

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Cultivo de café em terraços: produtividade, análise econômica e mapeamento
de potenciais áreas em Minas Gerais**

Ana Paula Arlinda Martins Romano de
Melo
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

ANA PAULA ARLINDA MARTINS ROMANO DE MELO

Cultivo de café em terraços: produtividade, análise econômica e mapeamento de potenciais áreas em Minas Gerais

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Janderson D. dos Reis

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M528c
2025
Melo, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, 1997-
Cultivo de café em terraços: produtividade, análise
econômica e mapeamento de potenciais áreas em Minas Gerais /
Ana Paula Arlinda Martins Romano de Melo. – Viçosa, MG,
2025.

1 dissertação eletrônica (113 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Janderson Damasceno dos Reis.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Economia Rural, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.581>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Café - Cultivo - Minas Gerais. 2. Cultivo em curva de
nível. 3. Café - Rendimento. 4. Análise econômico-financeira.
5. Sensoriamento remoto. I. Reis, Janderson Damasceno dos,
1975-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Economia Rural. Programa de Pós-Graduação em Extensão
Rural. III. Título.

CDD 22. ed. 633.73

ANA PAULA ARLINDA MARTINS ROMANO DE MELO

Cultivo de café em terraços: produtividade, análise econômica e mapeamento de potenciais áreas em Minas Gerais

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de junho de 2025.

Assentimento:

Ana Paula Arlinda Martins Romano de Melo
Autora

Janderson Damaceno dos Reis
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 10/09/2025 às 09:45:56 e pelo orientador em 15/09/2025 às 11:30:25. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **IMU3.D3PN.K1YO** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria, força e esperança, meu agradecimento mais profundo. Foi Sua presença constante que me sustentou em todos os momentos desta jornada acadêmica e pessoal.

À minha família, em especial aos meus pais e irmãos, que sempre me incentivaram com amor, paciência e palavras de encorajamento. Ao meu querido marido, Frances, que esteve ao meu lado em todos os desafios, oferecendo apoio incondicional, compreensão e carinho, meu eterno agradecimento.

Aos meus amigos, que foram presença importante ao longo do caminho, com destaque especial à Karol, por sua amizade sincera, apoio emocional e companheirismo nos momentos mais difíceis.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro, essencial para a realização desta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Janderson Damaceno dos Reis, por sua orientação, e comprometimento com minha formação acadêmica. Sua dedicação foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Aos professores Edson Marcio Mattiello e Altair Dias de Moura, agradeço pelas valiosas contribuições, ensinamentos e inspiração ao longo do curso.

Aos docentes e técnicos do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, expresse minha gratidão pelo acolhimento, apoio e compartilhamento de saberes que enriqueceram minha trajetória.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade, meu sincero muito obrigada.

Em tudo dai graças, porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para convosco.(1 Tessalonicenses 5:18)

RESUMO

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2025. **Cultivo de café em terraços: produtividade, análise econômica e mapeamento de potenciais áreas em Minas Gerais.** Orientador: Janderson Damaceno dos Reis.

O café é um dos principais produtos do agronegócio brasileiro, com Minas Gerais liderando a produção nacional. O cultivo em áreas declivosas, contudo, apresenta desafios significativos, como maior demanda por mão de obra, limitações ao uso de maquinário e elevada suscetibilidade à erosão. Nesse contexto, o terraceamento surge como uma alternativa promissora para regiões montanhosas, contribuindo para a conservação do solo e da água, além de facilitar o manejo e possibilitar a mecanização. Devido à complexidade técnica, é essencial avaliar a produtividade, a viabilidade econômica e mapear as áreas com potencial para o terraceamento, garantindo sua implantação adequada e sustentabilidade. O Capítulo I compara a produção e a produtividade do cafeeiro em sistemas com e sem terraceamento, mostrando que o sistema terraceado apresentou resultados superiores em todas as safras, com destaque para a terceira colheita, que registrou 5,95 litros por planta e 41,3 sacas por hectare, representando um aumento de cerca de 32% em relação ao sistema convencional. O Capítulo II realiza a análise econômica do cultivo de café em áreas terraceadas, sob três cenários econômicos. No cenário otimista, o sistema demonstra alta atratividade, com VPL de R\$ 203.182,09 e TIR de 37,49%, indicando forte rentabilidade e baixo risco. No cenário realista, apesar de margens mais modestas, o projeto permanece viável, com VPL positivo de R\$ 15.424,40 e TIR de 17,05%, exigindo cautela e gestão eficiente. Já no cenário pessimista, a inviabilidade econômica é clara, com VPL negativo de -R\$ 76.671,07, indicando alto risco e prejuízo financeiro. Assim, o terraceamento se justifica principalmente em condições de mercado favoráveis, sendo a mecanização um fator-chave para a viabilidade econômica em cenários menos positivos. O Capítulo III mapeia as áreas em Minas Gerais com potencial para o cultivo de café em terraços, identificando que 0,76% do território possui condições ideais, enquanto 3,3% apresentam condições ideais ou intermediárias. Considerando as áreas já cultivadas convencionalmente, estima-se que entre 3,7% e 5% possam ser convertidas para o sistema terraceado, dependendo do cenário adotado.

Palavras-chave: cafeicultura; terraceamento; produtividade; análise econômica; geoprocessamento

ABSTRACT

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2025. **Coffee cultivation on terraces: productivity, economic analysis and mapping of potential areas in Minas Gerais.** Adviser: Janderson Damaceno dos Reis.

Coffee is one of the main products of Brazilian agribusiness, with Minas Gerais leading national production. However, cultivation on sloped areas presents significant challenges, such as higher labor demand, machinery limitations, and increased susceptibility to erosion. In this context, terracing emerges as a promising alternative for mountainous regions, contributing to soil and water conservation, while facilitating crop management and enabling mechanization. Due to its technical complexity, it is essential to evaluate productivity, economic viability, and map areas with potential for terracing to ensure proper implementation and sustainability. Chapter I compares coffee production and productivity in systems with and without terracing, showing that the terraced system delivered superior results across all harvests, highlighting the third harvest, which reached 5.95 liters per plant and 41.3 bags per hectare, representing an increase of approximately 32% compared to the conventional system. Chapter II presents an economic analysis of coffee cultivation in terraced areas under three economic scenarios. In the optimistic scenario, the system shows high attractiveness, with a Net Present Value (NPV) of R\$203,182.09 and an Internal Rate of Return (IRR) of 37.49%, indicating strong profitability and low risk. In the realistic scenario, despite more modest margins, the project remains viable, with a positive NPV of R\$15,424.40 and an IRR of 17.05%, requiring caution and efficient management. In the pessimistic scenario, economic inviability is clear, with a negative NPV of -R\$76,671.07, indicating high risk and financial loss. Thus, terracing is justified mainly under favorable market conditions, with mechanization being a key factor for economic viability in less favorable scenarios. Chapter III maps areas in Minas Gerais with potential for coffee cultivation on terraces, identifying that 0.76% of the territory has ideal conditions, while 3.3% presents ideal or intermediate conditions. Considering only areas currently cultivated conventionally, it is estimated that between 3.7% and 5% could be converted to the terraced system, depending on the adopted scenario.

Keywords: coffee farming; terracing; productivity; economic analysis; geoprocessing

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA = Agência Nacional de Águas

ATER = Assistência Técnica e Extensão Rural

B/C = Benefício custo

CONAB = Companhia Nacional de Abastecimento

COOXUPÉ = Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé

Funrural = Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural

h/d = homem dia

h/m = hora máquina

INMET = Instituto Nacional de Meteorologia

ITR = Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural

KCl = Cloreto de potássio

kg = quilos

l = litro

L planta⁻¹ = Litros por planta

MAP = Fósforo Monoamônico

MAPA = Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

PBD = Payback descontado

PBS = Payback simples

PIB = Produto Interno Bruto

QGIS = Quantum Geographic Information System

sacas ha⁻¹ = Sacas por hectare

sc = saco

Semad = Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SIG = Sistema de Informações Geográficas

t = tonelada

TIR = Taxa interna de retorno

TMA = Taxa mínima de atratividade

ud = unidade

UR = umidade relativa do ar

VPL = Valor presente líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. OBJETIVO GERAL.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Origem do café e expansão no Brasil	12
3.2 Panorama atual da cafeicultura no Brasil	13
3.3 Cultivo de café em regiões de montanha.....	14
3.4 Risco econômico-financeiro de um investimento	16
3.5 Custeio por absorção	17
3.6 Análise de custo.....	18
3.7 Indicadores de viabilidade	19
3.8 Geoprocessamento.....	23
3.9 Quantum Gis (QGIS).....	25
3.10 Tomada de decisão	26
4. REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO I. PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO EM SISTEMAS COM E SEM TERRACEAMENTO	33
1. INTRODUÇÃO	36
2. OBJETIVO.....	37
2.1 Objetivos específicos.....	37
3. HIPÓTESE	37
4. MATERIAL E MÉTODOS	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6. CONCLUSÃO	44
7. REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO II. ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CAFÉ EM ÁREAS TERRACEADASRESUMO	47
1. INTRODUÇÃO	50
2. OBJETIVO.....	51
2.1 Objetivos específicos.....	52
3. HIPÓTESE.....	52
4. MATERIAL E MÉTODOS	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 Análise do investimento de formação do cafeeiro	56
5.2 Análise do custo de manutenção do cafeeiro	61

5.3 A adoção do sistema terraceado exige maior aporte inicial de recursos	64
5.4 O sistema terraceado reduz drasticamente os custos com a colheita do café.....	66
5.5 Análise dos custos totais da lavoura.....	67
5.6 Classificação contábil dos custos e despesas relacionados a produção do café.....	68
5.7 Análise do custo médio de produção e da saca de café.....	70
5.8 Comparação dos cenários de preço da saca de café	72
5.9 Análise dos indicadores de viabilidade	74
6. CONCLUSÃO	77
7. REFERÊNCIAS	78
CAPÍTULO III. MAPEAMENTO DE ÁREAS PARA CULTIVO DE CAFÉ EM TERRAÇOS - MINAS GERAIS, BRASIL	83
1. INTRODUÇÃO	86
2. OBJETIVO.....	87
2.1 Objetivos específicos.....	87
3. HIPÓTESE.....	87
4. MATERIAL E MÉTODOS	88
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
6. CONCLUSÃO	100
7. REFERÊNCIAS	101
8. APÊNDICES.....	104

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cafeicultura é essencial para a economia brasileira, consolidando o país como o maior produtor e exportador mundial de café, com significativa contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) agrícola e para a geração de milhões de empregos (MAPA, 2023). Minas Gerais se sobressai na produção de café arábica, reunindo qualidade e grande volume de produção, resultado de condições edafoclimáticas propícias, como o clima suave e o relevo acidentado (CONAB, 2025). Contudo, o cultivo em áreas declivosas apresenta desafios, como maior demanda por mão de obra, restrições ao uso de maquinários e riscos acentuados de erosão, comprometendo a sustentabilidade produtiva (OLIVEIRA, 2019).

Nesse cenário, o terraceamento surge como uma alternativa promissora, especialmente em regiões montanhosas. Ao modificar a topografia do terreno, os terraços permitem melhor aproveitamento do solo, reduzem a velocidade do escoamento superficial e contribuem para a conservação da água e do solo. Além disso, essa técnica pode facilitar o acesso às lavouras, melhorar as condições de trabalho e possibilitar o uso de maquinários, aumentando a segurança e a eficiência das operações agrícolas (LOURA, 2011).

Para que a adoção de práticas como o terraceamento seja viável, é fundamental que o produtor conheça a produtividade do cafeeiro, um indicador essencial do desempenho agrônômico e econômico, pois expressa a eficiência do cultivo em relação aos recursos aplicados. Esse conhecimento permite avaliar se os investimentos em mão de obra, insumos, irrigação e manejo estão resultando em retornos satisfatórios, além de subsidiar o planejamento financeiro e a definição de estratégias de manejo mais sustentáveis (GOMES & ROSADO, 2007). Com base nesses dados, o produtor pode identificar gargalos produtivos e adotar medidas mais assertivas, como a renovação de áreas de baixa performance, a incorporação de novas tecnologias ou a readequação de práticas culturais.

Paralelamente à produtividade, a análise econômica é fundamental para a sustentabilidade da cafeicultura. Avaliar de forma detalhada os custos fixos e variáveis de cada etapa do processo, desde o preparo do solo até a comercialização, permite apurar o custo por hectare e por saca, oferecendo uma base para a análise dos indicadores de viabilidade. Como destacam Freitas (2017) e Marques e Moreira (2024), a viabilidade econômica é uma ferramenta indispensável para que o produtor possa verificar se os

recursos investidos estão, de fato, gerando retorno financeiro, além de possibilitar ajustes gerenciais que aumentem a eficiência produtiva.

Considerando a relevância da cafeicultura mineira, torna-se necessário identificar e mapear áreas com potencial para a implantação de sistemas produtivos adaptados a essas condições, como o terraceamento. Essa abordagem permite a adoção de manejo mais otimizado e fornece subsídios técnicos para orientar a tomada de decisão na gestão do cafeeiro (TRABAQUINI et al., 2011; GOEZ, 2015; SILVA, 2022).

Apesar da relevância do tema, ainda são escassos os estudos que avaliam a produtividade do cafeeiro em áreas terraceadas em comparação ao sistema convencional, assim como pesquisas que analisem o custo de produção e incorporem o geoprocessamento na identificação de novas áreas aptas à implantação dessa técnica. No entanto, tais abordagens são fundamentais para embasar decisões técnicas, promover uma gestão mais eficiente e rentável, e fortalecer a sustentabilidade da cafeicultura em regiões de montanha (OLIVEIRA; VEGRO, 2004; MESQUITA et al., 2016; FEHR et al., 2017;).

2. OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise comparativa da produtividade cafeeira, analisar economicamente o sistema de produção e mapear áreas potenciais no território mineiro para implantação do cultivo em terraços.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem do café e expansão no Brasil

A origem exata do café ainda é incerta, mas estudos sugerem que ele tenha surgido no século IX nas terras altas da Etiópia, na África Central (BARTH, 2009). No século XIV, chegou à Europa, expandindo-se globalmente a partir desse período (BARTH, 2009; ABIC, 2021). No Brasil, destacam-se duas variedades principais: o arábica (*Coffea arabica*) e o conilon (*Coffea canephora*) (TELES, 2023). O café arábica foi o primeiro a ser cultivado em larga escala no país, introduzido no século XVIII. Sua adaptação a climas amenos e altitudes elevadas favoreceu o cultivo nas regiões montanhosas do Sudeste, como Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo (ABIC, 2009; ORMOND et al., 1999). Reconhecido por seu sabor suave e alta qualidade, é o preferido no mercado internacional (TELES, 2023). Em contrapartida o conilon ganhou expressão no século XX, destacando-se pela resistência a pragas e temperaturas mais altas. Cultivado principalmente em áreas de baixa altitude, como o norte do Espírito Santo, Rondônia e

parte da Bahia, é amplamente utilizado em cafés solúveis e blends devido ao seu sabor intenso e menor acidez, atendendo tanto ao mercado interno quanto externo (TELES, 2023).

Nas décadas seguintes, o cultivo do café se consolidou como um dos principais motores da economia brasileira, desempenhando um papel crucial no crescimento econômico do país. A produção cafeeira impulsionou uma série de investimentos em infraestrutura, como a construção de estradas de ferro, notavelmente a Estrada de Ferro Santos-Jundiaí, que facilitou o escoamento da produção para o porto de Santos, em São Paulo. Esse desenvolvimento logístico foi fundamental para que o café se tornasse o principal produto de exportação do Brasil, contribuindo para a modernização econômica do país (ABIC, 2009).

São Paulo emergiu como o maior beneficiário desse ciclo econômico, transformando-se no estado mais rico do país, com a cafeicultura desempenhando um papel central em seu crescimento. O estado consolidou-se como o maior centro produtor, alavancando a riqueza e o poder econômico da região. A participação de imigrantes, especialmente europeus, também foi decisiva para o sucesso da lavoura cafeeira. Esses trabalhadores, atraídos por políticas de imigração, contribuíram significativamente para a expansão das plantações e o aumento da produção, ampliando ainda mais a importância do café na economia nacional (ABIC, 2009).

Percebe-se que o impacto do café foi expressivo, não apenas na agricultura, mas em toda a economia brasileira. O cultivo cafeeiro moldou as relações de trabalho, a organização social e foi decisivo no processo de industrialização e urbanização do Brasil ao longo dos séculos XIX e XX. A difusão do café nas principais regiões produtoras marcou um capítulo essencial na história econômica e social do país, evidenciando o papel central dessa cultura na formação do Brasil moderno (FILETTO & ALENCAR, 2001).

3.2 Panorama atual da cafeicultura no Brasil

A cafeicultura desempenha um papel fundamental no desenvolvimento social e econômico do Brasil, consolidando o país como o maior produtor e exportador de café do mundo. Em 2024, o Brasil foi responsável por cerca de 38% da produção global de café (FRANCO, 2024), reafirmando sua liderança no mercado internacional. A importância dessa atividade vai além dos números de produção, pois gera milhões de empregos diretos

e indiretos, contribuindo significativamente para a economia de diversas regiões, especialmente nas áreas rurais (MELO et al. 2018).

A região Sudeste, em particular, se destaca como o principal polo produtor de café no Brasil, com uma receita bruta estimada em R\$ 42,8 bilhões em 2023 (CONAB, 2023). O estado de Minas Gerais é o maior responsável por essa produção, gerando R\$ 28,2 bilhões desse total, o que representa impressionantes 57,8% do faturamento nacional da cafeicultura. Minas Gerais se destaca tanto pela produção em volume quanto pela qualidade dos grãos, especialmente nas regiões do Sul de Minas, Cerrado Mineiro e Zona da Mata, que são internacionalmente reconhecidas por seus cafés especiais (CONAB, 2025). Outros estados do Sudeste, como São Paulo e Espírito Santo, também desempenham papéis importantes na produção nacional. São Paulo é conhecido historicamente por sua contribuição à cafeicultura brasileira, e o Espírito Santo é o maior produtor de café conilon do país. A diversidade de condições climáticas e geográficas na região Sudeste permite a produção tanto de café arábica quanto de conilon, oferecendo ao Brasil uma ampla variedade de perfis de grãos que atendem aos mais diferentes mercados, desde cafés especiais até produtos de grande escala, como o café solúvel (TELES, 2023; MECCHI, 2024).

Além disso, o desenvolvimento de tecnologias agrícolas, como a mecanização da colheita e o aprimoramento de técnicas de manejo sustentável, tem aumentado a produtividade e a qualidade dos grãos brasileiros. Esse avanço tecnológico, aliado a uma forte tradição de produção, coloca o Brasil em uma posição de destaque global, não apenas em termos de quantidade, mas também de qualidade dos cafés exportados (MELO et al. 2018).

3.3 Cultivo de café em regiões de montanha

O cultivo de café em regiões montanhosas é uma prática tradicional em muitos dos principais países produtores, como Brasil, Colômbia, Vietnã, Índia, Etiópia e Uganda. Atualmente, mais de 80% da produção mundial de café provém dessas áreas, abarcando tanto o café arábica quanto o conilon. Honduras e Peru também emergiram como grandes produtores de café na América Central e do Sul, respectivamente, destacando-se pela produção em regiões de altitude, que oferecem condições ideais para o desenvolvimento de grãos de qualidade superior (ROMERO, 2013).

No Brasil, a cafeicultura de montanha representa 40% da produção nacional (ROMERO, 2013). Minas Gerais se destaca como o maior estado produtor de café,

ocupando 58,2% da área total em produção no país, com 1,1 milhão de hectares. Em segundo lugar, encontra-se o Espírito Santo, com 393 mil hectares (20,6%), seguido por São Paulo, com 176 mil hectares (9,2%). Todos esses estados destacam-se por seus cultivos em regiões montanhosas, famosas pela produção de cafés de alta qualidade, especialmente o café arábica, que prospera em altitudes elevadas (CAVATON, 2023).

Em regiões montanhosas, as lavouras geralmente estão situadas acima de 800 metros, onde as temperaturas são mais amenas e a variação térmica entre o dia e a noite é maior. Esse clima favorece o desenvolvimento mais lento dos frutos, permitindo o acúmulo de açúcares e compostos aromáticos que resultam em grãos com sabor mais complexo e refinado. Por essa razão, o café cultivado em montanhas é frequentemente associado a cafés especiais de alta qualidade. Além disso, o clima mais fresco dessas áreas contribui para uma menor incidência de pragas e doenças, reduzindo a necessidade de defensivos químicos (ALVES et al. 2011; SILVEIRA, 2015).

No entanto, há limitações para o uso de mecanização tradicional nas lavouras de café em regiões de montanha, o que resulta em maiores custos de produção. A cultura do café é intensiva em mão de obra, especialmente durante a colheita, que representa de 30% a 40% dos custos totais por saca de café (MATIELLO, 2018). Além disso, a logística nas áreas montanhosas é um desafio significativo, pois o acesso e o transporte da produção são dificultados pela infraestrutura limitada e pelo terreno acidentado, elevando ainda mais os custos. Outro fator de preocupação é a erosão do solo, comum em regiões montanhosas, especialmente onde o manejo é inadequado. A combinação de chuvas intensas com o relevo inclinado pode resultar na perda de nutrientes essenciais e na degradação do solo, comprometendo a produtividade e a sustentabilidade da lavoura (DEVIDE, 2013).

O aumento da produtividade da cafeicultura em regiões de montanha depende da adoção de técnicas modernas de cultivo, uso eficiente de insumos, proteção das plantas e demais práticas recomendadas à cultura. Alternativas de manejo, como por exemplo a construção de terraços ou platôs que facilitam as operações de correção do solo, adubação, colheita e pulverizações, torna-se relevante para regiões montanhosas. A mecanização da colheita substitui parte da mão de obra, com eficiência e maior rendimento do trabalhador, uma necessidade para a competitividade da cafeicultura de montanha.

3.4 Risco econômico-financeiro de um investimento

O risco é definido como a incerteza quanto à obtenção de retorno em um investimento, caracterizando-se pela possibilidade de que esse retorno não se concretize (GITMAN, 2004). De acordo com Harwood et al. (1999), o agronegócio apresenta especificidades que intensificam sua exposição ao risco, destacando-se o risco de produção como um dos mais relevantes. Este tipo de risco está relacionado à imprevisibilidade das condições entre o plantio e a colheita, sendo influenciado por fatores como variações climáticas, incidência de pragas e doenças, ocorrência de queimadas e adoção de novas tecnologias. Além disso, destaca-se o risco de preço, caracterizado pelas oscilações nos valores dos produtos agrícolas e nas relações de troca entre insumos e produtos ao longo do ciclo produtivo, o que compromete tanto o planejamento quanto a alocação eficiente de recursos (DUTRA, 2017).

A literatura apresenta diferentes formas de classificar os riscos enfrentados pelos produtores rurais. Kimura (1988), por exemplo, propõe uma categorização em quatro grupos: riscos de produção, operacionais, financeiros e de mercado. O risco de produção refere-se a incertezas associadas ao clima, solo, pragas, doenças e tecnologias. Os riscos operacionais envolvem falhas na execução de atividades como plantio, irrigação e adubação. Já os riscos financeiros derivam de mudanças nos contextos político e econômico que afetam o acesso a crédito e o custo do capital. Por fim, os riscos de mercado abrangem as variações nos preços dos produtos e insumos, impactando diretamente a receita do produtor (LOPES, 2015).

Além dos fatores intrínsecos à produção, destaca-se o risco geopolítico associado à imposição de tarifas ou barreiras comerciais por países importadores, o que pode comprometer significativamente a competitividade do café brasileiro no mercado internacional. Nesse cenário, o mercado externo assume papel central para a sustentabilidade econômica da cafeicultura, dada a forte dependência de determinados parceiros comerciais. Entre eles, os Estados Unidos se consolidam como principal destino do café brasileiro. Segundo o relatório estatístico mensal do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (Cecafé), em 2024 o país exportou 50,4 milhões de sacas para 116 nações, um aumento de 28,5% em relação ao ano anterior. Desse total, mais de 8 milhões de sacas foram destinadas ao mercado norte-americano, correspondendo a 16% das exportações e a um crescimento de 34% frente a 2023. Esses dados evidenciam a importância estratégica dos Estados Unidos para a balança comercial do setor e a

vulnerabilidade da renda dos produtores às políticas comerciais internacionais. Nesse contexto, medidas protecionistas ou variações na demanda global representam riscos significativos, com potencial de afetar diretamente a rentabilidade da cafeicultura nacional (CECAFÉ, 2024).

3.5 Custeio por absorção

O custeio por absorção, surgido na década de 1920 em conformidade com os princípios contábeis geralmente aceitos, consolidou-se como um dos métodos mais utilizados pelas empresas (MARTINS, 2003). Este sistema contempla a apropriação integral dos custos de produção - sejam diretos ou indiretos, fixos ou variáveis - aos produtos fabricados, assegurando que todos os esforços produtivos sejam devidamente incorporados ao custo final (MARTINS, 2003; SILVA et al., 2018). Sua estrutura operacional baseia-se na distinção entre custos e despesas, com subclassificação dos custos em diretos (passíveis de identificação imediata no produto) e indiretos (que demandam critérios de rateio), bem como em fixos (independentes do volume de produção) e variáveis (proporcionais à quantidade produzida).

A metodologia do custeio por absorção justifica a alocação de custos indiretos por representarem parcela significativa dos custos totais, atendendo a quatro objetivos principais conforme Horngren, Foster e Datar (2000): (1) subsidiar decisões econômicas; (2) motivar gestores e colaboradores; (3) fundamentar solicitações de reembolso; e (4) apurar lucros e ativos para demonstrações financeiras externas. Ressalta-se que a seleção dos critérios de rateio deve considerar o propósito específico de cada análise, como no caso de decisões de precificação, onde recomenda-se a avaliação dos custos ao longo de toda a cadeia de valor.

Entretanto, Souza et al. (2007) apontam limitações significativas neste método, particularmente quanto à subjetividade inerente aos critérios de rateio e à dedução imediata das despesas do resultado. Esta dualidade pode gerar distorções na análise financeira, seja subestimando lucros - o que pode ser estratégico para fins fiscais - ou superestimando-os, especialmente em organizações cujos gestores têm participação nos resultados. Apesar dessas restrições, a legislação brasileira exige sua adoção (com poucas exceções), obrigando empresas que optam por outros métodos a manter sistemas paralelos de custeio, o que implica em desafios operacionais e aumento de custos (MARTINS, 2003). O esquema básico de apuração de resultados no custeio por absorção, conforme Viceconti e Neves (2010), possui a seguinte estrutura: das vendas líquidas subtrai-se o

custo dos produtos vendidos para obtenção do resultado operacional bruto; deste, deduzem-se as despesas operacionais e ajustam-se outras receitas e despesas operacionais, chegando-se finalmente ao lucro operacional líquido.

3.6 Análise de custo

As propriedades rurais enfrentam o desafio crescente de aprimorar a gestão de seus gastos, sendo essa uma estratégia essencial para sua permanência no setor agropecuário. Contudo, mais do que simplesmente buscar a redução de despesas, é necessário adotar um planejamento sólido, sustentado por um sistema de informações confiável e bem estruturado (OLIVEIRA et al., 2019). Para obter bons resultados, é preciso acompanhar os avanços tecnológicos, oscilações do mercado e dominar aspectos administrativos e financeiros. O domínio dos conceitos e práticas de controle de custos permite ao produtor identificar oportunidades e fragilidades com mais clareza (OLIVEIRA et al., 2019).

A aplicação estratégica das informações contábeis demonstra uma visão abrangente dos elementos que impactam a atividade agropecuária. Conforme Shank & Govindarajan (1997), compreender e interpretar os dados de custos é essencial para alcançar eficiência e sucesso, pois envolve a capacidade de lidar com os diversos fatores que os influenciam. Assim, manter um controle rigoroso é indispensável para a lucratividade e sustentabilidade do negócio ao longo do tempo (PADOVEZE, 2010).

Entre os principais propósitos da análise estão a definição de estratégias duradouras, a melhor alocação dos recursos, além do planejamento e monitoramento das atividades produtivas (OLIVEIRA et al., 2019). Também permite avaliar o desempenho operacional e atender exigências legais, promovendo a transparência das informações financeiras.

Compreender as classificações dos custos é fundamental para uma análise financeira eficiente na atividade rural. Os custos podem ser divididos em variáveis, fixos e semivariáveis, além de diretos e indiretos. Os custos variáveis estão diretamente relacionados ao volume de produção ou vendas, como matéria-prima, comissões e fretes atrelados à produção. Já os custos fixos permanecem constantes dentro de um determinado intervalo de atividade, independentemente da quantidade produzida, como os salários da equipe administrativa e os gastos com manutenção. Mesmo não variando com a produção, esses custos devem ser rigorosamente gerenciados, pois impactam diretamente a sustentabilidade financeira da propriedade (OLIVEIRA et al., 2019).

Os custos semivariáveis apresentam uma parte fixa e outra variável. Um exemplo típico é a conta de energia elétrica, que inclui o consumo vinculado à produção (como irrigação ou secagem) e o uso administrativo, este último considerado uma despesa. As despesas, por sua vez, são gastos que mantêm a estrutura administrativa, comercial e gerencial da atividade, sem ligação direta com o processo produtivo. Embora não componham o custo do produto, são indispensáveis para o funcionamento do negócio. Distinguir corretamente custos e despesas é essencial para avaliar a lucratividade e garantir uma gestão financeira mais eficiente (OLIVEIRA et al., 2019).

