



TEMPERATURA MÍNIMA DO AR E APTIDÃO CLIMÁTICA: UM ESTUDO DAS MESORREGIÕES CAFEEIRAS DE MINAS GERAIS

Allan Carlos de Andrade ¹

Emerson Galvani ²

RESUMO

O café é uma *commodity* globalmente importante, com o Brasil destacando-se como o maior produtor mundial. Minas Gerais, o principal estado produtor, foi responsável por 51,6% da produção nacional em 2024, com o café arábica sendo a espécie predominante. O clima é um fator crucial para o sucesso da cultura, especialmente a temperatura do ar e a distribuição pluviométrica, que influenciam o desenvolvimento da planta até a colheita. O zoneamento agroclimático, que delimita a aptidão das regiões de cultivo quanto ao clima, é essencial. Estudos prévios indicaram que 48,7% da área de Minas Gerais é apta para o cultivo de café arábica, mas 15,1% é inapta e 36,2% só é possível com irrigação. Diante disso, este trabalho analisou as características térmicas das principais mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais, com foco nas temperaturas mínimas, que são as principais causadoras de prejuízos por geadas. Foram utilizados dados diários de temperatura mínima do ar de 32 estações meteorológicas do INMET entre 2008 e 2021. Os resultados mostraram que o Sul/Sudoeste de Minas e o Triângulo Mineiro, as maiores regiões produtoras, concentraram as menores temperaturas mínimas absolutas, com registros de valores abaixo de 2°C e até negativos, como -5,0°C em Maria da Fé e -0,2°C em Patrocínio. Por outro lado, o Vale do Rio Doce, com menores altitudes, apresentou as maiores mínimas. Conclui-se que a altitude influencia diretamente a temperatura do ar, e que as principais mesorregiões produtoras estão sujeitas a riscos térmicos significativos, reforçando a necessidade de monitoramento e adoção de mecanismos de defesa contra geadas.

Palavras-chave: Mesorregiões, Cafeicultura, Geadas, Clima, Altitude.

ABSTRACT

Coffee is a globally important commodity, with Brazil standing out as the world's largest producer. Minas Gerais, the main producing state, was responsible for 51.6% of national production in 2024, with Arabica coffee being the predominant species. Climate is a crucial factor for the crop's success, especially air temperature and rainfall distribution, which influence plant development up to harvest. Agroclimatic zoning, which delineates the suitability of cultivation regions concerning climate, is essential. Previous studies indicated that 48.7% of the area in Minas Gerais is suitable for Arabica coffee cultivation, but 15.1 is unsuitable and 36.2% is only possible with irrigation. Therefore, this work analyzed the thermal characteristics of the main coffee-producing mesoregions of Minas Gerais, focusing on minimum temperatures, which are the main cause of damage due to frost. Daily minimum air temperature data from 32 INMET meteorological stations between 2008 and 2021 were used. The results showed that Sul/Sudoeste de Minas and Triângulo Mineiro, the largest producing regions, concentrated the lowest absolute minimum temperatures, with records of values below 2°C and even negative, such as -5.0°C in Maria da Fé and -0.2°C in Patrocínio. On the other hand, Vale do Rio Doce,

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo – PPGF/USP, allan.andrade@usp.br

² Prof. Dr. do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo – USP, egalvani@usp.br



with lower altitudes, presented the highest minimums. It is concluded that altitude directly influences air temperature, and that the main producing mesoregions are subject to significant thermal risks, reinforcing the need for monitoring and adopting defense mechanisms against frost.

Keywords: Mesoregions, Coffee-growing, Frosts, Climate, Altitude.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das commodities agrícolas mais relevantes do mundo, exercendo papel central na economia global e, particularmente, na brasileira. O país lidera a produção e a exportação mundial do grão, sustentado por condições edafoclimáticas favoráveis e por avanços tecnológicos nas práticas agrícolas. Minas Gerais se destaca como o principal estado produtor, sendo responsável por mais da metade da produção nacional — com predominância da espécie *Coffea arabica* L.. Essa representatividade confere ao estado papel estratégico não apenas no cenário produtivo, mas também nas discussões sobre sustentabilidade, zoneamento agrícola e vulnerabilidade climática da cafeicultura.

O desempenho da cultura do café está intimamente associado às condições climáticas, especialmente à temperatura do ar e à distribuição das chuvas. Entre os fatores meteorológicos, a temperatura mínima exerce influência determinante sobre o desenvolvimento da planta e sobre o risco de ocorrência de geadas, fenômenos que podem causar severos prejuízos econômicos e ambientais. Assim, compreender a variabilidade térmica e espacial das temperaturas mínimas torna-se essencial para o planejamento agrícola, o manejo das lavouras e a definição de áreas aptas ao cultivo. Nesse contexto, o zoneamento agroclimático constitui uma ferramenta fundamental, permitindo a identificação das áreas de maior ou menor risco climático para o cultivo do café arábica.

