

Mapeamento de áreas para o cultivo de café em terraços em Minas Gerais – Brasil

Mapping of areas for coffee cultivation on terraces in Minas Gerais – Brazil

Mapeo de áreas para el cultivo de café en terrazas en Minas Gerais – Brasil

Recebido: 24/11/2025 | Revisado: 04/12/2025 | Aceitado: 05/12/2025 | Publicado: 06/12/2025

Ana Paula Arlinda Martins Romano

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4506-1816>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: ana.arlinda@ufv.br

Gustavo Bastos Braga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7289-331X>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: gustavo.braga@ufv.br

Edson Marcio Mattiello

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-5659>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: mattiello@ufv.br

Altair Dias de Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0785-8929>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: admoura@ufv.br

Karoline Matiello Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6691-9042>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: karoline.matiello@ufv.br

Janderson Damaceno dos Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7175-0496>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: janderson@ufv.br

Resumo

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, sendo Minas Gerais responsável por mais de 50% da produção nacional. No entanto, a produção sustentável de café nas áreas montanhosas de Minas enfrenta desafios como erosão do solo, baixa mecanização e escassez de mão de obra. O uso de terraços agrícolas tem surgido como uma solução viável nessas regiões, ajudando a mitigar parte desses problemas. Este estudo teve como objetivo mapear áreas em Minas Gerais com potencial para o cultivo de café arábica em terraços, considerando fatores técnicos como altitude, declividade, solo, temperatura, precipitação e umidade. Utilizando QGIS e técnicas de geoprocessamento, os dados espaciais foram integrados e realizou-se uma análise das faixas ideal, intermediária e inadequada para o cultivo. O processo envolveu a aplicação de comandos de interseção e sobreposição das camadas para identificar áreas adequadas. Os resultados indicaram que aproximadamente 442 mil hectares estão dentro da faixa ideal, enquanto 1,92 milhão de hectares estão dentro da faixa intermediária para implementação do sistema de terraços. Além disso, em áreas já cultivadas, cerca de 43 mil hectares são adequados para cultivo em terraços na faixa ideal e 60 mil hectares na faixa intermediária. Esses resultados ampliam as opções de manejo para produtores em regiões montanhosas, embora mais pesquisas sejam necessárias sobre os custos e impactos ambientais dessa prática.

Palavras-chave: Geoprocessamento; QGIS; Café; Terraceamento; Minas Gerais.

Abstract

Brazil is the largest producer and exporter of coffee globally, with Minas Gerais accounting for over 50 % of national production. However, sustainable coffee production in the mountainous areas of Minas faces challenges such as soil erosion, low mechanization, and labor shortages. The use of agricultural terraces has emerged as a viable solution in these regions, helping to mitigate some of these issues. This study aimed to map areas in Minas Gerais with potential for cultivating Arabica coffee in terraces, considering technical factors such as altitude, slope, soil, temperature, precipitation, and humidity. Using QGIS and geoprocessing techniques, spatial data were integrated, and an analysis of the ideal, intermediate, and unsuitable ranges for cultivation was conducted. The process involved applying intersection and overlay commands on the layers to identify suitable areas. The results indicated that approximately 442,000 hectares fall within the ideal range, while 1.92 million hectares are within the intermediate range for implementing the terrace system. Additionally, in already cultivated areas, about 43,000 hectares are suitable for terrace cultivation in the ideal range, and 60,000 hectares in the intermediate range. These results expand management

options for producers in mountainous regions, although further research is needed on the costs and environmental impacts of this practice.

Keywords: Geoprocessing; QGIS; Coffee; Terracing; Minas Gerais.

Resumen

Brasil es el mayor productor y exportador de café del mundo, y Minas Gerais representa más del 50% de la producción nacional. Sin embargo, la producción sostenible de café en las áreas montañosas de Minas enfrenta desafíos como erosión del suelo, baja mecanización y escasez de mano de obra. El uso de terrazas agrícolas ha surgido como una solución viable en estas regiones, ayudando a mitigar algunos de estos problemas. Este estudio tuvo como objetivo mapear áreas en Minas Gerais con potencial para el cultivo de café arábica en terrazas, considerando factores técnicos como altitud, pendiente, suelo, temperatura, precipitación y humedad. Utilizando QGIS y técnicas de geoprocetamiento, se integraron datos espaciales y se realizó un análisis de las franjas ideal, intermedia e inadecuada para el cultivo. El proceso implicó la aplicación de comandos de intersección y superposición de capas para identificar áreas adecuadas. Los resultados indicaron que aproximadamente 442.000 hectáreas se encuentran dentro de la franja ideal, mientras que 1,92 millones de hectáreas se encuentran dentro de la franja intermedia para la implementación del sistema de terrazas. Además, en áreas ya cultivadas, alrededor de 43.000 hectáreas son adecuadas para el cultivo en terrazas en la franja ideal y 60.000 hectáreas en la franja intermedia. Estos resultados amplían las opciones de manejo para productores en regiones montañosas, aunque se necesitan más estudios sobre los costos e impactos ambientales de esta práctica.

Palabras clave: Geoprocetamiento; QGIS; Café, Terrazas agrícolas; Minas Gerais.

1. Introdução

A cafeicultura desempenha um papel fundamental no desenvolvimento social e econômico do Brasil, sendo o país o maior produtor e exportador mundial de café, responsável por 38% da produção global em 2024 (Franco, 2024). A região Sudeste, em especial Minas Gerais, é um dos principais destaques, gerando R\$ 28,2 bilhões, o que corresponde a 57,8% da receita nacional do café (Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB], 2023). As áreas montanhosas do estado oferecem condições favoráveis à produção de café, incluindo clima ameno e boa distribuição de chuvas (Ferreira et al., 2006). No entanto, essas regiões enfrentam desafios como alta demanda por mão de obra, erosão do solo, perda de nutrientes, aumento da temperatura do solo e degradação ambiental.

