



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ciências Ambientais



Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714. Alfenas - MG CEP 37130-000
Fone: (35) 3701-9685 (Coordenação) / (35) 3701-9262 (Secretaria)
www.unifal-mg.edu.br/ppgecoambiental/

GABRIELA AZEVEDO ROCHA

**ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE PARA
MENSURAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS DA
CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS**

ALFENAS/MG

2026

GABRIELA AZEVEDO ROCHA

**ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE PARA
MENSURAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS DA
CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutora em Ciências
Ambientais, pela Universidade Federal de
Alfenas/UNIFAL-MG.

Orientador: Dr. Rafael de Oliveira Tiezzi

Co-orientador: Antônio Rodrigues Cunha Neto

ALFENAS/MG

2026

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Rocha, Gabriela Azevedo.

Índice Multicritério de Sustentabilidade para Mensuração das Práticas Sustentáveis da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais. / Gabriela Azevedo Rocha. - Alfenas, MG, 2026.

232 f. : il. -

Orientador(a): Rafael de Oliveira Tiezzi.

Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2026.

Bibliografia.

1. Economia Ecológica, . 2. Pagamento por Serviços Socioambientais. 3. Cafeicultura Regenerativa. 4. Indicadores Participativos de Sustentabilidade. 5. Agricultura Sustentável. I. Tiezzi, Rafael de Oliveira, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com dados fornecidos pelo autor.

GABRIELA AZEVEDO ROCHA

“ Índice multicritério de sustentabilidade para mensuração das práticas sustentáveis da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais. ”

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Gestão e manejo de recursos naturais e biodiversidade.

Aprovada em: 10 de fevereiro de 2026.

Prof. Dr. Rafael de Oliveira Tiezzi

Instituição: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Dra. Gisele Freitas Vilela

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Dr. Joao Alfredo de Carvalho Mangabeira

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Prof. Dr. Ricardo Serra Borsatto

Instituição: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof. Dr. Everton Rodrigues da Silva

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)



Documento assinado eletronicamente por **Gabriela Azevedo Rocha, Usuário Externo**, em 20/02/2026, às 10:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael de Oliveira Tiezzi, Usuário Externo**, em 21/02/2026, às 00:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1721244** e o código CRC **8D1C43DE**.

Dedico esta pesquisa ao Grupo VES, por provar que a ciência se constrói coletivamente, com afeto e coragem, e aos cafeicultores familiares do Sul de Minas Gerais, que demonstram diariamente que sustentabilidade é, antes de tudo, amor.

AGRADECIMENTOS

Esta tese deve muito a muita gente. Não imagine, nem por um momento, que tudo o que é apresentado aqui foi resultado de um trabalho exclusivamente meu. A ciência baseia-se no trabalho em equipe, e eu tive a imensa sorte de ter cruzado com pessoas muito talentosas e comprometidas, ao longo da trajetória desta pesquisa. De maneiras diferentes, todas ajudaram a construí-la.

Em particular, quero agradecer aos meus colegas Tainá, Marielle, Ramon, Cauê e Roosevelt, que desde o início acreditaram na potencialidade do instrumento aqui apresentado como uma ferramenta capaz de transformar, de forma concreta, a realidade dos agricultores da nossa região. Caminhamos lado a lado durante todos esses anos de pesquisa, sempre movidos pela convicção de que este trabalho pode promover mudanças reais. Foram incontáveis horas doadas em reuniões, imersões, debates intensos e muito amor por esse propósito comum. Nada disso teria sido possível sem essa entrega genuína. Sou muito grata por hoje sermos o Grupo VES (Valorização Econômica da Sustentabilidade).

Também devo agradecimentos especiais aos cafeicultores e cafeicultoras que abriram as portas de suas casas, de suas lavouras e de suas histórias para me receber, ouvir e, acima de tudo, ensinar. Foram quatro anos de um aprendizado tão profundo que não consigo mensurar o quanto a Gabriela que iniciou este doutorado se transformou em relação àquela que hoje o defende. Não poderia deixar de citar os amados cafeicultores Rosângela e Luís Carlos, agradecendo-os em especial por cada conversa, cada visita e cada incentivo, pois todo esse carinho e confiança deixaram marcas que ultrapassam qualquer resultado acadêmico.

Agradeço também à minha família, especialmente à minha mãe, minha irmã e meu irmão, que são a base da minha força. A eles devo as doses diárias de coragem que me permitiram não desacreditar. O apoio incondicional e o amor cotidiano foram fundamentais para que eu conseguisse sustentar esta pesquisa com seriedade e confiança.