O presente estudo foi desenvolvido com o propósito de analisar as características térmicas, com ênfase nas temperaturas mínimas do ar, nas principais mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais, buscando compreender as implicações desses padrões para a aptidão climática da cultura. A justificativa dessa pesquisa emerge da necessidade de atualização e aprofundamento dos estudos agroclimáticos em um cenário de mudanças climáticas e de intensificação de eventos extremos, que afetam diretamente o setor agrícola e exigem estratégias de adaptação local. Assim, o trabalho busca contribuir para o aprimoramento do planejamento agrícola e para o fortalecimento da resiliência da cafeicultura mineira frente às adversidades meteorológicas.

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar o comportamento das temperaturas mínimas do ar nas principais mesorregiões produtoras de café arábica em Minas Gerais, identificando



padrões espaciais e suas relações com a altitude e a ocorrência de geadas. Como objetivos específicos, buscou-se elaborar mapas temáticos representando as temperaturas mínimas médias e absolutas do estado, avaliar a influência da altitude sobre a variabilidade térmica e relacionar os resultados obtidos com a aptidão climática das mesorregiões produtoras, à luz do zoneamento agroclimático existente.

Para alcançar os objetivos propostos, foram utilizados dados diários de temperatura mínima do ar de 32 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 2008 a 2021, distribuídas entre as oito principais mesorregiões cafeeiras do estado. Os dados foram processados e analisados por meio do software QGIS 3.30.2, aplicando-se o método de interpolação IDW (Inverse Distance Weighted) para a geração de mapas de temperatura mínima média, temperatura mínima média dos meses mais frios (maio a setembro) e temperatura mínima absoluta. Além disso, foi elaborado um mapa hipsométrico com base em dados do banco geomorfométrico TOPODATA/INPE, possibilitando estabelecer relações entre altitude e comportamento térmico regional.

Os resultados mostraram que o Sul/Sudoeste de Minas e o Triângulo Mineiro, principais regiões produtoras do estado, apresentaram as menores temperaturas mínimas absolutas, com registros inferiores a 2°C e, em alguns casos, negativos, como em Maria da Fé (-5,0°C) e Patrocínio (-0,2°C). O Vale do Rio Doce, por sua vez, apresentou as maiores temperaturas mínimas, em função das baixas altitudes. A análise comparativa entre os mapas térmicos e hipsométricos confirmou a forte influência da altitude sobre a temperatura do ar, evidenciando o gradiente térmico vertical característico (redução aproximada de 1°C a cada 180 metros de elevação).

Os meses mais frios (maio a setembro) concentraram as temperaturas mais críticas para o café, com médias inferiores a 10°C no Sul de Minas, especialmente nas áreas de maior altitude da Serra da Mantiqueira. Esses resultados reforçam a importância do monitoramento climático contínuo e da adoção de medidas de mitigação de riscos, como barreiras contra vento, irrigação por aspersão e técnicas de manejo adaptadas à topografia local.

O estudo permitiu constatar que, embora Minas Gerais apresente ampla aptidão climática para a produção de café arábica, as condições térmicas extremas — principalmente nas regiões de maior altitude — representam um fator de vulnerabilidade significativo. As duas mesorregiões de maior produção, Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro, estão sujeitas a riscos térmicos que exigem atenção técnica e planejamento detalhado. Dessa forma, a pesquisa reafirma o papel central do zoneamento agroclimático como instrumento de gestão territorial e



de segurança produtiva, além de apontar a necessidade de integração entre estudos climatológicos e práticas agrícolas sustentáveis.

Conclui-se que o monitoramento sistemático das temperaturas mínimas, aliado à adoção de estratégias adaptativas, é fundamental para garantir a sustentabilidade e competitividade da cafeicultura mineira diante das incertezas climáticas futuras.

2 METODOLOGIA

Para realizar a análise das características térmicas das principais mesorregiões cafeeiras do estado de Minas Gerais, foram coletados dados diários de temperatura mínima do ar em 32 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), entre 2008 e 2021, distribuídas entre 8 mesorregiões do estado, principais produtoras de café arábica, sendo elas: Triângulo Mineiro, Central Mineira, Região Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce, Zona da Mata, Campo das Vertentes, Oeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas.

Foram elaborados os seguintes mapas: a) mapa de temperatura mínima média da série total; b) mapa de temperatura mínima média dos meses mais frios (maio a setembro); c) mapa de temperatura mínima absoluta; e d) mapa hipsométrico da área de estudo.

Os mapas foram gerados no *software* QGis 3.30.2, a partir do método de interpolação IDW (JIMENEZ et al, 2008).

Para o mapa hipsométrico, foram coletados dados de altitude a partir do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 – A produção de café no Brasil e no mundo

A produção de café é amplamente explorada em diversas partes do planeta, sendo uma importante atividade econômica para diversos países. As espécies mais cultivadas no mundo são *Coffea arábica*, *C. canephora* (robusta) e híbridos entre essas espécies, com 70% da produção mundial e no Brasil sendo as variedades do café arábica, principalmente os cultivares Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Ouro Verde, Bourbon Amarelo, Mundo Novo, Acaiá, Icatu Vermelho, Icatu Precoces e Icatu Amarelo (AGUIAR, 2004).



