

**ESTIMATIVAS DAS PERDAS ESTADUAIS DAS PRODUÇÕES EM
DECORRÊNCIA DO RISCO CLIMÁTICO 1994-2024**
*STATE-LEVEL ESTIMATES OF PRODUCTION LOSSES DUE TO CLIMATE RISK,
1994–2024*

Beatriz Salandin Dal Pozzo

UFSCar. São Carlos, SP, Brasil

Braulio Paiva Novaes de Almeida

ESALQ-USP. Piracicaba, SP, Brasil

Rian Faria Moreno

ESALQ-USP. Piracicaba, SP, Brasil

Gilson Martins

UFPR. Curitiba, PR, Brasil

Vitor Augusto Ozaki

ESALQ-USP. Piracicaba, SP, Brasil

GT 11 - Elaboração e análise de política para agropecuária

Resumo: A intensificação do risco climático, evidenciada pelas recorrentes quebras de safra, tornou-se um fator central para análise por agentes econômicos e formuladores de políticas públicas. Nesse cenário, compreender a magnitude das perdas climáticas em nível estadual é essencial. Com base em dados de produtividade de 14 culturas entre 1994 e 2024, estimaram-se as perdas médias anuais de produtividade e, posteriormente, as perdas monetárias por estado. Os resultados mostram perdas expressivas no Rio Grande do Sul e no Mato Grosso, especialmente na cultura da soja. Esses achados oferecem subsídios relevantes para o desenho de políticas públicas voltadas à gestão de riscos no agronegócio.

Palavras-chave: risco climático, quebra de safra, políticas públicas, perdas estaduais.

Abstract: The intensification of climate risk, evidenced by recurrent crop failures, has become a central factor of analysis for economic agents and public policy makers. In this context, understanding the magnitude of climate-related losses at the state level is essential. Using productivity data for 14 crops from 1994 to 2024, we estimated the average annual productivity losses and, subsequently, the monetary losses by state. The results show substantial losses in Rio Grande do Sul and Mato Grosso, particularly in soybean production. These findings provide relevant insights for the design of public policies aimed at improving risk management in the agribusiness sector.

Keywords: climate risk, crop yield loss, public policy, state-level losses.

1. Introdução

A agricultura, enquanto atividade milenar, permanece altamente vulnerável às adversidades climáticas, cuja intensificação decorrente das mudanças climáticas impõe desafios crescentes ao planejamento e à formulação de políticas públicas de gestão de riscos. Entre 2000 e 2021, culturas como feijão, trigo, milho e café apresentaram as maiores frequências de quebras de safra, com reduções anuais geralmente entre 0% e 10%, mas ultrapassando 20% em anos de eventos extremos (MAPA, 2022). O clima desfavorável segue como principal causa dessas perdas, cuja recorrência tem aumentado ao longo do tempo.

Os impactos econômicos ilustram a magnitude do problema: em 2001, a seca no Rio Grande do Sul gerou prejuízos de R\$ 140 milhões, enquanto Santa Catarina registrou perdas de R\$ 95 milhões; em 2020, apenas no Rio Grande do Sul, a estiagem resultou em R\$ 4,8 bilhões

em danos às lavouras de milho e soja. Diante desse cenário, esta pesquisa estima, em nível estadual, as perdas agrícolas entre 1994 e 2024, com o objetivo de subsidiar políticas públicas capazes de mitigar as externalidades associadas à crescente variabilidade climática no país.

2. Metodologia

Para as estimativas, utilizaram-se dados estaduais anuais de rendimento médio, valor bruto da produção (VBP), área colhida e produção total de 14 culturas entre 1994 e 2024, totalizando 31 observações, obtidos no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) (IBGE, 2026).