Além dessas classificações, é importante diferenciar os custos diretos e indiretos. Os diretos são aqueles que podem ser atribuídos de forma objetiva a um produto, serviço ou atividade específica, como os insumos aplicados em determinada lavoura. Já os indiretos não são facilmente relacionados a um único item de produção, como a depreciação de equipamentos ou o salário de um supervisor que atua em diversas áreas. Reconhecer essas distinções permite uma apuração mais precisa dos custos e, conseqüentemente, decisões mais assertivas na gestão da propriedade rural.

O sistema de custos exerce papel fundamental na gestão empresarial ao contribuir tanto para o controle interno quanto para a tomada de decisões estratégicas. Para que uma empresa seja sustentável e lucrativa, é essencial que os preços praticados cubram todos os custos e despesas, assegurando ainda retorno aos sócios. Nesse contexto, a análise de custos torna-se indispensável para a formação de preços, o controle de gastos, a gestão de estoques e o planejamento da produção (OLIVEIRA et al, 2019).

3.7 Indicadores de viabilidade

O fluxo de caixa é uma ferramenta fundamental na análise de viabilidade de projetos, pois fornece os dados necessários para calcular os principais indicadores econômico-financeiros. Segundo Dutra (2017a), é por meio desses resultados que se torna possível mensurar a viabilidade de um investimento. Ele é uma ferramenta que registra as entradas e saídas de recursos monetários de uma empresa em um determinado período, sendo fundamental para o planejamento financeiro, pois possibilita o acompanhamento dos compromissos financeiros a serem cumpridos e ajuda na tomada de decisões sobre novos investimentos (ASSAF NETO E SILVA, 2009 p. 35). Embora o fluxo de caixa seja uma ferramenta essencial para a análise de projetos de investimento, ele não é capaz de responder a todas as questões necessárias para a tomada de decisão. O fluxo de caixa simplificado, por sua vez, consiste na projeção das principais entradas e desembolsos de

recursos ao longo do tempo, sem detalhamento excessivo de contas operacionais ou tributárias. Essa abordagem permite uma visão clara da capacidade do projeto em gerar retorno financeiro e recuperar o capital investido, sendo especialmente útil em estudos iniciais de viabilidade e comparação entre cenários. Ao facilitar o cálculo de indicadores como o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o payback e a relação benefício/custo (B/C), o fluxo de caixa simplificado se torna uma ferramenta estratégica para o planejamento de investimentos no setor agrícola (DUTRA,2017a).

Os indicadores de viabilidade são obtidos a partir de cálculos que avaliam se um projeto é lucrativo e se o investimento compensa em relação a outras opções, sejam elas mutuamente excludentes ou não. Quando o projeto se estende por um longo período, é necessário ajustar os valores futuros em relação aos presentes, o que se faz aplicando uma taxa de desconto já que há uma diferença significativa entre dispor de um valor hoje ou em um momento futuro. A avaliação econômica é essencial nesse processo, pois utiliza diversas técnicas para determinar a viabilidade do investimento e identificar a melhor opção entre diferentes alternativas (GITMAN e ZUTTER, 2010). Os indicadores serão utilizados no presente trabalho para organizar e compreender de forma mais clara os fluxos financeiros ao longo do tempo, contribuindo para uma fundamentação mais robusta do planejamento e da estruturação do empreendimento, sendo eles:

VPL: associado a taxa de mínima atratividade (TMA), desconta o fluxo de caixa, trazendo para data presente os valores gerados ao longo do horizonte do projeto. Ou seja, representa o retorno monetário do investimento. O procedimento adotado pelo VPL é importante, dado o fato de existir uma grande diferença em dispor de uma quantia hoje e após um período qualquer (LANNA, 2010). O VLP é expresso por:

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FC = fluxo de caixa

t = momento em que o fluxo de caixa ocorreu

i = taxa de desconto (ou taxa mínima de atratividade)

n = período de tempo

Quando $VPL > 0$, a rentabilidade do projeto é superior à mínima exigida (TMA). Quando $VPL < 0$, determina-se que o projeto não é viável, pois não será possível cobrir o

investimento inicial, isto é, os ganhos futuros descontados da taxa não vão ser suficientes para cobrir o desembolso no instante zero. $VPL=0$ indica que o investimento é indiferente (GUIMARÃES, 2002).

TIR: representa a taxa de desconto que iguala o VPL de todos os fluxos de caixa gerados pelo projeto a zero. Em outras palavras, a TIR é a taxa de retorno que o investimento geraria ao longo do tempo, considerando os fluxos de caixa previstos. Na prática, se a TIR de um projeto for maior do que a TMA, o projeto é considerado viável, já que sua rentabilidade supera o retorno esperado por outros investimentos com risco semelhante. Caso a TIR seja menor do que a TMA, o projeto pode não ser interessante do ponto de vista financeiro. Portanto, a TIR permite identificar qual projeto financeiro oferece o maior retorno relativo ao capital investido (LANNA, 2010). A fórmula da TIR é a mesma utilizada para calcular o VPL, mas com o VPL igual a zero. A fórmula é expressa como:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{(R - C)_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Onde:

R são as receitas no período,

C são os custos de investimento no período,

t é o período de tempo,

n é o horizonte do investimento,

TIR é a taxa máxima de desconto que o investimento suporta e que iguala o VPL a zero.

Payback Simples (PBS): corresponde ao período de tempo necessário para recuperar o capital investido em um projeto, ou seja, o momento em que os benefícios acumulados superam o valor do investimento inicial. O Payback Simples desconsidera o valor do dinheiro no tempo, ou seja, não leva em consideração a taxa de desconto ou os custos de oportunidade de capital. Assim, ele não avalia corretamente a rentabilidade de projetos em períodos longos ou com fluxos de caixa distribuídos de maneira desigual ao longo do tempo. Sua principal vantagem é sua capacidade de oferecer uma visão imediata do prazo em que o capital será recuperado, facilitando decisões rápidas. No entanto, ele não avalia se o projeto continuará sendo rentável após o período de recuperação, nem considera o retorno total do investimento (LANNA, 2010). Sua fórmula é expressa como:

$$PBS = \sum_{t=0}^n (B - I)_t = 0$$

Onde:

B são os benefícios;

I é o investimento no instante inicial;

t é o período de tempo;

n é o horizonte do investimento

Payback Descontado (PBD): é uma variação aprimorada do Payback Simples, que leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Enquanto o Payback Simples calcula o tempo necessário para recuperar o investimento inicial sem ajustar os fluxos de caixa futuros, o Payback Descontado aplica uma taxa de desconto para ajustar esses fluxos à sua equivalência em valor presente. Na prática, isso significa que o Payback Descontado calcula o período de tempo necessário para que o valor presente dos fluxos de caixa positivos iguale o valor do investimento inicial. Essa metodologia corrige a principal limitação do Payback Simples, que é a falta de consideração da desvalorização do dinheiro ao longo do tempo devido à inflação, riscos, ou custo de oportunidade (LANNA, 2010). Sua fórmula é expressa como:

$$PBD \sum_t^n = 0 \frac{(B - I)_t}{(1 - k)_t} = 0$$

Onde:

B são os benefícios;

I é o investimento no instante inicial;

t é o período de tempo;

n é o horizonte do investimento;

k é a taxa de desconto utilizada

Razão Benefício/Custo (B/C): é uma métrica utilizada para avaliar a viabilidade econômica de um projeto de investimento. Ela representa a relação entre os benefícios (receitas) e os custos (despesas) associados ao projeto, levando em consideração o valor do dinheiro no tempo através de uma taxa de desconto. A razão Benefício/Custo é particularmente útil quando se avaliam diferentes projetos ou alternativas de investimento. Ela possibilita a comparação entre projetos com diferentes escalas, uma vez que a relação entre os benefícios e os custos está padronizada por unidade de investimento. Além disso, o uso da taxa de desconto permite que se leve em consideração o valor temporal do dinheiro, oferecendo uma análise mais precisa e realista do retorno esperado (LANNA, 2010). Sua equação é expressa da seguinte maneira:

$$B/C = \sum_{t=0}^n \frac{R_t/(1+k)^t}{C_t/(1+k)^t}$$

Onde:

R são as receitas geradas pelo projeto;

C são os custos e investimentos no tempo,

k é a taxa de desconto utilizada para ajustar os fluxos de caixa ao valor presente,

n é o horizonte de tempo do projeto (número de períodos),

t é o período de tempo atual.

$B/C > 1$: O projeto é considerado viável, pois os benefícios em valor presente superam os custos, indicando que o retorno por unidade monetária investida é positivo.

$B/C < 1$: O projeto é considerado inviável, uma vez que os custos superam os benefícios, indicando que o investimento não recupera seus custos em termos de valor presente.

$B/C = 1$: O projeto é neutro ou indiferente, já que os benefícios e os custos são equivalentes, e não há ganho nem perda.

Esses indicadores financeiros podem complementar a análise econômica, especialmente em projetos de longo prazo, como os desenvolvidos no setor agropecuário e permitirem uma compreensão mais ampla do retorno econômico de um projeto frente às incertezas do mercado (GITMAN e ZUTTER, 2010). No entanto, em sistemas produtivos que dependem fortemente das características ambientais e espaciais, como é o caso do cultivo de café em áreas com relevo acentuado, a análise financeira deve estar integrada a ferramentas de apoio à decisão territorial. Nesse contexto, técnicas de geoprocessamento, utilizando softwares como o QGIS, tornam-se fundamental para identificar as áreas mais adequadas à implantação do sistema, com base em variáveis como declividade, altitude, uso e cobertura do solo. A combinação entre análise econômica e análise espacial contribui para a elaboração de projetos mais consistentes, reduzindo riscos técnicos e aumentando a eficiência do investimento desde sua fase inicial de planejamento (FANTIN & VIZIOLI, 2021).

3.8 Geoprocessamento

O geoprocessamento pode ser compreendido como um conjunto de técnicas e ferramentas voltadas para a coleta e o tratamento de dados geográficos com um propósito específico. As atividades relacionadas a essa área são realizadas por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), cuja principal função é processar informações espaciais. Esses sistemas permitem a construção de representações digitais do espaço real, além de possibilitarem o armazenamento e o gerenciamento eficiente dos dados. Dessa

forma, tornam possível identificar relações entre diferentes variáveis geográficas, bem como gerar mapas e relatórios que auxiliam na compreensão desses vínculos (FANTIN & VIZIOLI, 2021).

Com o avanço da tecnologia, o geoprocessamento associado às técnicas atuais de mapeamento, dentre elas a topografia convencional, utilização de fotografias aéreas, imagens de satélite, Sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS), imagens de vídeo, bem como outras formas de aquisição de dados, torna possível a aquisição de mapas temáticos e a quantificação de áreas com uma agilidade, variedade e riqueza de detalhes sem precedentes na história (FANTIN & VIZIOLI, 2021). No meio rural, por exemplo, o geoprocessamento permite ao produtor determinar as melhores áreas para implantação de culturas, aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. No entanto, apesar de seu crescente uso e popularização, muitos produtores ainda enfrentam dificuldades para adotá-la, principalmente devido ao elevado custo. No entanto, o geoprocessamento proporciona ao longo do tempo diversas vantagens, tanto no aspecto econômico quanto no ambiental (REGHINI & CAVICHIOLI, 2020).

Para utilizar o geoprocessamento de forma eficaz, é fundamental ter conhecimento sobre os recursos naturais da região, como solo, clima, vegetação, recursos hídricos, relevo e declividade, além das características socioeconômicas locais. Essas informações são essenciais para orientar o uso sustentável da terra e a escolha adequada de atividades, identificando áreas que devem ser exploradas ou preservadas (MOTTA & WATZLAWICK, 2000). Diante do grande volume de dados envolvidos, torna-se necessário adotar técnicas avançadas para o planejamento, manipulação e simulação dessas informações. Nesse contexto, o geoprocessamento e o sensoriamento remoto se destacam como ferramentas valiosas.

Por meio das tecnologias de geoprocessamento, o produtor pode associar mapas georreferenciados a bancos de dados específicos da sua atividade agrícola, otimizando o uso de insumos, aumentando a produtividade e reduzindo os impactos ambientais. No cultivo de café, o geoprocessamento tem sido amplamente utilizado para monitorar o desenvolvimento das lavouras e auxiliar no controle fitossanitário, como no mapeamento de focos de pragas e doenças (MOREIRA., et al 2008). Atualmente, há uma variedade de softwares disponíveis para geoprocessamento, com diferentes níveis de complexidade e aplicação. Neste trabalho, utilizou-se o QGIS, uma plataforma gratuita e de código aberto (ALMEIDA, 2011), que se mostrou eficaz para a análise espacial e a identificação das áreas mais adequadas à implantação do sistema de cultivo cafeeiro em áreas terraceadas.

3.9 Quantum Gis (QGIS)

O QGIS (Quantum GIS) é um software livre e de código aberto voltado para o geoprocessamento e análise de dados geoespaciais. Desenvolvido inicialmente em 2002, o QGIS se consolidou como uma das principais ferramentas para a aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), sendo amplamente utilizado nas áreas de meio ambiente, agricultura, planejamento urbano, recursos naturais, entre outras (ALMEIDA, 2011).

A interface gráfica do QGIS foi desenvolvida com foco na simplicidade e na facilidade de uso. Ela permite realizar consultas espaciais, identificar e selecionar geometrias, explorar dados de forma interativa, fazer pesquisas, visualizar e selecionar atributos, além de criar simbologias em formatos vetoriais¹ e raster² (TORCHETTO et al., 2014). O sistema também possibilita o geoprocessamento de camadas raster e vetoriais, bem como a manipulação dessas camadas, entre outras funções (ALMEIDA, 2011), além de permitir a automação dos processos de extração das características do meio físico com elevada eficiência, proporcionando economia de tempo (FLENNIKEN, STUGLIK, IANNONE, 2020).

As funcionalidades do QGIS podem ser significativamente ampliadas por meio do uso de plug-ins, que são extensões desenvolvidas para adicionar novas ferramentas e capacidades ao software. Além dos plug-ins que já vêm instalados automaticamente com o programa, os usuários têm a liberdade de buscar, instalar e gerenciar diversos outros, diretamente pelo menu do QGIS, de forma simples e intuitiva. Essas extensões são, em grande parte, desenvolvidas por uma comunidade ativa de colaboradores e desenvolvedores ao redor do mundo. Estima-se que, em média, um novo plug-in escrito em Python seja disponibilizado semanalmente, o que demonstra o dinamismo e a constante evolução da plataforma. Atualmente, existem mais de 160 plug-ins disponíveis, cobrindo uma ampla gama de aplicações, como geoprocessamento avançado, análise ambiental, estatísticas espaciais, integração com bancos de dados, geração de relatórios, modelagem 3D, entre outras (ALMEIDA, 2011).

Esse ecossistema de plug-ins torna o QGIS uma ferramenta altamente personalizável e adaptável às diferentes demandas dos usuários. No contexto rural, o QGIS tem sido uma ferramenta poderosa para gestão territorial, planejamento de uso do

¹ Dados vetoriais representam formas. ² Dados raster são imagens compostas por pixels.

solo, análise de produtividade, monitoramento ambiental e manejo agrícola de precisão. Sua aplicação contribui para o uso racional dos recursos, a sustentabilidade da produção e a melhoria na tomada de decisões por parte dos produtores (REGHINI & CAVICHIOLI, 2020).

Nesse sentido, o uso do QGIS e de outras ferramentas de geoprocessamento fortalece a tomada de decisão no meio rural, permitindo que produtores baseiem suas escolhas em dados espaciais precisos, reduzam incertezas e identifiquem as áreas mais adequadas para intervenções, como a implantação de sistemas de terraceamento, escolha de talhões produtivos ou definição de estratégias de manejo. A integração entre tecnologia geoespacial e planejamento técnico-econômico representa um diferencial competitivo importante para a agricultura moderna (MACÁRIO et al., 2020).

3.10 Tomada de decisão

O planejamento em qualquer atividade envolve a tomada de decisões, que pode ser estruturada (com métodos analíticos e estratégicos) ou pragmática (adaptada às necessidades imediatas). Em contextos organizacionais, esse processo inclui etapas como coleta e análise de dados, identificação de alternativas viáveis, negociação entre partes interessadas e avaliação crítica para selecionar a melhor ação. Essa abordagem sistemática proporciona uma visão integrada das opções, favorecendo decisões mais embasadas e alinhadas aos objetivos organizacionais (MORTIZ & PEREIRA, 2015).

No cenário dinâmico e altamente competitivo do mercado cafeeiro, a capacidade de decisão ágil se torna crucial para alcançar êxito (MORTIZ & PEREIRA, 2015). Esse processo decisório apresenta complexidade, pois envolve múltiplos elementos inter-relacionados. Um fator determinante é o domínio que o gestor possui sobre o assunto em questão, incluindo informações técnicas e mercadológicas (TURBAN; MEREDITH, 1994). Quando se trata de implantar uma lavoura cafeeira, por exemplo, tal decisão demanda conhecimento abrangente sobre práticas de cultivo, técnicas de manejo, dinâmica de mercado e outros aspectos estratégicos que fundamentam uma escolha assertiva. Além disso, a implantação de lavouras em sistema terraceado – uma estratégia relativamente recente (GARCIA; RIGUES, 2008), também demanda um planejamento criterioso, no qual ferramentas de geoprocessamento, como o *software* QGIS, podem desempenhar um papel estratégico. Embora seu uso não seja obrigatório, essas tecnologias oferecem vantagens significativas ao permitir a análise espacial de variáveis ambientais e agronômicas, tais como relevo, declividade, altitude e uso atual do solo

REGHINI & CAVICHIOLI, 2020). Essa abordagem auxilia na identificação das áreas mais adequadas para o terraceamento, fornecendo subsídios técnicos que melhoram a assertividade da tomada de decisão. Embora métodos tradicionais de avaliação também possam ser empregados, a incorporação do geoprocessamento confere maior precisão ao planejamento, reduzindo incertezas e otimizando a alocação de recursos. Dessa forma, quando disponíveis, essas ferramentas contribuem para a mitigação de riscos e para o aumento da viabilidade técnica e econômica da lavoura (ALMEIDA, 2011; REGHINI & CAVICHIOLI, 2020).

Na prática, a tomada de decisão raramente ocorre em condições de certeza, devido aos diversos riscos e incertezas que permeiam qualquer situação. Nesse contexto, surge a ideia de racionalidade limitada proposta por Simon (1957), que destaca a dificuldade do tomador de decisão em identificar todas as alternativas disponíveis e acessar toda a informação relevante. Farina (1997) complementa essa perspectiva, afirmando que a racionalidade limitada é uma hipótese associada à incerteza, já que, embora os agentes sejam considerados racionais, eles enfrentam limitações diante da complexidade do ambiente em que operam.

Assim, é evidente que, ao tomar decisões, os conceitos de incerteza e risco são inerentes, presentes em diversas situações. Segundo Knight (2017), o risco é identificado em contextos onde os resultados são possíveis e suas probabilidades de ocorrência são conhecidas. Em contraste, a incerteza se refere a situações em que essas probabilidades não podem ser avaliadas ou são desconhecidas. Huirne (2003) reforça essa distinção ao afirmar que a incerteza resulta de um conhecimento incompleto, enquanto o risco está relacionado às consequências ou resultados incertos.

O setor agrícola apresenta um cenário marcado por riscos e imprevisibilidades, no qual o produtor rural atua como gestor de suas escolhas. Contudo, esse agente econômico frequentemente enfrenta limitações tanto na compreensão integral dos dados existentes quanto no acesso às diversas opções que poderiam subsidiar seu processo decisório. Considerando os princípios que regem a tomada de decisões, destaca-se a relevância de incorporar os pressupostos teóricos sobre risco, dado seu papel central no ambiente de escolhas do agricultor. Embora seja crucial que o profissional do campo domine as probabilidades associadas a cada alternativa, é fundamental reconhecer sua constante exposição a variáveis inesperadas que podem impactar os resultados (DUTRA, 2017b). Apesar da diversidade de riscos presentes no setor, este trabalho se concentrará

especificamente no risco de mercado (capítulo 2), mais precisamente, na variação do preço do café, como objeto de análise.

4. REFERÊNCIAS

- ABIC. **Origem do Café**. 2021. Disponível em: <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/origem-do-cafe/>. Acesso em 12 de outubro de 2024.
- ABIC. **Os primeiros cultivos do café**. 2009. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>. Acesso em 12 de outubro de 2024.
- ALVES, H. M. R., VOLPATO, M. M. L., VIEIRA, T. G. C., BORÉM, F. M., Barbosa, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. v. 32, n. 261, p. 1-12, 2011.
- BARTH, G. M. P. A leitura do café: suas possíveis relações matemáticas e a perspectiva de gênero. **Educar**, n. 35, p. 153-164, 2009.
- CAVATON, T, F. **Produtividade média dos Cafés do Brasil equivale a 28,9 sacas por hectare em 2023**. 2023, Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/80992551/produtividade-media-dos-cafes-do-brasil-equivale-a-289-sacas-por-hectare-em-2023>. Acesso em 12 de outubro de 2024.
- CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (CECAFÉ). **Café: Brasil exporta 3,8 milhões de sacas em dezembro e fecha 2024 com recorde de 50,4 mi**. São Paulo: Cecafé, 15 jan. 2025. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/publicacoes/noticias/exportacao-recorde-2024-20250115/>. Acesso em: 7 jun. 2025.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Café – dezembro de 2025**. Brasília: CONAB, 2025.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Boletim, v. 10, n. 4, p. 1–49, 2023.
- DEVIDE, A. C. P. **História Ambiental do Vale do Paraíba**. 2013. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, UFRRJ, Seropédica, 2013.
- DUTRA, R. A. **Viabilidade Econômica de Projetos: uma abordagem prática**. São Paulo: Atlas, 2017a.
- DUTRA, T. C. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para análise de risco e viabilidade econômica da cafeicultura mineira**. Dissertação (mestrado) Varginha - Gestão Pública e Sociedade pela Universidade Federal de Alfenas, 139 p, 2017b.
- FANTIN, M; VIZIOLI, S. H. T. **Caminhos da região central paulista: articulação entre universidade e sociedade para a construção da cidadania e do desenvolvimento sustentável**. Volume 1. Tecnologia, cultura e empreendedorismo. Universidade de São Paulo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 130 p. 2021.
- FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F. A.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, Estado e organizações**. Editora Singular; 1ª edição, 344 p. 1997.
- FEHR, L. C. F. DE A. et al. Análise das variáveis de custos do café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil. **Reuna**, v. 17, n. 2, p. 97–115, 2017.
- FILETTO, F; ALENCAR, E. Introdução e expansão do café na região sul de Minas Gerais. **Organizações rurais e agroindustriais**, v. 3, nº 1, 2001.

FLENNIKEN, J.; STUGLIK, S.; IANNONE, B. Quantum GIS (QGIS): An introduction to a free alternative to more costly GIS platforms: FOR359/FR428, 2/2020. **Edis**, v. 2020, n. 2, p. 7-7, 2020.

FRANCO, L. **Conheça os maiores produtores de café do mundo**. 2024. Disponível em: <https://sistemafaeb.org.br/conheca-os-maiores-produtores-de-cafe-do-mundo>. Acesso em 12 de outubro de 2024.

GARCIA, S. M.; RIGHES, A. A. **Vertical mulching e manejo da água em semeadura direta**. v. 32, p. 833–842, 2008.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10 ed. São Paulo: Pearson Addson Wesley. 745p, 2004.

GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. **Princípios de Administração Financeira**. 13. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

HARWOOD, J. HEIFNER, R.; COBLE, K.; PERRY, J.; SOMWARU, A. Managing risk in farming: concepts, research and analysis. **Agricultural Economics Report**, Minnesota, v. 774, p. 125. 1999.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G. & DATAR, S. M. 2000. **Contabilidade de custos**. 9 ed. Rio de Janeiro, LTC, 717 p.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G. & DATAR, S. M. 2000. **Contabilidade de custos**. 9 ed. Rio de Janeiro, LTC, 717 p.

HUIRNE, R. B. M. Strategy and risk in farming. **NJAS Wageningen Journal of Life Sciences**, Wageningen, v. 50, n. 2, p. 249-259, 2003.

KIMURA, H. Administração de riscos e empresas agropecuárias e agroindustriais. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 7, p. 50-61, 1998.

KNIGHT, F. H. **Risk, uncertainty, and profit: hart, Schaffner, and Marx Prize Essays**. Vol. 36, n. 4 Boston: HoughtonMifflin, 1921.

LOPES, A. C. de P. **O mercado cafeeiro no Brasil: um estudo sobre a influência de políticas governamentais nos produtores e exportadores de café da região da Alta Mogiana**. 2015. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/forumadm/article/download/947/762>. Acesso em 12 de outubro de 2024.

LOURA, D. S. **Levantamento e Conservação do Solo: práticas conservacionistas de solo e água**. Terraceamento agrícola, UFLA, 2011.

MACÁRIO, C. G. do N.; ESQUERDO, J. C. D. M.; COUTINHO, A. C.; et al. **Geotecnologias na agricultura digital**. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

MARTINS, E. 2003. **Contabilidade de custos**. (9 ed.). São Paulo, Atlas, 370 p.

MARTINS, E. 2003. **Contabilidade de custos**. 9 ed. São Paulo, Atlas, 370 p.

MECCHI, C. **Quais as Principais Regiões Produtoras de Café no Brasil?** 2024. Disponível em: <https://www.graogourmet.com/quais-as-principais-regioes-produtoras-de-cafe-no-brasil/>. Acesso em 12 de outubro de 2024.

- MELO, J. R.; SILVA, N. F. M.; NUNES, N. M. S. Café: origem e contribuição para a economia do Brasil. **Revista Científica Interdisciplinar**. n. 3, v. 1, 2018.
- MESQUITA, C. M.; et al., **Manual do Café: Implantação de cafezais**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 50 p. 2016.
- MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; RUDORFF, B. F. T. Geotecnologias no mapeamento da cultura do café em escala municipal. **Sociedade & Natureza**, v. 20, p. 101-110, 2008.
- MORTIZ, G. O.; PEREIRA, M. **Processo decisório**. 3. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, UFSC, 158p. 2015.
- MOTTA, J. L.G.; WATZLAWICK, L. F. **A importância do Geoprocessamento no Planejamento Rural**. Mundo GEO, Paraná. 2000. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2000/02/02/a-importancia-do-geoprocessamento-no-planejamento-rural>>. Acesso em: 24 de março de 2025.
- OLIVEIRA, M. D. M.; VEGRO, C. L. R. **Custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista: um estudo de caso**. Informações Econômicas, v. 34, n. 4, p. 33–44, 2004.
- OLIVEIRA, N. R. S., GONÇALVES, A. M. M., de Oliveira Brandão, C., Sampaio, F., & de Almeida Santos, G. F. A importância da análise de custos para as empresas. **Revista Faipe**, v. 9, n. 1, 2019.
- OLIVEIRA, N. R. S., GONÇALVES, A. M. M., DE OLIVEIRA BRANDÃO, C., SAMPAIO, F., & DE ALMEIDA SANTOS, G. F. A importância da análise de custos para as empresas. **Revista Faipe**, v. 9, n. 1, 2019.
- ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L.; FILHO, P. F. Café: (Re)Conquista dos Mercados. **BNDES Setorial**, n. 10, p. 3-56, 1999.
- PADOVEZE, C. L. Contabilidade gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- REGHINI, L.F.; CAVICHIOLI, F.A Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão. **Interface tecnológica**, v.17 n.1, 2020 p.337.
- REGHINI, M. M.; CAVICHIOLI, D. A. Adoção de tecnologias no campo: geotecnologias aplicadas à agricultura de precisão. **Revista de Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 16, n. 45, p. 68–81, 2020.
- ROMERO, J. C. P. **Café de montanha perfaz cerca de 40% da produção brasileira**. Visão agrícola nº12, p. 90-91, 2013.
- SHANK, J. K.; GOVINDARAJAN, V. **A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- SILVA, A. C. R, et al. Análise da Gestão Estratégica de Custos e Métodos de Custeio tradicionais em uma Indústria Têxtil Paraibana. **ABCustos**, v. 13, n. 1, 2018.
- SILVEIRA, A. S. **Atributos Sensoriais dos Cafés Cultivados em Diferentes Altitudes e Faces de Exposição na Região das Matas de Minas**. Dissertação (mestrado) Viçosa – MG - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, 60p, 2015.

SIMON, H. A. **Models of man**. Vol 24, n. 3. New York: John Wiley & Sons, 1957.

SOUZA, A. A.; SOUZA, N. C.; RAIMUNDINI, S. L.; SILVA, F. F & VALVERDE, E.T. Modelagem do custeio baseado em atividades para farmácias hospitalares. **XXXI encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro: ANPAD. 16 p. 2007.

SOUZA, A. A.; SOUZA, N. C.; RAIMUNDINI, S. L.; SILVA, F. F & VALVERDE, E.T. Modelagem do custeio baseado em atividades para farmácias hospitalares. **XXXI encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro: ANPAD. 16 p. 2007.

TELES, L. **Café conilon e robusta: explorando as 2 variedades do Coffea canephora**. 2023. Disponível em: [https://agroadvance.com.br/blog-cafe-conilon-e-robusta/#:~:text=As%20duas%20esp%C3%A9cies%20de%20caf%C3%A9%20\(C.,voc%C3%AA%20j%C3%A1%20tomou%20esses%20caf%C3%A9s.](https://agroadvance.com.br/blog-cafe-conilon-e-robusta/#:~:text=As%20duas%20esp%C3%A9cies%20de%20caf%C3%A9%20(C.,voc%C3%AA%20j%C3%A1%20tomou%20esses%20caf%C3%A9s.) Acesso em 12 de outubro de 2024.