De acordo com o relatório sobre o mercado de café, divulgado em junho de 2023, pela Organização Internacional do Café (OIC, 2023), a produção mundial no ano cafeeiro 2021/2022 foi de 168,5 milhões de sacas de 60kg, totalizando mais de 10,1 milhões de toneladas, configurando uma queda de 1,4% em relação ao biênio anterior, causada pela produção fora do ritmo bienal e pelas condições meteorológicas adversas (OIC, 2023). Para o ano cafeeiro 2024/2025, o estimado é de 176,2 milhões de sacas, um aumento de 4,5%, ainda estima um aumento de 2% no consumo (OIC, 2025).

Ainda de acordo com o relatório sobre o mercado do café, o consumo da bebida em 2021/2022 teve um aumento de 4,2% em relação ao biênio anterior, com uma demanda de 175,6 milhões de sacas, explicado pelo forte crescimento econômico global em 2021, quando teve um aumento de 6,0% (OIC, 2023).

O Brasil se destaca como o maior produtor de café do mundo. Em 2023 foram produzidas no país 54,8 milhões de sacas de 60kg, 54,2 milhões em 2024 e há uma estimativa de 55,7 milhões para 2025, cultivados numa área total de 2,25 milhões de hectares, sendo a região sudeste a maior produtora do país, produzindo 46,7 milhões de sacas de 60kg, 85% do total nacional (CONAB, 2025).

A região sudeste é a maior produtora do país, responsável pela produção de 47,5 milhões de sacas em 2024, 87% do total nacional. Dessas 47,5 milhões de sacas, 28 milhões foram produzidas no estado de Minas Gerais, totalizando 51% do total nacional, configurando o estado como o maior produtor de café do país.

Sendo assim, o café é um produto de extrema importância para a economia mundial, sobretudo nacional, sendo um dos principais produtos agrícolas do país, tendo sua produção superada apenas pela soja, milho e cana-de-açúcar (IBGE, 2022).

3.2 – A produção de café em Minas Gerais

Como foi visto, Minas Gerais é o maior produtor de café, do Brasil, responsável por 51,6% da produção nacional em 2024, sendo os cultivares variáveis da espécie *Coffea arábica* os mais produzidos. A Produção Agrícola Municipal - PAM (IBGE, 2022) detalha a produção de café arábica nas mesorregiões mineiras, apresentada na Tabela 1.



Tabela 1: Produção de café arábica nas mesorregiões de Minas Gerais em 2022.

Mesorregião	Quantidade (toneladas)	Valor (mil reais)
Noroeste de Minas	44.758	928.473
Norte de Minas	24.872	511.628
Jequitinhonha	28.117	575.719
Vale do Mucuri	2.824	54.000
Triângulo Mineiro	272.595	5.662.800
Central Mineira	1.748	36.035
Metropolitana de BH	1.266	25.594
Vale do Rio Doce	100.848	1.861.915
Oeste de Minas	100.835	2.064.808
Sul/Sudoeste de Minas	521.753	10.723.427
Campo das Vertentes	24.960	507.306
Zona da Mata	272.694	5.573.387
Total	1.397.270	28.525.092

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2022. Organização: o autor, 2024.

Portanto, as mesorregiões que mais produziram café no estado de Minas Gerais foram o Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata, Triângulo Mineiro e Vale do Rio Doce, juntas totalizaram 1,1 milhão de toneladas, ou seja, 18,3 milhões de sacas de 60kg, 78,6% da produção total.

O protagonismo do estado de Minas Gerais na produção de café arábica a nível nacional e, também, mundial, se dá por diversos fatores, tanto naturais, quanto tecnológicos (PELEGRINI *et al.*, 2011), sendo o clima um dos principais para o êxito na produção do grão.

3.3 – Zoneamento agroclimático do café arábica para o estado de Minas Gerais

O monitoramento atmosférico é uma atividade crucial para a agricultura, pois ele auxilia no planejamento e na redução de danos e prejuízos causados por adversidades meteorológicas. De acordo com Pereira *et al.* (2002)

As consequências de situações meteorológicas adversas levam constantemente a graves impactos sociais, e a enormes prejuízos econômicos, muitas vezes difíceis de serem quantificados... como as condições adversas do tempo são frequentes, muitas vezes imprevisíveis a médio e longo prazo, a agricultura constitui-se atividade de grande risco. (PEREIRA *et al.*, 2002, p.24).



As condições atmosféricas atuam diretamente na produção de café, principalmente a temperatura do ar e a distribuição pluviométrica, influenciando desde o desenvolvimento da planta à colheita (CAMARGO *et al.*, 2001).