Para enfrentar esses problemas, práticas alternativas como os sistemas de terraceamento vêm ganhando destaque. O terraceamento envolve a construção de terraços, o plantio de plantas de cobertura (por exemplo, braquiária, amendoim forrageiro e crotalária) e a otimização da preparação e fertilização do solo (Ferreira et al., 2021). Esse sistema conserva água e solo, aumenta o aporte de carbono, melhora a infiltração de água e reduz a temperatura do solo, preservando a microbiota e diminuindo os custos com irrigação e adubação. Quando bem implementado, o terraceamento pode reduzir as perdas de solo e água em até 80% e 100%, respectivamente (Loura, 2011). Entretanto, exige planejamento rigoroso e não é adequado para solos muito íngremes, pedregosos, rasos, compactados ou regiões com alta precipitação (Loura, 2011; Oliveira, 2009).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) aprimoram o planejamento do terraceamento, permitindo identificar áreas adequadas e otimizar a eficiência da conservação. Os SIG integram dados, criam bancos de dados georreferenciados e possibilitam análises complexas. O QGIS, um software de código aberto, é especialmente eficaz para avaliações multidisciplinares, garantindo resultados precisos (Vieira & Ponte 2021; QGIS, 2024).

Este estudo teve como objetivo mapear áreas em Minas Gerais com potencial para o cultivo de café arábica em terraços, considerando fatores técnicos como altitude, declividade, solo, temperatura, precipitação e umidade.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa mista, parte experimental, num estudo de campo de natureza qualitativa e quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de mapeamento.

2.1 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). O clima predominante é tropical com inverno seco, embora algumas áreas também apresentem clima subtropical de altitude e clima tropical úmido (Silva, 2022).

Figura 1. Mapa de Minas Gerais.



Fonte: Autores.

Localizado na região Sudeste do Brasil, Minas Gerais é o quarto maior estado em termos de área territorial, com uma área cultivada de café de 1,2 milhão de hectares distribuída em quatro regiões produtoras. A Macrorregião Norte de Minas, que inclui o Norte e os vales do Jequitinhonha e Mucuri, abrange 77 municípios produtores de café e uma área plantada de 37,8 mil hectares. A região do Cerrado Mineiro, que compreende o Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Nordeste, possui 51 municípios com 211,9 mil hectares dedicados ao cultivo de café. A região da Zona da Mata, incluindo a Zona da Mata, o Vale do Rio Doce e a região Central, possui 181 municípios com uma área cultivada de 322 mil hectares. Por fim, as regiões Sul e Centro-Oeste juntas representam a maior área, com 649,9 mil hectares cultivados distribuídos em 154 municípios (Café Point, 2018; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural [EMATER], 2023).

2.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo foi realizado nas seguintes etapas: determinação dos critérios técnicos considerados essenciais para a implementação de terraços e plantio de café; coleta de dados e definição das faixas ideal, intermediária e inadequada para implantação do sistema; e mapeamento das áreas.

2.2.1 Determinação dos Critérios Técnicos

Para a implantação eficaz do sistema de terraceamento, vários critérios técnicos foram considerados, de forma a alinhar as necessidades do cultivo do café com os requisitos estruturais dos terraços. Entre os critérios estabelecidos, destacam-se: altitude, declividade, precipitação, tipo de solo, temperatura e umidade relativa do ar (UR). A análise e aplicação correta

desses fatores são essenciais para o sucesso do sistema. Negligenciá-los pode comprometer a eficiência do terraceamento e até gerar consequências mais severas do que não adotar a técnica, agravando problemas como erosão, perda de solo e redução da produtividade (Oliveira, 2009).

2.2.2 Coleta de Dados e Definição das Faixas

Os dados referentes a cada critério foram obtidos de suas respectivas instituições competentes. Com base na literatura, foram estabelecidas três categorias de aptidão: ideal, intermediária e inadequada. A faixa ideal representa as condições mais favoráveis ao cultivo do café, proporcionando maior produtividade e rendimento. A faixa intermediária inclui condições que, embora não atendam completamente às recomendações, ainda permitem o desenvolvimento da planta sem comprometer significativamente a produção (Carducci & Oliveira, 2021). A faixa inadequada representa condições desfavoráveis ao desenvolvimento ideal da cultura, tornando inviáveis tanto a construção dos terraços quanto o cultivo eficiente do café.

2.2.2.1 Altitude

De acordo com Carvalho et al., (2008), a faixa ideal de altitude para o cultivo do café arábica varia entre 700 e 1.800 metros, pois proporciona um clima ameno que favorece a longevidade, produtividade e qualidade do café, resultando em grãos de sabor mais complexo e acidez equilibrada (Mesquita et al., 2016). Para Minas Gerais, altitudes acima de 1.800 metros, devido às temperaturas muito baixas, e abaixo de 500 metros, por apresentarem temperaturas excessivamente elevadas, foram classificadas como inadequadas. Altitudes entre 500 e 700 metros foram classificadas como intermediárias, devido à relação entre altitude e temperatura (Tarifa & Azevedo, 2001).

2.2.2.2 Declividade

Segundo Faria e Ribeiro (2025), a declividade do terreno é classificada em porcentagem, e os terraços em nível avaliados neste estudo são recomendados para áreas com declividade entre 20% e 50% (Dorren; Freddy, 2004). Nesta pesquisa, a faixa de 20% a 45% foi considerada ideal para a construção dos terraços, enquanto declividades acima dessa faixa foram classificadas como inadequadas.

2.2.2.3 Precipitação

A precipitação anual ideal para o café arábica varia de 1.200 a 1.800 mm, com boa distribuição ao longo do ano, o que é essencial para o desenvolvimento vegetativo e a frutificação (Mesquita et al., 2016). Para este estudo, precipitações entre 1.200 e 1.800 mm foram consideradas ideais; entre 700 e 1.200 mm foram consideradas intermediárias e abaixo de 700 mm anuais foram classificadas como inadequadas. Déficits hídricos afetam a umidade disponível para as raízes e a absorção de água e nutrientes, impactando o crescimento da copa e dos frutos (Amarasinghe et al., 2015). O excesso de água, por outro lado, compromete a drenagem, reduz a oxigenação do solo e prejudica a produtividade (Oliveira et al., 2022).

