v7.n5.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO ENTRE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS E O PIB AGROPECUÁRIO BRASILEIRO NO PERÍODO DE 2015 A 2024

THE RELATIONSHIP BETWEEN EXTREME CLIMATE EVENTS AND BRAZILIAN AGRICULTURAL GDP FROM 2015 TO 2024

LA RELACIÓN ENTRE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS Y EL PIB AGROPECUARIO BRASILEÑO EN EL PERÍODO DE 2015 A 2024

Carlos David S. Branco[1]

e757936
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i5.7936

RESUMO

No intervalo entre 2015 e 2024, o PIB agropecuário brasileiro oscilou entre retrações de 5,2% e expansões de 15,1% — períodos em que os extremos climáticos foram determinantes para a variação observada. Este artigo analisa as externalidades desses eventos sobre o desempenho produtivo do setor, fundamentando-se em uma revisão integrativa balizada pelo protocolo PRISMA. O estudo sistematizou 31 trabalhos selecionados a partir de 165 registros identificados nas plataformas SciELO, Scopus, Web of Science, CAPES e Google Scholar. A análise identifica três canais de transmissão do choque climático: o declínio da produtividade física, a elevação dos custos operacionais e a propagação macroeconômica via inflação alimentar e desequilíbrios no saldo comercial. Os resultados revelam que os impactos são geograficamente desiguais, concentrando-se em regiões com menor densidade tecnológica e estrutura monocultural. Conclui-se que a resiliência climática tornou-se determinante para a sustentabilidade econômica nacional, requerendo políticas públicas que superem o caráter reativo em favor de uma gestão integrada de riscos sistêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças Climáticas. PIB Agropecuário. Eventos Extremos. Economia Agrícola. Resiliência Setorial.

ABSTRACT

From 2015 to 2024, the Brazilian agricultural GDP fluctuated between contractions of 5.2% and expansions of 15.1%, with extreme weather events as determining factors for the observed variation. This article examines the economic externalities of these events on the sectoral productive performance through an integrative review based on PRISMA guidelines, which synthesized 31 studies selected from 165 records across SciELO, Scopus, Web of Science, CAPES, and Google Scholar. The analysis identifies three transmission channels for climate shocks: reduction in physical productivity, increased operational costs, and macroeconomic propagation via food inflation and trade balance imbalances. The impacts are geographically unequal, concentrated in regions with lower technological density and monocultural structures. In conclusion, climate resilience has become a determinant variable for Brazil's macroeconomic sustainability, requiring public policies that move beyond reactive measures toward integrated systemic risk management.

KEYWORDS: *Climate Change. Agricultural GDP. Extreme Events. Agricultural Economics. Sector Resilience.*

RESUMEN

Entre 2015 y 2024, el PIB agropecuario brasileño osciló entre retracciones del 5,2% y expansiones del 15,1%, siendo los eventos climáticos extremos factores determinantes de la

[1] Universidade Federal Fluminense.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

variación observada. Este artículo examina las externalidades económicas de dichos eventos sobre el desempeño productivo del sector mediante una revisión integradora adaptada a las directrices PRISMA, que consolidó 31 estudios seleccionados a partir de 165 registros en SciELO, Scopus, Web of Science, CAPES y Google Scholar. El análisis identifica tres canales de transmisión del choque climático: la reducción de la productividad física, el aumento de los costos operativos y la propagación macroeconómica a través de la inflación alimentaria y desequilibrios en la balanza comercial. Los impactos se revelan geográficamente desiguales, concentrándose en regiones con menor densidad tecnológica y estructura monocultural. Se concluye que la resiliencia climática se ha convertido en una variable determinante para la sostenibilidad macroeconómica de Brasil, demandando políticas públicas que superen el carácter reactivo y avancen hacia una gestión integrada de riesgos sistémicos.

PALABRAS CLAVE: *Cambio Climático. PIB Agropecuario. Eventos Extremos. Economía Agraria. Resiliencia Sectorial.*

1. INTRODUÇÃO

A centralidade da agropecuária na matriz econômica brasileira é um fato consolidado, porém a sua interpretação exige cautela. O setor não se limita à geração de divisas; ele atua como um regulador da estabilidade monetária e do equilíbrio das contas externas. No entanto, a trajetória que posicionou o país como um dos principais atores centrais no mercado de *commodities* parece ter aprofundado uma dependência estrutural que, sob a ótica da segurança econômica, merece uma investigação mais cuidadosa (CEPEA, 2024; CNA, 2024).

Essa interdependência sistêmica revela que o ritmo das safras não afeta apenas o valor adicionado direto, mas reverbera em cadeias complexas de insumos, serviços logísticos e mercados de capitais. Em determinadas regiões, especialmente no eixo Centro-Oeste e Sul, a dinâmica do PIB local aparenta estar intrinsecamente correlacionada às janelas de plantio e colheita (IBGE, 2024). Tal simbiose, se por um lado confere dinamismo, por outro expõe o país a choques de oferta cujas raízes são de difícil mitigação no curto prazo.

A despeito da sofisticação técnica incorporada ao campo, a atividade permanece subordinada a variáveis biofísicas. O rendimento pecuário e a produtividade das lavouras guardam uma relação de estreita dependência com a regularidade pluviométrica e a estabilidade térmica. Nesse sentido, os avanços em biotecnologia, embora significativos, parecem atenuar — mas não eliminar — a vulnerabilidade do setor diante de oscilações climáticas severas (ASSAD; PINTO, 2008).