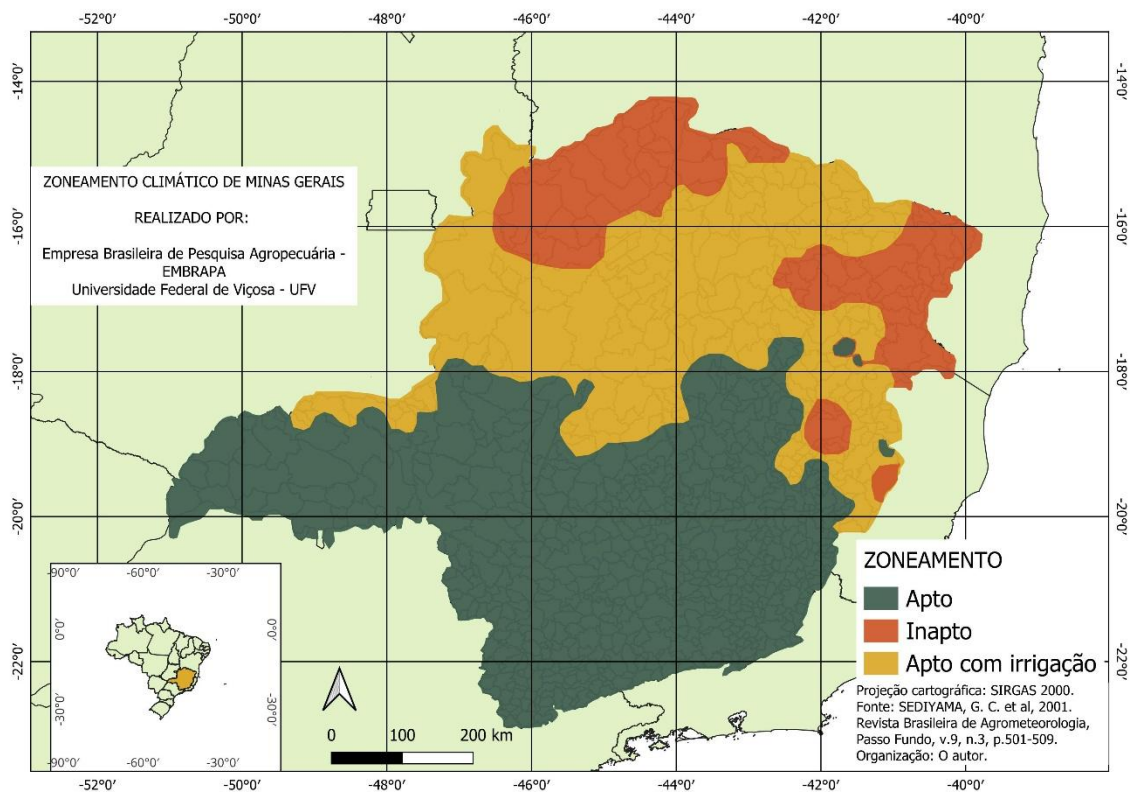
Por este motivo, o zoneamento agroclimático é de extrema importância para o planejamento da cultura do cafeeiro nas diversas regiões do país que cultivam a planta, auxiliando nas tomadas de decisão e evitando os prejuízos causados pelas adversidades climáticas típicas do local. Wollmann *et al.* (2013) definem o zoneamento agroclimático como a delimitação da aptidão das regiões de cultivo quanto ao fator clima em escalas macroclimáticas e regionais.

Sediyama *et al.* (2001) realizaram o zoneamento agroclimático para o estado de Minas Gerais, com o objetivo de determinar a aptidão agrícola para o cultivo do café arábica, de acordo com os seguintes atributos

- a) determinação das temperaturas médias anuais na faixa de 18 a 23,5°C, que representam a faixa aceitável de temperatura média para o cafeeiro; b) estimativa do déficit hídrico anual de 150 mm, que discrimina áreas homogêneas de regiões impróprias para a cultura do cafeeiro por deficiência hídrica e representá-las por meio de mapas temáticos; e c) cálculo das probabilidades de ocorrências de temperaturas iguais ou inferiores a 2°C no estado de Minas Gerais e representação por meio de mapas temáticos.

Após a aplicação dos métodos, definiu-se o zoneamento da seguinte maneira: quanto às condições térmicas, são consideradas aptas as regiões que apresentam temperatura média anual entre 18°C e 23,5°C; aptas com irrigação entre 23,5°C e 24°C; e inaptas as regiões que apresentam temperatura média anual inferior a 18°C e superior a 24°C; quanto à deficiência hídrica anual, são consideradas aptas as regiões que apresentam valores inferiores ou iguais a 150 mm e inaptas as regiões com deficiência hídrica superior a 150 mm (SEDIYAMA *et al.*, 2001). A Figura 1 apresenta o mapa do zoneamento agroclimático realizado pelos autores.

Figura 1: Zoneamento agroclimático do café arábica para Minas Gerais.



Fonte: Sediyaama *et al.*, 2001. Organização: o autor, 2024.

Portanto, 48,7% da área total do estado de Minas Gerais é considerada apta ao cultivo do café arábica, estando concentrada na região sul, centro e leste; 15,1% é considerada inapta, localizando-se nas regiões norte e nordeste; e nas demais áreas o desenvolvimento da cultura é possível caso haja irrigação, totalizando 36,2% do território do estado (SEDIYAMA *et al.*, 2001).

Com isso, conclui-se que o clima é um fator determinante para a produtividade de qualquer cultura agrícola. Percebe-se que a temperatura do ar é um dos principais elementos a ser observado quando pretende-se explorar economicamente a planta, pois ela atua diretamente em seu desenvolvimento e tem potencial para gerar boas produções ou graves prejuízos.