E, com toda certeza, não poderia deixar de citar aqui os meus amigos mais próximos, que me ouviram falar sobre esta pesquisa tantas e tantas vezes, sempre com atenção, carinho e paciência. Ouvir vocês falarem deste trabalho por aí, como se também fosse um pouco de vocês, me preenche de alegria e gratidão.

Ao meu orientador, que sempre depositou em mim uma confiança que, confesso, muitas vezes eu ainda estava aprendendo a ter em mim mesma. Cada orientação, palavra de incentivo e reconhecimento foi um gole generoso de força e coragem em momentos decisivos desta trajetória.

É importante frisar, a você leitor, que este trabalho não foi o primeiro, e espero que não seja o último, a buscar justiça social e ambiental no contexto da valoração da sustentabilidade. Nesse sentido, agradeço também aos pesquisadores João Mangabeira, Lucas e Raimundo, que nos inspiraram por meio de seus trabalhos pioneiros e que abriram as portas de suas pesquisas, apoiando-nos tecnicamente em diversos momentos.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste processo e ajudaram a sustentar a ideia de que ciência também se faz com afeto, compromisso social e coragem de imaginar futuros diferentes.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A cafeicultura familiar no Sul de Minas Gerais desempenha um papel essencial na sustentabilidade do setor agrícola e na segurança alimentar brasileira. No entanto, os cafeicultores familiares enfrentam desafios estruturais, como a falta de valorização financeira e simbólica por suas práticas sustentáveis, o que compromete sua permanência no campo e a continuidade de modos de vida social e ambientalmente relevantes. As certificações de sustentabilidade do setor cafeeiro, embora difundidas e reconhecidas internacionalmente, muitas vezes impõem altos custos de adequação e não garantem retorno financeiro compatível, tornando-se cerceadas para a realidade da agricultura familiar. Tais limitações, advêm, em grande parte, dos modelos convencionais de valoração baseados na economia neoclássica, e neste sentido, esta pesquisa se fundamentou na Economia Ecológica, que é uma proposta teórica alternativa, para propor um instrumento mais sensível à complexidade dos territórios: o Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM). O objetivo principal foi desenvolver e aplicar esse índice de forma participativa, de maneira a estabelecer uma ferramenta técnica para mensurar a sustentabilidade de propriedades familiares e subsidiar a criação de políticas públicas de incentivo, como o Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA). A pesquisa seguiu uma abordagem multimetodológica, estruturada em três etapas: (I) análise crítica das principais certificações de sustentabilidade aplicadas ao setor cafeeiro, com identificação de lacunas e convergências; (II) diagnóstico das práticas e percepções dos cafeicultores familiares, com base em entrevistas e visitas técnicas, analisadas à luz da Sociologia Reflexiva de Pierre Bourdieu; (III) construção e validação do IMS-CFSM em oficinas participativas com agricultores e especialistas. O IMS-CFSM final contou com 31 indicadores e 70 perguntas guias. Sua aplicação em caráter de teste (*proxy*) revelou um nível de sustentabilidade de 76%. As dimensões ambiental e agrônômica apresentaram os melhores resultados, enquanto a dimensão econômica destacou-se como a mais frágil, reforçando a urgência de mecanismos de valorização. Conclui-se que o IMS-CFSM é um instrumento metodologicamente robusto e socialmente legítimo, com potencial de orientar políticas públicas mais justas, fortalecer a agricultura familiar e reconhecer os serviços socioambientais prestados por esses atores no território.

Palavras-chaves: Economia Ecológica, Pagamento por Serviços Socioambientais, Cafeicultura Regenerativa, Indicadores Participativos de Sustentabilidade.