No cenário contemporâneo, o debate internacional sugere que não estamos apenas lidando com ciclos de variabilidade natural, mas com uma alteração na frequência e intensidade dos eventos extremos (IPCC, 2023). Episódios de geadas tardias, secas prolongadas e precipitações volumosas têm sido interpretados como sinais de uma "nova normalidade"

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

climática. Essa incerteza sobre a previsibilidade dos fenômenos introduz um componente de risco que os modelos econômicos tradicionais ainda parecem ter dificuldade em precificar.

O período entre 2015 e 2024 oferece um laboratório empírico para tais discussões. A sucessão de quebras de safra decorrentes de enchentes e estresse hídrico ilustra como a exposição ao risco climático é real e imediata (CONAB, 2024; IPEA, 2024). Tais evidências levantam uma provocação necessária: até que ponto a arquitetura institucional e financeira do agronegócio brasileiro possui capacidade para absorver choques climáticos que tendem a ser menos excepcionais e mais sistêmicos? É preciso reconhecer que essa instabilidade não fere apenas o saldo comercial. O que está em xeque é a própria segurança alimentar: quando o clima foge ao controle e os preços disparam, o impacto social torna-se tão profundo quanto o prejuízo calculado no PIB (WHEELER; VON BRAUN, 2013).

O que diferencia este estudo da produção existente é o esforço de sistematizar, sob uma ótica integrada, o que os dados de 2015 a 2024 revelam sobre a relação entre o clima extremo e o PIB agropecuário. Embora existam estudos isolados, ainda há um vácuo sobre os canais econômicos específicos que levam um choque climático a corroer o valor adicionado do setor. Assim, este artigo organiza o debate, identifica padrões e aponta lacunas para futuras investigações.

Este trabalho busca responder se a estrutura do agronegócio brasileiro suporta choques climáticos sistêmicos. O objetivo geral é analisar as externalidades econômicas desses eventos no PIB agropecuário entre 2015 e 2024. Para isso, o estudo foca em três objetivos específicos: identificar os canais de transmissão do choque ao valor adicionado, descrever as desigualdades regionais de impacto e discutir estratégias de resiliência. A justificativa reside na necessidade de tratar o clima como variável estratégica para a estabilidade econômica nacional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A Interface entre variabilidade climática e dinâmica agropecuária

As mudanças climáticas deixaram de ser cenário de futuro para se tornar variável do presente econômico. A literatura especializada consolida, com crescente consistência, a tese de que o aumento na concentração de gases de efeito estufa não apenas pressiona as médias térmicas, mas compromete a regularidade dos regimes hidrológicos em escala global (IPCC, 2023; WMO, 2024). No contexto agropecuário, essa metamorfose ambiental assume contornos severos, dada a acentuada subordinação biológica da produção ao equilíbrio de variáveis externas que fogem ao controle técnico.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Enquanto a agricultura enfrenta o que parece ser um encurtamento irreversível das janelas de plantio devido à volatilidade pluviométrica, a pecuária lida com os custos, muitas vezes subestimados, do estresse térmico e da perda de vigor nutricional das pastagens. Esses elementos, ao interagirem, sugerem uma ampliação da vulnerabilidade sistêmica do setor, em que o risco climático deixa de ser uma externalidade episódica para se tornar um componente intrínseco do cálculo de rentabilidade (FAO, 2022; SCHLENKER; ROBERTS, 2009). O ritmo das inovações adaptativas, embora crescente, ainda não demonstrou capacidade de neutralizar plenamente os efeitos dos extremos climáticos, o que coloca o setor diante de um limiar de resiliência biológica cuja mensuração econômica permanece em aberto na literatura especializada.

2.2. O Agronegócio como eixo de sustentação macroeconômica

No Brasil, a agropecuária não opera como um setor isolado, mas como o núcleo de um ecossistema econômico vasto. A métrica do PIB agropecuário, conforme detalhada pelo CEPEA (2024), revela que a força do campo transborda para a indústria de máquinas, o setor de serviços logísticos e o mercado de crédito. Na balança comercial, o resultado dessa centralidade é inequívoco: o Brasil mantém posição de liderança na exportação de *commodities* estratégicas, sobretudo soja, carnes e celulose (CNA, 2024). Essa mesma força, contudo, cria uma dependência territorial que vai além do setor produtivo. Em Mato Grosso, no Paraná e no Rio Grande do Sul, emprego e receita pública oscilam em compasso com as safras — fenômeno aqui denominado geodependência econômica: conceito operacional adotado neste artigo para descrever a condição estrutural em que indicadores macroeconômicos regionais — PIB, arrecadação, emprego formal — estão organicamente atrelados ao desempenho agropecuário local e, portanto, expostos de forma amplificada a choques climáticos sobre o setor (IBGE, 2024).