2.2.2.4 Solo

Os Latossolos foram considerados ideais devido à profundidade, boa drenagem e estrutura granular, que favorecem a infiltração de água e a estabilidade dos terraços (Santos et al., 2018). Os Argissolos, por serem moderadamente profundos e com drenagem moderada, foram classificados como intermediários (Santos et al., 2018). Outros solos, como Cambissolos, foram considerados inadequados devido à pouca profundidade, e solos pedregosos ou com subsolo compactado também foram classificados como inadequados (Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

2.2.2.5 Temperatura

A faixa de temperatura considerada ideal para o cultivo do café situa-se entre 18 e 24 °C, pois minimiza o estresse térmico das plantas e favorece a produção de grãos de maior qualidade e produtividade (Ferrão et al., 2021). A faixa intermediária foi definida entre 26 e 30°C, enquanto temperaturas abaixo de 18°C e acima de 30°C foram consideradas inadequadas (Ciiagro, 2019). Temperaturas abaixo de 18°C reduzem a produtividade, causam dormência dos botões e retardam o desenvolvimento dos frutos (Camargo et al, 2007; Zacharias, 2007), enquanto temperaturas acima de 31°C podem causar abortamento floral (Maia; Oliveira, 2024).

2.2.2.6 Umidade Relativa do Ar (UR)

A espécie *Coffea arabica* L., nativa das florestas úmidas das terras altas da Etiópia, é naturalmente adaptada a altos níveis de umidade relativa (Matiello et al., 2015; Wintgens, 2012), sendo considerada ideal a faixa entre 60% e 80% (Júnior, 2022; Carvalho, 2023). Regiões dentro dessa faixa foram classificadas como ideais. Áreas subúmidas, com elevada precipitação anual, foram classificadas como intermediárias, enquanto regiões com UR muito alta ou muito baixa foram consideradas inadequadas. UR elevada pode prejudicar a resistência dos botões florais à seca e ao calor, enquanto UR baixa aumenta a vulnerabilidade a pragas e reduz o desenvolvimento das plantas (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA], 2009; Mesquita et al., 2016).

A Tabela 1 resume as faixas definidas para cada critério e as fontes dos dados utilizados no mapeamento.

Tabela 1. Definição das classes para cada critério considerado essencial para implantação dos terraços e suas respectivas fontes.

Crítérios	Ideal	Intermediário	Inapto	Fonte
Solo	Latossolo	Argissolo	Outros tipos de solo	Base de dados UFV, 2021
Declividade	20 – 45 %	45 – 50%	Abaixo de 20% e acima de 50%	SEMAD, 2023
Altitude	700 – 1800 m	500 – 700 m	Abaixo de 500 e acima de 1800 m	ANA 2010
Precipitação	1200 – 1800 mm	700 – 1200 mm	Abaixo de 700	SEMAD, 2018
Temperatura	18 – 24°C	25 – 30°C	Abaixo de 18 e acima de 30°C	SEMAD, 2018
UR	Úmido	Súbumido	Outros	SEMAD, 2018

Fonte: Autores.

2.2.3 Mapeamento das áreas e análise de dados

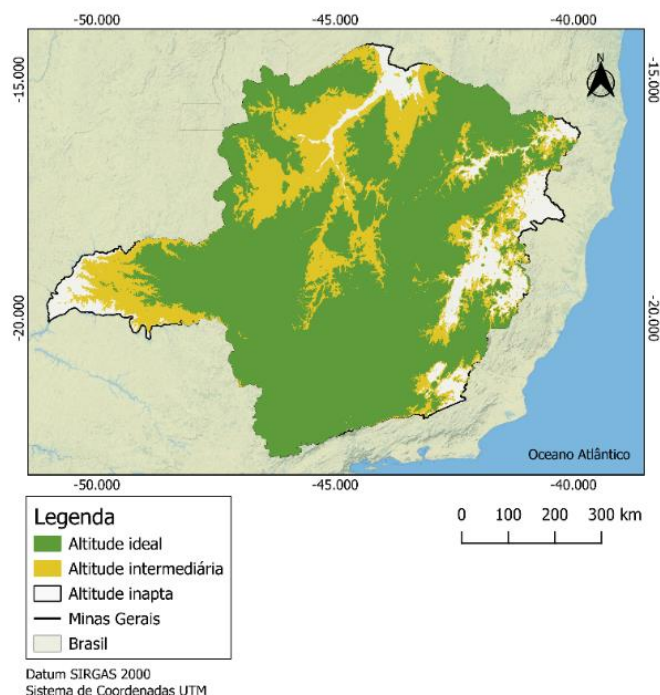
Com base nos dados de entrada (Tabela 1), foi realizado um levantamento das áreas de Minas Gerais adequadas à construção de terraços e ao cultivo de café. Utilizando QGIS (versão 3.36.0) e técnicas de geoprocessamento, integraram-se dados espaciais e atributos essenciais à tomada de decisão. As camadas correspondentes foram inseridas como arquivos *Shapefile* e suas tabelas de atributos analisadas. Operações foram realizadas para separar as faixas ideal, intermediária e inadequada, exportando cada camada individualmente. Em seguida, aplicaram-se comandos de interseção, união e sobreposição para consolidar as áreas adequadas ao cultivo de café em terraços.

3. Resultados e Discussão

3.1 O território mineiro possui alta aptidão altimétrica para o plantio de café em terraços

A faixa de altitude ideal abrange grande parte do estado de Minas Gerais (Figura 2). Isso se deve à variação altimétrica no território mineiro, onde a maioria das áreas está entre 900 e 1.500 metros (Ministério das Relações Exteriores [MRE], 2021), faixa que se enquadra nas condições ideais para a implantação de terraços e para o cultivo de café (Tabela 1).

Figura 2. Faixas de altitude ideal, intermediária e inadequada em Minas Gerais para implementação de café em terraços.



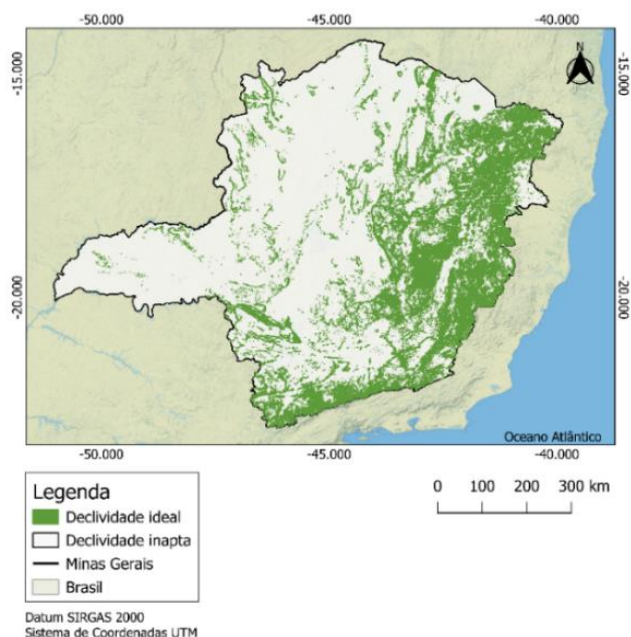
Fonte: Autores.