ABSTRACT

Family coffee farming in the South of Minas Gerais plays a crucial role in the sustainability of Brazil's agricultural sector and national food security. However, smallholder farmers face structural challenges, such as the lack of financial and symbolic recognition for their sustainable practices, which jeopardizes their continued presence in rural areas and the preservation of socially and environmentally relevant ways of life. Although coffee sustainability certifications are widely disseminated and internationally recognized, they often impose high compliance costs without guaranteeing proportional financial returns, making them difficult to access for family farmers. These limitations largely stem from conventional valuation models based on neoclassical economics. In this context, this research is grounded in Ecological Economics—an alternative theoretical framework—to propose a more context-sensitive instrument: the Multicriteria Sustainability Index for Family Coffee Farming in the South of Minas Gerais (IMS-CFSM). The main objective was to develop and apply this index through a participatory approach, creating a technical tool to assess the sustainability of family farming properties and support the development of public policies such as Payments for Socio-Environmental Services (PSSA). The research followed a multimethodological structure organized in three stages: (i) critical analysis of the main sustainability certifications applied to the coffee sector, identifying gaps and convergences; (ii) diagnosis of practices and perceptions among family coffee farmers, based on interviews and field visits, interpreted through the lens of Pierre Bourdieu's Reflexive Sociology; (iii) construction and participatory validation of the IMS-CFSM in workshops involving farmers and specialists. The final version of the IMS-CFSM comprised 31 indicators and 70 guiding questions. Its pilot application (proxy) revealed an average sustainability level of 76%. The environmental and agronomic dimensions showed the highest performance, while the economic dimension emerged as the most critical and vulnerable, highlighting the urgent need for fair compensation mechanisms. In conclusion, the IMS-CFSM is a methodologically robust and socially legitimate instrument, capable of informing more inclusive and contextually grounded public policies, strengthening family farming, and recognizing the socio-environmental services provided by these actors within their territories.

Keywords: Ecological Economics; Payments for Socio-Environmental Services; Regenerative Coffee Farming; Participatory Sustainability Indicators.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	9
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. Agricultura Familiar e as práticas sustentáveis na Cafeicultura do Sul de Minas Gerais	14
2.2. Certificações de sustentabilidade empregadas na cafeicultura sul mineira	16
2.3. Valoração econômica das práticas sustentáveis no contexto atual.....	19
2.3.1 Panorama geral sobre Economia Ecológica	22
2.3.2 Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA).....	24
2.4 Índice multicritério de sustentabilidade (IMS) para mensuração das práticas sustentáveis	26
3. JUSTIFICATIVA	29
4. OBJETIVO	30
4.1 Objetivos Específicos	31
5. METODOLOGIA GERAL	31
5.1 Etapa 1: Análise das Certificações e do Mercado	34
5.2 Etapa 2: Diagnóstico das Práticas e Percepções dos Cafeicultores	36
5.3 Etapa 3: Construção do Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS-CFSM)	38
CAPÍTULO 2 -.....	41
Certificações de Sustentabilidade no Café Brasileiro: Uma Análise Comparativa Multidimensional.....	41
CAPÍTULO 3 -.....	73
Espaços relacionais e dinâmicas de sustentabilidade na cafeicultura familiar no Brasil	73
CAPÍTULO 4 -.....	106
Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas	106
CAPÍTULO 5 -.....	146
CONSIDERAÇÕES FINAIS	146
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
ANEXO 1 -	158
Paper publicado na Revista Brasileira de Ciências Ambientais –	158
Brazilian Journal of Environmental.....	158
ANEXO 2 -	14
Paper publicado no Journal Discover Sustainability	14
ANEXO 3 -	23
Paper submetido ao Journal Agricultural Economics.....	23

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura familiar contribui de forma direta para o desenvolvimento sustentável do Brasil, conceito este que foi cunhado em 1987, por meio do Relatório Brundtland para definir o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem suas demandas (Brundtland, 1989). Para alcançar tal objetivo, é necessário que haja uma estabilidade entre as dimensões ambiental, social e econômica, de maneira que garanta, simultaneamente, a preservação dos recursos naturais, a justiça social e o bem-estar humano (IPCC, 2023; Robert et al., 2005). Neste sentido, a agricultura familiar comprovadamente contribui para o alcance deste equilíbrio, onde no âmbito ambiental, por exemplo, adota práticas que promovem a melhoria da saúde do solo, a conservação dos recursos hídricos e uma maior resiliência às alterações climáticas (Giller et al., 2021; Schiavon et al., 2022). Em termos sociais contribui para a segurança alimentar do país, sendo responsável por grande parte dos alimentos consumidos internamente (CONAB, 2024) e em termos econômicos é responsável por mais de um terço do PIB do setor agrícola brasileiro (CEPEA, 2025; Sesso et al., 2021).