Primeiramente, removeu-se a tendência das séries de produtividade e estimou-se a seguinte equação por mínimos quadrados ordinários:

$$y_t = \alpha + \beta T + \gamma T^2 + e_t, \quad e_t \sim N(\mu, \sigma),$$

em que y_t é o vetor de produtividade, T é o vetor de tempo, α , β e γ os parâmetros da regressão. A partir dos resíduos $\hat{e}_t$ e da estimativa da produtividade no último ano $\hat{y}_{2024}$, a série sem tendência foi obtida por:

$$\tilde{y}_t = \hat{y}_{2024} \left(1 + \frac{\hat{e}_t}{\hat{y}_t} \right).$$

Em seguida, verificaram-se dependência temporal e homoscedasticidade por meio dos testes de Ljung e Box (1978) e Breusch e Pagan (1979). Em caso de autocorrelação, aplicaram-se modelos ARIMA. Além disso, para modelos degenerados (ARIMA (0,0,0)) adotou-se um modelo mínimo AR(1). Em algumas culturas, como banana e laranja em determinados estados, foi necessário aplicar transformação logarítmica.

Com as séries corrigidas, ajustaram-se diferentes distribuições paramétricas, escolhendo-se aquela com menor Critério de Informação de Akaike (AIC) (1974). Após a seleção, realizou-se uma simulação de Monte Carlo com 10.000 iterações. A perda anual foi definida como:

$$\text{Perda} = \max(0, \hat{y}_t - y_t)$$

onde $\hat{y}_t$ é o valor esperado da produtividade e y_t é a produtividade observada. A perda média foi obtida dividindo-se a soma das perdas simuladas pelo número de iterações. A perda monetária foi calculada por:

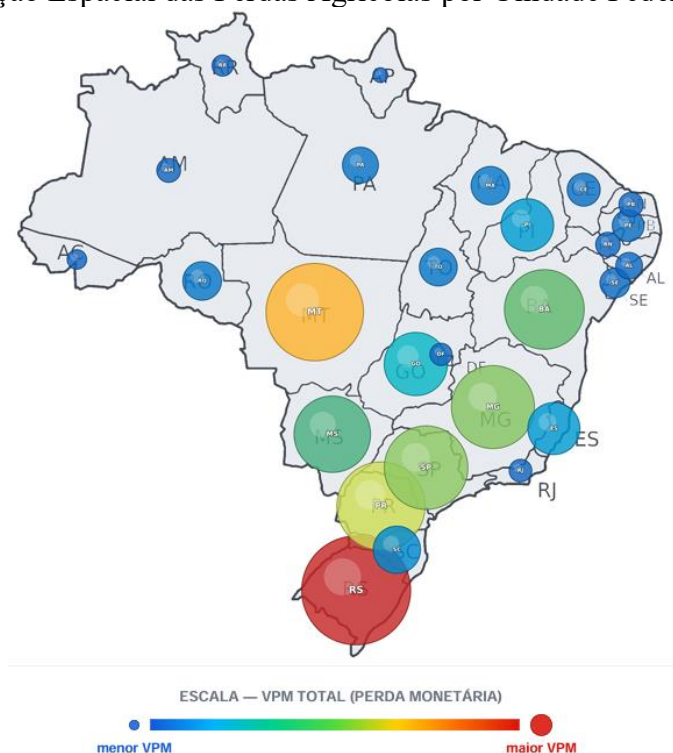
$$\text{Perda monetária} = \text{Perda de Produtividade} \times \text{Preço Médio} \times \text{Área Média}$$

onde preço médio e área média correspondem à média dos últimos 5 anos (2020 a 2024). Por fim, as perdas estaduais foram obtidas pela soma das perdas das culturas selecionadas.

3. Análise de Resultados

As perdas agrícolas por unidade federativa e os respectivos valores de perdas monetárias podem ser observados na Figura 1. Os maiores valores monetários de perdas ocorrem na região Centro-Sul do país, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul, o qual é marcado pela produção de arroz, milho, soja e trigo, soma uma perda de R\$ 5,11 bilhões. Outro estado que se destaca é o Mato Grosso, caracterizado pela produção de milho e soja, apresenta uma perda média anual de R\$ 3,19 bilhões.

