

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A CAFEICULTURA: IMPACTOS DOS EVENTOS EXTREMOS NA PRODUÇÃO BRASILEIRA

Autores: Vinícius Tomazoni Felipe¹, Diego Moretto Trentin², Gabriel Akira Andrade Okawati³, Dionisio Belisario Luis Olivas⁴, Bruno Fardim Christo⁵, Tafarel Victor Colodetti⁶, Wagner Nunes Rodrigues⁷

^{1,3}Universidade Estadual de Santa Catarina, Av. Madre Benvenuta, 2037, Itacorubi – 88035-001 – Florianópolis-SC, Brasil, vinitomazonifelipe@gmail.com, akiragabriel12@gmail.com

²Zhejiang University, 718, Haizhou East Road, Haining, Zhejiang, China, ZIP 314400, diegomtrentin@gmail.com

⁴Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Avenida Mercedes Indacochea, s/n, Huacho, Lima, Perú, dluis@unjfsc.edu.pe

⁵Universidade Federal de Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Trindade, 88040-900, Florianópolis – SC, Brasil, brunochristo@hotmail.com

^{6, 7}Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Rod. João Domingo Zago, ES km 2.5, s/n - Pacotuba, 29323-000, Cachoeiro de Itapemirim-ES, Brasil, tafarel.colodetti@incaper.es.gov.br, wagnernunes@outlook.com

Resumo

A cafeicultura brasileira é fortemente influenciada por condições climáticas, sendo a bienalidade uma característica marcante da cultura. No entanto, a intensificação de eventos extremos — como estiagens, geadas e ondas de calor — tem comprometido esse padrão, resultando em perdas de produtividade e instabilidade na produção. Este estudo analisa os impactos desses eventos sobre o rendimento do café arábica e conilon, com base em dados históricos de produção e indicadores climáticos da região Sul do estado do Espírito Santo. Os resultados mostram o aumento da frequência de estresse térmico e déficit hídrico durante fases críticas da cultura, desorganizando os ciclos produtivos e dificultando o planejamento agrícola. Conclui-se que a resiliência da cafeicultura dependerá de estratégias adaptativas, como irrigação localizada, seleção de cultivares resistentes e a adoção de estratégias de manejo voltados para a mitigação de efeitos climáticos, além de políticas públicas que apoiem os pequenos produtores diante do novo contexto climático.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Café. Mitigação. Seca.

Área do Conhecimento: Ciências Agrária: Agronomia.

Introdução

O café foi, e ainda é, de grande importância nas esferas de formação econômica e social do Brasil. Devido à sua estrutura biológica, o café apresenta o fenômeno da bienalidade, com alternância entre safras de alta e baixa produtividade (CAMARGO; CAMARGO, 2001). Apesar disso, o rendimento do grão tem sido cada vez mais afetado por eventos climáticos extremos, que alteram o padrão tradicional de produção. Anomalias climáticas como chuvas mal distribuídas, estiagens prolongadas e geadas intensas sempre ocorreram, entretanto a sua frequência e intensidade vêm se acentuando com as mudanças climáticas globais (ASSAD et al., 2004).

Tais alterações vêm comprometendo o desempenho das lavouras e tornando mais complexa a gestão da produção cafeeira. Um dos eventos mais marcantes na história cafeeiras foi a geada negra ocorrida em 1975, mas mais recentemente as geadas de 2021 e as secas de 2014 e 2023 ilustram a nova realidade enfrentada pelos cafeicultores. Esses episódios não apenas afetam a produtividade das safras impactadas, mas comprometem o vigor das plantas em ciclos seguintes, agravando os prejuízos econômicos para os produtores (NÓIA JÚNIOR et al., 2021).

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo analisar os impactos dos eventos climáticos extremos sobre a produção cafeeira brasileira, com ênfase na ruptura dos ciclos bienais e na redução de produtividade. Para isso, recorre-se à literatura especializada e à análise de séries históricas de

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

produção e dados climáticos, com vistas a identificar padrões e propor estratégias de adaptação capazes de garantir maior resiliência ao setor frente às novas condições impostas pelo clima (PELLEGRINO; ASSAD; MARIN, 2007).

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, tendo como objetivo compreender os impactos de eventos climáticos extremos sobre a cafeicultura brasileira e apontar caminhos para adaptação do setor. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Já conforme Cervo e Bervian (2002), a pesquisa descritiva busca observar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos sem manipulá-los, o que se alinha ao propósito deste estudo.

