J. Credit Cycles, Credit Risk, and Prudential Regulation **MPRA Paper**. V.15. N. 718. November, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. *Exportações do agronegócio fecham 2023 com US\$ 166,55 bilhões em vendas*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2023-com-us-166-55-bilhoes-em-vendas>. Acesso em: 3 mai. 2025.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Oceanic Niño Index (ONI) – Version 5. Washington, D.C.: NOAA, [s.d.]. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Acesso em: 22 abr. 2025.

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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S010320032008000100005>.

OZAKI, V.A. **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola: um estudo de caso**. 2005b. 324p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2005.tde11072005-160540>.

OZAKI, Vitor Augusto; CAMPOS, Rogério Costa. Reduzindo a incerteza no mercado de seguros: uma abordagem via informações de sensoriamento remoto e atuária. *Revista Brasileira De Economia*. São Paulo, v. 71, n. 4, p. 489-514, 2017. Disponível: <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20170024>. Acesso em: 08 jun. 2025.

OZAKI, V.A. Síntese dos desafios do Seguro agrícola no Brasil: onde falhamos e até onde avançamos. In: BUAINAIN, A. M.; VIEIRA, P. A.; CURY, W. J. M. (org.). *Gestão do risco e seguro na agricultura brasileira*. Rio de Janeiro: Funenseg, 2011. p. 129140.

PANDOLFI, Amanda Santos; GONÇALVES, Jussiane Nader. Previsão da sinistralidade em seguros de vida utilizando modelos de séries temporais. *Revista ENIAC Pesquisa*, Guarulhos

(SP), v. 13, n. 1, abr.–set. 2024. Disponível em:
<https://ojs.eniac.com.br/index.php/EniacPesquisa/article/view/961/940>. Acesso em: 22 jun. 2025.

RAMOS, Rejane Cecília. O SEGURO RURAL NO BRASIL: origem, evolução e proposições para aperfeiçoamento. *Informações Econômicas*, SP, v.39, n.3, mar. 2009. Disponível em:
<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2009/tec1-0309.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2025.

SCHAAB, Luana Las. Impacto dos efeitos El Niño e La Niña sobre o setor agrícola brasileiro: uma análise de insumo-produto. *Revista da FAE*, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 131–146, jul./dez. 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. *Seguro rural*. 2025. Disponível em:
https://www.gov.br/susep/pt-br/copy_of_planos-e-produtos/seguros/seguro-rural. Acesso em: 3 mar. 2025.

TABOSA, F. J. S.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Análise do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural e seu impacto na área plantada e na produtividade agrícola dos segurados no Brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 58, p. 73-100, 2021. Disponível em:
<https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/1258>. Acesso em: 24 maio 2025.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.