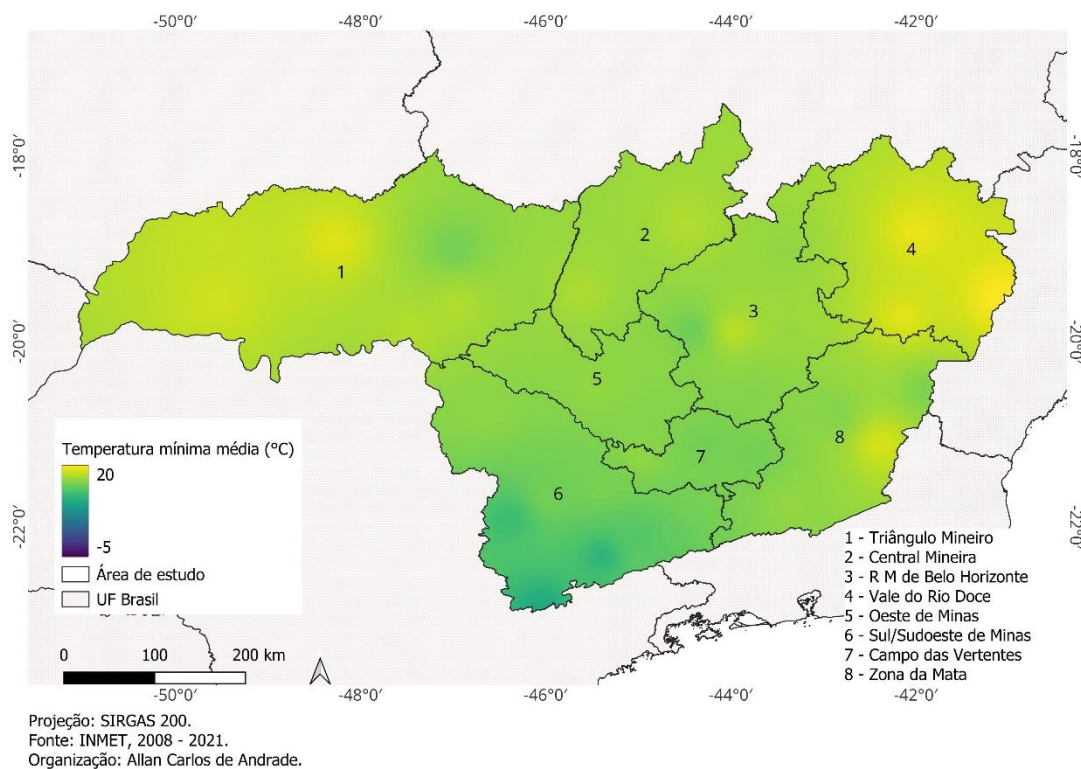
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram gerados 4 mapas, três deles apresentam as características da temperatura mínima nas mesorregiões e o outro mostra a altitude, sendo possível estabelecer uma relação



entre as duas variáveis. O Mapa 1 apresenta a distribuição espacial da temperatura mínima média para a série histórica, entre 2008 e 2021.

Mapa 1 - Temperatura mínima média para as mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais entre 2008 e 2021.



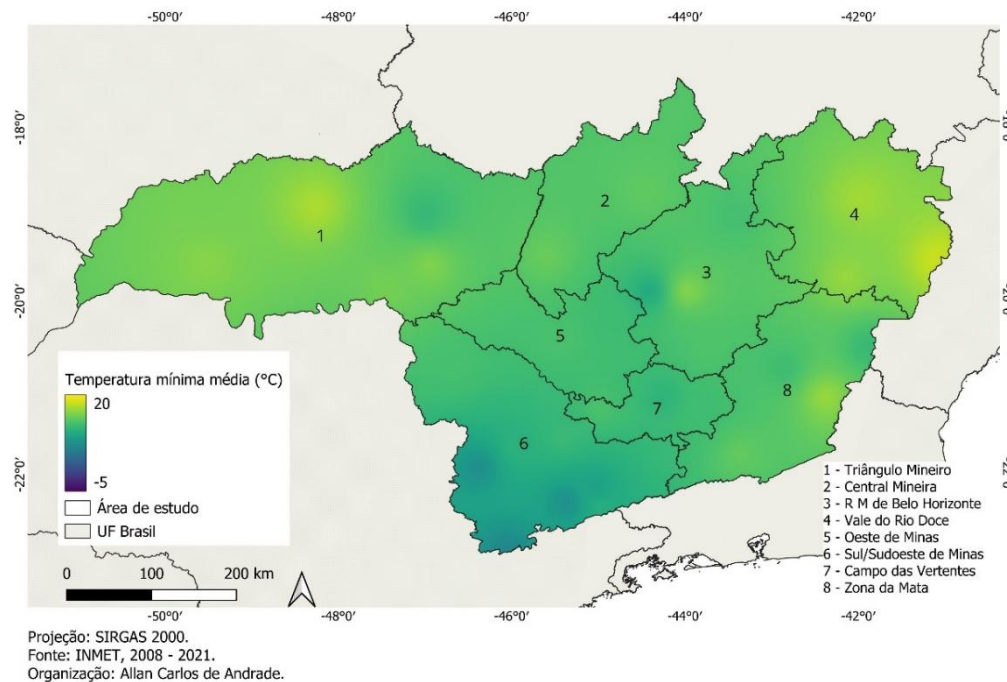
Organização: autores, 2025.