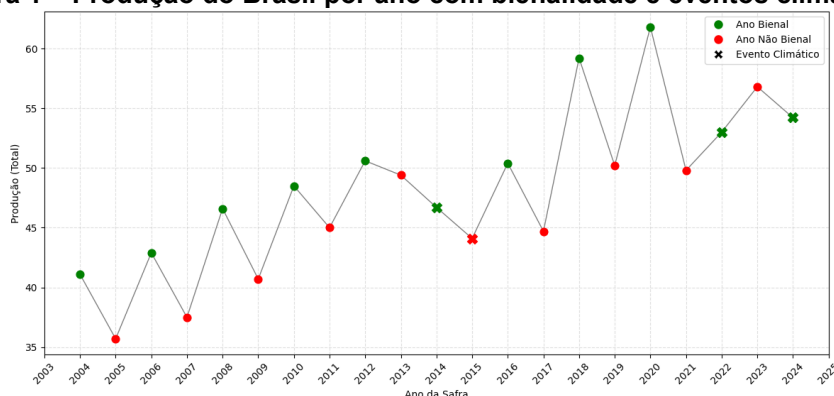
Foram utilizados dados secundários, obtidos por meio de pesquisa documental em fontes públicas e institucionais. As informações foram extraídas de órgãos como a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), além da base climática do sistema NASA POWER. Os dados climáticos analisados referem-se à frequência de dias com estresse térmico (temperaturas máximas superiores a 32 °C) e ao balanço hídrico (precipitação acumulada menos evapotranspiração real), com foco na região de produção de café.

A série histórica da produtividade do café foi organizada com o objetivo de evidenciar a bienalidade da safra e identificar anos com eventos climáticos extremos, como secas e geadas. A partir do cruzamento entre dados produtivos e registros climáticos, foram elaborados gráficos comparativos e séries temporais, que evidenciaram quebras na alternância típica das safras e permitiram a identificação de padrões e desvios relevantes.

Resultados

A Figura 1 apresenta a evolução da produção anual de café, conforme dados divulgados pela CONAB, destacando os ciclos bienais e os eventos climáticos extremos. Observam-se diversas quebras no padrão típico de bienalidade, especialmente nos anos impactados por secas (como 2014, 2015 e 2023) e pela ocorrência de geadas (2021).

Figura 1 – Produção do Brasil por ano com bienalidade e eventos climáticos.

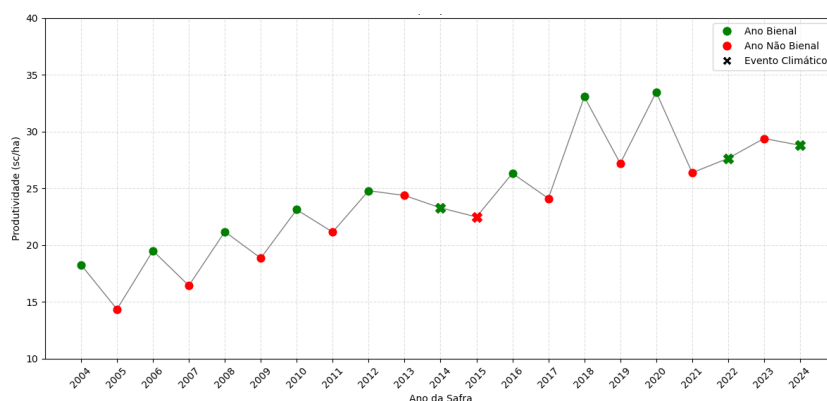


Fonte: Elaboração própria. Dados da CONAB (2025).

A Figura 2 reforça a análise ao mostrar a produtividade por safra a partir de 2004. De forma similar, os impactos das secas e geadas sobre a produtividade são evidentes, especialmente nos anos de bienalidade positiva, quando se esperaria uma alta na produção. A ocorrência desses eventos tem desorganizado o ciclo produtivo e prejudicado o planejamento dos produtores. Outro fator importante a analisar é o de que, por se tratar de uma planta perene, o estresse causado na planta reflete nas safras seguintes, retardando o potencial produtivo. Esse fato se observa no ano de 2014, por exemplo, onde houve uma quebra na bienalidade positiva e as plantações se recuperaram somente a partir de 2018.