Apesar da inquestionável importância e numerosas contribuições para um desenvolvimento mais justo e sustentável, os agricultores familiares enfrentam desafios que comprometem a viabilidade de suas atividades, incluindo por exemplo, dificuldades de acesso a mercados mais justos que reconheçam seus produtos devidamente, custos elevados associados à transição para uma produção de alimentos agroecológicos e a falta de reconhecimento pelos serviços socioambientais prestados (Hajjar et al., 2019; Lima et al., 2023; Maguire-Rajpaul et al., 2020; Utrilla-Catalan et al., 2022). Neste sentido, é imprescindível que haja instrumentos que garantam um retorno financeiro digno para essas famílias e que a contribuição para o desenvolvimento mais sustentável prestada por esse atores, sejam valorizadas (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024).

É fundamental, que a produção de alimentos saudáveis, cultivados de maneira responsável, seja uma atividade economicamente viável, capaz de assegurar a permanência e a sucessão familiar no campo, e criar condições para a manutenção e impulsionamento de tais práticas. Assim como discutido por Lima et al. (2025), Maciel et al. (2024), Nolasco et al.

(2017) e Oldekop et al. (2015) a negligência em valorizar e incentivar os agricultores familiares contribui para o êxodo rural, ameaça à segurança alimentar nacional, impacta negativamente o PIB agropecuário e acelera processos de degradação ambiental associados à expansão de monoculturas e sistemas agrícolas intensivos.

Na cafeicultura, mais precisamente, os desafios em torno da dificuldade da valorização justa das práticas socioambientais positivas são claros. Minas Gerais, o estado com a maior produção e exportação de café do mundo (CONAB, 2024; IBGE, 2017; Volsi et al., 2019), é um exemplo deste cenário. O estado concentra milhares de cafeicultores familiares que produzem café de alta qualidade, por meio de práticas agrícolas regenerativas sustentáveis, e que se veem obrigados a recorrer às certificações como *Fair Trade*, *Certifica Minas Café*, *Rainforest Alliance*, *4C* e *Café Orgânico*, por exemplo, para que desta forma o produto tenha um atestado de sustentabilidade e qualidade, e possa alcançar mercados que paguem preços mais coerentes (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025). Porém, embora reconhecidas internacionalmente, muitas vezes essas certificações além de possuírem contextos globais que não consideram realidades regionais, falham em garantir um retorno financeiro suficiente para cobrir os custos de sua obtenção e manutenção, tornando o processo financeiramente inviável para muitos produtores familiares (Rocha et al., 2025). Fato este, que perpetua uma situação de desigualdade e desvalorização, que conseqüentemente impede o desenvolvimento e expansão de práticas sustentáveis no setor (Wright et al., 2024), além de tornar os pequenos cafeicultores mais suscetíveis a recorrerem a atividades degradantes e extensivas, como monocultura e pecuária, devido aos custos de oportunidade.

Este cenário arbitrário e injusto decorre, dentre outros fatores, de problemas estruturais econômicos relacionados, em grande parte, aos mecanismos de mercado que não contam com ferramentas adequadas para valorizar e potencializar as práticas que são realmente sustentáveis. Esta realidade reflete os preceitos da economia convencional neoclássica, que trata os problemas socioambientais como falhas de mercado que devem ser corrigidas unicamente através da precificação de externalidades negativas (Daly & Farley, 2016; Maciel, Mangabeira, Lima, Romeiro, et al., 2024; Pearce & Pretty, 1993). Ao limitar-se a mecanismos voltados apenas a mitigação dos danos, focados exclusivamente na dimensão econômica dos fatos, essa abordagem acaba negligenciando os serviços ecossistêmicos e socioambientais prestados por ações responsáveis e sustentáveis de fato. Ademais, vale ressaltar que essa corrente teórica ignora os limites biofísicos do planeta, como os demonstrados pelo conceito de “Limites

Planetários” (Richardson et al., 2023; Rockström, 2020; Sachs et al., 2019) e desconsidera princípios fundamentais da termodinâmica, como a Lei da Entropia, que indica perdas irreversíveis de energia e qualidade material em qualquer processo econômico (Daly & Farley, 2016).