2.3. PIB Agropecuário e a sensibilidade a choques exógenos

O PIB setorial é o resultado de uma equação complexa em que interagem preços internacionais, políticas de crédito e inovação tecnológica. Contudo, a agropecuária retém uma especificidade: sua exposição singular a choques ambientais exógenos. Uma anomalia climática severa possui o potencial de desestruturar esse equilíbrio por meio de um efeito dominó — reduzindo a produtividade física, elevando os custos operacionais (como o uso intensivo de irrigação) e comprometendo a malha logística (ASSAD; PINTO, 2008). A relação entre temperatura e crescimento econômico tem sido documentada em diferentes contextos: Dell, Jones e Olken (2012) demonstram que choques térmicos deprimem o produto agregado mesmo fora do setor primário, enquanto Burke, Hsiang e Miguel (2015) confirmam, em análise global,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

efeitos não lineares da temperatura sobre a produção econômica que afetam de forma assimétrica economias tropicais como a brasileira. Essa sensibilidade explica por que o comportamento do PIB nacional, em diversas ocasiões, encontra-se atrelado à *performance* do campo, agindo ora como propulsor, ora como limitador do crescimento agregado (BACEN, 2024).

2.4. Perspectivas empíricas no cenário internacional

Estudos globais corroboram a tese de que a variabilidade climática já impõe perdas reais ao valor adicionado agrícola. Lobell *et al.* (2011) e Lesk *et al*. (2016) demonstram que desastres climáticos, notadamente secas e ondas de calor, têm provocado quebras significativas na produção de cereais em escala mundial. Ray *et al*. (2015) ponderam que, embora o avanço tecnológico tenha o papel de amortecer esses impactos, ele não é capaz de neutralizar completamente a resposta das culturas aos extremos climáticos. Deschênes e Greenstone (2007), com evidências agrícolas norte-americanas, demonstram que flutuações climáticas aleatórias explicam variações significativas no produto agropecuário, reforçando a pertinência de estimações econométricas aplicadas a outros contextos nacionais. Challinor *et al*. (2014), em meta-análise de centenas de estudos globais, confirmam que as perdas de rendimento agrícola sob aquecimento são robustas e tendem a se intensificar com o avanço das projeções climáticas. Surge aqui uma nuance importante: o impacto econômico final parece depender tanto da severidade do evento natural quanto da robustez das instituições e da capacidade adaptativa de cada nação (ROSENZWEIG *et al*., 2014).

2.5. Evidências e particularidades do contexto brasileiro

A literatura nacional reforça o diagnóstico de vulnerabilidade, destacando alterações em curso na aptidão agrícola de diversas regiões (ASSAD; PINTO, 2008). Nobre *et al*. (2020) advertem que o Brasil enfrenta uma combinação perigosa de escassez hídrica e elevação térmica, o que coloca em xeque a segurança alimentar e o fluxo de exportações. Dados recentes da CONAB (2024) e da EMBRAPA (2023) trazem essa discussão para o plano imediato, citando perdas vultosas em safras de milho e soja devido a irregularidades pluviométricas no Centro-Sul. O caso das inundações no Rio Grande do Sul em 2024 é, talvez, o exemplo mais recente e contundente de como a destruição da infraestrutura física e logística pode gerar impactos econômicos que transcendem a perda imediata de grãos (IPEA, 2024).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.6. Caminhos para a adaptação e resiliência estratégica

A mitigação desses riscos parece transitar pela convergência entre políticas públicas e investimento privado. A literatura aponta um cardápio de soluções que inclui desde o refinamento do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) até a expansão de mecanismos de seguro rural e a adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). De acordo com a FAO (2022), a estabilidade produtiva em cenários de crise é maior em países que logram integrar gestão de risco e inovação tecnológica. Howden *et al*. (2007) reforçam que a adaptação agrícola efetiva exige não apenas mudanças nas práticas produtivas, mas também ajustes nas políticas e nos sistemas de governança — premissa que orienta as recomendações mais recentes para o agronegócio brasileiro. No Brasil, o fortalecimento desses instrumentos é visto não apenas como uma medida setorial, mas como uma estratégia de salvaguarda do PIB agropecuário.

2.7. Lacunas na literatura e necessidade de integração

Apesar da robustez dos estudos existentes, nota-se uma fragmentação na abordagem do tema. Grande parte das pesquisas foca em culturas isoladas ou em danos físicos pontuais, deixando uma lacuna sobre como esses eventos extremos se traduzem no PIB agropecuário de forma agregada e sistêmica. Existe uma oportunidade latente para investigações que utilizem métodos econométricos espaciais ou séries temporais para mensurar a transmissão desses choques entre diferentes cadeias produtivas e regiões geoeconômicas. Nesse sentido, Hsiang (2016) propõe um arcabouço metodológico robusto para a econometria climática que ainda encontra aplicação incipiente no contexto brasileiro, representando uma fronteira relevante para pesquisas futuras.