A faixa de altitude intermediária — variando entre 500 e 700 metros (Tabela 1) — apresenta uma distribuição menos extensa e mais fragmentada no estado quando comparada às áreas de altitude ideal (Figura 2). Isso se explica pela predominância de altitudes acima de 900 metros na maior parte de Minas Gerais (MRE, 2021), onde as condições ainda são favoráveis ao cultivo do café. A faixa inadequada de altitude representa a menor porção do território mineiro (Figura 2), já que altitudes abaixo de 500 metros correspondem a cerca de 15% da área do estado (Bernardes et al., 2012).

3.2 A região Leste de Minas Gerais concentra as condições de declividade mais favoráveis para a implantação de sistemas de terraceamento para o cultivo de café

A faixa de declividade ideal apresenta distribuição dispersa ao longo do estado de Minas Gerais (Figura 3), sendo mais evidente nas regiões Nordeste, Jequitinhonha, Leste, Vale do Aço, Sudeste e Sul-Sudeste do estado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022). A maior parte do estado possui declividades entre 0% e 15% (Bernardes et al., 2012), classificando essas áreas como inadequadas para o terraceamento (Tabela 1). Não houve classificação intermediária de declividade (Figura 3), pois, de acordo com os critérios técnicos estabelecidos, os dados de entrada não incluíam valores nessa faixa, o que excluiu essa classe da análise.

Figura 3. Faixas de declividade ideal e inadequada em Minas Gerais para implantação de café em terraços.

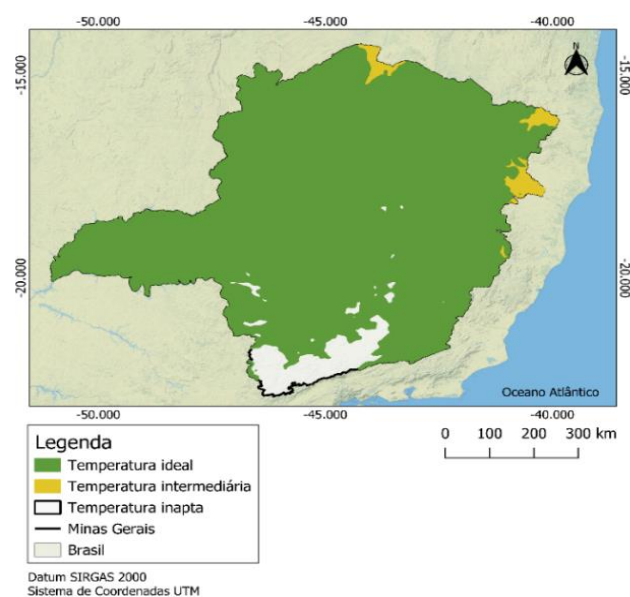


Fonte: Autores.

3.3 A temperatura mostrou-se um dos fatores menos restritivo à expansão da cafeicultura em terraços no estado

A temperatura média em Minas Gerais varia significativamente conforme a região e a época do ano, mas em geral é de aproximadamente 24°C. A maior temperatura ocorre em fevereiro, chegando a 26°C (Dados Mundiais, 2024). Considerando que a faixa ideal de temperatura foi definida entre 18 e 25°C (Tabela 1), observa-se que grande parte do estado se enquadra nessa faixa, o que explica a ampla extensão deste critério apresentada na Figura 4.

Figura 4. Temperaturas ideal, intermediária e inadequada em Minas Gerais para implantação de café em terraços.



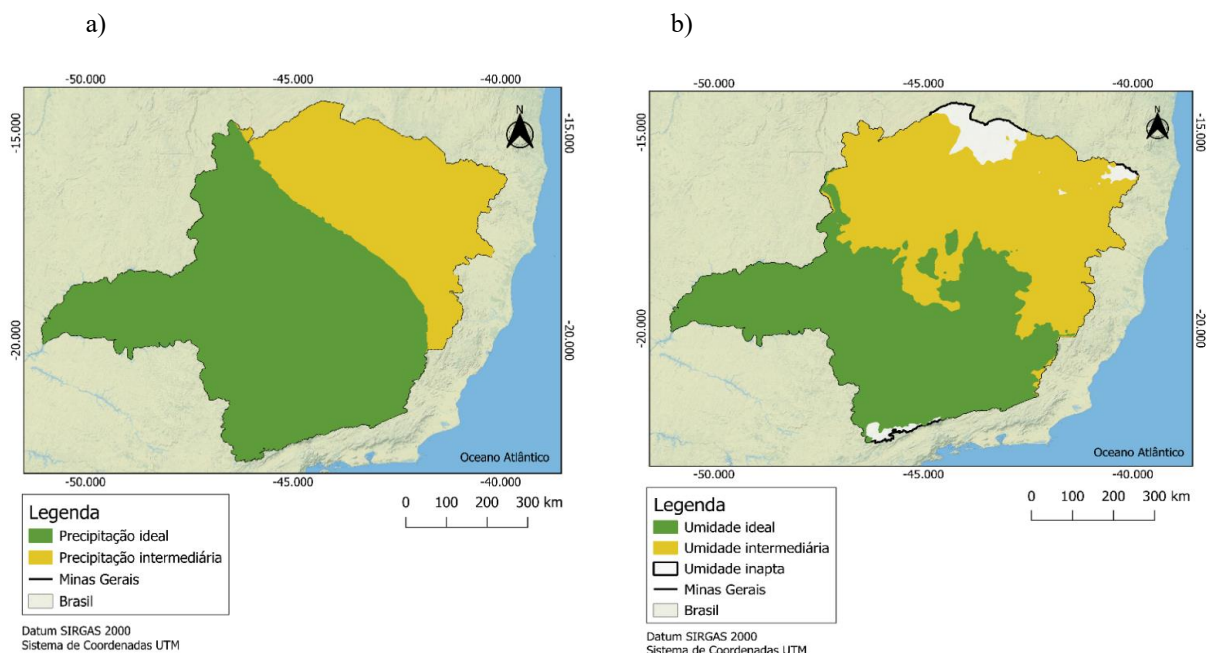
Fonte: Autores.