A economia neoclássica, infelizmente ainda dominante nas formulações políticas e mercadológicas contemporâneas, baseia-se em premissas de racionalidade individual, equilíbrio de mercado e maximização da utilidade, tratando os recursos naturais e sociais apenas como insumos quantificáveis economicamente (Daly & Farley, 2016; Diesendorf et al., 2024). Dentro dessa perspectiva, assim como apresentado por diversos pesquisadores como Costanza et al. (1998), Daly & Farley (2016) e Moura (2023) a valoração de bens e serviços, inclusive os socioambientais e os ecossistêmicos, é frequentemente realizada por meio de métodos de precificação unicamente econômico como o MCR (Método do Custo de Reposição), o MFM (Método do Preço de Mercado), o MCO (Método do Custo de Oportunidade) e o MCV (Método do Custo de Viagem), por exemplo. Apesar de úteis sob certas condições, tais ferramentas avaliam o valor das ações ou dos recursos exclusivamente pela ótica da escassez e da disposição a pagar, o que os limita a uma dimensão econômica restrita e desconsidera aspectos fundamentais como a justiça social, a governança local, a integridade ecológica e os direitos das comunidades tradicionais.

Por outro lado, na contramão do arranjo limitado e reducionista da economia convencional neoclássica, surgiu em meados dos anos 1970, a ciência transdisciplinar nomeada como Economia Ecológica (EE), que busca integrar questões qualitativas nos modelos de análise, de maneira a considerar as interações entre economia, meio ambiente e sociedade (Daly & Farley, 2016). A EE dispõe de ferramentas de análise e mensuração, que buscam reconhecer valores éticos, culturais e sociais em seus cálculos, para promover um desenvolvimento econômico mais justo e equilibrado, que garanta uma valorização de dimensões não mercadológicas (não precificáveis) e que também considere a finitude e a capacidade de suporte do planeta (Daly & Farley, 2016; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024; Vatn, 2020).

Uma das ferramentas utilizadas na EE é o Pensamento Focado em Valores (*Value-focused Thinking*), desenvolvida por Ralph Keeney (1992), que segundo Lima et al. (2023) é uma excelente aliada na tomada de decisões complexas, como as relacionadas à sustentabilidade. Essa metodologia busca identificar e incorporar os valores e objetivos dos principais atores envolvidos em determinado processo, para só então recomendar soluções

alinhadas, efetivamente, àquela realidade (Bana e Costa, 1993; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024; Romeiro, 2012). Neste raciocínio, economistas como Mangabeira et al. (2021), Lima et al. (2023) e Maciel et al. (2024) desenvolveram uma metodologia, apoiados em tal teoria, para mensurar a sustentabilidade e valorá-la economicamente, com o objetivo de potencializar as práticas dos extrativistas sustentáveis da Reserva Extrativista Chico Mendes, estado do Acre – Brasil. O método proposto pelos pesquisadores engloba a ferramenta de Análise de Decisão Multicritério (*Multicriteria Decision Analysis - MCDA*), que por sua vez é fundamentado nos preceitos do Pensamento Focado em Valores (*Value-focused Thinking*) (Lima et al., 2023; Maciel et al., 2024; Mangabeira et al., 2021).

A metodologia instrumentalizada por Mangabeira et. al. (2021), identificou, por meio de oficinas participativas com os extrativistas e agricultores familiares locais, os indicadores das dimensões econômica, ambiental, social, agrônoma e de governança que mensuram e avaliam, de forma realista, a sustentabilidade daquele território. E a partir da aplicação dessa metodologia, denominada por eles como Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) (Lima et al., 2023), tornou-se possível identificar o nível de maturidade da sustentabilidade de cada propriedade e, quando pertinente, propor sua valoração econômica por meio de Pagamentos por Serviços Socioambientais (PSSA), conforme apresentado por Maciel et al. (2024).

Dessa maneira a aplicação do PSSA já é uma realidade no território em questão, onde seu modelo de compensação financeira, estruturado a partir do Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS), tem permitido a valoração mais justa das práticas sustentáveis desempenhadas por comunidades extrativistas de borracha (Lima et al., 2023; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). Em 2024, por exemplo, a empresa francesa Veja Fair Trade® pagou aos extrativistas um valor sete vezes superior ao preço de mercado da borracha nativa, graças a este sistema de precificação que incorpora dimensões socioambientais por meio do IMS e do PSSA (Maciel, Mangabeira, Lima, Romeiro, et al., 2024).