2.8. Síntese da seção

Em suma, o referencial teórico indica que a pujança da agropecuária brasileira coexiste com uma vulnerabilidade estrutural ao clima. O binômio economia-clima deixou de ser uma preocupação puramente ambiental para se tornar um desafio de gestão macroeconômica. Compreender como os eventos extremos moldam o valor adicionado setorial é, portanto, indispensável para qualquer planejamento que vise a sustentabilidade do agronegócio e a estabilidade econômica nacional no longo prazo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Natureza e enquadramento da investigação

Caracteriza-se este estudo como uma pesquisa de natureza aplicada, amparada por uma abordagem qualitativa e um objetivo que transita entre o descritivo e o explicativo. A adoção de um desenho metodológico ancorado na revisão bibliográfica integrativa mostrou-se a mais adequada para lidar com a dispersão de evidências sobre o PIB agropecuário e os extremos climáticos (GIL, 2019; CRESWELL, 2014). Diferentemente de uma revisão narrativa convencional, a modalidade integrativa exigiu um rigor maior na sistematização, permitindo não apenas aglutinar dados, mas confrontar perspectivas teóricas e identificar silêncios na literatura (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Para que esta análise não se perdesse em subjetividades, a estrutura da revisão seguiu os critérios metodológicos consolidados na literatura (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011; GALVÃO; PEREIRA, 2014). O objetivo foi garantir que o caminho percorrido — da escolha dos textos à síntese dos dados — fosse transparente e replicável. Além disso, toda a organização documental e o sistema de citações foram estruturados de acordo com as normas ABNT NBR 6023 (2018) e ABNT NBR 10520 (2023), assegurando a precisão técnica que o tema exige.

A proposta aqui não reside em meramente inventariar publicações, mas sim em compreender como a intelectualidade acadêmica e os organismos técnico-institucionais têm interpretado o nexo de causalidade entre as anomalias climáticas e a *performance* econômica do campo brasileiro.

3.2. Percurso metodológico e operacionalização

A estruturação do trabalho seguiu um fluxo lógico dividido em cinco etapas fundamentais, detalhadas a seguir:

- Definição do Problema e Recorte Temporal: A investigação partiu da seguinte questão norteadora: *quais são os impactos reais dos eventos climáticos extremos sobre o PIB agropecuário brasileiro documentados entre 2015 e 2024?* Este intervalo foi deliberadamente escolhido por concentrar episódios de severidade climática atípica e uma maturação evidente nos relatórios de monitoramento econômico.
- Mapeamento Temático: A busca concentrou-se em eixos que parecem ditar a vulnerabilidade do setor, abrangendo desde o estresse térmico na pecuária até os gargalos logísticos gerados por precipitações excessivas, sempre sob a ótica do valor adicionado setorial.
- Estratégia de Busca e Coleta: O levantamento de dados não se restringiu a bases de dados acadêmicas consagradas (SciELO, Scopus, Web of Science, CAPES e Google Scholar),

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

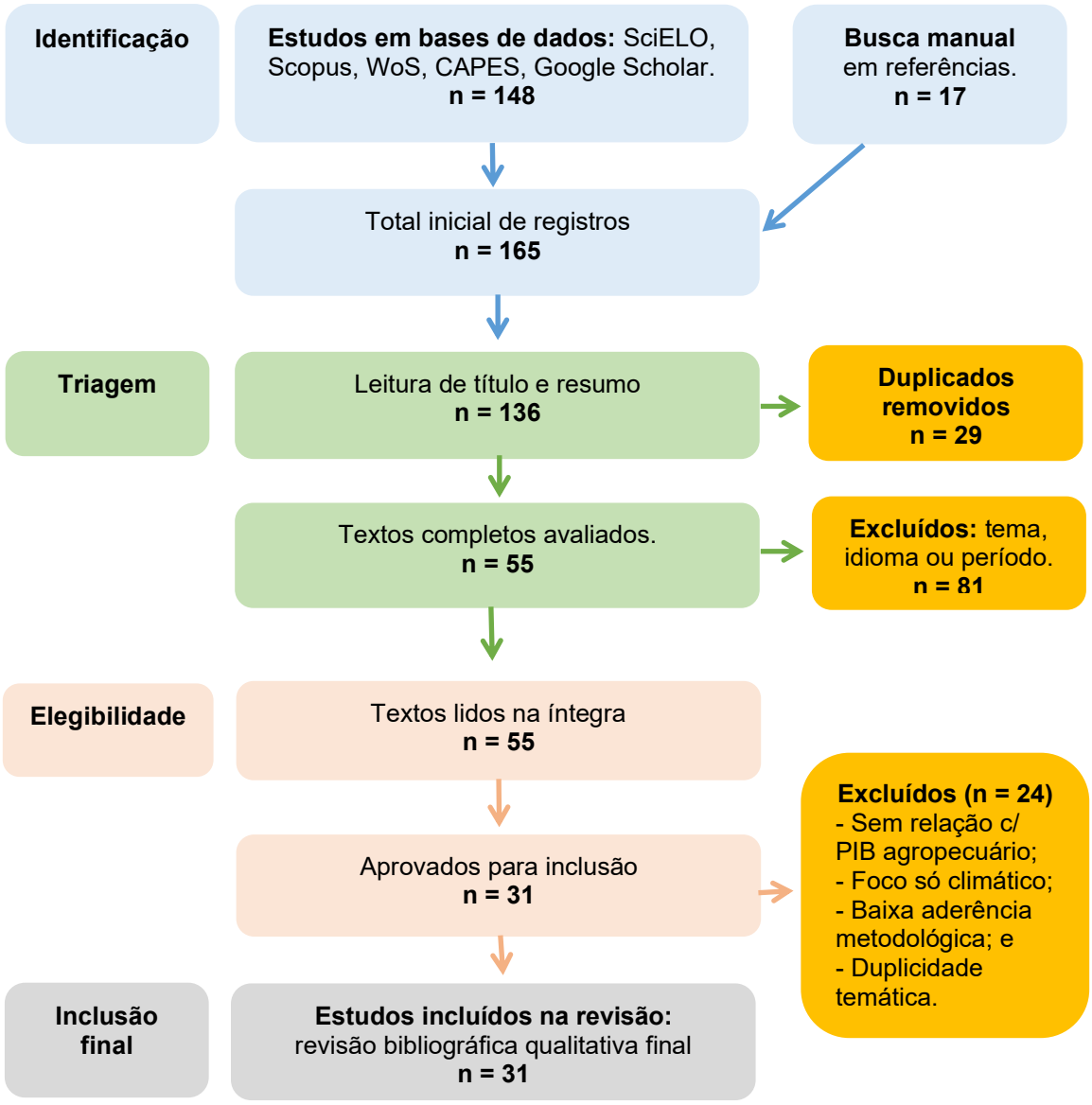
mas buscou um diálogo necessário com a "literatura cinzenta" de alta confiabilidade. Foram consultados documentos técnicos de instituições como IPEA, CONAB, EMBRAPA e IPCC. As buscas foram realizadas com os seguintes descritores principais, combinados por operadores booleanos: "eventos climáticos extremos" *AND* "PIB agropecuário"; "mudanças climáticas" *AND* "agronegócio brasileiro"; *"extreme climate events" AND "agricultural GDP"; "climate change" AND "Brazilian agriculture".* O recorte linguístico contemplou publicações em português, inglês e espanhol, com prioridade para documentos publicados entre 2005 e 2024.