Por outro lado, a faixa de temperatura intermediária foi o critério que menos limitou a implantação da cafeicultura no estado, já que praticamente todo o território de Minas Gerais apresenta condições ideais para o estabelecimento da cultura (Figura 4). A faixa inadequada de temperatura ocorre na região sul de Minas, pois é nessa porção do estado que se encontram, de modo geral, as menores temperaturas médias (Reboita et al., 2015)

3.4 As condições climáticas são predominantemente adequadas para o terraceamento em Minas Gerais

A faixa ideal de precipitação e umidade para implantação de terraços em cafeicultura ocorre em áreas específicas do estado, predominando nas regiões Noroeste, Central, Vale do Aço, Sudeste, Sul-Sudeste, Centro-Sul, Oeste, Sul, Triângulo Norte e Triângulo Sul (Figura 5). A maioria dessas regiões apresenta uma estação chuvosa superior a 175 dias (Reis et al., 2005), o que permite boa distribuição de chuvas, favorecendo o cultivo do café, que demanda precipitação entre 1.200 e 1.800 mm (Matiello et al., 2015).

Figura 5. Faixas de precipitação (a) e umidade (b) ideais, intermediárias e inadequadas em Minas Gerais para implantação de café em terraços.



Fonte: Autores.

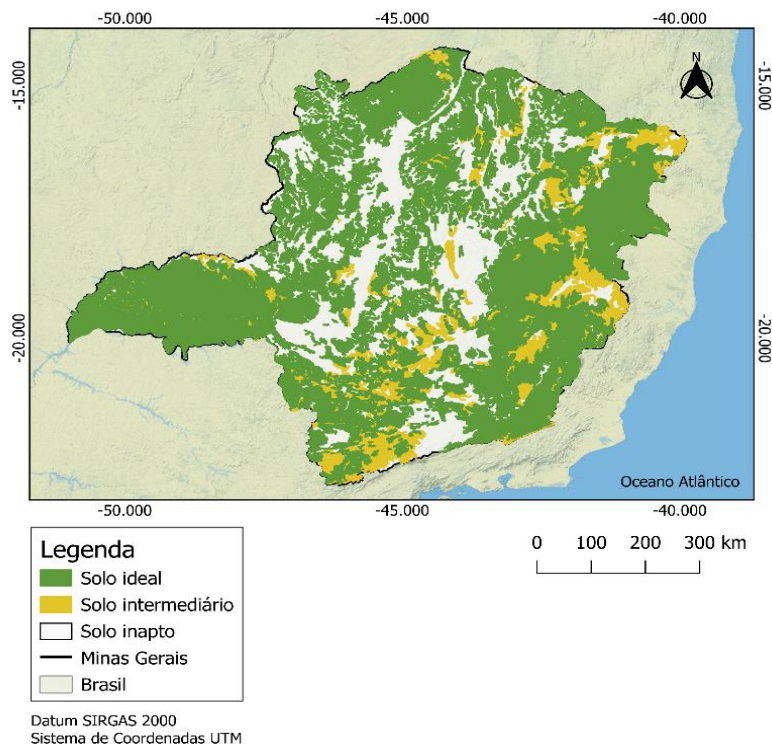
A elevada umidade favorece a formação de nuvens convectivas, o que resulta em alta incidência de precipitação, especialmente no período da tarde (Nechet, 1997). Além disso, a distribuição da umidade relativa está relacionada à distribuição das chuvas, com maiores valores de umidade ocorrendo em áreas que apresentam maior precipitação (Nechet, 1997). As faixas intermediárias de precipitação e umidade também apresentaram comportamento semelhante, predominando em regiões opostas às das faixas ideais (Figura 5), devido à redução da precipitação nas regiões Norte, Nordeste, Leste e Jequitinhonha do estado. Além dessas áreas, a umidade intermediária também abrange partes das regiões Sudeste, Vale do Aço e Central. É importante destacar que não existe uma faixa de precipitação inadequada para o cultivo de café em Minas Gerais (Figura 5(a)); entretanto, há uma pequena faixa inadequada de umidade para a implantação da cultura, que cobre partes das regiões Norte, Nordeste e Sul do estado (Figura 5(b)). No extremo norte do estado, há uma pequena área com clima BSh e BWh (semiárido e quente), caracterizado por chuvas escassas e alta irregularidade na distribuição, baixa nebulosidade, forte

radiação solar, elevadas taxas de evaporação e altas temperaturas médias, resultando em baixa umidade do ar (Reboita et al., 2015).

3.5 Minas Gerais possui forte aptidão edáfica para o cultivo de café em terraços

Como ilustrado na Figura 6, os Latossolos são altamente predominantes no estado de Minas Gerais, o que favorece a predominância da faixa ideal de solos para a implementação de terraços e para o cultivo de café (Sedyama et al., 2001).

Figura 6. Solos ideais, intermediários e inadequados em Minas Gerais para implantação de café em terraços.



Fonte: Autores.