THIRY-CHERQUES, H. R. **Projetos culturais: técnicas de modelagem**. 1º ed. FGV Editora, Rio de Janeiro, 280p. 2006.

TORCHETTO, N. L.; QUEIROZ, R.; PEYROT, C.; PATATT, E. R.; LANGNER, C. H.; OCHOA, L.; & KOPPE, E. (2014). O uso do Quantum Gis (QGIS) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tentente Portela (RS). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 2, p 710-717. 2014.

TURBAN, E.; MEREDITH, J. R. **Fundamental of management science**. 6 ed. Irwin, 1994.

**CAPÍTULO I. PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO EM SISTEMAS
COM E SEM TERRACEAMENTO**

RESUMO

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2025. **Produtividade do cafeeiro em sistemas com e sem terraceamento.** Orientador: Janderson Damaceno dos Reis.

A cafeicultura brasileira concentra-se nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para Minas Gerais, onde grande parte da produção ocorre em áreas montanhosas com limitações à mecanização. Nesse contexto, o terraceamento surge como técnica promissora por facilitar o uso de máquinas e conservar o solo. Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a produtividade do cafeeiro em sistemas com e sem terraceamento. O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Solos da Universidade Federal de Viçosa, utilizando a cultivar Paraíso-MG2. No sistema terraceado, foram construídos terraços do tipo patamar, associados ao cultivo de cobertura vegetal com *Brachiaria ruziziensis*, enquanto no sistema convencional o cafeeiro foi implantado em terreno com declividade natural de aproximadamente 30%, sem a adoção de práticas de conservação do solo. A produção de café cereja ($L\ planta^{-1}$) e de café beneficiado foi avaliada em seis plantas das quatro parcelas úteis, tanto no sistema terraceado quanto no convencional. As análises de produtividade foram realizadas ao longo de três colheitas consecutivas. A estimativa da produtividade de café beneficiado ($sacas\ ha^{-1}$) foi obtida com base no rendimento da lavoura, considerando a conversão entre o volume de café cereja colhido e a massa final do produto beneficiado, padronizada em sacas de 60 kg. Os resultados demonstraram que o sistema com terraceamento apresentou produtividade consistentemente superior em todas as safras, com destaque para a terceira colheita, que alcançou 5,95 L por planta e 41,3 sacas por hectare, um ganho de aproximadamente 32% em relação ao cultivo convencional. Conclui-se que a maior eficiência produtiva do sistema terraceado, especialmente na terceira colheita, reforça o potencial dessa técnica para a cafeicultura em regiões montanhosas. Embora o sistema convencional também apresente produtividades acima da média estadual, o manejo adequado é fundamental para garantir bons resultados. No entanto, para uma análise mais robusta e abrangente, é imprescindível a realização de estudos de longa duração que considerem um maior número de safras e diferentes estágios de maturidade das lavouras.

Palavras-chave: Cafeicultura. Terraceamento. Produtividade. Sistemas de cultivo.

ABSTRACT

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2025. **Productivity of coffee plants in systems with and without terracing.** Adviser: Janderson Damaceno dos Reis.

Brazilian coffee production is concentrated in the Southeast and South regions, with a significant emphasis on Minas Gerais, where much of the production occurs in mountainous areas with mechanization limitations. In this context, terracing emerges as a promising technique by facilitating machine use and conserving soil. This study aimed to evaluate and compare coffee productivity in systems with and without terracing. The experiment was conducted at the Teaching, Research, and Extension Unit in Soils of the Federal University of Viçosa, using the Paraíso-MG2 cultivar. In the terraced system, step terraces were constructed, combined with cover crop cultivation using *Brachiaria ruziziensis*, while in the conventional system, coffee was planted on naturally sloping terrain of approximately 30%, without adopting soil conservation practices. The production of cherry coffee (L plant^{-1}) and processed coffee was evaluated in six plants from the four useful plots in both terraced and conventional systems. Productivity analyses were conducted over three consecutive harvests. The estimated productivity of processed coffee (bags ha^{-1}) was obtained based on crop yield, considering the conversion between the volume of harvested cherry coffee and the final mass of the processed product, standardized in 60 kg bags. Results showed that the terraced system consistently presented higher productivity in all harvests, especially in the third harvest, which reached 5.95 L per plant and 41.3 bags per hectare, a gain of approximately 32% compared to conventional cultivation. It is concluded that the greater productive efficiency of the terraced system, especially in the third harvest, reinforces the potential of this technique for coffee cultivation in mountainous regions. Although the conventional system also presents productivity above the state average, proper management is essential to ensure good results. However, for a more robust and comprehensive analysis, long-term studies considering a greater number of harvests and different crop maturity stages are essential.

Keywords: Coffee cultivation. Terracing. Productivity. Cropping systems.

1. INTRODUÇÃO

O café (*Coffea canephora*), uma das bebidas mais consumidas no mundo, ocupa a segunda posição no ranking global de preferência (CONAB, 2025). Para o período de outubro de 2024 a setembro de 2025, a produção mundial de café foi estimada em 176,2 milhões de sacas de 60 kg, representando um aumento de aproximadamente 3,1% em relação ao ciclo anterior. O Brasil consolidou sua posição como maior exportador mundial, alcançando um recorde histórico: cerca de 50,4 milhões de sacas exportadas para 116 países — um aumento de 12,8% em comparação com 2020. Os principais destinos das exportações brasileiras foram Estados Unidos, Alemanha e Bélgica, que apresentaram crescimento significativo nos volumes importados (PESQUISA CAFÉ, 2024).

A produção de café no Brasil concentra-se nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para Minas Gerais, maior produtor do país. Na safra 2023/2024, o estado registrou uma produção de aproximadamente 28,05 milhões de sacas, e a produtividade média estadual foi estimada em 25,2 sacas por hectare, uma queda de 6% comparada ao ciclo anterior. Apesar disso, a área plantada cresceu 2,9%, totalizando cerca de 1,1 milhão de hectares (CONAB, 2024). Quando comparado ao final da década de 1990, período em que o país cultivava 2,4 milhões de hectares para produzir 18,9 milhões de sacas com uma produtividade média de apenas 8 sacas por hectare (MAPA, 2022), percebemos que o cenário atual revela uma notável transformação. Os expressivos ganhos de produtividade foram possibilitados principalmente pelo desenvolvimento de cultivares geneticamente melhoradas, com maior resistência a fatores bióticos e abióticos, pela implementação de sistemas de agricultura de precisão para otimização de recursos, e pela adoção de práticas de manejo integrado mais eficientes. Esses avanços tecnológicos têm sido fundamentais para manter a posição de liderança do Brasil no mercado global de café, permitindo atender simultaneamente às crescentes demandas por qualidade e sustentabilidade (EMBRAPA, 2024).

O cultivo de café em regiões de montanha representa cerca de 40% da produção nacional de café (ROMERO, 2013) e apresenta desafios particulares devido às fragilidades naturais dessas áreas, como topografia acidentada, tipo de solo, recursos hídricos, microclima e biodiversidade. Nesse contexto, o terraceamento surge como uma solução técnica eficaz, criando superfícies mais planas entre as linhas de plantio, o que facilita a circulação de equipamentos agrícolas e a realização das operações culturais.

Além dos benefícios operacionais, os terraços desempenham uma função hidrológica crucial, contribuindo para a retenção e infiltração controlada da água pluvial, o que ajuda a mitigar os impactos da erosão e a conservar os solos (RESCK, 2002; CARVALHO, 2021).

Embora o terraceamento se destaque como uma prática promissora para a cafeicultura em áreas declivosas, especialmente por viabilizar a mecanização dos tratos culturais, sua eficácia depende da integração com outras estratégias de manejo sustentável. Práticas como a cobertura do solo, calagem, adubação equilibrada e o cultivo em nível são fundamentais para potencializar os efeitos positivos do terraceamento, promovendo um ambiente agrícola mais resiliente, produtivo e ambientalmente equilibrado (RESCK, 2002; CARVALHO, 2021).

Diante da relevância do tema, pesquisas que avaliem o desempenho agrônomico em sistemas de cultivo são essenciais para orientar a tomada de decisão dos produtores e subsidiar políticas públicas voltadas à sustentabilidade na agricultura. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar e comparar a produtividade do cafeeiro cultivado em sistemas com e sem terraceamento, visando gerar informações técnicas que contribuam para a otimização do cultivo em regiões montanhosas e incentivem o uso de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes.

2. OBJETIVO

Avaliar e comparar a produtividade do cafeeiro em terraços tipo patamar e em cultivo convencional sem terraceamento.

2.1 Objetivos específicos

- Comparar a produção ($L \text{ planta}^{-1}$) e a produtividade (sacas ha^{-1}) do cafeeiro em sistemas de cultivo com e sem terraceamento ao longo das safras avaliadas;
- Avaliar o desempenho do cafeeiro em sistemas de cultivo com e sem terraceamento.

3. HIPÓTESE

A implementação de terraços em áreas montanhosas para o cultivo de café promove maior produtividade por planta em comparação ao sistema convencional de plantio de café em montanhas, compensando o menor número de plantas por área.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O sistema de terraceamento foi implantado em abril de 2020 na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Solos (UEPE Solos), vinculada ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Viçosa, Minas Gerais. A área experimental está situada nas coordenadas geográficas 20°45'54" S e 45°52'54" W, a uma altitude média de 600 a 800 metros. O clima da região é classificado como Cwa, segundo Köppen, caracterizado como mesotérmico com verões moderadamente quentes e estação seca no inverno (DANTAS et al., 2007). A temperatura média anual é de aproximadamente 20,4 °C, e a pluviosidade média anual é de 1.251 mm (CLIMATE DATA, 2024). O solo predominante da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999).

Preparo do solo, construção dos terraços e plantio do cafeeiro

Os terraços tipo patamar foram construídos em período seco por meio de cortes e aterros executados transversalmente à declividade do terreno, em nível (PIRES e SOUZA, 2006; PRUSKI, 2009). Após a construção dos terraços, foi realizada a amostragem de solo nas profundidades de 0–20 e 20–40 cm para análises físicas e químicas (RIBEIRO et al., 1999). Em seguida, aplicou-se calcário em toda a área, incorporando-o à camada superficial da parte plana dos terraços com o auxílio de uma grade de discos. Na etapa seguinte, foi distribuída cama de frango como fonte de matéria orgânica.

Posteriormente, realizou-se a semeadura e adubação da *Brachiaria ruziziensis* nos taludes e na base dos terraços. A escolha dessa espécie se deu por suas características agronômicas favoráveis, como o baixo custo das sementes, alta produção de biomassa aérea e radicular, rápida recuperação após períodos de seca, eficiência no controle de plantas daninhas e facilidade de dessecação com herbicidas não seletivos (BOENI et al., 2021). Cinco meses após a semeadura, foi realizada a primeira roçada da cobertura vegetal, prática que passou a ser conduzida sempre que necessário, a fim de evitar a competição com a cultura principal.

Para a implantação da lavoura cafeeira, foi realizada a subsolagem nas linhas, seguida pela abertura dos sulcos e aplicação da adubação de plantio, conforme exigências nutricionais da cultura (RIBEIRO et al., 1999). O plantio das mudas foi realizado em linhas simples, com espaçamento de 0,5 x 6m, totalizando uma densidade de 3.333

plantas por hectare. O replantio das mudas não estabelecidas foi efetuado dentro de 30 dias após o plantio.

A adubação de cobertura no primeiro ano foi feita em três parcelas (60 dias, 6 e 9 meses após o plantio) e, a partir do segundo ano, em duas etapas anuais. O manejo incluiu desbrotas três vezes por ano para eliminar ramos improdutivos e manter a arquitetura da planta. O controle fitossanitário foi preventivo, com intervenções corretivas ao surgirem sinais de pragas ou doenças.

Preparo do solo e plantio do cafeeiro sem terraço

Na área experimental sem terraceamento, utilizou-se um terreno com declividade média de 30%. A amostragem de solo foi conduzida nas profundidades de 0–20 cm e 20–40 cm, seguindo os mesmos procedimentos adotados na área com terraceamento, com o objetivo de caracterizar as propriedades físicas e químicas do solo. O plantio do cafeeiro foi realizado em covas de 30 cm de diâmetro por 40 cm de profundidade, com espaçamento de 3 x 0,7m, totalizando uma densidade de plantio equivalente a 4.760 plantas por hectare, nas quais foram aplicados os mesmos insumos utilizados na área com terraço, incluindo adubação mineral e cama de frango. Não foram realizadas operações de subsolagem, aração nem plantio de cobertura vegetal no entorno das covas. A partir dos resultados das análises, foram feitas as recomendações de calagem, adubação de plantio e cobertura (RIBEIRO et al., 1999). O controle fitossanitário e a adubação de cobertura seguiram as mesmas recomendações de insumos da área terraceada, assegurando a comparabilidade entre os sistemas avaliados (RIBEIRO et al., 1999).

Nos dois sistemas de cultivo, utilizaram-se mudas da cultivar Paraíso. A irrigação foi feita por gotejamento com emissores autocompensantes ligados a um reservatório elevado, permitindo irrigação por gravidade e economia de energia. A água era bombeada por motobombas, e a irrigação foi ajustada conforme as necessidades da cultura e o clima local (SAKIYAMA et al, 2015).

Avaliações

A produção de café cereja ($L \text{ planta}^{-1}$) e de café beneficiado foi avaliada nas seis plantas da parcela útil, tanto na área terraceada quanto na área convencional. A estimativa da produtividade de café beneficiado (sacas ha^{-1}) foi calculada com base no rendimento da lavoura, considerando a relação entre o volume de café cereja e a massa de café beneficiado (sacas de 60 kg).

Análise de dados

O experimento foi conduzido em delineamento blocos casualizado (DBC), com quatro repetições, sendo cada parcela experimental composta por seis plantas. Para avaliar as diferenças entre os tratamentos ao longo das colheitas, foi aplicado o teste t de Student com correção de Welch. As análises foram conduzidas separadamente para cada colheita, considerando as variáveis produção por planta ($L\ planta^{-1}$) e produtividade por área (sacas ha^{-1}). A significância estatística foi determinada ao nível de 10% ($p < 0,1$). Todos os testes estatísticos foram realizados no R versão 4.4.3 (R CORE TEAM, 2025).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados das três colheitas, considerando a produção por planta ($L\ planta^{-1}$) e a produtividade por área (se ha^{-1}) nos sistemas com e sem terraceamento. Observa-se que, ao longo de todas as colheitas, o sistema com terraceamento apresentou desempenho superior em ambas as variáveis analisadas.

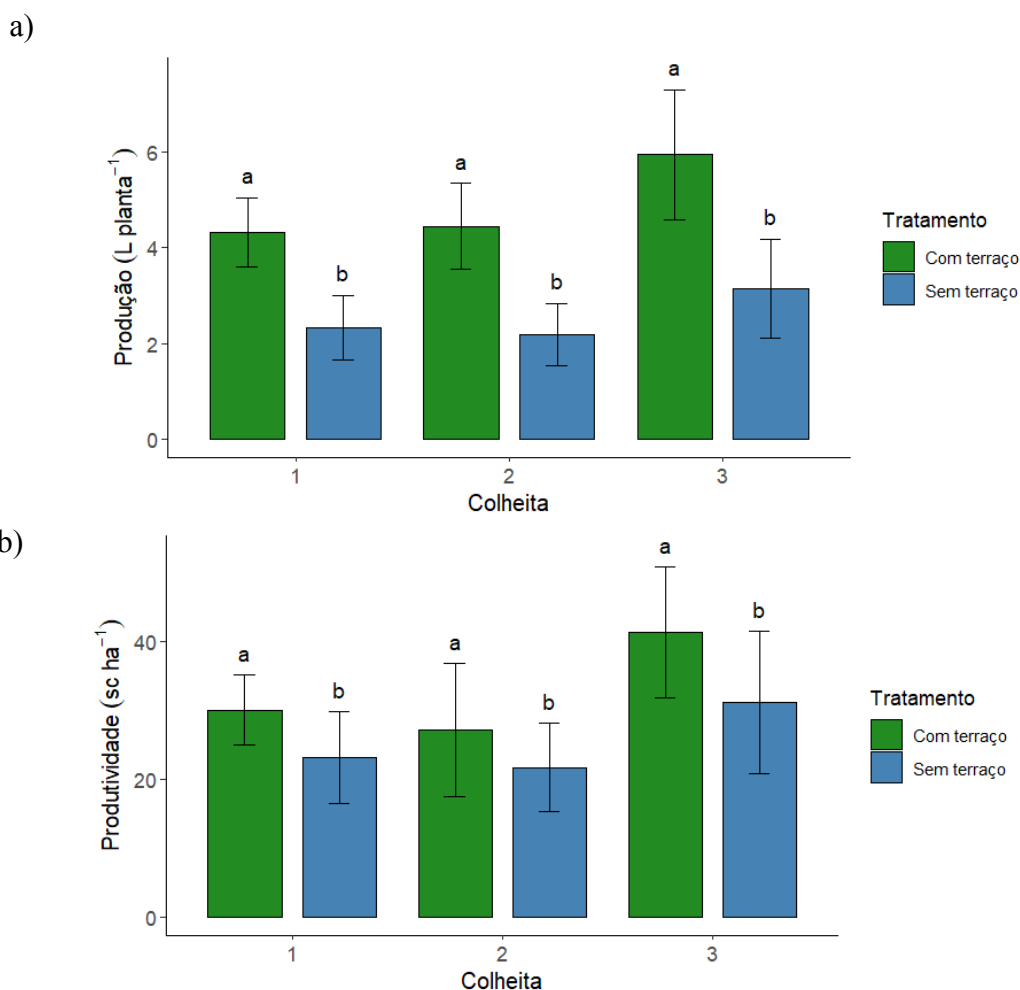


Figura 1. Produção em $L\ planta^{-1}$ (a) e produtividade do cafeeiro ($sc\ ha^{-1}$) (b).
Fonte: Banco de dados do projeto P&D ConCafé – EMBRAPA & Autores.

A catação (primeira produção de frutos do cafeeiro) foi excluída da análise por corresponder a uma fase inicial do desenvolvimento da planta, em que sua maturidade fisiológica ainda é limitada. Nesse estágio, o cafeeiro não possui plena capacidade para sustentar cargas produtivas significativas, uma vez que seu sistema radicular e sua estrutura vegetativa ainda estão em consolidação (SAKIYAMA et al., 2015). Dessa forma, a análise considerou apenas as colheitas a partir do terceiro ano de plantio até o presente momento.

A partir da primeira colheita, verifica-se uma diferença significativa entre os sistemas com e sem terraceamento, tanto na produção por planta quanto na produtividade por área. No sistema com terraceamento, a produção atingiu 4,33 L planta⁻¹, valor 85% superior à média observada no sistema convencional, que foi de 2,34 L planta⁻¹. Em relação à produtividade, o sistema terraceado obteve média de 30 sc ha⁻¹, superando em 27% o desempenho do sistema sem terraceamento, que registrou 23,5 sc ha⁻¹. Esses resultados posicionam o sistema terraceado acima da média regional da Zona da Mata, que, segundo Rosa (comunicação pessoal, 2025), foi de 26 sc ha⁻¹ com base em dados de 30 produtores locais de café que utilizam o modelo convencional de cultivo.

Na segunda colheita, o sistema sem terraceamento apresentou uma redução de 5% na produtividade em relação à safra anterior, atingindo 22,31 sc ha⁻¹ (Figura 1(b)). Da mesma forma, o cultivo em áreas terraceadas também teve queda, com diminuição de 10%, resultando em 27 sc ha⁻¹. Apesar do declínio em ambos os sistemas, o terraceamento manteve desempenho superior, com rendimento cerca de 6 sacas por hectare acima do sistema convencional, o que corresponde a uma produtividade 32% maior nesta safra.

Essa queda na produtividade está diretamente relacionada às condições climáticas adversas registradas durante o ciclo da cultura. Entre dezembro de 2023 e fevereiro de 2024, a região enfrentou ondas de calor atípicas que coincidiram com fases críticas do ciclo do cafeeiro, como a floração e a frutificação (CONAB, 2024; TEIXEIRA, 2024). Essas condições extremas podem ter provocado um estresse hídrico e térmico, comprometendo o pegamento das flores, aumentando os abortamentos florais e prejudicando o desenvolvimento dos frutos, possibilitando maior ocorrência de grãos miúdos e possíveis prejuízos aos processos fisiológicos essenciais à produtividade, desde a diferenciação floral até o enchimento dos grãos (CONAB, 2024).

Essa queda foi evidenciada em todo estado de Minas Gerais que, em 2024, apresentou uma redução de aproximadamente 3,1% na produtividade do café em comparação ao ano anterior. Contudo, em áreas específicas do estado, os impactos foram

ainda mais severos. Levantamentos apontam que, entre produtores acompanhados por programas de assistência técnica, houve um declínio de até 23% na produção (CONAB, 2024; TEIXEIRA, 2024). Nesse contexto, os resultados deste estudo, que apontam reduções entre 5% e 10%, situam-se dentro da faixa de variação observada no estado (3,1% a 23%), confirmando que as lavouras avaliadas foram impactadas pelas mesmas condições climáticas adversas que afetaram toda a cafeicultura mineira (CONAB, 2024).

Na terceira colheita, o sistema terraceado apresentou uma produtividade significativamente elevada, atingindo 5,95 L por planta e 41,3 sacas por hectare (Figura 1). Esses resultados estão em conformidade com a literatura, que indica que as maiores produtividades do cafeeiro geralmente ocorrem a partir do terceiro ou quarto ano de cultivo (DAMATTA, 2004; PARTELLI et al., 2014; SAKIYAMA et al., 2015). Esse incremento está associado à consolidação da estrutura vegetativa, com maior área foliar, intensificação da atividade fotossintética e desenvolvimento radicular mais robusto, fatores que favorecem a absorção eficiente de água e nutrientes, além de suportar cargas produtivas mais elevadas (DAMATTA, 2004; PARTELLI et al., 2014). Além disso, esse maior rendimento pode ser atribuído à eficácia das práticas de manejo adotadas, como o uso de cobertura vegetal com *Brachiaria ruziziensis*, que promove a ciclagem de nutrientes, o controle da erosão e a conservação da umidade do solo (PRADO et al., 2013). Isso permite um maior acúmulo de reservas nas plantas, sustentando uma carga produtiva mais elevada e refletindo a transição para a fase adulta da cultura, na qual o potencial genético do cafeeiro se expressa de forma mais plena (DAMATTA, 2004).

Ainda analisando a terceira colheita, agora no sistema sem terraço, observa-se um crescimento consistente nos índices produtivos, que passaram para 3,14 L planta⁻¹ e 31 sc ha⁻¹ (Figura 1), superando os resultados da safra anterior. Esse desempenho positivo apresenta similaridade aos dados do mercado cafeeiro, particularmente no estado de Minas Gerais, onde a CONAB registrou uma produção média de 26 sacas por hectare no ano de 2024 (CONAB, 2025). Esse resultado sugere que o sistema sem terraceamento foi conduzido de forma eficiente em outros aspectos relevantes, como adubação, controle fitossanitário e condução geral da lavoura. Tais práticas podem, em determinadas condições, compensar parcialmente a ausência de estratégias conservacionistas, permitindo níveis produtivos satisfatórios (EMATER, 2016), possuindo potencial para atingir patamares produtivos alinhados com as médias regionais.

No entanto, ao comparar diretamente os sistemas com e sem terraço, nota-se que a produtividade do sistema terraceado permaneceu consistentemente superior em todas as

colheitas. O desempenho superior obtido com o terraceamento evidencia a eficácia de práticas conservacionistas, especialmente quando associadas à cobertura vegetal, que atuam na conservação do solo, melhoria da estrutura física, aumento da matéria orgânica e retenção de umidade, fatores cruciais para o aumento e a estabilidade da produtividade do cafeeiro (MATIELLO et al., 2015). A evolução positiva da produtividade ao longo das safras no sistema terraceado também sugere um efeito acumulativo do manejo conservacionista, cujos benefícios se acentuam à medida que as plantas se adaptam às condições edáficas mais favoráveis. Isso reforça o caráter estratégico do terraceamento como investimento de médio a longo prazo, com retorno gradual associado ao ganho contínuo em eficiência produtiva e sustentabilidade do sistema.

Considerando os resultados obtidos para a produtividade do cafeeiro em sistema terraceado, que demonstrou ser uma alternativa promissora para os produtores, torna-se essencial a apuração detalhada dos custos e avaliar a viabilidade econômica de implantação desse modelo. Enquanto os custos associados ao cultivo convencional já são amplamente discutidos na literatura (CUSTÓDIO et al., 2023; TURCO et al., 2023; MARQUES & MOREIRA, 2024), o terraceamento ainda configura uma abordagem recente nas pesquisas voltadas à cafeicultura, especialmente em áreas de relevo acentuado. Nesse contexto, o próximo capítulo tem como objetivo apresentar a viabilidade econômica da saca de café em sistema terraceado.

Para isso, foi necessário estimar a produtividade média do cafeeiro ao longo de seu ciclo produtivo, tomando como base as três primeiras colheitas analisadas neste estudo. Essa estimativa visa estabelecer um valor de referência realista para os cálculos de custo por hectare. No entanto, cada uma dessas colheitas apresenta particularidades que devem ser levadas em conta. A primeira colheita ainda não alcançou níveis comerciais significativos, sendo, portanto, pouco representativa. A segunda colheita, embora tenha ocorrido em uma fase de maior vigor vegetativo das plantas, foi afetada por condições climáticas adversas, o que limitou sua produtividade e representatividade. Já a terceira colheita, realizada em 2025, foi a primeira a demonstrar o potencial comercial da lavoura (COOXUPÉ, 2023; EMBRAPA, 2024), registrando uma produtividade de 41,3 sc ha⁻¹. Apesar disso, esse valor ainda está aquém da capacidade máxima estimada para o sistema, sendo esperado que a produtividade oscile nos anos seguintes em função da bienalidade do cafeeiro e da variabilidade climática. Dados regionais obtidos em 2024 com produtores da Zona da Mata indicam que a produtividade pode alcançar até 54 sc ha⁻¹, conforme relatado por Rosa (comunicação pessoal, 2025). Dessa maneira, para os

cálculos de custo da produção de café em áreas terraceadas, que serão apresentados no próximo capítulo, adotou-se uma produtividade média de 40 sacas por hectare ano. Esse valor representa um ponto de equilíbrio entre o desempenho observado até o momento e o potencial esperado da lavoura, considerando os benefícios agronômicos do terraceamento.

6. CONCLUSÃO

Foi possível avaliar e comparar a produtividade do cafeeiro cultivado em terraços tipo patamar e em sistema convencional sem terraceamento, evidenciando maior produtividade no sistema terraceado, especialmente quando associado a práticas conservacionistas. As colheitas demonstraram ganhos consistentes, reforçando o terraceamento como alternativa promissora para regiões de relevo acentuado. O sistema sem terraceamento também apresentou desempenho expressivo, com produtividades acima da média estadual, evidenciando a relevância do manejo adequado nesse tipo de cultivo. Ressalta-se, contudo, a necessidade de estudos de longa duração, envolvendo um maior número de safras, para avaliar o desempenho produtivo de lavouras mais maduras em ambos os sistemas.

7. REFERÊNCIAS

- BOENI, M. et al. **Culturas de cobertura de solo em sistemas de produção de grãos**. Porto Alegre: SEAPDR, 2021. 32 p. (Boletim Técnico, n. 10). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202107/13151231-n-10-2021-culturas-de-cobertura-de-solo-em-sistemas-de-producao-de-graos.pdf>. Acesso em: 5 maio 2025.
- CARVALHO, G. **Banquetas ou micro-terraços em lavouras de café**. 2021. Disponível em: <https://www.guycarvalho.com.br/noticia/303/banquetas-ou-micro-terraços-em-lavouras-de-cafe>. Acesso em: 21 out. 2024.
- CLIMATE DATA. **Clima Viçosa**. 2024. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/vicosa-25021/>. Acesso em: 29 out. 2024.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: café – safra 2024, 4º levantamento**. Brasília, DF: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 5 maio 2025.
- CONAB. **Histórico de conjunturas de café**. Brasília, 2025. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-cafe/item/download/56847_2d8e3f268c161da9f18d49cd9c0eb286. Acesso em: 5 maio 2025.
- CONAB. **Safra – Estimativa de Evolução do Café**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-estimativa-de-evolucao-cafe.html>. Acesso em: 5 maio 2025.
- COOXUPÉ. **A cafeicultura no Brasil**. Hub do Café, 2023. Disponível em: <https://hubdocafe.cooxupe.com.br/artigos/a-cafeicultura-no-brasil/>. Acesso em: 5 maio 2025.
- CUSTÓDIO, F. V. et al. **Análise dos custos de produção do café arábica nas regiões polos do Brasil**. Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ, v. 26, n. 1, p. 121–136, 2023.
- DAMATTA, F. M. **Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding**. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 16, n. 1, p. 1–6, 2004.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. DE; FERREIRA, E. **Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG**. Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 6, p. 1862–1866, 2007.
- EMATER-MG. **Manual do Café: manejo de cafezais em produção**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2016. 72 p. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17572>. Acesso em: 5 maio 2025.

EMBRAPA. **Implantação da agricultura de precisão para manejo diferenciado na cafeicultura.** 2024. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1169561/1/AP-Implantacao-agricultura-2024.pdf>. Acesso em: 5 maio 2025.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

MAPA. **Conheça a história do café no mundo e como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador da bebida.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-cafe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida>. Acesso em: 21 out. 2024.

MARQUES, M. S.; MOREIRA, N. P. **Custos de produção do café arábica: análise das principais regiões produtoras do Brasil.** *Contabilometria – Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting*, v. 11, n. 2, p. 1–20, jul./dez. 2024.