- Critérios de Seleção e Triagem: Para garantir a robustez da amostra, foram priorizados artigos revisados por pares e relatórios oficiais que apresentassem nexo causal direto com a agropecuária brasileira. Foram excluídos estudos sem descrição clara de método empírico ou sem revisão por pares quando alegavam evidência estatística, seguindo as diretrizes de transparência preconizadas por Page *et al*. (2021).

Complementarmente, o processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos seguiu adaptação das diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), amplamente utilizadas em revisões de literatura para assegurar transparência metodológica e reprodutibilidade dos critérios adotados. O detalhamento das etapas encontra-se apresentado na Figura 1.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1. Fluxograma do Processo de Seleção dos Estudos (PRISMA Adaptado)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).
Nota: Duplicados: registros idênticos ou versões *pré-print;* Busca manual: referências citadas nos textos selecionados; Data das buscas: 10/01/2025–15/03/2025. As *strings* de busca incluíram combinações de descritores como "extremos climáticos" e "PIB agropecuário" nas bases *SciELO, Scopus, WoS, CAPES e Google Scholar.*

- Análise e Organização do Conteúdo: O material selecionado foi submetido a uma análise de conteúdo inspirada nos pressupostos de Bardin (2016). Isso permitiu categorizar os achados em grupos temáticos — como impactos regionais, custos de adaptação e efeitos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

macroeconômicos —, facilitando a identificação de padrões e, principalmente, de divergências analíticas entre os autores consultados.

3.3. Delimitação da amostra e limitações do método

Na composição da amostra final, buscou-se um equilíbrio entre a densidade teórica dos artigos científicos e a precisão conjuntural dos relatórios econômicos. Reconhece-se, contudo, que toda revisão bibliográfica carrega limitações intrínsecas ao método adotado. A principal delas reside na dependência da qualidade dos dados pretéritos; impactos econômicos indiretos, por exemplo, podem estar subestimados na literatura devido à complexidade de sua mensuração regional.

Ademais, convém sublinhar que este trabalho não pretende realizar um estudo econométrico original com estimação de coeficientes de regressão. O foco reside na sistematização crítica. Entende-se que a ausência de uma análise estatística primária é compensada pela profundidade da síntese das evidências existentes, fornecendo o que se considera um panorama consistente do estado da arte sobre o tema.

3.4. Considerações sobre rigor e ética

Embora a utilização de dados secundários e documentos de domínio público dispense o crivo de comitês de ética, o rigor científico foi mantido por meio da integridade na citação das fontes e da transparência nos critérios de exclusão. A intenção foi construir um caminho metodológico rastreável, que servisse de base sólida para as discussões que serão aprofundadas nas seções subsequentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Panorama geral das evidências na literatura

A revisão bibliográfica revela um consenso cada vez mais sólido, embora não isento de nuances, de que os eventos climáticos extremos deixaram de ser ruídos estatísticos para se tornarem vetores centrais de risco econômico. A literatura sugere que a tríade formada por secas, enchentes e ondas de calor atua como um mecanismo de desestabilização da produtividade, da disponibilidade hídrica e, por extensão, da previsibilidade dos ciclos financeiros do setor (LOBELL *et al*., 2011; LESK; ROWHANI; RAMANKUTTY, 2016).