A partir do mapa, é possível observar que a temperatura mínima média não ultrapassou os 20°C em nenhuma das mesorregiões. A mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas concentra as médias mais baixas, entre 10,2°C no município de Monte Verde, localizado na Serra da Mantiqueira, na divisa com o estado de São Paulo, e 15,8°C em Passos, já próximo do Triângulo Mineiro.

No Vale do Rio Doce se concentram as maiores médias mínimas, entre 18,9°C, no município de Caratinga, e 20,1°C, no município de Aimorés, localizado nas margens do Rio Doce, próximo à divisa com o estado do Espírito Santo.

O Mapa 2 mostra a distribuição das temperaturas mínimas médias para os meses mais frios (maio a setembro) nas mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais.

Mapa 2 - Temperatura mínima média dos meses de maio a setembro nas mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais entre 2008 e 2021.



Organização: autores, 2025.

A partir do mapa, percebe-se que as temperaturas mínimas nos meses de maio a setembro atingem valores inferiores a 10°C no sul do estado, sendo a menor média registrada no município de Monte Verde, 6,8°C. O município de Caldas possui a segunda menor média, 7,7°C, seguido pelo município de Maria da Fé, 7,8°C, localizado na Serra da Mantiqueira.

Assim como foi visto no Mapa 1, para os meses maios frios as maiores mínimas médias se concentram na mesorregião do Vale do Rio Doce, sendo a maior também no município de Aimorés, 18,1°C.

No Campo das Vertentes, a menor média está no município de São João Del Rei, 11,4°C. Já no Triângulo Mineiro, Central Mineira e Região Metropolitana de Belo Horizonte, as temperaturas mínimas médias estão próximas dos 16°C.

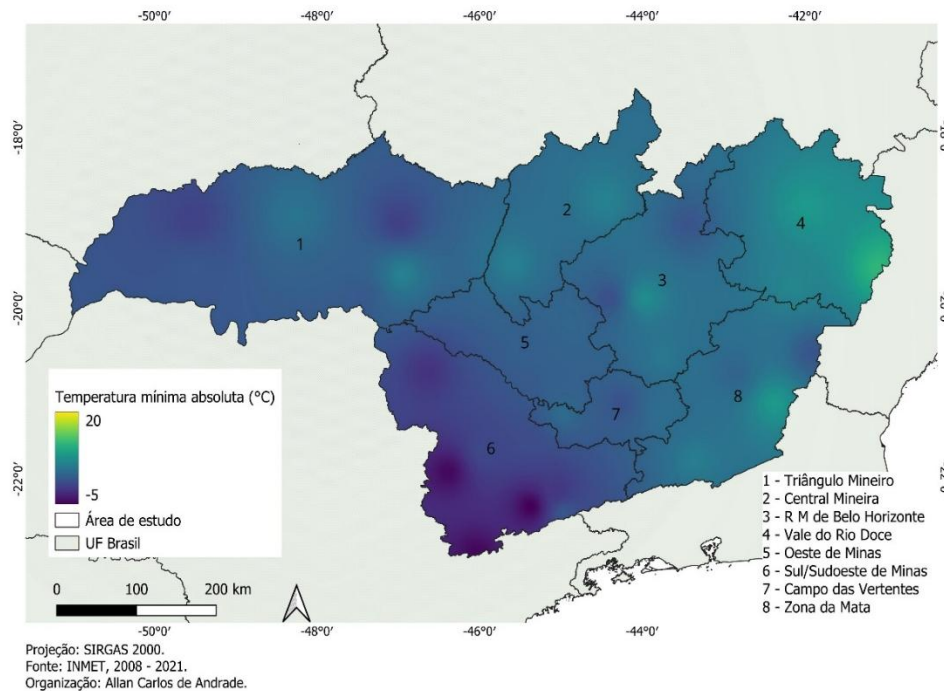
Na Zona da Mata as médias mínimas para maio a setembro estão entre 14°C e 17°C, enquanto no Oeste de Minas as temperaturas estão entre 12°C, no município de Passos e 12,2°C em Divinópolis, sendo a região com as temperaturas mais homogêneas entre os municípios.

As temperaturas mínimas absolutas são as mais relevantes se tratando de um planejamento para a cultura do cafeeiro, pois quando são inferiores aos 2°C em abrigo

meteorológico, ocasiona a morte do tecido das plantas e causa um prejuízo que pode ser irreversível.

O Mapa 3 apresenta as temperaturas mínimas absolutas da série histórica, ou seja, a menor temperatura registrada entre os anos de 2008 e 2021 nas mesorregiões analisadas.

Mapa 3 - Temperatura mínima absoluta nas mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais entre 2008 e 2021.



Organização: autores, 2025.

A partir do mapa, percebe-se que a mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas concentra as menores temperaturas mínimas, enquanto o Vale do Rio Doce apresenta os maiores valores.

Em diversos municípios do Sul/Sudoeste de Minas, maior produtor de café do estado, a temperatura foi inferior a 2°C, como em Varginha (0,8°C), Passa Quatro (1,9°C) e Machado (0,6°C), em outros, a temperatura foi inferior a 0°C, como em Passos (-1,4°C), São Lourenço (-1,0°C), Caldas (-4,4°C) e Maria da Fé (-5,0°C).