PARTELLI, F. L. et al. **Crescimento e produtividade do cafeeiro Conilon em função da idade e da época de poda.** *Coffee Science*, v. 9, n. 4, p. 482–489, 2014.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025.

RESCK, D. V. S. **A conservação da água via terraceamento em sistemas de plantio direto e convencional no cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 8 p. (Circular técnica, 22). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/559652>. Acesso em: 21 out. 2024.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROMERO, J. C. P. **Café de montanha perfaz cerca de 40% da produção brasileira.** *Visão Agrícola*, n. 12, p. 90–91, 2013.

SAKIYAMA, N. et al. **Café Arábica: do plantio à colheita.** Viçosa: Editora UFV, 2015. 316 p.

TEIXEIRA, F. **Safra 2024 de café em Minas Gerais poderá ter queda de 23%: seca em Minas.** Belo Horizonte: Sistema FAEMG, 20 set. 2024. Disponível em: <https://www.sistemafaemg.org.br/senar/noticias/safra-2024-de-cafe-em-minas-gerais-podera-ter-queda-de-23>. Acesso em: 5 maio 2025.

TURCO, P. H. N. et al. **Custos e lucratividade de Coffea arabica L. (cv. Paraíso IAC 144 e IAPAR 59) para a microrregião de Marília, São Paulo, Brasil.** *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 61, 2023.

**CAPÍTULO II. ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CAFÉ
EM ÁREAS TERRACEADAS**

RESUMO

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2025. **Análise econômica da produção de café em áreas terraceadas.** Orientador: Janderson Damaceno dos Reis.

O cultivo de café em áreas montanhosas apresenta desafios significativos, principalmente relacionados à conservação do solo e à sustentabilidade das lavouras. O sistema de terraceamento tem se mostrado uma alternativa eficaz para superar essas limitações. Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica do café em áreas terraceadas, utilizando a metodologia de custeio por absorção, com análise de custos fixos e variáveis ao longo de 20 anos, incluindo as fases de implantação e manutenção da lavoura. A pesquisa foi realizada na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE), vinculada ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais. Os resultados destacam a importância da análise de cenários para a tomada de decisão, considerando que variações nos preços e custos impactam diretamente a rentabilidade da atividade. O custo médio anual variou entre R\$ 29.870,46 e R\$ 30.633,76, com custo por saca entre R\$ 746,76 e R\$ 765,84. No cenário otimista, a receita bruta foi de R\$ 102.576,80, resultando em lucro operacional contábil expressivo, com VPL de R\$ 203.182,09, TIR de 37,49%, payback simples em 5 anos e descontado em 6 anos, indicando alta atratividade econômica e baixo risco. No cenário realista, com receita de R\$ 44.923,20 e lucro operacional mais modesto, o VPL foi positivo em R\$ 15.424,40, a TIR de 17,05% e o payback descontado em 15 anos, apontando viabilidade econômica mesmo com margens reduzidas e necessidade de gestão eficiente. Já no cenário pessimista, a inviabilidade econômica é evidente, com receita de R\$ 20.635,20, prejuízo operacional, VPL negativo de -R\$ 76.671,07, TIR negativa e ausência de payback, indicando alto risco e prejuízo financeiro. Dessa forma, o cultivo de café em áreas terraceadas mostrou-se economicamente viável nos cenários otimista e realista, enquanto no cenário pessimista sua continuidade não é recomendada. Esses resultados indicam que, com planejamento adequado e condições favoráveis, o terraceamento pode se consolidar como uma prática sustentável e rentável para o cultivo de café em áreas montanhosas.

Palavras-chave: Análise econômica. Custeio por absorção. Café em terraços. Custo do café.

ABSTRACT

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2025. **Economic analysis of coffee production in terraced areas.** Adviser: Janderson Damaceno dos Reis.

Coffee cultivation in mountainous areas presents significant challenges, mainly related to soil conservation and crop sustainability. The terracing system has proven to be an effective alternative to overcome these limitations. This study aimed to analyze the production costs of coffee in terraced areas, using the absorption costing methodology, with an analysis of fixed and variable costs over 20 years, including the planting and maintenance phases. The research was conducted at the Teaching, Research, and Extension Unit (UEPE), linked to the Department of Soils at the Federal University of Viçosa (UFV), in Minas Gerais. The results highlight the importance of scenario analysis for decision-making, considering that variations in prices and costs directly impact the profitability of the activity. The average annual cost ranged from R\$29,870.46 to R\$30,633.76, with a cost per sack between R\$746.76 and R\$765.84. In the optimistic scenario, the gross revenue was R\$102,576.80, resulting in significant operating profit, with a NPV of R\$203,182.09, IRR of 37.49%, a simple payback period of 5 years, and a discounted payback of 6 years, indicating high economic attractiveness and low risk. In the realistic scenario, with revenue of R\$44,923.20 and a more modest operating profit, the NPV was positive at R\$15,424.40, the IRR was 17.05%, and the discounted payback was 15 years, indicating economic viability despite reduced margins and the need for efficient management. In the pessimistic scenario, economic unfeasibility is evident, with revenue of R\$20,635.20, an operating loss, a negative NPV of -R\$76,671.07, a negative IRR, and no payback, indicating high risk and financial loss. Thus, coffee cultivation in terraced areas proved to be economically viable in the optimistic and realistic scenarios, while its continuation is not recommended in the pessimistic scenario. These results indicate that, with proper planning and favorable conditions, terracing can be established as a sustainable and profitable practice for coffee cultivation in mountainous areas.

Keywords: Economic analysis. Absorption costing. Coffee in terraces. Coffee production cost.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do café desempenha um papel importante na economia brasileira, sendo uma atividade agrícola essencial para o desenvolvimento socioeconômico do país, além de representar uma parcela significativa das exportações agrícolas e contribuir de forma expressiva para a economia do agronegócio (NAVARRO et al., 2021). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a produção de café no Brasil gera mais de 8 milhões de empregos, contribuindo para a geração de renda e possibilitando aos trabalhadores e suas famílias acesso a serviços de saúde e educação (MAPA, 2022).

Grande parte da produção agrícola de café é cultivada de forma convencional em regiões de montanhas. Esse sistema favorece o elevado adensamento e conseqüentemente maior produtividade da cultura. Além disso, essas regiões proporcionam um clima mais ameno, o que favorece a qualidade superior do café. No entanto, o modelo convencional exige elevada mão de obra e está associado a problemas de erosão, perdas do solo e aumento dos custos de produção, devido às limitações no uso de máquinas e à escassez de trabalhadores (LI; YANG, 2018).

A prática do terraceamento no cultivo do café tem se apresentado como método alternativo e sustentável para o cultivo do café em áreas montanhosas. Tal sistema exige a construção de terraços, o uso de plantas de cobertura e uma adubação adequada, o que resulta em maior conservação dos recursos naturais, melhor qualidade de trabalho e redução de custos com mão de obra operacional. Esse modelo contribui para a preservação do solo, maior infiltração de água e a diminuição da temperatura do solo, promovendo um manejo sustentável e competitivo da cafeicultura, além de possibilitar a mecanização da colheita (FERREIRA et al., 2021). Contudo, a adoção de sistemas mecanizados exige uma avaliação criteriosa, considerando os elevados custos iniciais envolvidos (RAMOS et al., 2020).

A implantação da lavoura cafeeira exige uma análise criteriosa de parâmetros que assegurem a sustentabilidade econômica, mantendo o equilíbrio do sistema alinhado aos princípios da cafeicultura moderna e de alta produtividade (MESQUITA et al., 2016). Nesse sentido, é fundamental mensurar a eficiência dos recursos alocados no processo produtivo, assegurando sua rentabilidade e minimizando riscos financeiros. Para tanto, uma gestão eficaz deve fornecer ao produtor rural subsídios técnicos robustos capazes de embasar decisões estratégicas otimizadas (FEHR et al., 2017). Entre essas ferramentas de

gestão, destaca-se a análise de custos, que permite compreender a composição dos gastos ao longo do processo produtivo e avaliar sua viabilidade econômica. Trata-se de um instrumento que organiza, classifica e interpreta os dispêndios envolvidos, auxiliando no planejamento e controle financeiro da atividade.

A análise econômica constitui uma ferramenta fundamental para a sustentabilidade e a gestão eficiente da cafeicultura, especialmente em contextos de elevada complexidade produtiva. No campo da contabilidade gerencial, para apuração de custos, o custeio por absorção é amplamente utilizado, por integrar todos os custos fixos e variáveis, diretos e indiretos, ao valor final do produto (BORNIA, 2010; CREPALDI, 2020; SHULTZ, 2008). Apesar dos desafios impostos pela natureza perene da cultura do café, pela extensão do ciclo produtivo e pela diversidade tecnológica adotada, a mensuração dos custos permanece como base essencial para o planejamento, controle e tomada de decisão (OLIVEIRA & VEGRO, 2004).

A análise de viabilidade econômica, por sua vez, vai além da simples apuração de custos, permitindo aferir se o empreendimento é capaz de gerar retorno financeiro sobre os recursos investidos. Para isso, são empregados indicadores consolidados, como o Valor Presente Líquido (VPL), que expressa o retorno total descontado ao valor presente; a Taxa Interna de Retorno (TIR), que indica a rentabilidade percentual do projeto; o Payback simples e descontado, que avaliam o tempo necessário para recuperação do capital investido, com ou sem atualização monetária; e a relação Benefício/Custo (B/C), que evidencia a eficiência econômica do investimento. Conforme argumentam Freitas (2017) e Marques e Moreira (2024), esses instrumentos são indispensáveis para o produtor avaliar a viabilidade de seu sistema produtivo, permitindo ajustes gerenciais que potencializem o desempenho econômico.

Considerando os desafios característicos do cultivo em regiões montanhosas de Minas Gerais e a importância socioeconômica da cafeicultura, este estudo realiza uma análise econômica da produção em sistema terraceado, com o objetivo de oferecer subsídios técnicos para decisões que integrem viabilidade econômica, conservação ambiental e adequação às condições topográficas.

2. OBJETIVO

Analisar economicamente o cultivo de café em áreas terraceadas, com base nos custos de produção, na variação de preços e na viabilidade do sistema.

2.1 Objetivos específicos

- Mensurar e analisar os custos de produção para o sistema de produção de café em terraços, por meio da metodologia de custeio por absorção;
- Realizar uma análise de cenários (otimista, realista e pessimista) para os preços do café em relação aos custos de produção associados à implantação do sistema de cultivo em terraços;
- Projetar um fluxo de caixa simplificado para os 20 anos do ciclo produtivo do café e analisar indicadores de viabilidade econômica.

3. HIPÓTESE

A implementação do cultivo de café em áreas terraceadas, configura-se como uma alternativa promissora, considerando os cenários otimistas e realistas do cultivo de café.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) vinculada ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Viçosa, estado de Minas Gerais. A área experimental apresenta topografia tipicamente montanhosa, com altitudes que variam entre 600 e 800 metros, e clima de temperaturas amenas, condições que favorecem a produção de café de alta qualidade. A área é caracterizada por um sistema de cultivo de café implantado em terraços, desenvolvido há aproximadamente seis anos por docentes das áreas de Solos, Nutrição de Plantas e Manejo e Conservação do Solo e da Água. O sistema foi concebido com base na construção mecânica de terraços do tipo patamar, seguida da semeadura imediata de braquiária, com o objetivo de promover a conservação do solo, reduzir processos erosivos e otimizar as condições para o desenvolvimento do cafeeiro. Posteriormente, conduziu-se a lavoura com a adoção de todas as práticas de manejo conforme recomendação, incluindo adubação (FERREIRA et al., 2021), controle de plantas daninhas, manejo de pragas e doenças, podas periódicas, colheita e demais atividades essenciais (SANTINATO, et al., 2015). Todos os dados referentes a quantidade de horas necessárias para a realização dessas etapas foram obtidos a partir do banco de dados do projeto.

Análise de Custos pelo Método de Custeio por Absorção

Para a apuração dos custos de produção, adotou-se a metodologia de custeio por absorção, método contábil que internaliza todos os gastos operacionais, fixos e variáveis, associados ao processo produtivo (BORNIA, 2010). Essa abordagem, em conformidade com as normas fiscais nacionais, permite a distinção entre custos diretos (alocados especificamente a cada produto) e indiretos (rateados mediante critérios técnicos pré-definidos), assegurando a fidedignidade dos resultados (SHULTZ, 2008). De acordo com as boas práticas contábeis aplicadas à análise de custos, as despesas administrativas não foram incluídas na mensuração dos custos de produção, sendo contabilizadas diretamente no resultado do exercício, de modo a proporcionar uma visão abrangente e transparente da estrutura de custos do empreendimento (ABBAS, GONÇALVES, & LEONCINE, 2012; SLAVOV, 2013). Essa decisão metodológica visa manter o foco nos dispêndios efetivamente vinculados à atividade produtiva, evitando distorções que poderiam comprometer a precisão dos resultados.

Para a análise de custos do sistema de cultivo de café em áreas terraceadas, estabeleceu-se um horizonte temporal de 20 anos (SANTOS et al., 2009), dividido em duas fases distintas. A fase de formação, compreendendo os quatro anos iniciais (1 ao 3º ano), corresponde ao período de implantação da lavoura, quando o cafeeiro ainda não atinge produção comercial significativa, e a fase de produção, que se estende do 4º ao 20º ano, representa o período de plena capacidade produtiva da cultura.

Os custos de produção foram classificados segundo dois critérios complementares: natureza econômica (fixos e variáveis) e forma de alocação (diretos e indiretos) (CREPALDI, 2020). Para a quantificação dos gastos, adotaram-se unidades de custo específicas para cada categoria de despesa. Nas operações mecanizadas, utilizou-se o critério de custo por hora de máquina (R\$/h). Para as atividades manuais, os custos foram estimados com base na contratação de uma pessoa em regime formal (CLT), considerando todas as obrigações trabalhistas e benefícios legais. Foram incluídos no cálculo os encargos obrigatórios, como INSS patronal, FGTS, 13º salário e férias acrescidas de 1/3 constitucional. Além disso, foram considerados os custos com vale-alimentação e vale-transporte. Também foi considerado um valor de pró-labore do produtor, incluindo os encargos financeiros correspondentes. Ressalta-se que os valores para ambos foram calculados considerando uma propriedade padrão de 10 ha da região, sendo posteriormente rateados proporcionalmente para estimar o custo por hectare.

O consumo de insumos foi estimado com base nas recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro (PREZOTTI et al., 2007), projetando-se sua utilização constante ao longo de todo o ciclo produtivo (GUARÇONI, 2016). Para o financiamento dos investimentos necessários durante a fase de formação (anos 1 a 3), considerou-se a contratação de crédito rural por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), com taxa fixa de juros anual de 6%, para ser pago em 6 anos, em conformidade com as condições vigentes para agricultores familiares (BANCO DO BRASIL, 2025).

Essa estrutura financeira permitiu distribuir proporcionalmente o investimento inicial ao longo dos anos de produção efetiva, viabilizando o cálculo do custo médio por saca de café produzida. Tal abordagem, ao incorporar a diluição temporal dos custos de implantação, proporciona uma avaliação mais precisa da rentabilidade do sistema ao longo de seu horizonte produtivo (ANDRADE et al. 2009).

Crítérios técnicos adotados

No presente projeto, considera-se que o sistema de terraceamento adotado permitirá o acesso e o uso eficiente de máquinas agrícolas, viabilizando a realização mecanizada da maior parte dos tratamentos culturais ao longo do ciclo produtivo do cafeeiro. Para fins de projeção, assume-se que tais operações serão realizadas por meio do aluguel de tratores e equipamentos completos, já acoplados aos implementos adequados para cada atividade. Essa estratégia visa proporcionar maior agilidade na execução das tarefas, além de reduzir a dependência de mão de obra manual. Prevê-se, ainda, que as atividades que demandem execução manual sejam realizadas com o uso de equipamentos próprios da propriedade. Esses bens foram considerados na estimativa de depreciação, de acordo com suas respectivas vidas úteis técnicas. Da mesma forma, os itens destinados à estrutura física da área produtiva, como a cerca de proteção e os componentes do sistema de irrigação (mangueiras, gotejadores, conexões, válvulas, filtros, registros e emissores) também foram incorporados ao cálculo da depreciação. Toda essa abordagem segue os princípios do sistema de custeio por absorção adotado neste estudo, no qual apenas os bens patrimoniais são elegíveis para depreciação, conforme recomendado por Silva et al. (2018).

Com o objetivo de garantir o suporte estrutural necessário para as operações agrícolas, foi estimado a construção de um galpão destinado ao apoio das atividades da propriedade. A estrutura contempla um depósito para fertilizantes, uma área específica

para o armazenamento de defensivos agrícolas, um espaço destinado para ferramentas, equipamentos e EPIs, além de uma área de apoio com bancadas, armários e local para pequenas manutenções. A edificação possui estrutura em alvenaria, com cobertura de telhas metálicas e pé-direito mínimo de 4 metros, em conformidade com as recomendações técnicas para favorecer a ventilação natural (ANVISA, 2006; BRASIL, 2008; ABNT, 2013). O galpão ainda inclui aberturas superiores com telas de proteção, assegurando a circulação de ar e evitando a entrada de animais.

Para acompanhamento técnico da lavoura, a assistência técnica foi dimensionada em quatro visitas anuais, configurando um programa de acompanhamento técnico continuado, com ênfase nas recomendações de adubação e manejo cultural. Este modelo está fundamentado no conceito legal de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), definido pela Lei nº 12.188/2010 (BRASIL, 2010) como serviço educativo de caráter permanente, voltado ao desenvolvimento de competências técnicas e gerenciais na produção agropecuária.

A produtividade média foi fixada em 40 sacas por hectare/ano, valor definido a partir da análise de produtividade apresentada no capítulo 1. No que se refere aos custos de pós-colheita, incluindo transporte, secagem e beneficiamento, estes foram estimados por saca, com base nos valores praticados no mercado (RIBEIRO, 2021; COCATREL, 2024). Ressalta-se que não foram incluídos nos cálculos deste estudo os custos relacionados ao armazenamento, uma vez que essa etapa depende da estrutura e das condições específicas de cada produtor, podendo variar significativamente entre propriedades. Além disso, muitos produtores optam por comercializar o café logo após o beneficiamento ou já possuem contratos prévios com compradores fixos, o que elimina a necessidade de estocagem prolongada e, conseqüentemente, os custos associados a essa operação.

O estudo adotou a modalidade de Produtor Rural que garante isenções relevantes de impostos como IRPF, PIS/COFINS e ICMS (em MG), desde que a produção seja própria e a receita anual não ultrapasse o limite legal, fixado em R\$ 169.440,00. Outro ponto relevante é a contribuição previdenciária simplificada. O segurado especial paga apenas 1,3% sobre a receita bruta da comercialização, sendo 1,2% destinados ao INSS/Funrural e 0,1% ao RAT (Risco Ambiental do Trabalho), recolhidos conjuntamente. Além disso, o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) foi isento, pois a área se classificada como pequena propriedade produtiva, de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação (BRASIL, 1991; BRASIL, 1996).

Análise dos indicadores de viabilidade

Para a análise da viabilidade econômica do sistema de cultivo de café em áreas terraceadas, foi elaborado um fluxo de caixa simplificado com horizonte temporal de 20 anos, correspondente ao ciclo produtivo estimado da lavoura. A construção desse fluxo baseou-se no levantamento detalhado de todos os custos de implantação, manutenção e colheita, bem como das receitas projetadas com a comercialização do café em diferentes cenários de preços.

Com base nesse fluxo de caixa, foram calculados os principais indicadores de desempenho econômico-financeiro: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (B/C) e Payback, tanto em sua forma simples quanto na forma descontada. Para a realização dos cálculos deste estudo, adotou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 14,75% ao ano, correspondente à taxa Selic vigente em maio de 2025. Essa escolha justifica-se por ser a Selic a taxa básica de juros da economia brasileira, servindo como referência para investimentos e financiamentos. Utilizá-la como TMA permite avaliar a viabilidade econômica do sistema de cultivo de café em áreas terraceadas em comparação com outras alternativas de investimento livres de risco, levando em conta o retorno exigido para compensar o risco assumido (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025).

Esses indicadores foram aplicados a três cenários distintos de comercialização do produto (otimista, realista e pessimista), nos quais a variável considerada foi o preço do café (risco de mercado), permitindo avaliar a sensibilidade econômica do sistema frente a variações nos preços de mercado. Essa abordagem possibilitou uma compreensão mais abrangente dos riscos e retornos associados à adoção do terraceamento como técnica de cultivo em regiões de relevo acentuado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do investimento de formação do cafeeiro

A Tabela 1 apresenta o investimento necessário para a formação do cafeeiro, detalhando todos os custos envolvidos desde a construção dos terraços até a implantação completa da lavoura. Os valores foram estimados para uma área de 1 hectare e o valor total de cada item corresponde ao produto entre a quantidade utilizada e o seu respectivo custo unitário, abrangendo o período do 1º ao 3º ano do ciclo produtivo. Os valores estão organizados por categorias e todos os valores foram calculados com base em cotações

atualizadas referentes ao ano de 2025, assegurando representatividade econômica e aderência às condições de mercado vigentes.

Tabela 1. Investimento por hectare na fase de formação do cafeeiro (anos 1 a 3).

Componente do investimento	Quantidade ha⁻¹	Valor unitário (R\$ ha⁻¹)	Valor total (R\$ ha⁻¹)
INSUMOS			
<i>Sementes e mudas</i>			
Mudas de café (ud)	3500	1,90	6.650,00
Semente de braquiária (kg)	5	43,50	217,50
<i>Fertilizantes</i>			
Corretivo de solo (t)	5	200,00	1.000,00
Macronutrientes (sc)			
Ureia	21	140,00	2.940,00
KCl	10	170,00	1.700,00
MAP	12	220,00	2.640,00
Sulfato de amônio	8	120,00	960,00
Micronutrientes (kg)	30	100,00	3.000,00
Cama de frango (t)	5	200,00	1.000,00
<i>Defensivos (l)</i>			
Fungicidas	8	300,00	2.400,00
Inseticidas	8	167,00	1.336,00
Herbicidas	3	80,00	240,00
OPERAÇÕES COM MÁQUINA (h/m)			
Construção dos terraços	50	240,00	12.000,00
Construção de estradas	6	240,00	1.440,00
Construção de caixa seca	4	150,00	960,00
Aração/gradagem plantio braquiária	4	150,00	600,00
Calagem para plantio braquiária	1	200,00	200,00
Dessecação na linha de plantio	1	200,00	200,00
Subsolagem para plantio de café	6	200,00	1.200,00
Calagem em sulco para café	1	150,00	150,00
Aplicação de cama de frango	2	150,00	300,00
Controle fitossanitário	2	75,00	150,00
MÃO DE OBRA (mensal)			
<i>Salário encarregado + encargos</i>			
Plantio braquiária			
Plantio e replantio café			
Adubação (plantio e formação)	36	427,00	15.372,00
Desbrota			
Roçada			
Limpeza de mangueira de irrigação			
Catação no 3° ano			
IRRIGAÇÃO (ud)			
Poço artesiano + mão de obra	1	3.000,00	3.000,00
Bomba	1	2.000,00	2.000,00
Tubulações	1	2.950,00	2.950,00
Gotejadores, registros, filtros	1	10.000,00	10.000,00

Componente do investimento	Quantidade ha⁻¹	Valor unitário (R\$ ha⁻¹)	Valor total (R\$ ha⁻¹)
OUTROS CUSTOS (ud)			
Análise técnica e agronômica	1	8.700,00	8.700,00
Levantamento topográfico	1	4.086,00	4.086,00
Análise de solo	1	150,00	150,00
Assistência técnica	3	2.000,00	6.000,00
Pró-labore + encargos (produtor)	36	255,50	6.387,50
Roçadeira	1	629,00	629,00
Kit poda	1	409,18	409,18
Combustível roçadeira (l)	120	5,99	718,80
Cerca	1	5.300,00	5.300,00
Galpão	1	12.980,00	12.980,00
Energia irrigação	36	95,83	3.450,00
Kits de colheita	2	100,00	200,00
Transporte, secagem, beneficiamento	10	95	950,00
TOTAL (R\$)			124.565,98
IMPOSTOS (%)			
INSS/Funrural – RAT otimista	1,3	333,40	R\$124.899,38
INSS/Funrural – RAT realista	1,3	182,80	R\$124.748,78
INSS/Funrural – RAT pessimista	1,3	108,90	R\$124.674,88
DEPRECIACÃO			
Investimento na formação do cafezal**	-	-	R\$ 18.684,89
DESPESAS FINANCEIRAS			
Juros do Financiamento***	-	-	R\$22.421,88

*ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. sc = saco. l = litro. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.

** A depreciação do investimento na formação do cafezal (anos 1 a 3) não é considerada nos fluxos de caixa, pois trata-se de uma despesa contábil lançada na demonstração do resultado do exercício (DRE) para fins de apuração do lucro contábil, e não representa uma saída efetiva de caixa, uma vez que não ocorre desembolso.

*** Não devem ser considerados na análise do mérito do investimento, pois os fluxos de caixa relacionados à captação externa de recursos devem ser desconsiderados.

Fonte: Banco de dados do projeto P&D ConCafé - EMBRAPA.

Conforme estabelece a legislação vigente e considerando a categoria tributária do produtor rural, as contribuições referentes ao INSS/Funrural e ao RAT incidem diretamente sobre o faturamento bruto da atividade, correspondendo a 1,3% da receita. No período do 1º ao 3º ano, foram produzidas 10 sacas de café. Como a tributação incide sobre o valor faturado, a tabela 1 evidencia variações entre os cenários otimista, realista e pessimista, demonstrando que, quanto maior o preço de comercialização do café (Tabela 8), maior será o montante recolhido em tributos. Assim, o valor dessas contribuições varia proporcionalmente à receita obtida, refletindo as diferenças de preço entre os cenários.

A construção de terraços agrícolas, estradas e caixas secas, representaram aproximadamente 11,5% do custo total da fase de formação do cafeeiro, conforme apresentado na Tabela 1. Este valor decorre principalmente da necessidade de intensa

intervenção mecânica para adequação de áreas com relevo acidentado (RAMOS et al., 2020), tratando-se de um investimento estratégico de longo prazo.

No cultivo convencional, o custo de formação da lavoura é reduzido, já que o terraceamento é uma etapa dispensável nesse sistema, portanto, não entra no cálculo dos gastos iniciais. Entretanto, essa aparente vantagem econômica imediata deve ser ponderada face aos significativos impactos negativos que o cultivo convencional pode acarretar, especialmente em áreas declivosas. Dessa forma, apesar do custo inicial mais elevado (RAMOS et al., 2020), o terraceamento se mostra uma estratégia vantajosa em termos de conservação ambiental e estabilidade produtiva, sendo um investimento que tende a se justificar ao longo dos anos pela mitigação de riscos e pela melhoria da longevidade da lavoura.

A análise dos diferentes insumos agrícolas no custo total da fase de formação da lavoura cafeeira, revela aspectos importantes sobre a estrutura de investimentos nesse período inicial. Os macros e micronutrientes, cama de frango e o calcário, que juntos representam cerca de 10,6% do custo total, destacam-se como elementos essenciais para a construção da fertilidade do solo e o estabelecimento de condições adequadas para o desenvolvimento inicial das plantas (CAMPANHARO et al, 2020). Esse percentual reflete a importância do manejo nutricional adequado para garantir um bom arranque das mudas de café e a construção de um perfil de solo favorável ao cultivo perene.

Por outro lado, os defensivos agrícolas (fungicidas, inseticidas e herbicidas) correspondem a cerca de 3% dos custos, indicando que, embora relevantes para o controle fitossanitário, ainda representam uma parcela relativamente menor nesse estágio inicial, o que pode estar relacionado à menor pressão de pragas e doenças nos primeiros anos de implantação (EPAMIG, 2014).

As mudas de café e as sementes de braquiária somam aproximadamente 5,5% dos custos totais. Este valor, aparentemente modesto quando comparado a outros componentes do custo de implantação, contrasta com o papel estratégico que estes insumos desempenham no sistema produtivo. As sementes de braquiária cumprem funções ecológicas e agronômicas essenciais, atuando como cobertura vegetal protetora do solo, barreira contra processos erosivos e aporte de carbono orgânico no solo (MARTINEZ et al. 2023). Um estudo realizado por Thomazini et al. (2012), na região sul do Espírito Santo, comparou as perdas de solo, água e nutrientes entre sistemas convencionais e conservacionistas no cultivo do café. Os resultados indicaram que os sistemas convencionais, caracterizados pela ausência de cobertura do solo, apresentaram

perdas de solo da ordem de 519,53 kg/ha/ano. Em contraste, os sistemas conservacionistas, que adotam práticas de cobertura vegetal, registraram perdas significativamente menores, de apenas 5,68 kg/ha/ano. De acordo com Thomazini et al. (2012), essa diferença expressiva é atribuída à reduzida proteção do solo nos sistemas convencionais, os quais ficam mais vulneráveis à ação da erosão hídrica. Isso evidencia que investimentos relativamente modestos, quando bem direcionados, podem atuar na sustentabilidade do cafeeiro.

A análise de solo, realizada a cada três anos, corresponde a aproximadamente 0,12% do custo total de implantação da lavoura. Embora esse valor represente uma parcela relativamente reduzida no orçamento geral, tal prática é fundamental para o manejo eficiente da fertilidade do solo. Os resultados obtidos permitem recomendações técnicas mais precisas quanto à correção da acidez e à adubação, otimizando o uso de insumos e evitando tanto a aplicação excessiva, quanto a deficiência de nutrientes (VIÉGAS et al., 2020). Estudos comprovam que o manejo racional de insumos, baseado em diagnósticos precisos, reduz significativamente os impactos ambientais da cafeicultura. Conforme demonstrado por Mesquita et al. (2016), a aplicação equilibrada de corretivos e fertilizantes, reduz impactos ambientais, como a lixiviação de nutrientes e a acidificação do solo.