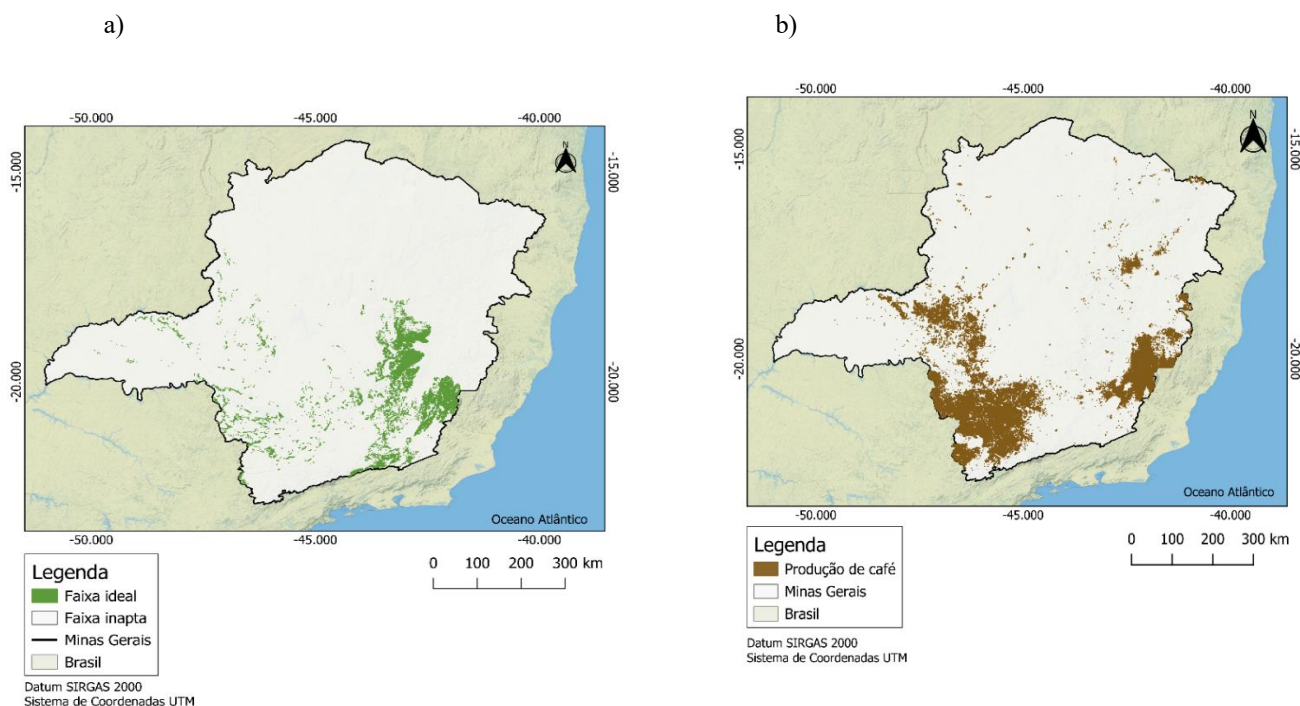
Em contraste, a predominância de Argissolos no estado é relativamente menor quando comparada aos Latossolos. Segundo Silva (2018), os Argissolos ocupam cerca de 12% do território mineiro, o que explica a baixa concentração de solos classificados na faixa intermediária para construção de terraços e cultivo de café (Figura 6). A faixa inadequada, por sua vez, corresponde a todos os demais tipos de solos do estado, representados por Cambissolos, Neossolos, Gleissolos, Planossolos e Nitossolos (Marques et al., 2017).

Os Latossolos encontrados em Minas Gerais são extremamente comuns no Brasil, representando cerca de 39% de toda a área do país e estando distribuídos por quase todo o território nacional (Bernardi et al., 2022). Esses solos são característicos de regiões equatoriais e tropicais e são adequados para a agricultura com níveis médios a elevados de tecnologia.

3.6 A interseção das camadas ideais evidenciou uma baixa proporção do território mineiro para implantação do café em terraços, quando comparado à interseção intermediária

A interseção das camadas ideais representa a sobreposição de todos os critérios técnicos dentro da faixa ideal. Isso destaca as áreas de Minas Gerais com potencial para a implementação do sistema de produção de café em terraços (Figura 7).

Figura 7. Faixa ideal para a implementação de café em terraços em Minas Gerais (a); áreas com produção de café no estado de Minas Gerais em 2017 (b).



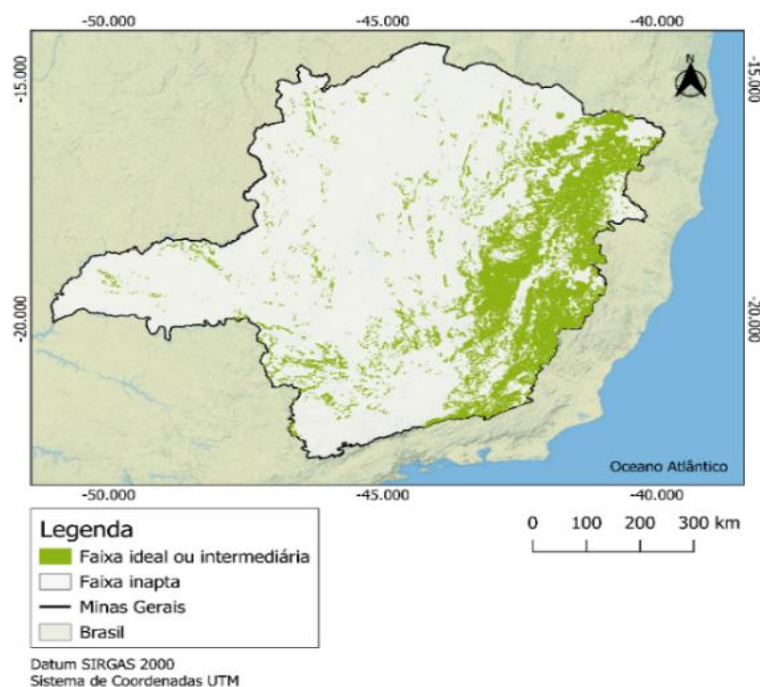
Fonte: Autores.

A faixa ideal para a implantação do sistema de produção de café em terraços abrange aproximadamente 442 mil hectares (Figura 7(a)), o que corresponde a 0,76% da área do estado, estimada em cerca de 58 milhões de hectares (IBGE, 2022). Na Figura 7(b), observa-se o levantamento mais recente das áreas cultivadas com café (CONAB, 2017). Com base em cálculos realizados no QGIS, verificou-se que as áreas produtivas no estado totalizavam aproximadamente 1,15 milhão de hectares em 2017. O mesmo cálculo foi aplicado na Figura 8 para quantificar a faixa ideal com potencial para a implantação do sistema de terraceamento. Identificou-se que, dentre as áreas já utilizadas para cultivo de café (1,15 milhão de ha), cerca de 43 mil hectares são adequados para adoção do sistema de terraços dentro da faixa ideal, o que corresponde a aproximadamente 3,5% do território de Minas Gerais.

3.7 A interseção das camadas ideais ou intermediárias evidenciou maior proporção do território mineiro para implantação do café em terraços quando comparado apenas à interseção ideal

A faixa ideal ou intermediária para implantação do sistema de café em terraços abrange aproximadamente 1,92 milhão de hectares, ou 3,3% do território mineiro, uma cobertura maior quando comparada apenas à faixa ideal (Figura 8).