No plano internacional, observa-se que a intensificação das mudanças climáticas não afeta apenas a biologia das plantas, mas reverbera em estruturas complexas, como mercados futuros e cadeias de suprimentos globais (IPCC, 2023). Battisti e Naylor (2009) alertam que

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

temperaturas sazonais historicamente incomuns durante os períodos críticos de crescimento das culturas representam o risco mais subestimado nas projeções de segurança alimentar, o que confere particular urgência ao monitoramento climático-agronômico. Para o Brasil, essa realidade ganha contornos específicos em razão da geodependência econômica do país: a heterogeneidade territorial vasta faz com que os impactos se manifestem de forma assimétrica entre biomas e sistemas produtivos, o que exige uma sofisticação na gestão de riscos que nem sempre as políticas públicas conseguem acompanhar (ASSAD; PINTO, 2008; EMBRAPA, 2022).

A fim de sistematizar os principais estudos e documentos utilizados nesta revisão, apresenta-se o Quadro 1.

Quadro 1. Síntese dos Estudos Selecionados na Revisão Bibliográfica sobre Eventos Climáticos Extremos e PIB Agropecuário Brasileiro

Autor(es) / Instituição	Ano	Tema Central	Método / Tipo de Estudo	Principais Evidências para o Artigo
ASSAD; PINTO	2008	Mudanças climáticas e agricultura brasileira	Estudo prospectivo / cenários	A agricultura brasileira apresenta elevada sensibilidade às variações climáticas e necessidade crescente de adaptação tecnológica.
LOBELL *et al.*	2011	Tendências climáticas e produção agrícola global	Estudo quantitativo internacional	O aumento da temperatura está associado à redução de produtividade em diversas culturas agrícolas.
WHEELER; VON BRAUN	2013	Segurança alimentar e clima	Revisão analítica	Eventos extremos afetam produção, preços agrícolas e segurança alimentar global.
ROSENZWEIG *et al.*	2014	Riscos agrícolas no século XXI	Revisão internacional	Sistemas produtivos resilientes dependem de inovação, gestão hídrica e políticas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

				públicas adaptativas.
RAY *et al*.	2015	Variabilidade climática e rendimento agrícola	Estudo econométrico global	A variabilidade climática explica parcela relevante da oscilação de rendimentos agrícolas.
LESK; ROWHANI; RAMANKUTTY	2016	Desastres climáticos e produção agrícola	Estudo quantitativo global	Secas e enchentes provocam perdas significativas na produção agrícola agregada.
EMBRAPA	2022	Agricultura brasileira e mudanças climáticas	Relatório técnico institucional	Necessidade de difusão de cultivares resistentes, manejo adaptativo e inovação no campo.
FAO	2022	Estado mundial da agricultura	Relatório internacional	A adaptação climática tornou-se eixo estratégico para sustentabilidade produtiva.
IPCC	2023	Síntese das mudanças climáticas globais	Relatório científico internacional	Intensificação da frequência e severidade de eventos extremos nas próximas décadas.
EMBRAPA	2023	Clima e produção agropecuária	Boletim técnico	Eventos térmicos e hídricos seguem impactando cadeias agropecuárias nacionais.
CONAB	2024	Safra agrícola brasileira	Relatório conjuntural	Oscilações climáticas afetam produtividade regional e estimativas de safra.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CEPEA	2024	PIB do agronegócio brasileiro	Relatório econômico	O setor agropecuário mantém elevada relevância na dinâmica econômica nacional.
IBGE	2024	Contas nacionais	Estatística oficial	O desempenho agropecuário influencia o crescimento do PIB brasileiro em anos de supersafra ou quebra produtiva.
IPEA	2024	Impactos econômicos de enchentes no Sul	Nota conjuntural	Eventos extremos geram efeitos logísticos, produtivos e fiscais de curto prazo.
CNA	2024	Panorama do agro brasileiro	Relatório setorial	O setor demanda expansão de seguro rural e instrumentos de mitigação de risco climático.
MAPA	2024	Plano setorial agropecuário	Documento institucional	Políticas públicas de adaptação são essenciais para estabilidade produtiva futura.
WMO	2024	Estado do clima global	Relatório internacional	Recordes recentes de temperatura ampliam riscos econômicos associados ao clima.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na literatura revisada (2008–2024).

4.2. Evidências econômicas recentes: o campo e o PIB

Ao se analisar a trajetória recente do PIB agropecuário brasileiro, a associação entre o desempenho setorial e as condições climáticas mostra-se consistente e recorrente na literatura revisada. Em anos de regularidade meteorológica, o setor atua como o motor do produto nacional; contudo, episódios de estiagens severas ou geadas atípicas tendem a correlacionar-

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

se imediatamente com desacelerações ou retrações econômicas. Esse comportamento sugere que, embora o agronegócio brasileiro seja tecnologicamente de vanguarda, o setor ainda não logrou um "descolamento" total das variáveis ambientais. Em última análise, a vulnerabilidade climática repercute diretamente sobre o saldo comercial brasileiro, conforme indicado pela literatura revisada.