A irrigação representa um dos principais investimentos no sistema de cultivo, correspondendo a aproximadamente 14,4% do custo total de implantação. Apesar do valor expressivo, trata-se de um investimento de longo prazo, com vida útil estimada para todo o ciclo produtivo da lavoura. A presença de um sistema de irrigação eficiente é especialmente relevante em regiões sujeitas a estiagens prolongadas, que podem ocorrer em fases críticas do ciclo do cafeeiro, como florada, granação e expansão dos frutos (MIRANDA et al. 2020). A ocorrência de déficit hídrico nessas fases pode comprometer significativamente o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, resultando em perdas expressivas de produtividade, redução na qualidade dos grãos e, até mesmo, na antecipação da senescência. Além disso, prejudica a absorção de nutrientes e diminui a eficácia de práticas como adubação e controle fitossanitário. (MIRANDA et al. 2020). Nesse contexto, a irrigação surge como uma ferramenta fundamental para assegurar a estabilidade da produção ao longo dos anos, minimizar os efeitos do estresse hídrico e otimizar o uso dos recursos agronômicos aplicados.

O custo total com mão de obra durante o período de formação da lavoura cafeeira representa aproximadamente 12,3% do custo total de implantação do sistema de cultivo.

Apesar da adoção do sistema terraceado, que visa otimizar as operações manuais, observa-se que ainda há uma demanda significativa de recursos humanos nas etapas iniciais de implantação (MESQUITA et al. 2016). Esta realidade se explica porque a fase inicial do cultivo exige cuidados especiais e operações intensivas que não podem ser completamente mecanizadas, mesmo em sistemas terraceados.

Informações mais detalhadas sobre os custos de implantação e formação da lavoura cafeeira em sistema terraceado podem ser consultadas no Apêndice D.

5.2 Análise do custo de manutenção do cafeeiro

A Tabela 2 apresenta, de forma detalhada, os custos referentes à manutenção da lavoura cafeeira durante o período produtivo, compreendido entre o 4º e o 20º ano. Os valores foram calculados com base em uma área de 1 hectare, e o valor total de cada item corresponde ao produto entre a quantidade utilizada e o seu respectivo custo unitário, expressando o custo acumulado ao longo dos 17 anos de manutenção da lavoura. Todos os valores foram calculados com base em cotações atualizadas referentes ao ano de 2025, assegurando representatividade econômica e aderência às condições de mercado vigentes para garantir maior confiabilidade.

Tabela 2. Custos de manutenção da lavoura cafeeira por hectare entre o 4º e o 20º ano do ciclo produtivo.

Componente do custo	Quantidade ha ⁻¹	Valor unitário (R\$/ha)	Valor total (R\$/ha)
INSUMOS			
<i>Fertilizantes</i>			
Corretivo de solo (t)	10	200,00	2.000,00
Macronutrientes (sc)			
Ureia	255	140,00	35.700,00
KCl	204	170,00	34.680,00
Sulfato de amônio	88	120,00	10.200,00
Micronutrientes (kg)	170	100,00	17.000,00
<i>Defensivos (l)</i>			
Fungicidas	68	300,00	20.400,00
Inseticidas	68	167,00	11.356,00
OPERAÇÕES COM MÁQUINA (h/m)			
Calagem	10	150,00	1.500,00
Controle fitossanitário	8,5	150,00	1.275,00
Adubação	102	150,00	14.400,00
Colheita	74	500,00	37.000,00

Componente do custo	Quantidade ha⁻¹	Valor unitário (R\$/ha)	Valor total (R\$/ha)
MÃO DE OBRA (h/d)			
<i>Salário encarregado + encargos</i>			
Desbrota			
Poda	204	427,00	87.108,00
Roçada			
Limpeza de mangueira de irrigação			
OUTROS CUSTOS (un)			
Análise de solo	4	150,00	600,00
Assistência técnica	17	2.000,00	34.000,00
Energia irrigação	204	95,83	19.550,00
Gotejadores, registros, filtros	1	10.000,00	10.000,00
Pró-labore + encargos (produtor)	204	255,50	52.122,00
Roçadeira	3	629,00	1887,00
Kit poda	4	409,18	1.636,72
Combustível roçadeira (l)	680	5,99	4.073,20
Cerca	1	5.300,00	5.300,00
Transporte, secagem, beneficiamento	670	95	63.650,00
TOTAL (R\$)			465.437,92
IMPOSTOS (%)			
INSS/Funrural – RAT otimista	1,3	22.337,80	R\$ 487.775,72
INSS/Funrural – RAT realista	1,3	12.247,60	R\$ 477.686,52
INSS/Funrural – RAT pessimista	1,3	7.296,30	R\$ 472.734,22
DEPRECIÇÃO			
Investimento na formação do cafezal**	-	-	R\$105.881,08
DESPESAS FINANCEIRAS			
Juros do Financiamento ***	-	-	R\$22.421,88

*ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. sc = saco. l = litro. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.

** A depreciação do investimento na formação do cafezal (anos 1 a 3) não é considerada nos fluxos de caixa, pois trata-se de uma despesa contábil lançada na demonstração do resultado do exercício (DRE) para fins de apuração do lucro contábil, e não representa uma saída efetiva de caixa, uma vez que não ocorre desembolso.

*** Não devem ser considerados na análise do mérito do investimento, pois os fluxos de caixa relacionados à captação externa de recursos devem ser desconsiderados.

Fonte: Banco de dados do projeto P&D ConCafé - EMBRAPA.

Dentre os custos relacionados aos insumos, destaca-se o investimento com fertilizantes, que totalizou aproximadamente 21,3% do custo total de manutenção da lavoura cafeeira. Apesar da expressiva participação desses insumos na composição dos custos, os dados observados neste estudo estão em conformidade com os apresentados pela CONAB (2017), que, em sua análise sobre os custos de produção e rentabilidade da cafeicultura entre os anos-safra de 2008 a 2017, indicou que os fertilizantes representaram, em média, 21,77% dos custos totais. Corroborando com esse cenário, Marques e Moreira (2024) verificaram que em três municípios de Minas Gerais, os

fertilizantes apresentaram um custo médio de 23,3% do custo total por hectare. Esses resultados reforçam a tendência de que os insumos destinados à nutrição das plantas constituem um dos principais componentes de custo na formação e manutenção da lavoura cafeeira, independente do sistema adotado, destacando sua relevância tanto do ponto de vista técnico, quanto econômico.

As operações mecanizadas representaram 11,6% do custo total com a manutenção da lavoura. Esse valor corrobora com os dados apresentados por Marques e Moreira (2024), que identificaram um custo de 13% com maquinários na produção de café em Guaxupé – MG. Dentro das operações mecanizadas, destaca-se a colheita, que, no sistema analisado, correspondeu a aproximadamente 8% do custo total. Esse resultado está de acordo com os achados de Matiello (2018), que apontou que a colheita mecanizada do cafeeiro representa entre 5% e 10% do custo total de produção. A similaridade entre os valores indica que os custos observados neste estudo estão alinhados com a literatura, reforçando a viabilidade da mecanização como estratégia eficiente para a redução de custos com a colheita. De acordo com Matiello (2018), a sustentabilidade da produção de café está intrinsecamente ligada à necessidade de reduzir os gastos relacionados à colheita manual, que correspondem a cerca de 30% a 40% dos custos totais de manutenção.

Os dispêndios com mão de obra representam aproximadamente 18,7% do custo total de manutenção da lavoura. Entre as atividades, destacam-se a desbrota e a roçada da braquiária nas entrelinhas do cafezal. A desbrota é realizada, em média, três vezes ao ano, enquanto a roçada da cobertura vegetal ocorre cerca de quatro vezes ao longo do ciclo produtivo, refletindo a frequência e a importância dessas práticas no manejo da cultura. Quando comparado ao cultivo convencional, no qual a mão de obra pode representar até 36,22% dos custos totais, segundo a CONAB (2017), ou até 43,28%, conforme Marques e Moreira (2024), o sistema terraceado demonstra significativa eficiência operacional. Essa redução expressiva na participação da mão de obra está diretamente associada à maior adoção de práticas mecanizadas e ao planejamento adequado da área cultivada, que permite a execução de atividades com menor dependência de trabalho manual.

O dispêndio com assistência técnica corresponde a aproximadamente 7,3% do custo total, valor associado ao suporte agrônomo especializado prestado ao longo de todo o ciclo produtivo. Esse serviço abrange desde o planejamento estratégico das adubações até o monitoramento fitossanitário rigoroso, além de incluir orientações técnicas para as etapas de colheita e pós-colheita. Tais práticas são essenciais para assegurar não apenas a produtividade da lavoura, mas também a qualidade do produto

final e a sustentabilidade do sistema produtivo, reforçando o papel fundamental da assistência técnica na otimização dos resultados agronômicos e econômicos (MARSCHALL, 2009).

Outro componente relevante foi o conjunto de atividades relacionadas ao transporte, secagem e beneficiamento da produção, que juntas representam aproximadamente 13,6% do custo total. Esses processos são determinantes para a preservação da qualidade dos grãos, influenciando diretamente o valor final do café no mercado. A secagem adequada evita fermentações indesejadas, assegurando a integridade do produto até sua comercialização (SANTOS et al., 2017).

Os custos com armazenagem não foram considerados nos cálculos deste estudo, uma vez que muitos produtores optam por comercializar o café logo após o beneficiamento, ou já possuem contratos prévios com compradores fixos, eliminando a necessidade de estocagem prolongada. No entanto, é importante destacar que, para os agricultores que não têm acordos comerciais estabelecidos no momento da colheita, a armazenagem se torna uma etapa essencial da logística de comercialização. Nesses casos, o café pode ser armazenado temporariamente em estruturas próprias do produtor ou em armazéns de cooperativas e, ou, empresas locais, que oferecem esse serviço mediante pagamento de taxas. A armazenagem adequada é fundamental para preservar a qualidade do produto até o momento da venda, protegendo-o de oscilações de temperatura, umidade e ataques de pragas, além de permitir ao produtor escolher o momento mais estratégico para negociar sua safra, de acordo com as variações do mercado (SANTOS et al., 2017).

Informações mais detalhadas sobre os custos de manutenção da lavoura cafeeira em sistema terraceado podem ser consultadas no Apêndice D.

5.3 A adoção do sistema terraceado exige maior aporte inicial de recursos

Na Tabela 3, são discriminados os custos correspondentes às atividades realizadas exclusivamente no sistema de cultivo terraceado, não contempladas no sistema convencional. Essa distinção permite uma análise comparativa mais precisa e fundamentada desse sistema de cultivo, considerando suas particularidades operacionais e os impactos econômicos. Dessa forma, a tabela serve como subsídio para a tomada de decisão, contribuindo para o planejamento estratégico e para a escolha do sistema de cultivo mais adequado às condições edafoclimáticas e aos objetivos do produtor.

Tabela 3. Custos exclusivos do sistema de cultivo terraceado.

Componente	Quantidade ha ⁻¹	Valor unitário (R\$ ha ⁻¹)	Valor total (R\$ ha ⁻¹)
INSUMOS			
Semente de braquiária (kg)	5	43,50	217,50
Corretivo de solo (t)	5	200,00	1.000,00
OPERAÇÕES COM MÁQUINA (h/m)			
Construção dos terraços	50	240,00	12.000,00
Construção de estradas	6	240,00	1.440,00
Construção de caixa seca	4	150,00	960,00
Aração/gradagem para plantio braquiária	4	150,00	600,00
Calagem para plantio braquiária	1	200,00	200,00
Subsolagem para plantio de café	6	200,00	1.200,00
MÃO DE OBRA (h/d)			
Plantio braquiária	1	150,00	150,00
OUTROS CUSTOS (ud)			
Análise técnica e agrônômica	1	8.700,00	8.700,00
Levantamento topográfico	1	4.086,00	4.086,00
TOTAL (R\$)			R\$ 30.553,50

*ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.

Fonte: Autores.

Os custos discriminados na Tabela 3 refletem não apenas as exigências técnicas e estruturais para a implantação e operação eficiente do terraceamento, mas também a lógica de manejo conservacionista subjacente a esse sistema. O maior investimento individual é a construção dos terraços (R\$ 12.000,00 ha⁻¹), etapa imprescindível para controlar o escoamento superficial, minimizar a perda de solo por erosão e criar patamares operacionais que facilitem o tráfego de máquinas. Em seguida, surgem as obras de infraestrutura complementar, como as estradas internas e caixas secas, que somam R\$ 2.400,00 ha⁻¹ e garantem tanto o direcionamento seguro do excedente hídrico quanto o acesso logístico às lavouras durante todo o ciclo produtivo. Práticas como aração, gradagem, calagem e plantio de braquiária também compõem o sistema terraceado, contribuindo significativamente para a cobertura vegetal e conservação do solo, ainda que não sejam exclusivas desse modelo. Destacam-se ainda os serviços técnicos e topográficos, que totalizam R\$ 12.786,00 ha⁻¹ e são essenciais para o planejamento preciso das intervenções. Esses custos adicionais evidenciam sua complexidade e a necessidade de maior investimento inicial, o qual pode ser compensado por ganhos em produtividade, conservação e sustentabilidade no médio e longo prazo.

5.4 O sistema terraceado reduz drasticamente os custos com a colheita do café

Além dos custos específicos de implantação e manejo, um fator que se destaca na comparação entre os sistemas de cultivo convencional e terraceado é o método de colheita adotado. Essa diferença é particularmente relevante, pois os custos de colheita representam uma parcela expressiva das despesas totais de produção e, mais ainda, constituem a principal justificativa econômica para a adoção do terraceamento. A possibilidade de mecanização da colheita está diretamente associada ao tipo de manejo adotado, sendo viabilizada especialmente em áreas cultivadas com terraceamento, que favorecem o trânsito e a operação de máquinas. Por outro lado, em regiões com cultivo convencional, onde as condições topográficas dificultam o uso de maquinário, a colheita manual ainda é predominante, apesar de apresentar custos significativamente mais elevados.

A Tabela 4 apresenta exclusivamente os custos relacionados à colheita do café, comparando os métodos mecanizado e manual, e evidenciando a expressiva diferença econômica entre os dois sistemas de cultivo.

Tabela 4. Comparativo de custos entre colheita mecanizada e colheita manual do café.

Colheita	Custo unitário	Produtividade	Total (R\$ ha ⁻¹)
Mecanizada	R\$ 500,00 (h/m)	1 ha (5 h/m)	R\$ 2.500,00
Manual	R\$ 40,00 (60 l)	40 sacas (≈ 20.400 l café verde)	R\$ 13.600,00

ha=hectare. h/m = hora máquina. l=litros.

Fonte: Autores.

Na colheita mecanizada, o custo estimado é de R\$ 2.500,00 por hectare, considerando um valor de R\$ 500,00 por hora-máquina e uma demanda média de 5 horas para colher 1 hectare. Já na colheita manual, o custo atinge R\$ 13.600,00 por hectare, baseado no pagamento de R\$ 40,00 por 60 litros de café verde colhido. Considerando uma produtividade média de 40 sacas por hectare (cerca de 20.400 litros de café verde), o custo por saca chega a aproximadamente R\$ 340,00 (MATIELLO, 2019). Com uma produtividade média de 40 sacas por hectare, o custo final da colheita manual é significativamente elevado.

Essa diferença representa um acréscimo de R\$ 11.100,00 por hectare na colheita manual, o que corresponde a um custo 444% superior ao da colheita mecanizada. Tais números evidenciam de forma contundente os ganhos econômicos associados à

mecanização, sobretudo em áreas adaptadas para esse fim. Além da expressiva redução dos custos, a colheita mecanizada oferece maior agilidade operacional, reduz a dependência de mão de obra e diminui a vulnerabilidade frente às variações na oferta de trabalhadores rurais durante os períodos de maior demanda (OLIVEIRA et al., 2017). Esse benefício se torna especialmente relevante diante da crescente escassez de trabalhadores rurais e do aumento dos custos com contratações, fatores que pressionam a rentabilidade da atividade e demandam soluções que elevem a eficiência produtiva (MATIELLO, 2018). Portanto, a adoção de sistemas produtivos que favoreçam a mecanização, como o terraceamento planejado, constitui uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência econômica da cafeicultura, tornando-a mais competitiva e sustentável.

5.5 Análise dos custos totais da lavoura

A Tabela 5 apresenta a consolidação dos custos totais referentes à formação e à manutenção da lavoura ao longo de um ciclo produtivo de 20 anos.

Tabela 5. Consolidação dos custos de formação e manutenção da lavoura.

Estimativa dos custos	Cenário Otimista	Cenário Realista	Cenário Pessimista
Custo de formação (1° - 3°)	R\$ 124.899,38	R\$ 124.748,78	R\$ 124.674,88
Custo de manutenção (4° - 20°)	R\$ 487.775,72	R\$ 477.686,52	R\$ 472.734,22
Custo Total	R\$ 612.675,10	R\$ 602.435,30	R\$ 597.409,10

Fonte: Autores.

Para a fase de formação da lavoura (1° ao 3° ano), foram contemplados os custos associados à implantação do sistema produtivo, conforme detalhado na tabela 1. Esses valores variaram entre os cenários analisados: R\$ 124.899,38 no cenário otimista, R\$ R\$ 124.748,78 no cenário realista e R\$ 124.674,88 no cenário pessimista.

No período de manutenção da lavoura (4° ao 20° ano), foram considerados todos os custos operacionais recorrentes, como adubação, controle de plantas daninhas, mão de obra, entre outros insumos e serviços (Tabela 2). O custo de manutenção também variou entre os cenários, totalizando R\$ 487.775,72 no cenário otimista, R\$ 477.686,52 no realista e R\$ 472.734,22 no cenário pessimista. Dessa forma, o custo total acumulado da lavoura ao longo de 20 anos foi estimado em R\$ 612.675,10 no cenário otimista, R\$ 602.435,30 no cenário realista e R\$ 597.409,10 no cenário pessimista (Tabela 5). Esses valores representam a base de custo da lavoura cafeeira e foram integralmente

apropriados ao custo do produto, servindo de referência para a análise de viabilidade econômica nos diferentes cenários projetados.

Percebe-se que o custo total do cenário otimista foi 1,7% superior ao do cenário realista e 2,5% maior em relação ao cenário pessimista. Já o cenário realista apresentou um custo total 0,8% acima do cenário pessimista. Essa variação relativamente pequena entre os cenários deve-se ao fato de que a principal diferença está relacionada à incidência do tributo sobre a receita bruta.

5.6 Classificação contábil dos custos e despesas relacionados a produção do café

A Tabela 6 apresenta os itens classificados de acordo com os princípios da Contabilidade de Custos, sendo categorizados como custos ou despesas, com suas respectivas subclassificações.

Tabela 6. Classificação dos custos e despesas.

I - DESPESAS DE CUSTO DA LAVOURA	
Análise de solo	Custo direto/fixo
Despesas com insumos	Custo direto/variável
Operações com máquina	Custo direto/variável
Mão de obra (encarregado)	Custo direto/variável
Irrigação	Custo direto/semifixo*
Levantamento topográfico	Custo indireto/fixo
II - OUTRAS DESPESAS	
Assistência técnica	Custo indireto/fixo
Transporte, secagem e beneficiamento	Custo direto/variável
Despesas administrativas	Despesa fixa
Pró-labore produtor	Custo direto/fixo
<i>Impostos</i>	
INSS/Funrural - RAT	Despesa variável
III - DEPRECIÇÃO	
Cafezal	Custo indireto/fixo
IV – OUTROS CUSTOS FIXOS	
Manutenção periódica	Custo indireto/fixo

*Envolve custos que não variam diretamente com a produção, como a depreciação e manutenção do sistema, mas também apresenta componentes variáveis, como o consumo de energia e mão de obra, que dependem da frequência de uso ao longo do ciclo produtivo.

Fonte: Autores.

De acordo com o método de custeio por absorção, todos os custos associados ao processo produtivo, sejam diretos (como matéria-prima e mão de obra) ou indiretos (como depreciação de equipamentos), são integralmente alocados ao custo final do

produto (BORNIA, 2010). Para a mensuração do custo de produção do café neste estudo, adotou-se uma classificação detalhada dos insumos e despesas, baseada nos seguintes critérios técnicos:

- **Custos fixos:** são aqueles que permanecem constantes, independentemente do volume produzido. Exemplos incluem a depreciação de máquinas e equipamentos, salários de funcionários permanentes, seguros e encargos sobre a propriedade (OLIVEIRA et al, 2019).
- **Custos variáveis:** variam de forma proporcional ao nível de produção. São representados por gastos com insumos agrícolas, como sementes, fertilizantes, defensivos, combustível e mão de obra temporária (OLIVEIRA et al, 2019).
- **Custos diretos:** referem-se àqueles que podem ser diretamente atribuídos à produção do café, como os próprios insumos e a mão de obra utilizada diretamente nas operações de cultivo (FEHR et al. 2012).
- **Custos indiretos:** são aqueles que, embora necessários ao processo produtivo, não podem ser diretamente associados a um único produto ou atividade. Incluem, por exemplo, despesas com manutenção de equipamentos e consumo geral de energia (FEHR et al. 2012).

Dentro do primeiro grupo — despesas de custo da lavoura, compreende os gastos relacionados à aquisição de insumos (fertilizantes, defensivos agrícolas, corretivos de solo e etc.), custos com operações mecanizadas e mão de obra, são classificados como custos diretos e variáveis, uma vez que são diretamente atribuíveis ao produto final (FEHR et al. 2012). A análise de solo foi enquadrada como custo direto e fixo, por se tratar de dispêndio que não varia em função do volume de produção no curto prazo (FEHR et al., 2012). O levantamento topográfico foi classificado como um custo indireto e fixo, uma vez que, apesar de essencial para o processo produtivo, não pode ser diretamente atribuído a uma unidade específica de produto e permanece constante independentemente do volume produzido. A irrigação foi classificada como custo direto e semivariável, pois envolve custos que não variam diretamente com a produção, como a depreciação e manutenção do sistema, mas também apresenta componentes variáveis, como o consumo de energia e mão de obra, que dependem da frequência de uso ao longo do ciclo produtivo.

No segundo grupo, referente às outras despesas, destaca-se a assistência técnica, que foi classificada como custo indireto, uma vez que representa uma forma de mão de obra que não está diretamente envolvida nas atividades produtivas do café (FEHR et al.

2012). Considerando-se que o pagamento por esses serviços é estabelecido de forma fixa para determinado período e não depende da quantidade produzida por área cultivada, e que as atividades desempenhadas estão associadas ao funcionamento operacional da lavoura, essa despesa é também caracterizada como um custo fixo.

Ainda no segundo grupo, o transporte, secagem e beneficiamento da produção foram classificados como despesas indiretas e variáveis, uma vez que estão diretamente relacionados ao produto final e seus custos variam proporcionalmente ao volume produzido. Por se tratarem de atividades realizadas após a colheita, os valores desembolsados nessas etapas aumentam conforme a quantidade produzida, refletindo diretamente na escala da produção. As despesas administrativas foram enquadradas como despesas fixas, uma vez que seus valores permanecem constantes dentro de um determinado intervalo de tempo e não sofrem alterações em função do volume de produto comercializado (FEHR et al. 2012). Já o pró-labore do produtor foi classificado como custo direto por estar vinculado à produção e como custo fixo por manter um valor constante, independentemente do volume produzido.

O INSS/Funrural – RAT foi classificado como um custo variável, pois seu valor depende diretamente do faturamento da propriedade. A contribuição é calculada com base em uma alíquota de 1,3% aplicada sobre a receita bruta da comercialização, o que faz com que oscile conforme o porte da produção, a atividade econômica desenvolvida e a estrutura operacional da propriedade (BRASIL, 2025b).

No cálculo da depreciação, correspondente ao terceiro grupo de custos, foi adotado o método de depreciação linear. De acordo com Gelbcke et al. (2018), esse método consiste na divisão do valor total do investimento pela vida útil estimada dos bens, que, neste caso, corresponde ao período produtivo da lavoura.

No que tange ao quarto agrupamento, a manutenção periódica dos equipamentos foi classificada como um custo indireto, uma vez que não está diretamente associada à obtenção do produto final. Trata-se, ainda, de um custo fixo, pois os desembolsos com esse tipo de atividade costumam ser previamente estipulados para determinado intervalo de tempo (OLIVEIRA et al, 2019; FEHR et al. 2012).

5.7 Análise do custo médio de produção e da saca de café

A Tabela 7 apresenta a estimativa do custo médio anual de produção, obtido a partir da soma do custo total de formação acrescido dos encargos financeiros e custos de manutenção (conforme detalhado na Tabela 2), dividida pelo horizonte produtivo da

lavoura, considerado em 20 anos. Além disso, são apresentados os valores do custo médio por saca de café no sistema terraceado, calculado com base na produtividade média estimada de 40 sacas por hectare ao longo do ciclo produtivo da cultura cafeeira.

Tabela 7. Estimativa de custo médio e produtividade por saca (40 sacas/ano).

Item	Cenário otimista	Cenário realista	Cenário pessimista
Custo médio anual	R\$ 30.633,76	R\$ 30.121,72	R\$ 29.870,46
Custo por saca de café produzida	R\$ 765,84	R\$ 753,04	R\$ 746,76

Fonte: Autores.

Observa-se que o custo por saca de café no sistema analisado varia entre R\$ 746,76 no cenário pessimista e R\$ 765,84 no cenário otimista, com uma diferença modesta entre os cenários, reflexo das variações no custo total da lavoura já discutidas (Tabela 5). No entanto, esses valores se mostram semelhantes aos encontrados em sistemas convencionais. De acordo com a CONAB (2025), o custo de produção da saca de café em lavouras tradicionais em Minas Gerais, no ano de 2024, foi estimado em aproximadamente R\$ 788,03 por saca. Esse valor é cerca de 4,34% superior ao custo médio por saca verificado no presente estudo, evidenciando pouca diferença entre os sistemas analisados.

A diferença no custo por saca evidencia que o sistema adotado neste estudo, embora mais estruturado e tecnificado, apresenta custos de produção semelhantes aos do sistema convencional. Isso se deve, em parte, ao maior investimento inicial necessário para a implantação da lavoura, especialmente pela construção dos terraços (Tabela 1), mas que é compensado ao longo do ciclo produtivo pela mecanização, reduzindo despesas em etapas como a colheita. Esses fatores influenciam diretamente o custo final da produção e reforçam a competitividade do sistema terraceado em relação aos métodos tradicionais.

Portanto, apesar dos investimentos iniciais mais elevados, o sistema terraceado oferece vantagens agrônomicas e estruturais relevantes, como a possibilidade de mecanização em áreas montanhosas, contribuindo para a eficiência produtiva. Sua sustentabilidade econômica depende, entretanto, da capacidade de alcançar produtividades satisfatórias, que possibilitem diluir os custos e garantir retorno financeiro competitivo. Essa análise reforça a importância de avaliar cuidadosamente o equilíbrio

entre investimento, produtividade e retorno financeiro nos diferentes contextos da produção cafeeira (LOPES, 2015).

5.8 Comparação dos cenários de preço da saca de café

A Tabela 8 apresenta a avaliação da rentabilidade em três cenários distintos de preço de comercialização da saca de café (otimista, realista e pessimista), considerando uma produtividade média anual de 40 sacas por hectare.

Tabela 8. Análise da rentabilidade anual da lavoura cafeeira sob três diferentes cenários de preço da saca de café (60 kg).

	Cenário de produção		
	Otimista	Realista	Pessimista
Quantidade produzida (sc)	40	40	40
Valor saca	R\$ 2.564,42	R\$ 1.406,00	R\$ 837,79
(+) Receita bruta	R\$ 102.576,80	R\$ 56.240,00	R\$ 33.511,60
(-) Custo de produção*	R\$ 30.633,76	R\$ 30.121,72	R\$ 29.870,46
(+) Lucro bruto contábil	R\$ 71.943,04	R\$ 26.118,28	R\$ 3.641,14
(-) Despesa administrativa	R\$ 3.870,00	R\$ 3.870,00	R\$ 3.870,00
(=) Lucro operacional contábil	R\$ 68.073,40	R\$ 22.248,28	- R\$ 228,86

sc = saca. *A depreciação está inclusa no custo de produção anual de todos os cenários.

Fonte: Autores.

Na tabela acima são discriminadas as despesas operacionais com o objetivo de oferecer maior transparência na análise econômica dos cenários estudados. A despesa administrativa (composta por custos com contabilidade, energia elétrica, internet e telefone) não foi incluída no custo final do produto, em conformidade com os princípios da metodologia do custeio por absorção. Essa abordagem é importante especialmente quando se busca compreender a lucratividade operacional real, uma vez que despesas administrativas, embora fixas e muitas vezes diluídas ao longo do tempo, impactam diretamente a margem de lucro da atividade agrícola. Vale destacar que, sob a ótica contábil, o lucro contábil corresponde à diferença entre a receita bruta e o custo de produção total, o qual já contempla a depreciação dos ativos imobilizados.