Figura 8. Faixa ideal ou intermediária para a implementação de café em terraços em Minas Gerais.



Fonte: Autores.

A delimitação da área ideal foi realizada com base nos critérios técnicos especificados na Tabela 1, que descrevem as condições ideais para o cultivo do café segundo a literatura. Essas condições criam um ambiente propício para a construção de terraços e para o cultivo do café, maximizando o rendimento e a produtividade. Entre os critérios técnicos analisados, declividade, precipitação e umidade foram os mais restritivos, devido à sua predominância em regiões específicas do estado (Figuras 3 e 5). Em contrapartida, altitude, tipo de solo e temperatura mostraram-se menos limitantes, pois suas faixas ideais são mais amplas em Minas Gerais (Figuras 2, 4 e 6).

Na faixa ideal ou intermediária, há maior possibilidade de implementação do sistema de produção em outras regiões do estado, como Leste, Sudeste, Vale do Aço e Nordeste (Figura 8). Isso foi possível porque a classe intermediária engloba condições que, embora não atendam totalmente às recomendações técnicas, ainda permitem o crescimento das plantas sem impactos significativos na produção. Ao calcular as áreas potenciais para a implantação do sistema de cultivo de café em terraços dentro da faixa ideal ou intermediária, verificou-se que, entre as áreas atualmente utilizadas para o cultivo de café (1,15 milhão de hectares — Figura 7(b)), aproximadamente 60 mil hectares são adequados para adoção desse sistema. Isso significa que 5% da área de café convencional do estado poderia ser convertida para o sistema de terraços, considerando o cenário ideal ou intermediário.

Os resultados apresentados pela faixa ideal ou intermediária (Figura 8) podem ampliar as possibilidades de tomada de decisão dos produtores que enfrentam desafios na cafeicultura em regiões montanhosas. A implantação do sistema de terraços permite a mecanização das práticas culturais, especialmente da colheita, que representa uma parte significativa dos custos totais. Além disso, esse sistema proporciona diversos benefícios agrônômicos, como maior aporte de carbono no solo, aumento da taxa de infiltração de água e redução dos riscos de erosão.

4. Conclusão

O estudo revela que 0,76% das áreas em Minas Gerais apresentam condições ideais para a implementação de plantações de café arábica em sistemas terraceados, enquanto 3,3% apresentam condições ideais ou intermediárias. Entre as

áreas atualmente utilizadas para o cultivo convencional de café, 3,5% e 5% poderiam ser convertidas para sistemas de terraços, considerando, respectivamente, o cenário ideal e o cenário ideal ou intermediário. Essa expansão poderia beneficiar a produção de café em regiões montanhosas ao promover práticas agrícolas mais sustentáveis e maior mecanização. No entanto, mais pesquisas são necessárias para avaliar os custos envolvidos na implementação desse sistema.

Referências

- Amarasinghe, U. A., Hoanh, C. T., D'haeze, D., & Hung, T. Q. (2015). Toward sustainable coffee production in Vietnam: More coffee with less water. *Agricultural Systems*, 136, 96–105.
- ANA – Agência Nacional de Águas. (2010). *Curvas de Nível*. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/0e21c03b-fd46-4c9a-9a39-2537ac347214>.
- Bernardes, T., Moreira, M. A., Adami, M., & Rudorff, B. F. T. (2012). Diagnóstico físico-ambiental da cafeicultura no estado de Minas Gerais – Brasil. *Coffee Science*, 7(2), 139–151.
- Bernardi, A. C. C., Machado, P. L. A., & Silva, C. A. (2022). Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In C. V. Manzatto, E. de Freitas Junior, & J. R. R. Peres (Eds.), *Uso agrícola dos solos brasileiros* (pp. 63–63). Embrapa Solos.
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (1999). *Conservação do solo* (4ª ed.). Editora Ícone.
- Café Point. (2018). *Minas Gerais tem área de 1,2 milhão de hectares de café*. <https://www.cooxupe.com.br/noticias/minas-gerais-tem-area-de-12-milhao-de-hectares-de-cafe/>.
- Camargo, M. B. P., Rolim, G. S., & Santos, M. A. (2007). Modelagem agroclimatológica do café: estimativa e mapeamento das produtividades. *Informe Agropecuário*, 28(241), 58–65.
- Carducci, C. E., & Oliveira, G. C. D. (2021). Manejo do solo na cafeicultura: produtividade e sustentabilidade. In S. H. G. Silva & G. C. Oliveira (Eds.), *Caracterização dos solos e ambientes utilizados na cafeicultura de sequeiro* (pp. 135–135). Editora UFLA.
- Carvalho, L. G., Scolforo, J. R., & Oliveira, A. D. (2008). Zoneamento ecológico-econômico do estado de Minas Gerais. In J. R. S. Scolforo, L. M. T. Carvalho, & A. D. Oliveira (Eds.), Editora UFLA (pp. 161).
- Carvalho, M. (2023). *Nome científico do café e suas espécies*. <https://www.graogourmet.com/blog/nome-cientifico-do-cafe-e-suas-especies/>.
- CIIAGRO. (2019). *Zoneamento macro – Aptidão ecológica da cultura do café*. https://www.ciiagro.sp.gov.br/znmt_macro_9.html.
- CONAB. (2017). *Mapeamentos agrícolas*. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/mapeamentos-agricolas>.
- CONAB. (2023). Acompanhamento da safra brasileira de café (Vol. 10, No. 4).
- Dados Mundiais. (2024). *Clima em Minas Gerais (Brasil)*. <https://www.dadosmundiais.com/america/brasil/clima-minas-gerais.php>.
- Dorren, L., & Rey, F. (2004). *A review of the effect of terracing on erosion*. In C. Boix-Fayons & A. Imeson (Eds.), Briefing Papers of the 2nd SCAPE Workshop (pp. 97–108).
- EMATER. (2023). Cafeicultura é um dos destaques da agenda estratégica da Emater-MG. <https://www.mg.gov.br/agricultura/noticias/cafeicultura-e-um-dos-destaques-da-agenda-estrategica-da-emater-mg>.
- EMBRAPA. (2009). Fenologia do cafeeiro: Condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004–2005. *Embrapa Informação Tecnológica*.
- Faria, K. C. & Ribeiro, K. D. (2025). Declividade média do terreno determinada por diferentes métodos. *Revista Foco*, 18(2), 1–24.
- Ferrão, M. A. G., Riva-Souza, E. M., Fonseca, A. F. A. D., Ferrão, R. G., Santos, W. G. D., & Spadeto, J. (2021). Indicação de cultivares de café arábica para o estado do Espírito Santo e avaliação comparativa com o conilon em altitude elevada (Circular Técnica nº 6). Embrapa.
- Ferreira, C. C., Jaeggi, M. E. P. C., Moreira, T. B. R., Souza, M. N., Rodrigues, D. D., Fonseca, R. A., Zampieri, F. G., Moreira, C. G., Zacarias, A. J., & SOUZA, I. I. M. (2021). Cafeicultura: Recuperação de áreas degradadas e uso de práticas agroecológicas no manejo do café em região de montanhas. In *Tópicos em recuperação de áreas degradadas* (pp. 73–126). Mérida Publishers.
- Ferreira, W. P. M., Santos Rufino, J. L., Fonseca, H. P., Queiroz, D. M. de, Fernandes Filho, E. I., Freitas Ribeiro, M. de, & Ferreira, C. D. F. S. (2022). Mapping the mountainous climate in the Matas de Minas region, Brazil, which influences top-quality coffee beverages. *Research, Society and Development*, 11(12), e261111233776.
- Franco, L. (2024). *Conheça os maiores produtores de café do mundo*. <https://sistemafaeb.org.br/conheca-os-maiores-produtores-de-cafe-do-mundo>.
- IBGE. (2022). *Cidades e estados – Minas Gerais*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>.
- Júnior, M. A. C. F. (2022). *Manejo para redução de danos de geada em cafeeiros arábica* (Trabalho de Conclusão de Curso). UNOPAR.
- Loura, D. S. (2011). *Levantamento e conservação do solo: práticas conservacionistas de solo e água. Terraceamento agrícola*. UF LA.