Na mesorregião do Triângulo Mineiro, segundo maior produtor de café do estado, diversos municípios também registraram temperaturas iguais ou inferiores a 2°C, como em Campina Verde (1,8°C) e Sacramento (2,0°C), e também houveram temperaturas negativas, registradas em Ituiutaba (-0,1°C) e Patrocínio (-0,2°C).

Nas demais mesorregiões, os registros iguais ou inferiores a temperatura crítica para o café, 2°C, são poucos, apenas um no Campo das Vertentes, em São João Del Rei (1,4°C), dois



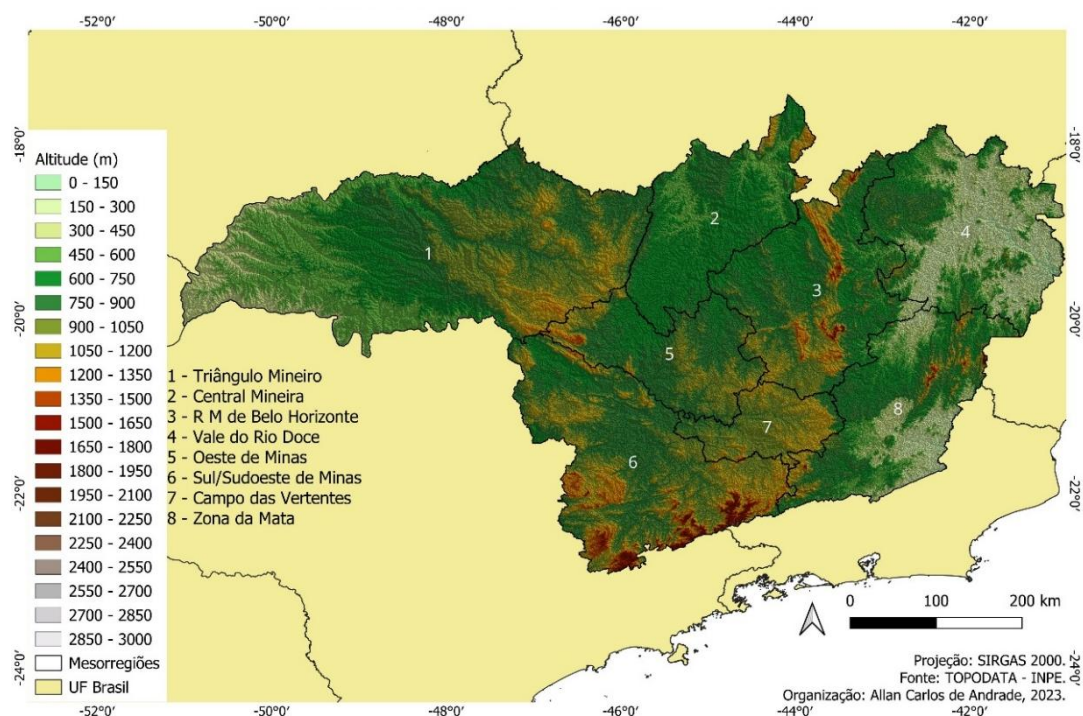
na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Florestal (1,1°C) e Conceição do Mato Dentro (1,6°C) e um na Zona da Mata, em Caparaó (1,6°C).

Como foi visto, as menores temperaturas mínimas absolutas foram registradas nas duas principais mesorregiões produtoras de café de Minas Gerais, Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro. Por isso, além do planejamento, são necessários mecanismos de defesa para se prevenir de fenômenos extremos, como as geadas.

Vale ressaltar que os dados de temperatura usados foram registrados em abrigo meteorológico. Em noites de geadas, a diferença de temperatura entre o abrigo meteorológico e a temperatura de relva pode chegar a -4,1°C (SENTELHAS *et al.*, 1995). Ou seja, mesmo que as temperaturas registradas sejam positivas, o que não configura geada, na relva a temperatura pode ter sido negativa e, portanto, causar danos à planta, consequentemente, prejuízos ao produtor.

Percebe-se, então, que a mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas apresenta as menores temperaturas de toda a área de estudo. Isto acontece devido a topografia da região, de acordo com o Mapa 4.

Mapa 4 - Altitude nas mesorregiões cafeeiras de Minas Gerais.



Organização: autores, 2025.



A partir do mapa, percebe-se que a mesorregião com as maiores altitudes é o Sul/Sudoeste de Minas, variando de 600m até 2.100m. Por este motivo, esta é a mesorregião que apresenta as menores temperaturas, devido ao resfriamento adiabático da atmosfera, em que a cada 180m de altitude há uma queda de 1°C na temperatura do ar.

Por outro lado, a mesorregião com as menores altitudes é o Vale do Rio Doce, e também a que apresenta as maiores temperaturas mínimas, justamente pelo fato dos municípios estarem situados a menores altitudes.

O município de Maria da Fé, no Sul/Sudoeste de Minas, que registrou a menor temperatura mínima absoluta, de -5°C, está situado a aproximadamente 1.300m de altitude. Monte Verde, na mesma mesorregião, está a aproximadamente 1.600m de altitude e registrou mínima absoluta de -4,5°C. Por outro lado, Aimorés, no Vale do Rio Doce, município que registrou a maior temperatura mínima absoluta, de 11,5°C, está apenas a 80m de altitude.