Os valores das sacas foram definidos de acordo com os dados da COOXUPÉ (2025) dos últimos 24 meses, período pós pandemia, caracterizado por maior estabilidade

no mercado e recuperação gradual da cadeia produtiva. No cenário otimista, foi adotado o maior preço do café arábica registrado no período analisado, equivalente a R\$ 2.564,42 por saca, refletindo uma condição de mercado excepcionalmente favorável e com alta valorização do produto. O cenário realista considerou a média dos preços praticados entre período analisado, equivalente a R\$ 1.406,00 enquanto o cenário pessimista teve como base o menor valor observado, correspondendo a R\$ 837,79. Para todos os cenários, os valores foram corrigidos pela inflação com base no IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), sendo convertidos em valores reais a fim de refletir com precisão as condições atuais do mercado e permitir comparações consistentes entre os diferentes contextos simulados (IBGE, 2025).

Observa-se que, no cenário otimista, com uma produção estimada de 40 sacas por hectare, a receita bruta atingiu R\$ 102.576,80, valor obtido pela multiplicação da quantidade produzida pelo preço da saca. Considerando um custo de produção de R\$ 30.633,76, o lucro operacional contábil foi de R\$ 71.943,04. Esse resultado representa uma margem de lucro de 134,84% sobre o custo de produção, evidenciando a elevada rentabilidade do sistema sob condições favoráveis de mercado. Esse resultado reflete uma conjuntura de mercado altamente favorável, caracterizada por demanda aquecida, oferta restrita e valorização da qualidade do café brasileiro no mercado internacional (CONAB, 2025).

Com base na comercialização do café no cenário realista, a receita bruta foi de R\$ 56.240,00. Considerando um custo de produção de R\$ 30.121,72, o lucro operacional contábil obtido foi de R\$ 26.118,28, o que representa uma margem de 15,3% sobre o custo de produção. Embora a rentabilidade seja reduzida em comparação ao cenário otimista, ainda se mostra positiva dentro de um contexto de mercado mais conservador.

No cenário pessimista, com a saca de café cotada a apenas R\$ 837,79, a receita bruta foi de R\$ 33.511,60. Nesse caso, considerando o custo de produção de R\$ 29.870,46, o lucro operacional contábil obtido foi negativo, de - R\$ 228,86 e uma margem negativa de -0,68% sobre o custo. Essa simulação demonstra a elevada sensibilidade da rentabilidade frente à oscilação nos preços de mercado e reforça a necessidade de estratégias de proteção de preço e controle rigoroso de custos para mitigar os riscos econômicos da atividade cafeeira.

Diante das oscilações do mercado e das múltiplas variáveis que afetam a produção cafeeira, o produtor rural encontra-se continuamente exposto a diferentes níveis de risco. Neste trabalho, são avaliados três possíveis cenários relacionados especificamente ao

risco de mercado, com ênfase na variação do preço do café.: um cenário otimista, marcado por preços elevados e alta rentabilidade; um cenário realista, em que a atividade se mantém economicamente viável com margens mais modestas; e um cenário pessimista, no qual os preços de mercado ficam próximos do custo de produção, resultando em prejuízos. Reconhecer essas possibilidades é fundamental para a adoção de estratégias de gestão eficientes, capazes de mitigar riscos e garantir a sustentabilidade econômica da produção ao longo do tempo (THIRY-CHERQUES, 2006). Essa variabilidade reforça a necessidade de planejamento estratégico e uso de ferramentas de gestão de risco, como a comercialização antecipada, o cooperativismo e a obtenção de certificações de qualidade, as quais podem ampliar as oportunidades de valorização da produção no mercado (COSTA, 2011).

Como destaca Dutra (2017), a gestão eficiente no agronegócio exige a antecipação de cenários e a adoção de mecanismos que permitam ao produtor atuar de forma proativa diante da volatilidade dos mercados. Assim, mais do que reagir aos preços, o sucesso da atividade cafeeira está em prever, se preparar e se posicionar estrategicamente, assegurando competitividade e resiliência mesmo em conjunturas adversas.

Os resultados apresentados ressaltam a importância de considerar diferentes cenários na análise econômica da produção cafeeira, uma vez que variações nos preços e custos influenciam diretamente a margem operacional e o desempenho financeiro da atividade. O detalhamento das despesas operacionais, associado à correlação com os preços históricos, proporciona uma visão mais precisa dos desafios e oportunidades enfrentados pelo produtor em distintos contextos de mercado (THIRY-CHERQUES, 2006).

5.9 Análise dos indicadores de viabilidade

Conforme apresentado nos fluxos de caixa simplificados nos Apêndices A, B e C, os indicadores financeiros calculados desempenharam um papel fundamental na interpretação dos três cenários propostos (otimista, realista e pessimista). Esses indicadores foram utilizados não com o objetivo de realizar uma análise de viabilidade isolada, mas como instrumentos complementares para enriquecer a compreensão dos resultados e oferecer uma representação mais estruturada e clara do desempenho econômico do sistema de produção avaliado. É importante destacar que a depreciação não foi considerada no cálculo desses indicadores, pois não representa desembolso efetivo

durante o período analisado. Da mesma forma, os fluxos de caixa relacionados a captação de recursos foram desconsiderados na análise do mérito do investimento, uma vez que não refletem o desempenho operacional do empreendimento. Assim, a avaliação focou apenas nos fluxos de caixa efetivamente realizados, proporcionando uma visão mais realista da liquidez e rentabilidade do projeto.

No cenário otimista, os resultados demonstram elevada atratividade econômica. O Valor Presente Líquido (VPL) alcança R\$ 203.182,09, indicando geração de valor expressiva acima da taxa mínima de atratividade adotada (14,75%). A Taxa Interna de Retorno (TIR) é de 37,49%, muito superior à taxa de desconto, o que reforça a rentabilidade do projeto. A relação benefício/custo (B/C) com desconto é de 3,26, e o *payback* simples ocorre em 5 anos enquanto o descontado em 6 anos. Esse cenário revela baixo risco, alto potencial de retorno e sustentabilidade econômica do investimento.

No cenário realista, observa-se viabilidade econômica do projeto, ainda que com margens mais moderadas. O VPL é positivo, em R\$ 15.424,40, o que indica que o projeto supera o ponto de equilíbrio por uma margem modesta, considerando a taxa de desconto adotada. A TIR é de 17,05%, levemente superior à taxa mínima de atratividade. A relação B/C, com desconto, é de R\$ 1,17, sinalizando que, embora o retorno líquido seja marginal, os benefícios praticamente igualam os custos ao longo do tempo. O *payback* simples ocorre no sétimo ano, e o *payback* descontado no décimo quinto, demonstrando um retorno relativamente lento. Ainda assim, o projeto pode ser considerado viável, especialmente se houver melhorias operacionais ou valorização do produto. Trata-se de um cenário que permite a continuidade do investimento com cautela, sobretudo diante do valor total estimado do investimento, de R\$ 602.434,30.

No cenário pessimista, a inviabilidade econômica torna-se evidente. O VPL é expressivamente negativo, totalizando -R\$ 76.671,07, enquanto a TIR é de -2,33%, significativamente inferior à TMA de 14,75%. A relação B/C com desconto é de apenas 0,15, e não há ocorrência de *payback*, seja simples ou descontado, ao longo do período analisado, assim o investimento não é recuperável ao longo de 20 anos. O investimento total previsto nesse cenário é de R\$ 597.409,10, e os resultados indicam prejuízo certo e elevado risco de insustentabilidade financeira. Diante desse contexto, a continuidade da atividade se mostra economicamente inviável, caso os parâmetros pessimistas venham a se concretizar (GUIMARÃES, 2002).

A análise dos três cenários econômicos demonstrou que a viabilidade do cultivo de café em áreas terraceadas está fortemente condicionada às condições de mercado. O

cenário otimista revela alta rentabilidade e segurança econômica, enquanto o cenário realista, embora com margens mais estreitas, ainda aponta para viabilidade financeira. Em contraste, o cenário pessimista indica inviabilidade econômica, com prejuízos significativos e elevado risco de insustentabilidade. Esses resultados reforçam a importância de um planejamento rigoroso e de estratégias eficazes de mitigação de riscos, especialmente em contextos de incerteza (SILVA et al., 2018).

Embora não apresente viabilidade econômica no cenário pessimista, o sistema de terraceamento oferece uma vantagem estratégica importante no contexto atual da agricultura: a redução da dependência de mão de obra. Esse benefício se torna especialmente relevante diante da crescente escassez de trabalhadores rurais e do aumento dos custos com contratações (MATIELLO, 2018). Por permitir a mecanização dos tratamentos culturais em áreas de relevo acentuado, o terraceamento contribui significativamente para a realização das atividades agrícolas de forma mais ágil, eficiente e segura, reduzindo a necessidade de esforço manual intensivo e os custos operacionais com mão de obra. Essa mecanização favorece a padronização das operações, aumenta a consistência do manejo e diminui a ocorrência de falhas, tornando o sistema produtivo mais eficiente e adaptado às atuais limitações do setor rural. Além disso, em contextos onde o sistema alcance alta produtividade, com 50 a 60 saca/ha os custos fixos são diluídos por saca de produção, o que amplia a margem de rentabilidade (CHIAVENATO, 2014). Assim, mesmo frente a resultados econômicos restritivos no horizonte de 20 anos, o terraceamento se apresenta como uma alternativa no planejamento agrícola, especialmente quando associado a estratégias de intensificação sustentável e gestão eficiente de recursos.

Dessa forma, o modelo de trabalho apresentado, ao detalhar custos e associar indicadores financeiros, contribui para embasar decisões estratégicas mais informadas e seguras, auxiliando o produtor a avaliar riscos e oportunidades. É fundamental que o produtor rural amplie sua visão estratégica, considerando não apenas os custos operacionais, mas também as projeções financeiras de curto e longo prazo, adotando práticas de gestão que aumentem sua resiliência frente às oscilações do mercado. Essa abordagem está alinhada com as recomendações de Thiry-Cherques (2006) e Dutra (2017), que ressaltam a importância do planejamento e da antecipação para garantir a sustentabilidade da produção cafeeira.

6. CONCLUSÃO

A análise dos custos de produção do cultivo de café em áreas terraceadas, aliada à avaliação dos indicadores econômicos, demonstrou que essa prática é economicamente viável nos cenários otimista e realista. No cenário otimista, o sistema sobressaiu-se pela alta rentabilidade, retorno atrativo sobre o investimento e baixo risco. Já no cenário realista, embora as margens tenham sido moderadamente reduzidas, a TIR foi levemente superior à taxa mínima de atratividade, indicando viabilidade, porém com retorno modesto. Por outro lado, no cenário pessimista, o sistema mostrou-se financeiramente inviável, com VPL negativo, retorno insuficiente e alto risco de prejuízo, comprometendo a sustentabilidade da atividade no médio e longo prazo. Esses resultados destacam que a viabilidade do sistema depende diretamente das condições de mercado, sobretudo dos preços de comercialização do café. Embora o terraceamento ofereça benefícios técnicos importantes, como a mecanização das operações e a redução da dependência de mão de obra, sua implementação requer um planejamento financeiro cuidadoso e um monitoramento constante do ambiente econômico para garantir a sustentabilidade do investimento.

7. REFERÊNCIAS

- ABBAS, K.; GONÇALVES, M. N.; LEONCINE, M. Os métodos de custeio: vantagens, desvantagens e sua aplicabilidade nos diversos tipos de organizações apresentadas pela literatura. Contexto – **Revista de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade da UFRGS**, Porto Alegre, v. 12, n. 22, p. 145-159, 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Manual de armazenamento de agrotóxicos: orientações técnicas para estabelecimentos comerciais e propriedades rurais**. Brasília, DF: ANVISA, 2006.
- ALVES, E. L.; PEREIRA, F. A. C.; DALCHIAVON, F. C. Potencial econômico da utilização de micro-terraceamento em lavouras de café: um estudo de caso. **Revista iPecege**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 24–38, 2017.
- ANDRADE, F. T.; CASTRO JÚNIOR, L. Z.; COSTA, C. H. G.; LIMA, A. L. R.; ALBERT, L. H. B.; **Análise da viabilidade econômico-financeira da cafeicultura: um estudo nas principais regiões produtoras de café do Brasil**. XVI Congresso Brasileiro de Custos – Fortaleza - Ceará, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2009, 2009.
- ASSAF NETO, A.; SILVA, C. A. T. **Administração de capital de giro**. Atlas; 4 ed. São Paulo: Atlas, 288 p. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9843:2013 – **Armazenamento de agrotóxicos** – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa Selic: definição e importância**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>. Acesso em: 7 jun. 2025.
- BANCO DO BRASIL. **Pronaf Mais Alimentos**. Disponível em: <https://www.bb.com.br/site/agronegocios/pronaf-mais-alimentos/>. Acesso em: 18 abr. 2025.
- BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. Editora: Atlas; 3ª edição, 232 páginas, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 3 de janeiro de 2008. **Estabelece os critérios mínimos para o armazenamento de agrotóxicos em propriedades rurais**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 04 jan. 2008.
- BRASIL. Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991. **Dispõe sobre a organização da Seguridade Social, institui Plano de Custeio e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 jul. 1991.
- BRASIL. **Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010**. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária – PNATER. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 8, p. 1, 12 jan. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12188.htm. Acesso em: 18 abr. 2025.

BRASIL. Receita Federal. **Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR)**. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/itr>. Acesso em: 25 abr. 2025a.

BRASIL. Receita Federal. **Funrural – Produtor Rural Pessoa Física ou Jurídica**. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/funrural>. Acesso em: 25 abr. 2025b.

CAMPANHARO, A.; CAMPANHARO, M.; ESPINDULA, M. C.; PARTELLI, F. L. Adubação de plantio e formação do cafeeiro Conilon. In: PARTELLI, F. L.; CAMPANHARO, A. (org.). **Café Conilon: desafios e oportunidades**. Alegre: CAUFES, 2020. p. 169.

CEDAGRO – Centro de Estudos e Desenvolvimento do Espírito Santo. **Coefficientes Técnicos e Custos de Produção na Agricultura do Estado do Espírito Santo**. Vitória: CEDAGRO, 2023. Disponível em: https://www.cedagro.org.br/noticia_completa.php?cod=38. Acesso em: 21 abr. 2025.

CHIAVENATO, I. **Administração: Teoria, Processo e Prática**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

COCATREL. **Sistema de custo: abril de 2024**. Três Pontas: Cocatrel, 2024. Disponível em: <https://cocatrel.com.br/pdf/sistema-de-custo-abril-2024.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do café: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos safra 2008 a 2017**. Compêndio de estudos. Brasília, DF: CONAB, 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 21 abr. 2025.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Café – dezembro de 2025**. Brasília: CONAB, 2025. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 21 abr. 2025.

COOXUPÉ – Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé. **Histórico de preços do café**. Guaxupé: COOXUPÉ, 2025. Disponível em: <https://portalweb.cooxupe.com.br:9080/portal/precohistoricocafe.jsp>. Acesso em: 21 abr. 2025.

COSTA, C. H. G. **Fatores Internos da gestão de Riscos dos cafeicultores do Sul e Sudoeste De minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. 111 p.

CREPALDI, S. A. **Curso básico de contabilidade de custos**. Editora: Atlas; 5ª edição, 384 páginas, 2020.

EPAMIG. **Informe Agropecuário: pragas do cafeeiro – bioecologia e manejo integrado**. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, v. 35, n. 280, maio/jun. 2014.

FEHR, L. C. F. A. et al. Análise das variáveis de custos do café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil. **Reuna**, v. 17, n. 2, p. 97–115, 2017.

FEHR, L. C. F. A.; DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Análise temporal das variáveis de custos da cultura do café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil. **Custos e @gronegocio on line**, Viçosa, v. 8, n. 1, 2012. Disponível em: <https://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v8/Artigo%206.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

FERREIRA, C. C. et al. 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**. Mérida Publishers, p. 73–126. 2021.

GELBCKE, E. R.; SANTOS, A.; IUDÍCIBUS, S.; MARTINS, E. **Manual de contabilidade societária: aplicável a todas as sociedades de acordo com as normas internacionais e do CPC**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GUARÇONI, A. **Reflexões sobre nutrição e adubação do cafeeiro**. Curitiba: Editora Prismas, 2016. 167 p.

GUIMARÃES, H. B. **Avaliação moderna de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 22p. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Inflação: o que é, como funciona e qual a importância para a economia**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 7 jun. 2025.

LANNA, G. B. M. **Viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais**. Programa de Pós Graduação em Administração, Universidade Federal de Lavras. 95 p. 2010.

LI, D.; YANG, H. State-of-the-art Review for Internet of Things in Agriculture. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery**, Pequim, v. 49, n. 1, p. 1-20, 2018. DOI: <https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2018.01.001>.

MAPA. **Café no Brasil e Ementário do Café**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>.

MARQUES, M. S.; MOREIRA, N. P. Custos de produção do café arábica: análise das principais regiões produtoras do Brasil. **Contabilometria - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, v. 11, n. 2, p. 64-77. 2024.

MARSCHALL, C. Motivações para o Cooperativismo na Pequena Propriedade. **Organizações & Sociedade**, v.16, p.287-306, 2009.

MARTINEZ, H. E. P., ANDRADE, S. A. L. D. SANTOS, R. H. S., BAPTISTELLA, J. L. C., & MAZZAFERA, P. Agronomic practices toward coffee sustainability. A review. **Scientia Agricola**, v. 81, 2023.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2025.

MATIELLO, J. B. **Ajuste de rendimento em cafés colhidos em diferentes estágios de maturação**. Café Point, 23 de outubro de 2019. 2019. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/colunas/folha-procafe-jose-braz-matiello/ajuste-de->

[rendimento-em-cafes-colhidos-em-diferentes-estagios-de-maturacao-216588/](https://www.cafepoint.com.br/noticias/rendimento-em-cafes-colhidos-em-diferentes-estagios-de-maturacao-216588/). Acesso em 17 de junho de 2025.

MATIELLO, J. B. **Colheita mecanizada do café reduz fortemente os custos da operação**. Café Point, 24 abr. 2018. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/colheita-mecanizada-do-cafe-reduz-fortemente-os-custos-da-operacao-207896/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

MESQUITA, C. M. et al. **Manual do café: implantação de cafezais Coffea arábica L.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p.

MIRANDA, F. R.; DRUMOND, L. C. D.; RONCHI, C. P. Synchronizing coffee blossoming and fruit ripening in irrigated crops of the Brazilian Cerrado Mineiro Region. **Australian Journal of Crop Science**, Australia, v. 14, n. 4, p. 605–613, 2020.

NAVARRO, R. et al. Manejo do solo para o sistema de cultivo do café no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 38, p. 162–177, 30 dez. 2021.

OLIVEIRA, M. D. M.; VEGRO, C. L. R. Custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 4, p. 33–44, 2004.

OLIVEIRA, N. R. S., GONÇALVES, A. M. M., OLIVEIRA B. C., SAMPAIO, F., & ALMEIDA, S. G. F. A importância da análise de custos para as empresas. **Revista Faipe**, v. 9, n. 1, 2019.

OLIVEIRA, R. A.; SANTINATO, R.; FONSECA, I. C. B. **Colheita Mecanizada do Café**. In: SANTINATO, R. et al. (Org.). **Café Arábica: do plantio à colheita**. Uberaba: UFU, 2017. p. 345–368.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p.

RAMOS, C. A. R.; SOUZA, L. H.; OLIVEIRA, F. G. Economic feasibility of the use of tractor/agricultural implements for building terraces. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 28, p. 176–184, 2020.

RIBEIRO, C. L. **Custo de produção: colheita manual, mecanizada e semimecanizada**. Capebe, 2021. Disponível em: <https://capebe.coop.br/custo-de-producao-colheita-manual-mecanizada-e-semimecanizada/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

SANTINATO, R.; FERNANDES, D. R.; SANTINATO, F.; SANTINATO, V. A. **Doenças e pragas do cafeeiro: identificação e controle**. Varginha: Fundação PROCAFÉ, 2015.

SANTOS, G. J.; SEGATTI, S.; MARION, J. C. **Administração de custos na agropecuária**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 168 p.

SANTOS, O. L. et al. Custo-benefício da secagem de café em diferentes tipos de terreno. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 4, p. 11–18, dez. 2017. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/966>. Acesso em: 18 abr. 2025.

SILVA, A. C. R, et al. Análise da Gestão Estratégica de Custos e Métodos de Custeio tradicionais em uma Indústria Têxtil Paraibana. **ABCustos**, v. 13, n. 1, 2018.

SLAVOV, T. N. **Gestão estratégica de custos: uma contribuição para a construção de sua estrutura conceitual**. 2013. Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

THIRY-CHERQUES, H. R. **Projetos culturais: técnicas de modelagem**. 1º ed. FGV Editora, Rio de Janeiro, 280p. 2006.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, A. C.; MENDONÇA, E. S. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 150–159, 2012.

VIÉGAS, I. J. M.; CRAVO, M. S.; SALDANHA, E. C. M.; RODRIGUES, J. E. L. F. Uso e manejo eficiente de fertilizantes. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M. (org.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Parte 1, cap. 8, p. 105–111.

**CAPÍTULO III. MAPEAMENTO DE ÁREAS PARA CULTIVO DE
CAFÉ EM TERRAÇOS - MINAS GERAIS, BRASIL**

RESUMO

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2025. **Mapeamento de áreas para cultivo de café em terraços - Minas Gerais, Brasil.** Orientador: Janderson Damaceno dos Reis.

O Brasil é o maior produtor e exportador global de café, com Minas Gerais representando mais de 50% da produção nacional. Contudo, a produção sustentável de café em áreas montanhosas de Minas enfrenta desafios, como erosão do solo, baixa mecanização e falta de mão de obra. O uso de terraços agrícolas tem sido uma solução viável nessas regiões, permitindo a mitigação de alguns desses problemas. Este estudo teve como objetivo mapear áreas de Minas Gerais com potencial para o cultivo de café arábica em terraços, considerando fatores técnicos como altitude, declividade, solo, temperatura, precipitação e umidade. Utilizando o QGIS e técnicas de geoprocessamento, foram integrados dados espaciais com a realização da análise das faixas ideais, intermediárias e inaptas para o cultivo. O processo envolveu a aplicação de comandos de interseção e sobreposição das camadas para identificar as áreas aptas. Os resultados indicaram que cerca de 442 mil hectares estão dentro da faixa ideal, e 1,92 milhões de hectares dentro da faixa intermediária para a implementação do sistema de terraços. Além disso, em áreas já cultivadas, aproximadamente 43 mil hectares são adequados para o 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.

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

ABSTRACT

MELO, Ana Paula Arlinda Martins Romano de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2025. **Mapping of areas for coffee cultivation on terraces - Minas Gerais, Brazil.** Adviser: Janderson Damaceno dos Reis.

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

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

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade essencial para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, com o país sendo o maior produtor e exportador mundial, responsável por 38% da produção global em 2024 (FRANCO, 2024). A região Sudeste do Brasil foi a maior produtora, com uma receita bruta estimada em R\$42,8 bilhões, dos quais R\$28,2 bilhões foram gerados apenas no estado de Minas Gerais, representando 57,8% do faturamento nacional (CONAB, 2023).

O Estado de Minas Gerais se destaca por suas áreas montanhosas, o que favorece o plantio adensado do café, e, conseqüentemente, maior produtividade. Além disso, essas regiões proporcionam um clima mais ameno e uma boa distribuição das chuvas (SOUZA & OLIVEIRA, 2006), favorecendo a qualidade superior do café. No entanto, o modelo de cultivo em regiões de montanha demanda elevada mão de obra, pois inviabiliza o uso de maquinário. Esse modelo também favorece a ocorrência de erosão, resultando na perda de solo e nutrientes, além de aumentar a temperatura do solo, o que pode levar à morte de parte da microbiota. Adicionalmente, ele reduz o aporte de carbono no solo e intensifica o processo de degradação ambiental (THOMAZINI et al., 2012).

Alternativas de manejo, como, por exemplo, implantação do sistema de produção de café em áreas terraceadas, torna-se relevante para regiões montanhosas. O sistema exige a construção mecânica dos terraços, o plantio imediato de plantas de cobertura de solo (braquiária) e uma correta adubação e preparo do solo para receber as culturas de interesse econômico (FERREIRA et al., 2021). Esse sistema permite agregar melhor qualidade de trabalho através da capacidade de conservação do solo e da água, com maior aporte de carbono no solo, maior infiltração de água, redução da temperatura do solo, conservação da microbiota e redução dos custos com adubação e irrigação (FERREIRA et al., 2021). O uso do terraceamento para plantio de lavouras comerciais é relativamente recente (GARCIA; RIGHES, 2008) e, para ser eficaz, deve ser cuidadosamente planejado, executado e mantido. Essa prática pode reduzir perdas de solo e água em até 80% e 100%, respectivamente (LOURA, 2011) e, para alcançar essa eficiência, é essencial observar rigorosamente diversos critérios técnicos que são fundamentais para sua construção. Seu uso, por exemplo, é limitado em áreas muito acidentadas, terrenos pedregosos, declivosos, muito rasos ou com subsolo adensado (LOURA, 2011), além de regiões com alta precipitação (OLIVEIRA, 2009).

O uso de sistemas computacionais, como o Sistemas de Informação Geográfica (SIG), potencializa o planejamento adequado do terraceamento, facilitando a escolha das áreas mais propícias para sua implementação e garantindo maior eficiência na conservação do solo e da água. Esses sistemas possibilitam realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados permitindo manipular, combinar, investigar, editar e visualizar informações, que geralmente estão armazenadas em bases de dados (CÂMARA et al., 2005). Diversos softwares são comumente utilizados para essa finalidade, com destaque para o QGIS, um SIG de código aberto que possibilita a realização de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares, mantendo um elevado rigor matemático em suas avaliações e assegurando a precisão de seus resultados (QGIS 2024; GOEZ, 2015).

Diante dos desafios da cafeicultura em áreas montanhosas, o terraceamento destaca-se como uma prática sustentável que concilia produtividade com a conservação do solo e da água. Seu planejamento eficiente, especialmente com o apoio de tecnologias como os SIG, é essencial para mitigar a erosão e promover a sustentabilidade da atividade. Estudos como este são fundamentais para embasar decisões técnicas e orientar ações mais eficazes no manejo agrícola.

2. OBJETIVO

Mapear as áreas de Minas Gerais com potencial para implantação de lavouras de café arábica no sistema de terraceamento.

2.1 Objetivos específicos

- Quantificar a área atual de produção de café que poderia ser convertida para o sistema de cultivo em terraços;
- Determinar a extensão em hectares no estado de Minas Gerais onde esse modelo de produção de café pode ser implementado.

3. HIPÓTESE

A adoção do sistema de terraceamento em Minas Gerais tem potencial para ampliar a sustentabilidade das lavouras de café arábica em áreas montanhosas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no território do estado de Minas Gerais - Brasil. O clima predominante é o tropical com inverno seco, embora também apresente, em algumas áreas, o clima subtropical de altitude e o clima tropical úmido (SILVA, 2022). Está localizado na região Sudeste do Brasil e consiste no quarto maior estado brasileiro em área territorial, possuindo uma área cultivada de 1,2 milhão de hectares de café, dividida em quatro regiões produtoras. A macrorregião Norte de Minas, que inclui o Norte, os Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, abrange 77 municípios produtores e uma área plantada de 37,8 mil ha. A região do Cerrado Mineiro, compreendendo o Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e o Nordeste, conta com 51 municípios e 211,9 mil ha dedicados ao cultivo de café. A Zona da Mata mineira, que engloba a Zona da Mata, o Vale do Rio Doce e a região Central, tem 181 municípios com uma área cultivada de 322 mil ha. Por fim, as regiões Sul e Centro-Oeste juntas possuem a maior área, com 649,9 mil ha plantados em 154 municípios (CAFÉ POINT, 2018; EMATER, 2023).

Procedimentos metodológicos

O estudo foi realizado nas seguintes etapas: determinação dos critérios técnicos considerados essenciais para implementação dos terraços e plantio do café; coleta de dados e definição das faixas ideais, intermediárias e inaptas para implantação do sistema; e levantamento das áreas.

Determinação dos critérios técnicos

Para a implementação eficaz do sistema de terraceamento, foram considerados diversos critérios técnicos que alinham as necessidades da cultura do café com as exigências estruturais dos terraços. Entre os critérios estabelecidos, destacam-se: altitude, declividade, precipitação, tipo de solo, temperatura e umidade relativa do ar (UR). A correta análise e aplicação desses fatores é fundamental para o sucesso do sistema. A falta de atenção a esses parâmetros pode não apenas comprometer a eficácia do terraceamento, mas também resultar em consequências mais severas do que a não adoção da técnica, agravando os problemas de erosão, perda de solo e redução da produtividade (OLIVEIRA, 2009). Além disso, o alinhamento entre os aspectos agrônômicos e geomorfológicos garante maior longevidade e estabilidade das estruturas. Dessa forma, o terraceamento deixa de ser apenas uma técnica conservacionista e passa a integrar estratégias de manejo sustentável da lavoura.

Coleta de dados e definição das faixas

Os dados referentes a cada critério foram obtidos por meio de seus respectivos órgãos competentes (Tabela 2). Com base na literatura, foram estabelecidas três categorias de adequação: ideal, intermediária e inapta. A categoria ideal representa as condições em que os critérios técnicos, conforme a literatura, proporcionam o ambiente mais propício para o cultivo do café, otimizando o rendimento e a produtividade. A categoria intermediária engloba critérios que, embora não estejam completamente alinhados com as recomendações da literatura, ainda permitem o crescimento das plantas sem comprometer significativamente a produção (CARDUCCI & OLIVEIRA., 2021). Por fim, a categoria inapta engloba condições onde os critérios são desfavoráveis ao desenvolvimento pleno da cultura, tornando inviável tanto a construção de terraços quanto o cultivo eficiente do café.