Tabela 1. Evolução do PIB Agropecuário Brasileiro e Eventos Climáticos Relevantes (2015–2024)

Ano	Variação do PIB Agropecuário (%)	Situação Econômico-Produtiva	Evento Climático Relevante	Impacto Econômico Associado
2015	3,0	Crescimento moderado	Irregularidade de chuvas em áreas produtoras	Redução pontual de produtividade
2016	-5,2	Forte retração setorial	Estiagens regionais e déficit hídrico	Queda de safras e pressão sobre custos
2017	14,2	Expansão histórica	Condições climáticas favoráveis	Supersafra e forte contribuição ao PIB nacional
2018	0,1	Estabilidade econômica	Oscilações pluviométricas regionais	Crescimento limitado
2019	1,3	Recuperação gradual	Chuvas irregulares em parte do território	Efeitos localizados
2020	4,2	Crescimento em contexto pandêmico	Eventos climáticos pontuais	Agro sustentou parte da atividade econômica
2021	-0,2	Recuo produtivo	Seca severa, geadas e crise hídrica	Perdas agrícolas e aumento de custos
2022	1,8	Recuperação parcial	Persistência de estiagens localizadas	Retomada moderada
2023	15,1	Forte expansão setorial	Recuperação climática e safra recorde	Elevada contribuição ao crescimento do PIB

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2024	+5,0* (est.)	Crescimento moderado (dados preliminares)	Enchentes no Rio Grande do Sul; eventos hídricos no Centro-Oeste	Impactos logísticos significativos; recuperação produtiva parcial em subsetores

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IBGE (2024), CEPEA (2024), CONAB (2024) e relatórios setoriais.
Nota: * O dado referente a 2024 é estimativa preliminar elaborada com base em relatórios conjunturais disponíveis até o fechamento desta pesquisa (IBGE, 2024; CEPEA, 2024; CONAB, 2024). Os dados consolidados definitivos ainda não estavam integralmente disponíveis no momento da redação.

4.3. Canais de transmissão: da porteira ao mercado

Os choques climáticos parecem operar por três canais econômicos distintos, mas profundamente interligados:

1. Redução Direta da Produtividade Física: O primeiro canal consiste na perda biológica imediata de safras e no estresse térmico animal, que reduzem o valor adicionado bruto na origem e comprometem a oferta setorial (ASSAD; PINTO, 2008; LOBELL *et al*., 2011).
2. Elevação dos Custos de Produção e Compressão de Margens: O segundo canal refere-se ao aumento dos gastos operacionais necessários para mitigar os efeitos climáticos — como irrigação suplementar, reposição de insumos e elevação dos prêmios de seguro rural — o que comprime a rentabilidade do produtor mesmo quando o volume físico é parcialmente preservado (EMBRAPA, 2023; FAO, 2022).
3. Propagação Macroeconômica e Sistêmica: O terceiro canal manifesta-se no transbordamento do choque para o restante da economia, afetando a volatilidade dos preços internos (inflação de alimentos), o saldo da balança comercial e a dinâmica de emprego e arrecadação em regiões dependentes do agronegócio (BACEN, 2024; IPEA, 2024).

4.4. Heterogeneidade regional: a geografia do risco

Os impactos climáticos não guardam simetria no território nacional. No Centro-Oeste e na região do Matopiba, a dependência do regime de chuvas cria uma sensibilidade elevada a atrasos no calendário agrícola, o que pode comprometer a estratégia de safrinha. Já no Sul, o desafio parece ser mais multifacetado, alternando entre geadas destrutivas e excessos hídricos que colapsam a logística. No Semiárido, o cenário é de uma luta crônica pela segurança hídrica, afetando sobremaneira a pecuária extensiva. Essa diversidade sugere que soluções "tamanho único" para a adaptação climática tendem ao fracasso; a resiliência brasileira depende, obrigatoriamente, de estratégias territorializadas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.5. Resiliência estratégica e implicações para o Estado

A literatura aponta que a construção da resiliência econômica não é um ato isolado, mas uma combinação entre inovação biotecnológica e instrumentos financeiros de mitigação. Cultivares resistentes e agricultura de precisão são fundamentais, mas parecem insuficientes se não houver um sistema de seguro agrícola robusto e informação meteorológica de alta precisão (ROSENZWEIG *et al*., 2014). Nelson *et al*. (2014) reforçam que as respostas econômicas aos choques biofísicos climáticos são significativamente atenuadas quando as políticas de adaptação são implementadas de forma antecipada e coordenada entre os setores público e privado — lição diretamente aplicável ao planejamento do agronegócio brasileiro.

Sob a ótica das políticas públicas, os achados indicam que a manutenção de fronteiras rígidas entre a "agenda agrícola" e a "agenda climática" configura uma desarticulação institucional que eleva os riscos setoriais. É fundamental que o planejamento de infraestrutura e crédito incorpore as projeções climáticas como variáveis centrais da estratégia econômica.

4.6. Síntese integrativa dos achados

Em suma, a vulnerabilidade econômica da agropecuária brasileira não é um destino selado pelo clima, mas o resultado da interação entre a intensidade do evento ambiental e a capacidade institucional de resposta. Os impactos — que vão da redução da produtividade ao aumento sistêmico de custos — indicam que ampliar a resiliência climática é, talvez, a medida macroeconômica mais estratégica para garantir a estabilidade do PIB brasileiro nas próximas décadas. A competitividade do setor, portanto, dependerá menos da expansão de área e mais da capacidade nacional de gerir riscos climáticos de forma inteligente e integrada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação demonstra que, entre 2015 e 2024, a relação entre extremos climáticos e o PIB agropecuário brasileiro consolidou-se como uma variável macroeconômica de primeira ordem. Os achados confirmam que o impacto dos eventos extremos opera de forma sistêmica: a perda física de produtividade propaga-se via inflação de alimentos e desequilíbrios no saldo comercial, evidenciando disparidades regionais na resiliência setorial mediadas pelo acesso ao capital e à tecnologia (BACEN, 2024; FAO, 2022).