- Maia, I. F., & Oliveira, R. F. (2024). *Análise da temperatura do ar para cafês especiais (Coffea arabica L.) no noroeste capixaba*. Resumo apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC.
- Marques, M. V. A., Moreira, A. P., & Nery, C. V. M. (2017). Diagnóstico da desertificação na região Norte de Minas Gerais por meio de técnicas de geoprocessamento. *Boletim de Geografia*, 35(2), 99-116.
- Matiello, J. B., Santinato, R., Garcia, A. W. R., Almeida, S. R., & Fernandes, D. R. (2015). *Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações* (548 pp.). SARC/PROCAFÉ.
- Mesquita, C. M., Melo, E. M. de, Rezende, J. E. de, Carvalho, J. S., Fabri Júnior, M. A., Moraes, N. C., Dias, P. T., Carvalho, R. M. de, & Araújo, W. G. de. (2016). *Manual do café: Implantação de cafezais* (50 pp.). EMATER-MG.
- Ministério das Relações Exteriores. (2021). *Cafês brasileiros com indicação geográfica*.
- Nechet, D. (1997). Variabilidade diurna de precipitação em Belém-PA: aplicação em planejamento a médio e longo prazo. *Boletim Climatológico*, 2(3), 223–227.
- Oliveira, J. M. (2009). *Atenuação de riscos em sistemas de terraceamento em Goiás* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Goiás.
- Oliveira, L. P. C., Souza, S. Â., Reis, R. L. M., & Oliveira, M. A. C. (2022). Efeito do hidrogel e ureia no desenvolvimento de mudas de tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). *RACE Interdisciplinar: Revista Científica Eletrônica*, 1, 1-8.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Editora da UFSM.
- QGIS. (2024). QGIS – *A liderança do SIG de código aberto* (Versão 3.34). https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html.
- Reboita, M. S., Rodrigues, M., Silva, L. F., & Alves, M. A. (2015). Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. *Revista brasileira de Climatologia*, 11(17), 2016-226.
- Reis, R. J., Guimarães, D. P., Coelho, C. W. G. A., Paixão, G. M., & Baptista, E. A. (2005). Análise espacial do período chuvoso em Minas Gerais. In *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Universidade de São Paulo.
- Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumberreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. de, Araújo Filho, J. C. de, Oliveira, J. B. de, Cunha, T. J. F., & Embrapa Solos. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (5ª ed., 356 pp.). Embrapa.
- Sedyama, G. C., Melo Junior, J. C., SANTOS, A. D., Ribeiro, A., Costa, M. H., Hamakawa, P. J., ... & Costa, L. C. (2001). Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 501-509.
- SEMAD. (2018). ZEE-MG – *Precipitação média anual*. <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7fa14753-e577-4f61-b5bf-029c0377a886>.
- SEMAD. (2023). *Mapa de declividade (em %)*. <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/46b18109-06ab-4529-9401-5a662f1e39b2>.
- Silva, L. C. L., Oliveira, F. S., Ramos, V. D. V., & Schaefer, C. E. G. R. (2018). Pedodiversidade no estado de Minas Gerais – Brasil. *Caderno de Geografia*, 28(1), 18–38.
- Silva, R. C. (2022). *Clima de Minas Gerais*. <https://www.infoescola.com/geografia/clima-de-minas-gerais>.
- Tarifa, J. A., & Azevedo, T. (2001). Os climas na cidade de São Paulo. In *Os climas naturais* (4ª ed., pp. 34–47). Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da USP.
- UFV, et al. (2021). *Mapa de solos do estado de Minas Gerais* (1:650.000). <https://dps.ufv.br/software/s/>.
- Vieira, J. A., & Ponte, M. D. (2021). Potenciais usos do QGIS em práticas de conservação, ensino e turismo. In *Práticas em ensino, conservação e turismo no Brasil* (1ª ed.). Reconnecta – Soluções Educacionais.
- Wintgens, J. N (2012). *Coffee: Growing, processing, sustainable production* (2ª ed.). Wiley-VCH.
- Zacharias, A. O. (2007). *Modelo agrometeorológico de estimativa do início da florada plena do cafeeiro (Coffea arabica L.)* (Dissertação de Mestrado). Instituto Agrônomo de Campinas.