Altitude

O critério de altitude foi estabelecido conforme Carvalho (2017), que considera uma faixa ideal de 700 a 1.800 metros para o cultivo de café arábica, pois proporciona um clima ameno, favorecendo a longevidade, produtividade e qualidade do café, com grãos de sabor mais complexo e acidez equilibrada (MESQUITA et al., 2016). No território mineiro, altitudes superiores a 1.800 metros, caracterizadas por temperaturas extremamente baixas, e altitudes inferiores a 500 metros, marcadas por temperaturas excessivamente elevadas, foram consideradas inadequadas para o cultivo. Por outro lado, altitudes situadas entre 500 e 700 metros foram classificadas como intermediárias (Tabela 1), devido à relação existente entre altitude e temperatura (TARIFA; AZEVEDO, 2001).

Declividade

Segundo a EMBRAPA (1979), a declividade do terreno é classificada em percentagens, e os terraços tipo patamar, avaliados nesse estudo, são recomendados para áreas com declividades entre 20% e 50% (DORREN; FREDDY, 2004). Para este estudo, a faixa de 20% a 45% foi considerada ideal para a construção de terraços, enquanto declividades acima dessa faixa foram classificadas como inaptas (Tabela 1).

Precipitação

A precipitação anual ideal para o café arábica varia entre 1.200 e 1.800 mm, com boa distribuição ao longo do ano, essencial para o desenvolvimento vegetativo e a

frutificação (MESQUITA et al., 2016). Para este estudo, foram consideradas precipitações ideais entre 1.200 e 1.800 mm, intermediárias entre 700 e 1.200 mm, e inaptas abaixo de 700 mm anuais (Tabela 1). Déficits hídricos afetam a umidade disponível para as raízes e a absorção de água e nutrientes, impactando o crescimento do dossel 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 (MEDRI et al., 2012).

Solo

Os latossolos foram considerados ideais para a construção de terraços devido à sua profundidade, boa drenagem e estrutura granular, que favorecem a infiltração de água e a estabilidade (SANTOS et al., 2018). Argissolos, por serem medianamente profundos e moderadamente drenados, foram classificados como intermediários (SANTOS et al., 2018; EMBRAPA, 2021). Outros tipos de solos, como os cambissolos, foram considerados inaptos para a construção de terraços (Tabela 1) por sua pouca profundidade, enquanto solos pedregosos ou com subsolo adensado também apresentam dificuldades para a implementação dos terraços (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Temperatura

A temperatura ideal para o cultivo de café foi considerada entre 18 e 24°C, pois essa faixa ajuda a evitar o estresse térmico e promove maior qualidade e produtividade dos grãos (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 inaptas (CIIAGRO, 2019) (Tabela 1). Temperaturas abaixo de 18°C reduzem a produtividade, causam dormência das gemas e retardam o desenvolvimento dos frutos, enquanto temperaturas acima de 31°C podem provocar o abortamento das flores (CAMARGO; PEREIRA, 1994).

Umidade relativa do ar

A espécie *Coffea arabica* L., originária das florestas úmidas dos altiplanos da Etiópia, está naturalmente adaptada a altos níveis UR (WINTGENS et al., 2009; MATIELLO et al., 2015), com nível ideal variando entre 60% e 80% (JÚNIOR, 2022; CARVALHO et al., 2023). Regiões com essa faixa de umidade foram consideradas ideais para o cultivo em terraços. Áreas subúmidas, com alta precipitação anual, foram classificadas como intermediárias, enquanto regiões com UR muito alta ou baixa foram consideradas inaptas. Alta UR pode prejudicar a resistência dos botões florais à seca e

calor, enquanto baixa UR aumenta a vulnerabilidade a pragas e reduz o desenvolvimento do cafeeiro (EMBRAPA, 2009; MESQUITA et al., 2016).

A tabela 1 apresenta de forma resumida os critérios para a implantação de terraços agrícolas, classificando as condições em "Ideal", "Intermediário" e "Inapto" com base na literatura. Essa categorização facilita a identificação de áreas adequadas para terraceamento, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes.

Tabela 1. Critérios e classes essenciais para implantação dos terraços.

Critérios	Ideal	Intermediário	Inapto
Solo	Latossolo	Argissolo	Outros tipos de solo
Declividade	20 – 45 %	45 – 50%	Abaixo de 20% e acima de 50%
Altitude	700 – 1800 m	500 – 700 m	Abaixo de 500 e acima de 1800 m
Precipitação	1200 – 1800 mm	700 – 1200 mm	Abaixo de 700 mm
Temperatura	18 – 24°C	25 – 30°C	Abaixo de 18 e acima de 30°C
UR	Úmido	Subúmido	Outros

Fonte: Autores

Percebe-se que a adoção do terraceamento agrícola requer uma análise criteriosa de múltiplos fatores edafoclimáticos e geomorfológicos, os quais influenciam diretamente a viabilidade técnica e a eficácia do sistema. A categorização das condições em "Ideal", "Intermediário" e "Inapto" (Tabela 1) permite orientar a tomada de decisão quanto à implantação dos terraços, promovendo maior assertividade na seleção das áreas e contribuindo para o uso racional dos recursos naturais.

Na tabela 2 são apresentadas as fontes de dados utilizadas para acessar os mapas existentes de cada critério técnico avaliado. Cada critério foi associado a uma base de dados específica, proveniente de instituições reconhecidas, como a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Essas fontes forneceram informações essenciais sobre as variáveis edafoclimáticas e topográficas utilizadas no processo de avaliação, garantindo confiabilidade e representatividade aos dados espaciais empregados.

Tabela 2. Dados utilizadas para o mapeamento e avaliação dos parâmetros para implementação de café em terraços.

Critérios	Fonte de dados utilizado
Tipo de solo	Base de dados do Departamento de Solos – UFV, 2010
Declividade	Semad, 2023
Altitude	ANA - Agência Nacional De Águas, 2010
Precipitação	Semad, 2018
Temperatura	Semad, 2018
UR	Semad, 2018

Fonte: Autores.

Os anos associados a cada base de dados indicam o período de referência mais recente e consolidado disponível no momento da realização do estudo. Para variáveis edáficas, como o tipo de solo, utilizou-se a base do Departamento de Solos da UFV, reconhecida por sua estabilidade e detalhamento, sendo que informações pedológicas não sofrem alterações frequentes, o que dispensa atualizações anuais. Em relação aos critérios topográficos, como declividade e altitude, foram utilizados modelos digitais de elevação processados por instituições oficiais, como a SEMAD (2023) e a ANA (2010), cujas versões recentes mantêm alta acurácia espacial e são amplamente adotadas em estudos geográficos. Já os critérios climáticos (precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) foram obtidos a partir da base climática da SEMAD, com dados consolidados até 2018. Estes refletem médias históricas representativas do comportamento climático regional, geralmente calculadas com base em períodos de 30 anos, conforme metodologia recomendada por órgãos como o INMET e a Organização Meteorológica Mundial. A utilização dessas séries garante maior robustez na modelagem espacial e evita distorções causadas por variabilidades sazonais ou eventos extremos isolados.

Análise de dados

Com base nos dados de entrada (Tabela 2), foi realizado um levantamento das áreas do estado de Minas Gerais consideradas aptas para a construção de terraços e o plantio de café. Utilizando o QGIS (versão 3.36.0) e técnicas de geoprocessamento, integrou-se dados espaciais e atributos essenciais para a tomada de decisão na construção de terraços. As fontes de dados de cada parâmetro foram inseridas no QGIS, em camadas

Shapefiles, onde foram analisadas as tabelas de atributos correspondentes. Realizou-se operações para separar as faixas ideais, intermediárias e inaptas, exportando cada camada individualmente. Em seguida, aplicou-se comandos de interseção, união e sobreposição das camadas para consolidar as áreas aptas para o cultivo de café em terraços.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das faixas ideais, intermediárias e inaptas de cada critério técnico

Altitude

A faixa ideal da altitude abrange uma grande parte do estado de Minas Gerais (Figura 1). Esse fato se deve à variação altimétrica do território mineiro, onde a maioria varia entre 900 e 1.500 metros (MRE, 2021), esta variação encontra-se dentro da faixa ideal para implantação de terraços e cultivo de café (Tabela 1).

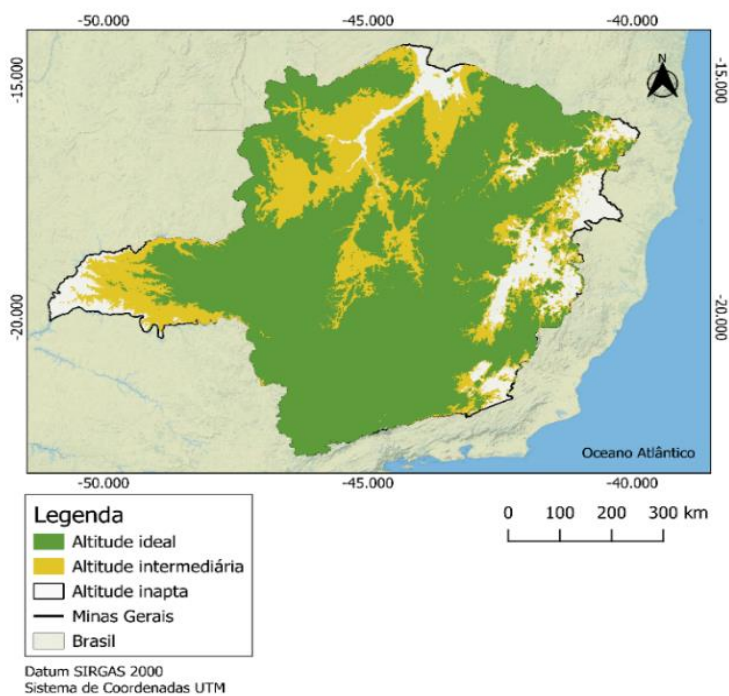


Figura 1. Altitude ideal, intermediária e inapta de Minas Gerais para implantação de café em terraços. Fonte: Autores.

A faixa de altitude intermediária – variando entre 500 e 700 metros (Tabela 1), apresenta uma distribuição menos extensa e mais fragmentada no estado em comparação com as áreas de altitude ideal (Figura 1). Isso se explica pela predominância de altitudes superiores a 900 metros na maior parte de Minas Gerais (MRE, 2021), onde as condições ainda são favoráveis para o cultivo de café. A faixa de altitude inapta representa a menor

parte do território mineiro (Figura 1), isso porque altitudes <500 metros (classificadas como inapta – Tabela 1) correspondem a cerca de 15% da área do estado (BERNARDES et al, 2012).

Declividade

A faixa de altitude intermediária – variando entre 500 e 700 metros (Tabela 1), apresenta uma distribuição menos extensa e mais fragmentada no estado em comparação com as áreas de altitude ideal (Figura 1). Isso se explica pela predominância de altitudes superiores a 900 metros na maior parte de Minas Gerais (MRE, 2021), onde as condições ainda são favoráveis para o cultivo de café. A faixa de altitude inapta representa a menor parte do território mineiro (Figura 1), isso porque altitudes <500 metros (classificadas como inapta – Tabela 1) correspondem a cerca de 15% da área do estado (BERNARDES et al, 2012).

A declividade ideal apresenta uma distribuição em todo o estado mineiro (Figura 2), sendo mais acentuada na região Nordeste, Jequitinhonha, Leste, Vale do aço, Leste do Sul e Sudeste do estado (IBGE, 2022). Em contrapartida, a maior parte do estado apresenta declividades entre 0% e 15% (BERNARDES et al., 2012), classificando essas áreas como inaptas para o terraceamento (Tabela 1). Não houve classificação intermediária de declividade (Figura 2), uma vez que, com base nos critérios técnicos estabelecidos, os dados de entrada não incluíram valores nessa faixa.

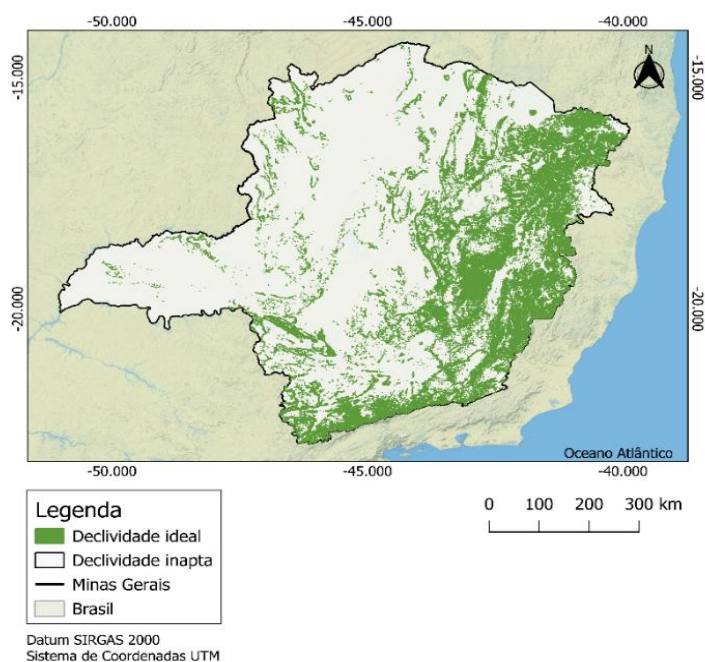


Figura 2. Declividade ideal e inapta de Minas Gerais. Fonte: Autores.

Temperatura

A temperatura média em Minas Gerais apresenta variações significativas conforme a região e a estação do ano. No entanto, de forma geral, mantém-se em torno de 24 °C ao longo do ano. Os valores mais elevados são registrados no mês de fevereiro, quando a temperatura média atinge aproximadamente 26 °C (DADOS MUNDIAIS, 2024). Considerando que a faixa de temperatura ideal foi estabelecida entre 18 °C e 25 °C (Tabela 1), verifica-se que a maior parte do território mineiro se enquadra dentro desse intervalo. Essa condição contribui para a ampla cobertura espacial observada para esse critério, conforme ilustrado na figura 3.

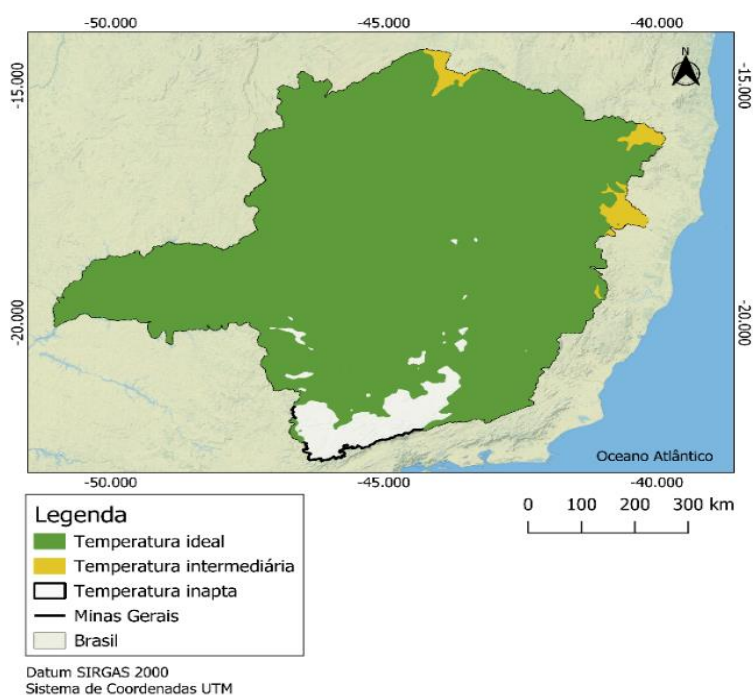


Figura 3. Temperatura ideal, intermediária e inapta em Minas Gerais. Fonte: Autores.

Em contrapartida, a faixa intermediária de temperatura foi o critério que menos limitou a implantação do café no estado, uma vez que praticamente todo o território mineiro possui a faixa de temperatura ideal para implantação da cultura (Figura 3). A faixa inapta de temperatura ocorre na região sul de Minas, pois, de forma geral, as menores médias das temperaturas ocorrem nessa região do estado (REBOITA et.al., 2015).

Precipitação e UR

A faixa ideal de precipitação e UR para implantação do café em terraços encontra-se em áreas específicas do estado, predominantemente nas regiões Noroeste, Centro, Vale do Aço, Leste do Sul, Sudeste, Centro Sul, Oeste, Sul, Triângulo do Norte e Triângulo do Sul (Figura 4). A maioria dessas regiões possuem um período chuvoso com mais de 175 dias (REIS, et al., 2005) o que permite uma boa distribuição das chuvas na região, favorecendo o cultivo de café, que exige uma precipitação entre 1200 e 1800 mm (MATIELLO, et al., 2015). A alta umidade do ar favorece a formação de nuvens convectivas, dando origem a uma grande incidência de precipitação, principalmente à tarde (NECHET, 1997). Além disso, a distribuição da umidade relativa está relacionada com a distribuição das chuvas, e os valores mais elevados de umidade ocorrem em locais com maior pluviosidade (NECHET, 1997).

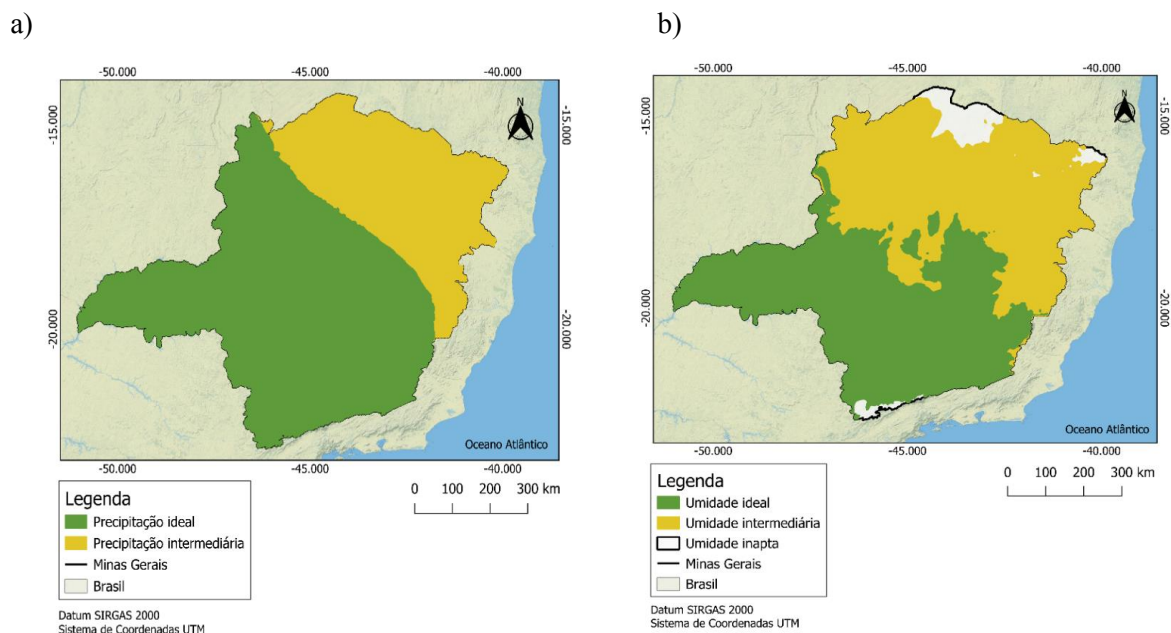


Figura 4. Precipitação (a) e umidade (b) ideal, intermediária e inapta em Minas Gerais.

Fonte: Autores.

A faixa intermediária de precipitação e umidade também apresentaram um comportamento semelhante entre si, predominando nas regiões opostas àquelas da faixa ideal (Figura 4), em razão da diminuição da precipitação nas regiões Norte, Nordeste, Leste e Jequitinhonha do estado. Além dessas regiões, a umidade intermediária abrange também partes do Leste do Sul, Vale do Aço e Centro. Destaca-se que não existe faixa inapta de precipitação para o cultivo de café em Minas Gerais (Figura 4 (a)), no entanto, existe uma pequena faixa inapta de umidade para implantação da cultura, que abrange

uma parte da região Norte, Nordeste e Sul (Figura 4 (b)). No extremo norte do estado existe uma pequena área com os climas semiárido e quente (Bsh e Bwh), caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, baixa nebulosidade, forte insolação, índices elevados de evaporação e temperaturas médias elevadas, que ocasionam baixa umidade do ar no local (REBOITA et. al., 2015).

Solo

Os latossolos encontrados em Minas Gerais são extremamente comuns no Brasil, representando cerca de 39% da área total do país e distribuindo-se por quase todo o território nacional (SANTOS, et al., 2019). Esses solos se distribuem nas regiões equatoriais e tropicais, e são aptos à agricultura com nível médio a alto de tecnologia. Conforme ilustrado na figura 5, também são altamente predominantes no estado de Minas Gerais, o que favorece a predominância da faixa de solo ideal para implementação dos terraços e o cultivo do café no estado (SEDIYAMA, et al., 2001).

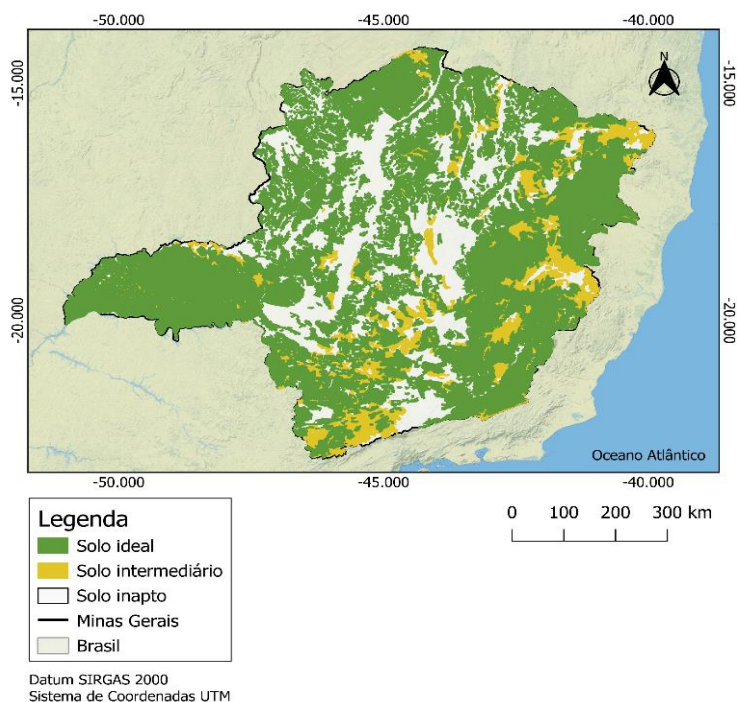


Figura 5. Solo ideal, intermediário e inapto de Minas Gerais. Fonte: Autores.

Em contrapartida, o predomínio dos argissolos no estado é relativamente menor quando comparado aos latossolos. De acordo com Silva (2018), os argissolos ocupam aproximadamente 12% do território mineiro, o que explica a baixa concentração de solos na faixa intermediária para a construção de terraços e o cultivo de café (Figura 5). A faixa considerada inapta corresponde aos demais tipos de solo presentes no estado

(cambissolos, neossolos, gleissolos, planossolos e nitossolos), os quais apresentam maiores limitações para a construção de terraços, conforme destacado por Marques et al. (2017).

Análise da interseção das faixas ideais

Após expor as camadas ideais, procedeu-se à interseção das mesmas, que representa a sobreposição de todos os critérios técnicos da faixa ideal. Isso permite destacar as áreas em Minas Gerais com potencial para a implementação do sistema de produção de café em terraços (Figura 6 (a)).

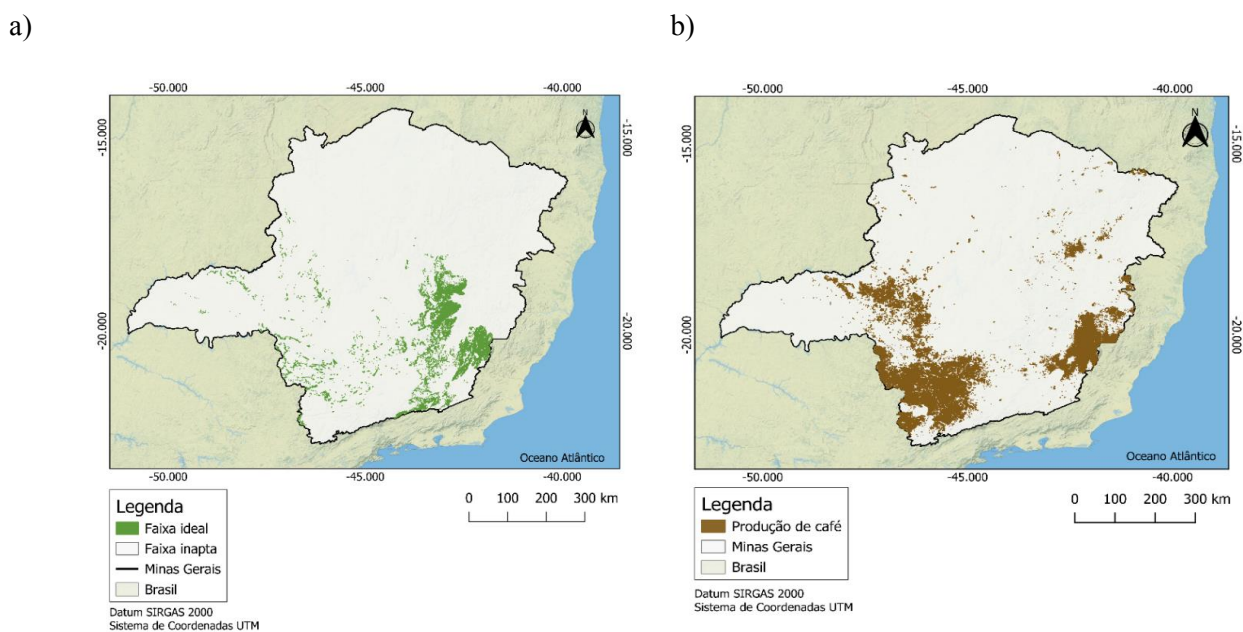


Figura 6. Faixa ideal para implantação do sistema de produção de café em terraços em Minas Gerais (a); produção de café no estado de Minas Gerais em 2017 (b). Fonte: Autores.

A faixa ideal para a implementação do sistema de produção de café em terraços corresponde a aproximadamente 442 mil ha (Figura 6 (a)), o que representa 0,76% da extensão do estado, que possui aproximadamente 58 milhões de ha (IBGE, 2019). A delimitação dessa área foi realizada com base nos critérios técnicos especificados na tabela 1, que descreve as condições ideais para o cultivo de café conforme a literatura. Essas condições criam um ambiente propício para a construção de terraços e o cultivo de café, maximizando o rendimento e produtividade. Entre os critérios técnicos analisados, declividade, precipitação e umidade foram os mais restritivos devido à sua predominância em regiões específicas do estado (Figura 2 e 4). Em contrapartida, altitude, tipo de solo e temperatura mostraram ser menos limitantes, pois suas faixas ideais são mais abrangentes em Minas Gerais (Figura 1, 3 e 5).

Na figura 6 (b), é possível observar o levantamento mais recente das áreas onde há o cultivo de café (CONAB, 2017), e com base nos cálculos realizados a partir do QGIS, verificou-se que as atuais áreas produtivas no estado de Minas Gerais somavam aproximadamente 1,15 milhões de hectares (ha) em 2017. O mesmo cálculo foi realizado na figura 6 (a) para quantificar a faixa ideal com potencial para implementação do sistema de café em terraços. Identificou-se que, dentre as áreas já utilizadas para o cultivo de café (1.15 milhões ha) aproximadamente 43 mil ha são adequados para a adoção do sistema de terraços dentro da faixa ideal, o que corresponde a aproximadamente 3,7%.

Análise da interseção das faixas ideais ou intermediárias

A faixa ideal ou intermediária para implementação do sistema de produção de café em terraços corresponde a aproximadamente 1.92 milhões de ha, ou seja, 3,3% do território mineiro, uma maior abrangência quando se comparado com a faixa ideal (figura 7).

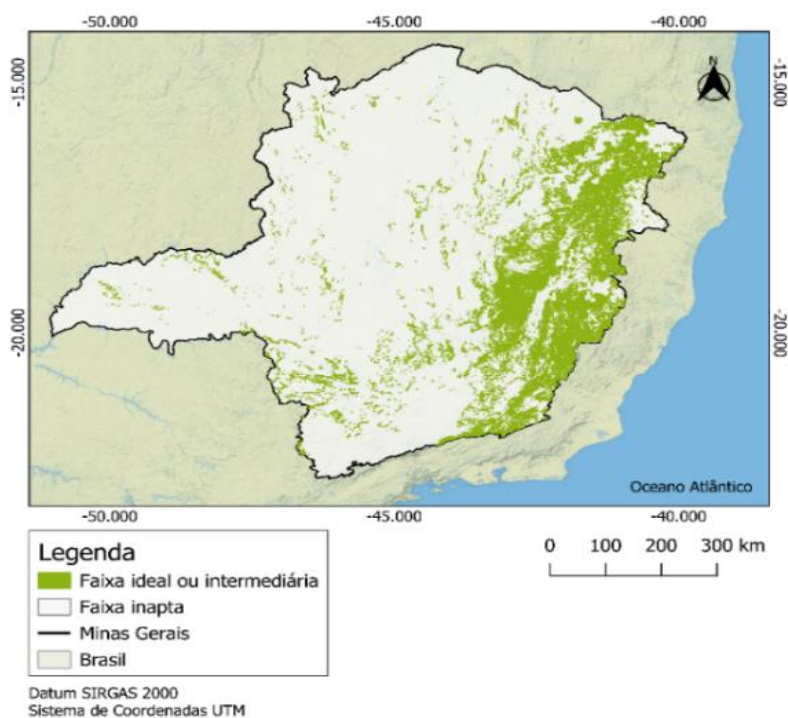


Figura 7. Faixa ideal ou intermediária para implantação do sistema de produção de café em terraços em Minas gerais. Fonte: Autores.