Figura 2 – Produtividade do Brasil por safra com destaque para bienalidade e eventos climáticos.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

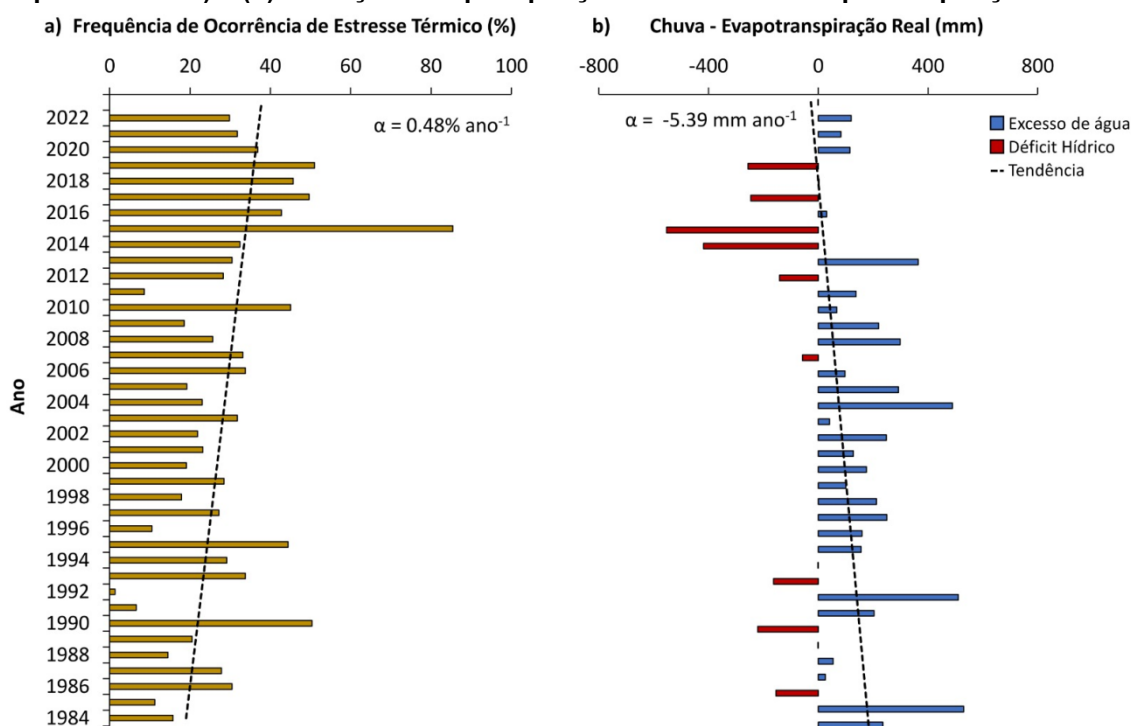


Fonte: Elaboração própria. Dados da CONAB.

Esses resultados corroboram estudos realizados em outras culturas, conforme destacado por Noia Júnior et al. (2023), os quais alertam para o aumento de eventos extremos e seus impactos na segurança alimentar. No que diz respeito à cafeicultura, a mitigação desses efeitos demanda a adoção de práticas adaptativas, tais como o sombreamento, a irrigação localizada, a seleção de cultivares mais tolerantes e o manejo preventivo. A partir disso mostra a relevância de políticas públicas que ofereçam suporte financeiro e técnico aos pequenos produtores, que compõe a maioria dos produtores.

A Figura 3 traz uma análise de eventos extremos na região de produção de café. Os dados extraídos do sistema NASAPOWER, para o período de 1984 a 2022 na região de Ibatiba, Sul do Espírito Santo apresentam a frequência com que ocorrem dias de estresse térmico (aqueles com temperatura máxima do ar superior a 32 °C) e o balanço entre precipitação acumulada e evapotranspiração real. Ambos os índices são avaliados no período de outubro a fevereiro, que corresponde às fases de florescimento e enchimento de grãos do café arábica, críticas para a definição da produtividade das lavouras.

Figura 3 – Análise de eventos extremos na região de produção de café arábica no Espírito Santo: (a) frequência de ocorrência de estresse térmico (dias com temperatura máxima do ar superior a 32 °C) e (b) balanço entre precipitação acumulada e evapotranspiração real.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados históricos da NASAPOWER (2023).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

É possível observar o aumento significativo ao longo dos anos da frequência de estresse térmico e do déficit hídrico para a cultura do café. Esses dados levantam sérias preocupações sobre a produção e representam um desafio adicional para a manutenção dos produtores no campo.