Portanto, a partir do mapa hipsométrico, conclui-se que a altitude influencia diretamente na temperatura do ar, sendo também um fator que necessita de certa atenção quando pretende-se desenvolver a cultura do café no estado de Minas Gerais, principalmente na mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar as características térmicas, com foco nas temperaturas mínimas, das principais mesorregiões produtoras de café arábica em Minas Gerais. O estado de Minas Gerais se destaca como o maior produtor de café do país, sendo o clima um fator determinante para o êxito da cultura. As condições atmosféricas, especialmente a temperatura do ar, influenciam diretamente desde o desenvolvimento da planta até a colheita, e a temperatura mínima é a principal responsável por causar danos severos às lavouras, através de fenômenos como as geadas.

A análise dos dados de temperatura mínima diária, coletados em 32 estações meteorológicas do INMET entre 2008 e 2021, permitiu traçar um panorama térmico das mesorregiões cafeeiras.

Foi constatada uma clara influência da altitude na temperatura do ar. A mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas, com as maiores altitudes (variando de 600m a 2.100m), registrou as menores temperaturas mínimas. Em contraste, o Vale do Rio Doce, com as menores altitudes,



apresentou as maiores temperaturas mínimas. O resfriamento adiabático da atmosfera, com queda de 1°C a cada 180m de altitude, é um fator explicativo para essa variação.

As duas principais mesorregiões produtoras de café, Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro, foram as que registraram as menores temperaturas mínimas absolutas. No Sul/Sudoeste de Minas, diversos municípios registraram temperaturas inferiores a 2°C (temperatura crítica que pode ocasionar a morte do tecido da planta), e em alguns casos, negativas, como em Maria da Fé (-5,0°C) e Caldas (-4,4°C). No Triângulo Mineiro, também houve registros iguais ou inferiores a 2°C e temperaturas negativas, como em Patrocínio (-0,2°C) e Ituiutaba (-0,1°C).

Nos meses mais frios (maio a setembro), o sul do estado atingiu médias inferiores a 10°C, sendo Monte Verde (Sul/Sudoeste de Minas) a menor média registrada, com 6,8°C.

Os resultados reforçam a importância do zoneamento agroclimático para o planejamento da cultura, bem como a necessidade de mecanismos de defesa e prevenção de fenômenos extremos como as geadas¹⁸. Deve-se considerar que as temperaturas medidas em abrigo meteorológico não refletem a temperatura na relva, que pode ser até 4,1°C mais baixa em noites de geada, podendo causar danos à planta e prejuízos ao produtor, mesmo com temperaturas positivas registradas no abrigo.

O zoneamento agroclimático realizado por Sedyama et al. (2001) já havia indicado que 48,7% da área do estado é apta para o cultivo de café arábica, mas também que 36,2% só é possível com irrigação e 15,1% é inapta. Este trabalho complementa essa análise ao focar no risco de temperaturas mínimas extremas nas áreas de maior produção, evidenciando que, mesmo em áreas consideradas aptas, o fator térmico requer monitoramento constante e atenção ao manejo para a mitigação de riscos.

Desta forma, conclui-se que, apesar do protagonismo de Minas Gerais, a produção de café arábica, especialmente no Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro, está sujeita a um risco térmico significativo que pode comprometer a produtividade e causar prejuízos. Estudos futuros poderiam focar na espacialização de métodos de mitigação de risco de geadas e na análise da frequência desses eventos nessas mesorregiões.



REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. Efeito de diferentes sistemas de preparo do solo e manejo de plantas daninhas na cultura do cafeeiro. 2004. 119f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CAMARGO, A. P. de; CUNHA, A. R. da; LEITE, A. R. R. Produtividade do café arábica e clima. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n. 3, p. 509-514, 2001.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento da safra brasileira de café. v. 12, n. 1. Brasília, 2025.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2022.
- JIMENEZ, F. H. T.; SOUZA, A. C. M.; RIZZATTI, I. M. Análise e geração de superfícies de temperatura do ar por métodos de interpolação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2008, São Luiz. Anais... São Luiz: SBA, 2008.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Projeções do Agronegócio Brasil 2022/23 a 2032/33. Brasília, 2023.
- OIC (Organização Internacional do Café). Relatório sobre o mercado de café: junho de 2023. Londres, 2023.
- OIC (Organização Internacional do Café). Relatório sobre o mercado de café: janeiro de 2025. Londres, 2025.
- PELEGRINI M. A. et al. O café em Minas Gerais: do plantio ao beneficiamento. In: SILVA, S. D. A. (org.). Geografia do café. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 43-65.
- PEREIRA A. R. et al. Agrometeorologia aplicada. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002.
- SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n. 3, p. 501-508, 2001.
- SENTELHAS P. C.; ANGELOCCI L. R.; PEREIRA A. R. Meteorologia e climatologia aplicada. Piracicaba: ESALQ, 1995.
- WOLLMANN, C. A. et al. Análise da aptidão climática do Estado do Rio Grande do Sul para o cultivo de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 21, n. 2, p. 193-200, 2013.