Nessa faixa há uma maior possibilidade de implementar o sistema de produção em outras regiões do estado como Leste, Leste do Sul, Vale do Aço e Nordeste (Figura 7). Isso foi possível devido a classe intermediária englobar condições que, mesmo não

cumprindo integralmente as recomendações técnicas, ainda possibilitam o crescimento das plantas sem causar impactos significativos na produção. Ao realizar os cálculos para quantificar a faixa ideal ou intermediária com potencial para a implantação do sistema de cultivo de café em terraços, foi identificado que, dentre as áreas atualmente utilizadas para o cultivo de café (1,15 milhão de ha – Figura 6 (b)), aproximadamente 60 mil ha são adequados para a adoção desse sistema, ou seja, 5% da área de café cultivada de forma convencional no estado, poderiam ser convertidas para o sistema em terraços, se considerado o cenário ideal ou intermediário.

Os resultados apresentados pela faixa ideal ou intermediária (Figura 7) podem ampliar as possibilidades de tomada de decisão dos produtores diante dos desafios da cafeicultura em regiões montanhosas. A implementação do sistema de terraços permite a mecanização dos tratos culturais, especialmente da colheita, que representa uma parcela significativa dos custos totais. Além disso, esse sistema oferece diversos benefícios agronômicos, como maior aporte de carbono no solo, maior taxa de infiltração de água e menor risco de erosão (LOURA, 2011).

6. CONCLUSÃO

O estudo revela que 0,76% das áreas em Minas Gerais possuem condições ideais para implantação de lavouras de café arábica em terraços, enquanto 3,3% apresentam condições ideais ou intermediárias. Dentre as áreas atualmente utilizadas para o cultivo de café convencional, 3,7 e 5% poderiam ser convertidas para o sistema em terraços, considerando o cenário ideal e ideal ou intermediário, respectivamente. Essa expansão pode beneficiar a produção de café nas regiões montanhosas, permitindo a mecanização e práticas de cultivos mais sustentáveis, como benefícios sociais, ambientais e econômicos para região.

7. REFERÊNCIAS

- AMARASINGHE, U. et al., **Toward sustainable coffee production in Vietnam: More coffee with less water**. *Agricultural Systems*, [s. l.], v. 136, p. 96-105, 2015.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Curvas de Nível**. 2010. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/0e21c03b-fd46-4c9a-9a39-2537ac347214>. Acesso em 04 de junho de 2024.
- BERNARDES, T., MOREIRA, M. A., ADAMI, M., RUDORFF, B. F. T. **Diagnóstico físico-ambiental da cafeicultura no estado de Minas Gerais–Brasil**. *Coffee Science*, Lavras, v. 7, n. 2, p. 139-151, 2012.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. Ed. Piracicaba, SP. 392 p. 1999.
- CAFÉ POINT. **Minas Gerais tem área de 1,2 milhão de hectares de café**. 2018. Disponível em: <https://www.cooxupe.com.br/noticias/minas-gerais-tem-area-de-12-milhao-de-hectares-de-cafe/>. Acesso em 04 de junho de 2024.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/livros.html>. Acesso em: junho de 2024.
- CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Genebra.
- CARDUCCI, C. E., & OLIVEIRA, G. C. D. Manejo do solo na cafeicultura: produtividade e sustentabilidade. In: SILVA, S. H. G., OLIVEIRA, G. C. **Caracterização dos solos e ambientes utilizados na cafeicultura de sequeiro**. Editora UFLA, 135p. 2021.
- CARVALHO, L. G, et al., **Zoneamento ecológico-econômico do estado de minas gerais**. In: SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T.; DONIZETTE, A. Lavras: Editora UFLA, 161 p. 2017.
- CARVALHO, M. **Nome científico do café e suas espécies**. 2023. Disponível em: <https://www.graogourmet.com/blog/nome-cientifico-do-cafe-e-suas-especies/>. Acesso em 04 de junho de 2024.
- CIIAGRO. **Zoneamento macro - Aptidão ecológica da cultura do café**. 2019. Disponível em: https://www.ciiagro.sp.gov.br/znmt_macro_9.html. Acesso em: 04 de junho de 2024.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Boletim, v. 10, n. 4, p. 1–49, 2023.
- CONAB. **Mapeamentos agrícolas**. 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/mapeamentos-agricolas>. Acesso em 27 de junho de 2024.
- DADOS MUNDIAIS. **Clima em Minas Gerais (Brasil)**. Disponível em: https://www.dadosmundiais.com/america/brasil/clima-minas-gerais.php#google_vignette. Acesso em 24 de junho de 2024. 2024.
- DORREN, L; REY, F. **A review of the effect of terracing on erosion**. In: Briefing Papers of the 2nd SCAPE Workshop. C. Boix-Fayons and A. Imeson, p. 97-108, 2004.

EMATER. **Cafeicultura é um dos destaques da agenda estratégica da Emater-MG.** 2023. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/agricultura/noticias/cafeicultura-e-um-dos-destaques-da-agenda-estrategica-da-emater-mg#:~:text=A1%C3%A9m%20desses%20grandes%20projetos%2C%20a,como%20os%20clim%C3%A1ticos%2C%20por%20exemplo>. Acesso em 25 de junho de 2024.

EMBRAPA. **Fenologia do Cafeeiro: Condições Agrometeorológicas e Balanço Hídrico do Ano Agrícola 2004–2005.** Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF 28 p. 2009.

FERRÃO, M. A. G.; ET AL., **Indicação de cultivares de café arábica para o estado do Espírito Santo e avaliação comparativa com o conilon em altitude elevada.** Embrapa, p. 47p, abr. 2021.

FERREIRA, C. C. et al., **Cafeicultura: Recuperação de áreas degradadas e uso de práticas agroecológicas no manejo do café em região de montanhas.** Em: Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Mérida Publishers, p. 73–126. 2021.

FRANCO, L. **Conheça os maiores produtores de café do mundo.** 2024. Disponível em: <https://sistemafaeb.org.br/conheca-os-maiores-produtores-de-cafe-do-mundo>. Acesso em 03 de junho de 2024.

GARCIA, S. M.; RIGHES, A. A. **Vertical mulching e manejo da água em semeadura direta.** v. 32, p. 833–842, 2008.

GOEZ, L. L. **Avaliação de áreas para a implantação de aterro sanitário no município de senador canedo em goiás.** Dissertação —Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2015.

IBGE. **Cidades e Estados.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>. Acesso em 04 de junho de 2024, 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil: 981–2010.** Brasília, DF: INMET, 2020.

JÚNIOR, M. A. C. F. **Manejo para redução de danos de geada em cafeeiros arábica.** Trabalho de Conclusão de Curso – Agronomia, Londrina: Unopar, 2022.

LOURA. D. S. **Levantamento e Conservação do Solo: práticas conservacionistas de solo e água.** Terraceamento agrícola, UFLA, 2011.

MARQUES, M. V. A. et al., **Diagnóstico da desertificação na região norte de minas gerais por meio de técnicas de geoprocessamento.** Boletim de Geografia, v. 35, n. 2, 2017.

MATIELLO, J. B. et al., **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações.** Rio de Janeiro-RJ; Varginha-MG: SARC/PROCAFÉ. 548 p, 2015.

MEDRI, C.; PIMENTA, J. A.; RUAS, E. A.; SOUZA, L. A.; MEDRI, P. S.; SAYHUN, S.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E. O alagamento do solo afeta a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo de *Aegiphila sellowiana Cham.* (Lamiaceae)?. **Semina**, v.33, n.1, p.123-134, 2012.

MESQUITA, C. M.; et al., **Manual do Café: Implantação de cafezais.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 50 p. 2016.

NECHET, D. **Variabilidade diurna de precipitação em Belém-PA: aplicação em planejamento a médio e longo prazo.** Boletim Climatológico. Presidente Prudente, SP, v.2, n.3, p.223-227, jul. 1997.

OLIVEIRA, J. DE M. **Atenuação de riscos em sistemas de terraceamento em goiás.** Goiânia: a Universidade Federal de Goiás, 2009.

QGIS. **QGIS - A liderança do SIG de código aberto.** Versão 3.34. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html, 2024.

REBOITA, M. S. et al., **Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 17, n. 11, 2015.

REIS, R. J. et al., **Análise espacial do período chuvoso em Minas Gerais.** Anais do Simpósio brasileiro de geografia física aplicada, 11., 2005, São Paulo. Geografia, tecnologia, sociedade e natureza: anais. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

SANTOS, H. G. et al., **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Capítulo 10: Latossolos. 5° ed. Brasília, DF: Embrapa, 356 p, 2018.

SEDIYAMA, G. C. et al., **Zoneamento agroclimático do cafeeiro (Coffea arabica L.) para o Estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 9, n. 3, p. 501-509, 2001.

SEMAD. **Mapa de declividade (em %).** 2023. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/46b18109-06ab-4529-9401-5a662f1e39b2>. Acesso em 04 de junho de 2024.

SEMAD. **ZEE-MG - Precipitação média anual.** 2018. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7fa14753-e577-4f61-b5bf-029c0377a886>. Acesso em 04 de junho de 20124.

SILVA, L. C. L, et al., **Pedodiversidade No Estado De Minas Gerais-Brasil.** Caderno de Geografia, v. 28, n. 1, p. 18-38, 2018.

SILVA, R. C. **Clima de Minas Gerais.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/clima-de-minas-gerais>. Acesso em 04 de junho de 2024, 2022.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. **Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro.** Mercator, v. 5, n. 9, p. 85–102, 2006.

TARIFA, J. A.; AZEVEDO, T. **Os climas na cidade de São Paulo.** Em: PRÓ REITORIA DE CULTURA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA (Ed.). Os climas naturais. 4. ed. p. 34–47. 2001.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, A. C.; MENDONÇA, E. S. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais na cultura do cafeeiro. Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 150–159, 2012.

UFV et al., **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (1:650.000).** Disponível em: <https://dps.ufv.br/software/>. Acesso em 04 de junho de 2024.

WINTGENS J. N, et al., **Coffee: growing, processing, sustainable production.** Wiley-VCH, 2° ed. Weinheim, Alemanha. 1040. 2009.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A - FLUXO DE CAIXA SIMPLIFICADO DO CENÁRIO OTIMISTA.

A. SAÍDAS (R\$)	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. Despesas operacionais				24.112,80	29.287,90	26.654,50	28.437,90	27.354,50	28.587,90	26.654,50
2. Investimentos	88.470,78	16.912,60	19.516,00		409,18		629,00		409,18	
SUBTOTAL A (Saídas) (R\$)	88.470,78	16.912,60	19.516,00	24.112,80	29.697,08	26.654,50	29.066,90	27.354,50	28.997,08	26.654,50
B. ENTRADAS (R\$)										
4. Venda do café	-	-	25.644,20	76.932,60	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70
5. Valor Residual										
SUBTOTAL B (Entradas) (R\$)	-	-	25.644,20	76.932,60	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70
FLUXO DE CAIXA (B-A) (R\$)	-88.470,78	- 16.912,60	6.128,20	52.819,80	85.701,82	63.100,20	86.332,00	62.400,20	86.401,82	63.100,20
Fluxo Caixa Acumulado (R\$)	-88.470,78	-105.383,38	- 99.255,18	- 46.435,38	39.266,44	102.366,64	188.698,64	251.098,84	337.500,66	400.600,86
Fluxo Caixa Descontado (14,75%) (R\$)	-77.098,72	- 12.844,14	4.055,78	30.463,93	43.075,13	27.638,51	32.953,61	20.756,99	25.046,59	15.940,57
Fluxo Caixa Descontado Acumulado (14,75%) (R\$)	-77.098,72	- 89.942,86	- 85.887,07	- 55.423,14	- 12.348,01	15.290,49	48.244,10	69.001,09	94.047,68	109.988,25

Continuação...

A. SAÍDAS (R\$)	ANO 11	ANO 12	ANO 13	ANO 14	ANO 15	ANO 16	ANO 17	ANO 18	ANO 19	ANO 20
1. Despesas operacionais	28.437,90	27.354,50	28.587,90	26.654,50	28.437,90	27.354,50	28.587,90	26.654,50	28.437,90	27.354,50
2. Investimentos	15.300,00		1.038,18				409,18		629,00	
SUBTOTAL A (saídas) (R\$)	43.737,90	27.354,50	29.626,08	26.654,50	28.437,90	27.354,50	28.997,08	26.654,50	29.066,90	27.354,50
B. ENTRADAS										
4. Venda do café	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70
5. Valor Residual										419,32
SUBTOTAL B (entradas) (R\$)	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	89.754,70	115.398,90	90.174,02
FLUXO DE CAIXA (B-A) (R\$)	71.661,00	62.400,20	85.772,82	63.100,20	86.961,00	62.400,20	86.401,82	63.100,20	86.332,00	62.819,52
Fluxo Caixa Acumulado (R\$)	472.261,86	534.662,06	620.434,88	683.535,08	770.496,08	832.896,28	919.298,10	982.398,30	1.068.730,30	1.131.549,82
Fluxo Caixa Descontado (14,75%) (R\$)	15.776,23	11.971,64	14.340,51	9.193,76	11.041,65	6.904,67	8.331,57	5.302,52	6.322,23	4.009,04
Fluxo Caixa Descontado. Acumulado (14,75%) (R\$)	125.764,48	137.736,12	152.076,63	161.270,39	172.312,05	179.216,71	187.548,29	192.850,81	199.173,04	203.182,09

Taxa	14,75%
VPL (14,75%)	203.182,09
TIR	37,49%
B/C	11,74
B/C (14,75%)	3,26
TRC (Simples)	6 anos
TRC (Descontado - 14,75%)	7 anos
Investimento Total	R\$ 612.675,10

APÊNDICE B - FLUXO DE CAIXA SIMPLIFICADO DO CENÁRIO REALISTA.

A. SAÍDAS (R\$)	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. Despesas operacionais				23.661,00	28.610,20	26.127,40	27.760,20	26.827,40	27.910,20	26.127,40
2. Investimentos	88.470,78	16.912,60	19.365,40		409,18		629,00		409,18	
SUBTOTAL A (Saídas) (R\$)	88.470,78	16.912,60	19.365,40	23.661,00	29.019,38	26.127,40	28.389,20	26.827,40	28.319,38	26.127,40
B. ENTRADAS (R\$)										
4. Venda do café	-	-	14.060,00	42.180,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00
5. Valor Residual										
SUBTOTAL B (Entradas) (R\$)	-	-	14.060,00	42.180,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00
FLUXO DE CAIXA (B-A) (R\$)	- 88.470,78	- 16.912,60	- 5.305,40	18.519,00	34.250,62	23.082,60	34.880,80	22.382,60	34.950,62	23.082,60
Fluxo Caixa Acumulado (R\$)	- 88.470,78	-105.383,38	- 110.688,78	- 92.169,78	- 57.919,16	- 34.836,56	44,24	22.426,84	57.377,46	80.460,06
Fluxo Caixa Descontado (14,75%) (R\$)	- 77.098,72	- 12.844,14	- 3.511,24	10.680,87	17.214,92	10.110,41	13.314,28	7.445,42	10.131,66	5.831,20
Fluxo Caixa Descontado Acumulado (14,75%) (R\$)	- 77.098,72	- 89.942,86	- 93.454,09	- 82.773,22	- 65.558,30	- 55.447,90	- 42.133,62	- 34.688,20	- 24.556,54	- 18.725,35

Continuação...

A. SAÍDAS (R\$)	ANO 11	ANO 12	ANO 13	ANO 14	ANO 15	ANO 16	ANO 17	ANO 18	ANO 19	ANO 20
1. Despesas operacionais	27.760,20	26.827,40	27.910,20	26.127,40	27.760,20	26.827,40	27.910,20	26.127,40	27.760,20	26.827,40
2. Investimentos	15.300,00		1.038,18				409,18		629,00	
SUBTOTAL A (saídas) (R\$)	43.060,20	26.827,40	28.948,38	26.127,40	27.760,20	26.827,40	28.319,38	26.127,40	28.389,20	26.827,40
B. ENTRADAS										
4. Venda do café	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00
5. Valor Residual										419,32
SUBTOTAL B (entradas) (R\$)	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.210,00	63.270,00	49.629,32
FLUXO DE CAIXA (B-A) (R\$)	20.209,80	22.382,60	34.321,62	23.082,60	35.509,80	22.382,60	34.950,62	23.082,60	34.880,80	22.801,92
Fluxo Caixa Acumulado (R\$)	100.669,86	123.052,46	157.374,08	180.456,68	215.966,48	238.349,08	273.299,70	296.382,30	331.263,10	354.065,02
Fluxo Caixa Descontado (14,75%) (R\$)	4.449,20	4.294,16	5.738,29	3.363,16	4.508,77	2.476,67	3.370,23	1.939,71	2.554,38	1.455,18
Fluxo Caixa Desc. Acumulado (14,75%) (R\$)	14.276,14	- 9.981,98	- 4.243,69	- 880,53	3.628,24	6.104,90	9.475,13	11.414,83	13.969,21	15.424,40

Taxa	14,75%
VPL (14,75%)	15.424,40
TIR	17,05%
B/C	4,36
B/C (14,75%)	1,17
TRC (Simples)	7 anos
TRC (Descontado - 14,75%)	15 anos
Investimento Total	R\$ 602.434,30

APÊNDICE C - FLUXO DE CAIXA SIMPLIFICADO DO CENÁRIO PESSIMISTA.

A. SAÍDAS (R\$)	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. Despesas operacionais				23.439,30	28.277,65	25.868,75	27.427,65	26.568,75	27.577,65	25.868,75
2. Investimentos	88.470,78	16.912,60	19.291,50		409,18		629,00		409,18	
SUBTOTAL A (Saídas) (R\$)	88.470,78	16.912,60	19.291,50	23.439,30	28.686,83	25.868,75	28.056,65	26.568,75	27.986,83	25.868,75
B. ENTRADAS										
4. Venda do café	-	-	8.377,90	25.133,70	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65
5. Valor Residual										
SUBTOTAL B (Entradas) (R\$)	-	-	8.377,90	25.133,70	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65
FLUXO DE CAIXA (B-A) (R\$)	-88.470,78	- 16.912,60	- 10.913,60	1.694,40	9.013,72	3.453,90	9.643,90	2.753,90	9.713,72	3.453,90
Fluxo Caixa Acumulado (R\$)	-88.470,78	- 105.383,38	- 116.296,98	- 114.602,58	- 105.588,86	- 102.134,96	- 92.491,06	- 89.737,16	- 80.023,44	- 76.569,54
Fluxo Caixa Descontado (14,75%) (R\$)	-77.098,72	- 12.844,14	- 7.222,87	977,25	4.530,44	1.512,84	3.681,15	916,07	2.815,86	872,53
Fluxo Caixa Descontado Acumulado (14,75%) (R\$)	-77.098,72	- 89.942,86	- 97.165,73	- 96.188,48	- 91.658,04	- 90.145,20	- 86.464,04	- 85.547,98	- 82.732,12	- 81.859,58

Continuação...

A. SAÍDAS (R\$)	ANO 11	ANO 12	ANO 13	ANO 14	ANO 15	ANO 16	ANO 17	ANO 18	ANO 19	ANO 20
1. Despesas operacionais	27.427,65	26.568,75	27.577,65	25.868,75	27.427,65	26.568,75	27.577,65	25.868,75	27.427,65	26.568,75
2. Investimentos	15.300,00		1.038,18				409,18		629,00	
SUBTOTAL A (Saídas) (R\$)	42.727,65	26.568,75	28.615,83	25.868,75	27.427,65	26.568,75	27.986,83	25.868,75	28.056,65	26.568,75
B. ENTRADAS R\$)										
4. Venda do café	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65
5. Valor Residual										419,32
SUBTOTAL B (Entradas) (R\$)	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.322,65	37.700,55	29.741,97
FLUXO DE CAIXA (B-A) (R\$)	- 5.027,10	2.753,90	9.084,72	3.453,90	10.272,90	2.753,90	9.713,72	3.453,90	9.643,90	3.173,22
Fluxo Caixa acumulado (R\$)	- 81.596,64	- 78.842,74	- 69.758,02	- 66.304,12	- 56.031,22	- 53.277,32	- 43.563,60	- 40.109,70	- 30.465,80	- 27.292,58
Fluxo Caixa Desc. (14,75%) (R\$)	- 1.106,72	528,34	1.518,89	503,24	1.304,38	304,72	936,68	290,24	706,24	202,51
Fluxo Caixa Descontado Acumulado (14,75%) (R\$)	- 82.966,30	- 82.437,96	- 80.919,07	- 80.415,83	- 79.111,46	- 78.806,73	- 77.870,06	- 77.579,81	- 76.873,58	- 76.671,07

Taxa	14,75%
VPL (14,75%)	-76.671,07
TIR	-2,33%
B/C	0,74
B/C (14,75%)	0,15
TRC (Simples) - anos	Não ocorre
TRC (Descontado - 14,75%) - anos	Não ocorre
Investimento Total	R\$ 597.409,10

APÊNDICE D - CUSTOS DE PRODUÇÃO DO CAFÉ EM SISTEMA TERRACEADO AO LONGO DO CICLO PRODUTIVO DE 20 ANOS.

INSUMOS	Espec.	Ano 1			Ano 2		Ano 3	
		Quant.	Valor un. (R\$)	Valor Total (R\$)	Quant.	Valor total (R\$)	Quant.	Valor Total (R\$)
Sementes braquiária	kg	5	43,50	217,50				
Resíduos orgânicos	t	5	200,00	1.000,00				
Mudas de café	milheiro	3,5	1.900,00	6.650,00				
Ureia	SC	4	140,00	560,00	7	980,00	10	1.400,00
KCL	SC	2	170,00	340,00	3	510,00	5	850,00
MAP	SC	6	220,00	1.320,00	3	660,00	3	660,00
Sulfato de Amônio	SC	1	120,00	120,00	2	240,00	5	600,00
Micronutrientes	kg	10	100,00	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00
Corretivo de solo	t	5	200,00	1.000,00				
Inseticida	L		167,00		4	668,00	4	668,00
Fungicida	L		300,00		4	1.200,00	4	1.200,00
Herbicida	L	3	80,00	240,00				
OPERAÇÕES MÁQUINA								
Construção dos terraços	H/M	50	240,00	12.000,00				
Construção de estradas	H/M	6	240,00	1.440,00				
Construção de caixa seca	H/M	4	240,00	960,00				
Aração	H/M	2	150,00	300,00				
Gradagem	H/M	2	150,00	300,00				
Calagem (plantas de cobertura)	H/M	1	200,00	200,00				
Dessecação na linha de plantio	H/M	1	200,00	200,00				
Subsolagem	H/M	6	200,00	1.200,00				
Calagem em sulco	H/M	1	150,00	150,00				
Aplicação de resíduos orgânicos	H/M	2	150,00	300,00				
Adubação de produção	H/M		150,00					
Controle fitossanitário	H/M		150,00		0,5	75,00	0,5	75,00
MÃO DE OBRA								
<i>Encarregado familiar</i>	UD	12	427,00	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00
Plantio de braquiária								
Plantio e replantio café								
Desbrota								
Roçada								
Poda								
Adubação								
Limpeza de mangueira								
Colheita manual (catação)								
IRRIGAÇÃO								
Bomba	UD	1	2.000,00	2.000,00				
Poço semi-artesiano	UD	1	3.000,00	3.000,00				
Tubulações	UD	1	2.950,00	2.950,00				
Gotejadores, conexões, registro...	UD	1	10.000,00	10.000,00				
OUTROS CUSTOS								
Análise técnica	UD	1	8.700,00	8.700,00				
Levantamento topográfico	UD	1	4.086,00	4.086,00				
Análise de Solo	UN	1	150,00	150,00				
Combustível para roçadeira	L	40	5,99	239,60	40	239,60	40	239,60
Assistência técnica	UD	1	2.000,00	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00
Transporte, secagem e beneficiamento	SC		95,00				10	950,00
Kit colheita (luva, bota e pano)	UD		100,00				2	200,00
Energia irrigação	UD	1	1.150,00	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00
Pró-Labore Produtor Rural	UD	1	255,50	255,50	12	3.066,00	12	3.066,00
ESTRUTURA								
Galpão	UD	1	12.980,00	12.980,00				
Cerca	UD	1	5.300,00	5.300,00				
Roçadeira	UD	1	629,00	629,00				
Kit poda	UD	1	409,18	409,18				
TOTAL ANUAL				88.470,78		16.912,60		19.182,60

ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. sc = saco. l = litro. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.

Continuação...

INSUMOS	Espec.	Ano 4		Ano 5		Ano 6		Ano 7		Ano 8		Ano 9	
		Quant	Valor total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total
Ureia	SC	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00
KCL	SC	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00
Sulfato de Amônio	SC	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00
Micronutrientes	kg	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00
Corretivo de solo	t			2	400,00					2	400,00		
Inseticida	L	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00
Fungicida	L	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00
OPERAÇÕES MÁQUINA													
Adução de produção	H/M			6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00
Controle fitossanitário	H/M	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00
Calagem manutenção	H/M			2	300,00					2	300,00		
Colheita mecanizada	H/M	2	1.000,00	5	2.500,00	4	2.000,00	5	2.500,00	4	2.000,00	5	2.500,00
MÃO DE OBRA													
Encarregado familiar	UD	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00
Desbota													
Roçada													
Poda													
Adução													
Limpeza mangueira													
OUTROS CUSTOS													
Análise de Solo	UN			1	150,00							1	150,00
Combustível para roçadeira	L	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60
Assistência técnica	UD	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00
Transporte, secagem e beneficiamento	SC	30	2.850,00	45	4.275,00	35	3.325,00	45	4.275,00	35	3.325,00	45	4.275,00
Energia irrigação	UD	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00
Pró-Labore Produtor Rural	UD	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00
ESTRUTURA													
Roçadeira	UD							1	629,00				
Kit poda	UD			1	409,18							1	409,18
TOTAL ANUAL			23.112,60		28.196,78		25.487,60		27.566,60		26.187,60		27.496,78

ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. sc = saco. L = litro. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.

Continuação...

INSUMOS	Espec.	Ano 10		Ano 11		Ano 12		Ano 13		Ano 14		Ano 15	
		Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total
Ureia	SC	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00
KCL	SC	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00
Sulfato de Amônio	SC	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00
Micronutrientes	kg	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00
Corretivo solo	t		-			2	400,00						
Inseticida	L	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00
Fungicida	L	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00
OPERAÇÕES COM MÁQUINA													
Adubação de produção	H/M	6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00
Controle fitossanitário	H/M	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00
Calagem manutenção	H/M					2	300,00						
Colheita mecanizada	H/M	4	2.000,00	5	2.500,00	4	2.000,00	5	2.500,00	4	2.000,00	5	2.500,00
MÃO DE OBRA													
<i>Encarregado familiar</i>	UD	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00
Desbrota													
Roçada													
Poda													
Adubação													
Limpeza de mangueira													
IRRIGAÇÃO													
Gotejadores, conexões, registro...	UD			1	10.000,00								
OUTROS CUSTOS													
Análise de Solo	UN							1	150,00				
Combustível para roçadeira	L	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60
Assistência técnica	UD	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00
Transporte, secagem e beneficiamento	SC	35	3.325,00	45	4.275,00	35	3.325,00	45	4.275,00	35	3.325,00	45	4.275,00
Energia irrigação	UD	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00
Pró-Labore Produtor Rural	UD	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00
ESTRUTURA													
Cerca	UD			1	5.300,00								
Roçadeira	UD							1	629,00				
Kit poda	UD							1	409,18				
TOTAL ANUAL			25.487,60		42.237,60		26.187,60		28.125,78		25.487,60		26.937,60

ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. sc = saco. L = litro. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.

Continuação...

INSUMOS	Espec.	Ano 16		Ano 17		Ano 18		Ano 19		Ano 20	
		Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total	Quant	Valor Total
Ureia	SC	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00	15	2.100,00
KCL	SC	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00	12	2.040,00
Sulfato de Amônio	SC	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00	5	600,00
Micronutrientes	kg	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00	10	1.000,00
Corretivo solo	t	2	400,00							2	400,00
Inseticida	L	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00	4	668,00
Fungicida	L	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00	4	1.200,00
OPERAÇÕES COM MÁQUINA											
Adubação	H/M	6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00	6	900,00
Controle fitossanitário	H/M	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00	0,5	75,00
Calagem manutenção	H/M	2	300,00							2	300,00
Colheita mecanizada	H/M	4	2.000,00	5	2.500,00	4	2.000,00	5	2.500,00	4	2.000,00
MÃO DE OBRA											
<i>Encarregado familiar</i>	UD	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00	12	5.124,00
Desbrota											
Roçada											
Poda											
Adubação											
Limpeza de mangueira											
OUTROS CUSTOS											
Análise de Solo	UN			1	150,00						
Combustível para roçadeira	L	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60	40	239,60
Assistência técnica	UD	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00	1	2.000,00
Transporte, secagem e beneficiamento	SC	35	3.325,00	45	4.275,00	35	3.325,00	45	4.275,00	35	3.325,00
Energia irrigação	UD	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00	1	1.150,00
Pró-Labore	UD	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00	12	3.066,00
ESTRUTURA											
Roçadeira	UD							1	629,00		
Kit poda	UD			1	409,18						
TOTAL ANUAL			26.187,60		27.496,78		25.487,60		27.566,60		26.187,60

ud = unidade. kg = quilos. t = tonelada. sc = saco. L = litro. h/m = hora máquina. h/d = homem dia.