Ao calcular o balanço hídrico, obtido pela diferença entre a precipitação acumulada no período de outubro a fevereiro e a evapotranspiração real (quantidade de água removida do sistema agrícola devido à evaporação do solo e à transpiração das plantas), observa-se um aumento na frequência de eventos de déficit hídrico, os quais ocorrem quando a evapotranspiração excede a precipitação acumulada. No início da série histórica até o ano 2000, registraram-se apenas três ocorrências desse fenômeno. Contudo, entre 2010 e 2022, foram identificados cinco episódios, com valores recordes. Em 2015, o déficit hídrico atingiu -550 mm, o maior já documentado até o presente. Ademais, constata-se que o déficit está se intensificando a uma taxa de -5,39 mm por ano.

Dentre os episódio de anormalidades, podemos citar os eventos de estresse térmico para os cafezais – quando a temperatura máxima ultrapassa 32 °C – que estão ocorrendo com maior incidência (Figura 3). A frequência de dias com temperaturas máximas acima do limite passou de 20% em média na década de 1980 para mais de 30% em todos os anos a partir de 2011. A linha de tendência mostra que tal fenômeno está aumentando em 0,48% ao ano e trata-se de uma ameaça real para a produção cafeeira.

Discussão

O clima é uma das principais incertezas na cafeicultura. A cultura é fortemente afetada por eventos climáticos extremos (Koh et al., 2020), que causam perdas significativas às duas espécies de café mais cultivadas no mundo (Pham et al., 2019). Esse cenário tem levantado grandes preocupações, pois a cafeicultura também enfrenta outras ameaças, como preços instáveis, custos de produção elevados e mudança demográfica rural – isto é, emigração e envelhecimento da população nas regiões produtoras de café (Bacon, 2005).

Além dos problemas citados, os produtores enfrentam o risco de redução tanto da produção quanto da qualidade do café devido às mudanças do comportamento climático (Gay et al., 2006; Zullo et al., 2011). Essa série de problemas associados à cafeicultura pode causar o declínio na produtividade do café e tornar as regiões produtoras economicamente e biofísicamente inadequadas para a produção no futuro (Sousa et al., 2019).

As tendências observadas nesse cenário têm um impacto importante na produção de café nas áreas afetadas. A repetição cada vez mais comum de episódios de estresse térmico e falta de água traz diversos desafios para os produtores. O aumento das temperaturas e a menor oferta de água em fases críticas da lavoura, como o florescimento e o enchimento dos grãos, comprometem diretamente a produtividade e a qualidade do café (Nóia Júnior et al., 2021). Isso pode levar a uma queda na produção mesmo em safras que, em tese, teriam alto potencial produtivo, como aconteceu em 2014 e prejudicam o potencial produtivo das plantas nas safras seguintes.

Se a frequência de ocorrência dos episódios anômalos continuar aumentando como ocorre em outras culturas, esse fato se torna particularmente relevante (Pellegrino; Assad; Marin, 2007). Adaptar-se às mudanças climáticas e adotar práticas agrícolas mais resilientes é fundamental para garantir a sustentabilidade da cafeicultura na região e reduzir os impactos negativos das variações climáticas cada vez mais comuns.

Dado o exposto, observa-se que o impacto dos eventos climáticos sobre o volume produzido de café também constitui uma incerteza para os cafeicultores, sendo essa uma das principais consequências do comportamento climático e do manejo da cultura. Nóia Júnior et al. (2021) destacam fortes influências do clima sobre as produtividades da cafeicultura no estado do Espírito Santo. Em seu estudo, o autor ressalta que condições adversas como as ocorridas nas safras de 2014, 2015 e 2016 já podem ser consequências das mudanças climáticas. Caso não haja um planejamento e o estudo de alternativas e soluções, esse tipo de situação pode se tornar ainda mais frequente no futuro próximo, considerando a tendência de mudança nos padrões climáticos.

Loures-Ferreira et al. (2025) sugerem a seleção de variedades de café mais resistentes ao calor, o uso de sistemas agroflorestais e uma gestão mais eficiente da água para mitigar os efeitos adversos. Além disso Nóia Júnior et al. (2021) cita a irrigação, favorecimento do desenvolvimento radicular,

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

materiais genéticos mais resistentes ao déficit hídrico, adensamento das lavouras e cultivos consorciados como soluções viáveis a reduzir os danos causados pelo clima extremo.