Ficou evidente que, embora as secas representem o risco mais oneroso, episódios recentes, como as inundações no Sul (2024), expõem limitações da infraestrutura logística e limites biológicos que a infraestrutura tecnológica atual não neutraliza plenamente. Nesse contexto, a adaptação climática — via expansão do seguro rural, irrigação e zoneamento de risco

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

— deixa de ser uma escolha técnica para tornar-se uma condição necessária à estabilidade econômica e à segurança alimentar nacional (MAPA, 2024).

Academicamente, este estudo contribui ao sistematizar os canais de transmissão pelos quais os choques climáticos impactam o desempenho setorial, oferecendo base analítica para que futuras pesquisas mensurem elasticidades específicas. Reconhecem-se, contudo, as limitações do método: a revisão integrativa não permite estimar coeficientes de impacto nem controlar o efeito de fatores exógenos intervenientes, o que restringe inferências causais diretas.

Como agenda para pesquisas futuras, sugere-se o uso de modelos de séries temporais, econometria espacial ou modelos de equilíbrio geral que quantifiquem as elasticidades entre choques climáticos e o desempenho do setor em nível regional. A incorporação de métricas de resiliência e indicadores diferenciados entre a agricultura empresarial e a familiar também representa uma frente promissora. Em suma, a competitividade do setor dependerá da capacidade de integrar gestão de riscos sistêmicos, inovação e políticas públicas territorializadas.

REFERÊNCIAS

ASSAD, Eduardo Delgado; PINTO, Hilton Silveira. *Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira*. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração*. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). *Relatório de inflação*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.bcb.gov.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATTISTI, David S.; NAYLOR, Rosamond L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science*, Washington, v. 323, n. 5911, p. 240-244, 2009. DOI: 10.1126/science.1164363.

BOTELHO, Louise de Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BURKE, Marshall; HSIANG, Solomon M.; MIGUEL, Edward. Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, London, v. 527, p. 235-239, 2015. DOI: 10.1038/nature15725.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). *PIB do agronegócio brasileiro*. Piracicaba, 2024. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

CHALLINOR, Andrew J. et al. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, London, v. 4, p. 287-291, 2014. DOI: 10.1038/nclimate2153.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). *Panorama do agro brasileiro*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

CRESWELL, John W. *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

DELL, Melissa; JONES, Benjamin F.; OLKEN, Benjamin A. Temperature shocks and economic growth: evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, Nashville, v. 4, n. 3, p. 66-95, 2012. DOI: 10.1257/mac.4.3.66.

DESCHÊNES, Olivier; GREENSTONE, Michael. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *American Economic Review*, Nashville, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007. DOI: 10.1257/aer.97.1.354.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Agricultura e mudanças climáticas no Brasil: impactos e estratégias de adaptação*. Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Boletim de clima e produção agropecuária*. Brasília, DF, 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *The State of Food and Agriculture 2022*. Rome, 2022.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; PEREIRA, Maurício Gomes. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HOWDEN, S. Mark et al. Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 104, n. 50, p. 19691-19696, 2007. DOI: 10.1073/pnas.0701890104.

HSIANG, Solomon M. Climate econometrics. *Annual Review of Resource Economics*, Palo Alto, v. 8, p. 43-75, 2016. DOI: 10.1146/annurev-resource-100815-095343.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Contas nacionais trimestrais*. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Carta de conjuntura: impactos econômicos das enchentes no Rio Grande do Sul*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.ipea.gov.br. Acesso em: 17 abr. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr. Acesso em: 17 abr. 2026. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

LESK, Corey; ROWHANI, Pedram; RAMANKUTTY, Navin. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, London, v. 529, p. 84-87, 2016.

LOBELL, David B. et al. Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, Washington, v. 333, n. 6042, p. 616-620, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). *Plano setorial para adaptação e baixa emissão de carbono na agropecuária*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mapa. Acesso em: 17 abr. 2026.

NELSON, Gerald C. et al. Climate change effects on agriculture: economic responses to biophysical shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 111, n. 9, p. 3274-3279, 2014. DOI: 10.1073/pnas.1222465110.

NOBRE, Carlos A. et al. *Climate change risks in Brazil and impacts on agriculture*. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, 2020. (Relatório técnico-científico).

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, London, v. 372, n. 71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

RAY, Deepak K. et al. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications*, London, v. 6, p. 5989, 2015.

ROSENZWEIG, Cynthia et al. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century. *Nature Climate Change*, London, v. 4, p. 287-291, 2014.

SCHLENKER, Wolfram; ROBERTS, Michael J. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 106, n. 37, p. 15594-15598, 2009. DOI: 10.1073/pnas.0906865106.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

WHEELER, Tim; VON BRAUN, Joachim. Climate change impacts on global food security. *Science*, Washington, v. 341, n. 6145, p. 508-513, 2013. DOI: 10.1126/science.1239402.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). *State of the Global Climate 2024*. Geneva, 2024. Disponível em: https://library.wmo.int/records/item/68835. Acesso em: 17 abr. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.