Figura 1 – Distribuição Espacial das Perdas Agrícolas por Unidade Federativa (R\$)

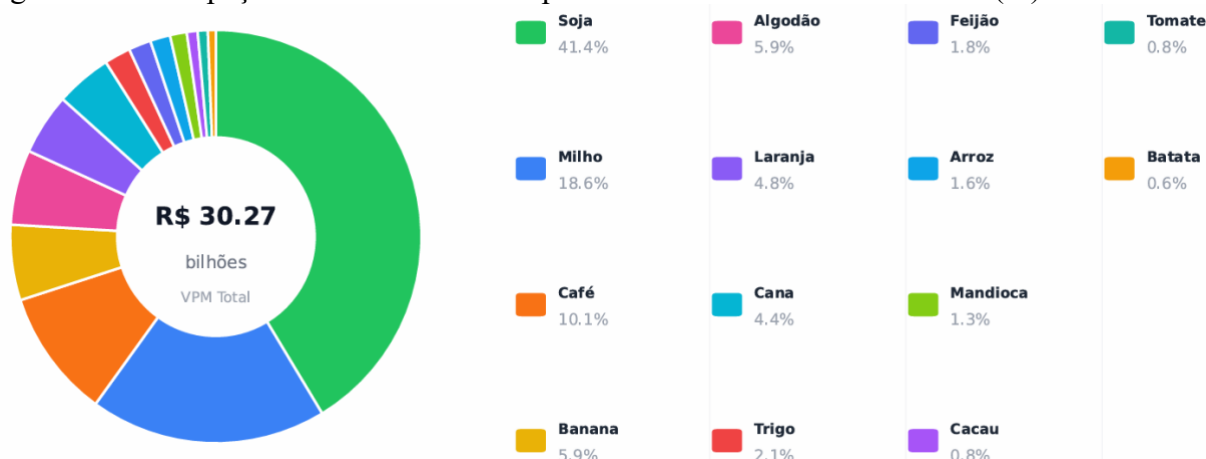


Fonte: Elaboração própria.

A distribuição das perdas por cultura, apresentada na Figura 2, evidencia a predominância da soja (41,4%), do milho (18,6%) e do café (10,1%). Em termos agregados, a perda monetária média anual estimada para o país é de R\$ 30,27 bilhões, equivalente a 4,6% do VBP médio dos últimos cinco anos.

Em contraste, entre 2020 e 2025, o PSR e o PROAGRO indenizaram, em média, R\$ 2,74 bilhões e R\$ 6,46 bilhões anuais, respectivamente, revelando a expressiva distância entre as perdas potenciais e a cobertura efetivamente oferecida pelos instrumentos públicos de gestão de risco (Brasil, 2025; BCB, 2025).

Figura 2 – Participação de cada cultura nas perdas monetárias a nível nacional (%)



Fonte: Elaboração própria.

4. Considerações Finais

Os resultados demonstram que as perdas agrícolas no Brasil são expressivas e heterogêneas, concentrando-se em culturas e estados de elevada relevância econômica e alcançando uma média anual de R\$ 30,27 bilhões. A comparação com os valores indenizados pelo PSR e pelo PROAGRO evidencia uma lacuna substancial entre o risco efetivo e a cobertura atualmente disponível. Nesse contexto, as estimativas estaduais apresentadas oferecem subsídios valiosos para o aprimoramento das políticas públicas, sobretudo ao orientar o fortalecimento de mecanismos de securitização capazes de mitigar as externalidades das perdas e ampliar a resiliência do setor frente ao avanço das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatórios e séries estatísticas sobre crédito rural. Brasília: BCB, 2025.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Sistema de Informação da Subvenção ao Seguro Rural (SISSER). 2025. Disponível em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/SISSER/SISSER.html>. Acesso em: 2 out. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Histórico de perdas na agricultura brasileira: 2000-2021. 1. ed. Brasília, DF, 2022.
- BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*, v. 47, n. 5, p. 1287-1294, 1979.
- LJUNG, G. M.; BOX, G. E. P. On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, v. 65, n. 2, p. 297-303, 1978. DOI: <https://doi.org/10.2307/2335207>.