Conclusão

A intensificação dos eventos climáticos extremos impõe riscos crescentes à agricultura brasileira, especialmente àquela praticada em regiões cafeeiras. Estiagens prolongadas, geadas e ondas de calor têm desestabilizado a bienalidade produtiva e reduzido a produtividade mesmo em safras promissoras. Os dados históricos revelam uma tendência clara de aumento na frequência e na severidade de estresse térmico e déficit hídrico em períodos críticos do ciclo da cultura, como o florescimento e o enchimento dos grãos.

Essa instabilidade climática agrava problemas estruturais já existentes, como os altos custos de produção, a volatilidade de preços e o envelhecimento da população rural. A imprevisibilidade crescente dificulta o planejamento e amplia a vulnerabilidade dos produtores, especialmente os de menor escala que são a maioria no país.

Diante desse cenário, a adoção de medidas de mitigação e adaptação torna-se urgente. Entre as estratégias recomendadas estão a irrigação, o uso de variedades mais resistentes ao calor e à seca, o adensamento das lavouras, o consórcio de culturas e práticas que favoreçam o desenvolvimento radicular. Contudo, a eficácia dessas medidas depende de políticas públicas que viabilizem sua adoção em larga escala e garantam maior resiliência ao setor diante das mudanças climáticas.

Referências

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.

BACON, Christopher. Confronting the Coffee Crisis: can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern nicaragua? **World Development**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 497-511, mar. 2005. Elsevier BV.

CAMARGO, M. B. P.; CAMARGO, A. P. **Definições e manejo da bienalidade da produção cafeeira**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 16-25, 2001.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Brasília: Conab, diversos volumes.

FERREIRA, Venilson. **CNC estima quebra de safra de 4% a 11% em 2015**. Globo Rural, 12 mar. 2015. Disponível em: <https://globo rural.globo.com>.

GAY, C.; ESTRADA, F.; CONDE, C.; EAKIN, H.; VILLERS, L.. Potential Impacts of Climate Change on Agriculture: a case of study of coffee production in veracruz, mexico. **Climatic Change**, [S.L.], v. 79, n. 3-4, p. 259-288, 10 out. 2006. Springer Science and Business Media LLC.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KOH, I.; GARRETT, R.; JANETOS, A.; MUELLER, N. D. **Climate risks to Brazilian coffee production**. Environmental Research Letters, v. 15, n. 10, 2020.

LOURES-FERREIRA, Marinaldo et al. **Efeitos climáticos futuros na distribuição potencial de coffea arabica no Brasil utilizando ferramentas de modelagem**. ANAIS DO XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2025, Salvador. Galoá, 2025.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

MORAES, João Diogo S. et al. **Efeitos das mudanças climáticas na agricultura: uma abordagem bibliográfica**. Revista Acadêmica Online, v. 11, n. 56, 2025.

NOIA JÚNIOR, R. S. et al. **A call to action for global research on the implications of waterlogging for wheat growth and yield**. Agricultural Water Management, 2023.

NÓIA JÚNIOR, R. S. et al. Clima extremo. **Revista Cultivar**. Pelotas, p. 10-13. fev. 2021.

NÓIA JÚNIOR, Ruy de Oliveira et al. Influência do estresse hídrico e térmico na produtividade da cafeicultura no Espírito Santo. Revista Agropecuária Científica no Semiárido, v. 17, n. 2, p. 331–340, 2021. DOI: 10.30969/acsa.v17i2.1142.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. Q.; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**. Campinas, SP. nº 8. p. 138 – 162, 2007.

PHAM, Nhat Tan; PHAN, Quyen Phu Thi; TUČKOVÁ, Zuzana; VO, Nga; NGUYEN, Lien H.L.. Enhancing the organizational citizenship behavior for the environment: the roles of green training and organizational culture. **Management & Marketing**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 1174-1189, 1 dez. 2018. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/mmcks-2018-0030>.

REUTERS. **Café em MG perde quase 20% das áreas por geadas; governo promete ajuda**. Exame, 26 ago. 2021. Disponível em: <https://exame.com/agro/Agradecimentos>.

SOUSA, T. V.; CAIXETA, E. T. E.; ALKIMIM, E. R.; OLIVEIRA, A. C. B. de; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; RESENDE, M. D. V. de. **Early selection enabled by the implementation of genomic selection in coffea arabica breeding**. Frontiers in Plant Science, v. 9, article 1934, 2019. DOI: 10.3389/fpls.2018.01934.