Sob essa ótica, e inspirado neste instrumento de sucesso construído à luz da Economia Ecológica, o presente estudo propõe a adaptação e aplicação dessa abordagem ao contexto da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil. Um território marcado por uma grande ambiguidade: onde de um lado ocupa a posição de maior estado exportador de cafés especiais e de alta qualidade do mundo (CONAB, 2023; ICO, 2023b; Panhuysen & Vries, 2023), cultivados em sua grande maioria por cafeicultores familiares que empregam práticas sustentáveis (Panhuysen & Vries, 2023); ao passo que de outro lado esses mesmos agricultores

enfrentam desafios desproporcionais diante das exigências crescentes por comprovação de sustentabilidade, se vendo obrigados, por vezes, a optarem por práticas extensivas e degradantes, para se mantarem no mercado (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025; Wright et al., 2024).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi desenvolver, o Índice Multicritério de Sustentabilidade específico para a cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais (IMS- CFSM), de maneira participativa e de modo a incorporar a realidade produtiva local, as exigências mercadológicas globais que, na prática, são coerentes a esse contexto, e acima de tudo integrar os valores e objetivos destes atores no instrumento. Parte-se da hipótese de que adaptar o modelo do IMS de Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023) ao contexto da cafeicultura familiar sul mineira resultará em indicadores mais coerentes às particularidades regionais e, ao mesmo tempo, mais alinhados às exigências globais de sustentabilidade. Não obstante, essa pesquisa também busca fortalecer a aplicabilidade da ferramenta, como instrumento de valoração socioambiental e de acesso a mecanismos de compensação, como o PSSA e outros títulos verdes. Pontuando que embora o IMS tenha sido aplicado com sucesso no contexto de territórios extrativistas, ainda não há estudos que adaptem essa metodologia a cadeias agrícolas complexas, como a cafeicultura, da qual é marcada por forte inserção mercadológica e múltiplas certificações de sustentabilidade.

A pesquisa contou com uma abordagem multimetodológica, que partiu da análise crítica das principais certificações socioambientais do setor cafeeiro, que representam os selos *Fairtrade*, *Certifica Minas Café*, *Rainforest Alliance*, *4C* e *Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica*, com o intuito de identificar até que ponto suas exigências correspondem a práticas efetivas de sustentabilidade no contexto local. Essa etapa foi realizada de forma colaborativa, envolvendo técnicos, pesquisadores e agricultores familiares. Em seguida, foram conduzidas entrevistas e oficinas participativas com cafeicultores da região, com o objetivo de compreender como esses atores definem e experienciam a sustentabilidade em suas trajetórias produtivas. Essa escuta ativa e atenta foi interpretada à luz da sociologia reflexiva de Pierre Bourdieu, o que permitiu analisar como os diferentes capitais (econômico, social, cultural e simbólico) influenciam as posições desses atores no campo social da cafeicultura. E de forma concomitante, foram elaborados indicadores preliminares de sustentabilidade, construídos com base tanto nas exigências das certificações quanto nas percepções dos agricultores. Tais indicadores foram discutidos, validados e ajustados em

oficinas participativas, utilizando-se da metodologia de Análise de Decisão Multicritério (MCDA), conforme proposta por Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023). E por fim, foi aplicado, em caráter de *proxy*, o Índice Multicritério de Sustentabilidade na Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM).

Por fim, infere-se que a principal contribuição dessa tese reside justamente na articulação dessa abordagem multimetodológica, que conecta criticamente normas institucionais de sustentabilidade com práticas e valores locais. Ao integrar a análise normativa das certificações, a escuta sociológica situada dos produtores e uma ferramenta prática de avaliação (o IMS), a pesquisa propõe uma forma de mensuração da sustentabilidade que rompe com os modelos hegemônicos centrados exclusivamente em critérios técnicos e econômicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agricultura Familiar e as práticas sustentáveis na Cafeicultura do Sul de Minas Gerais

Caracterizado por um modelo produtivo que possui como cerne a gestão e o trabalho proveniente dos membros de uma família, a agricultura familiar é um importante alicerce para a segurança alimentar do planeta. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), os agricultores familiares, também chamados de pequenos agricultores, representam 84% de todas as explorações agrícolas no mundo e são responsáveis por mais de 30% da produção global de alimentos (FAO, 2021). No Brasil, esses trabalhadores rurais possuem uma grande relevância, que pode ser observada a partir dos dados do último Censo agrícola do país, onde mostra que 84% das propriedades agrícolas pertencem a esse grupo, que por sua vez empregam 67% de toda força de trabalho rural, além de movimentar 23% do valor bruto da produção (VBP) agropecuária e serem ainda responsáveis por mais de 50% dos alimentos consumidos pelos brasileiros (CONAB, 2023, 2024; IBGE, 2017).

A produção de café, no contexto da agricultura brasileira, é de extrema importância, pois o país figura entre os maiores produtores e exportadores do grão no mundo (CONAB, 2023; IBGE, 2017; Volsi et al., 2019), além de sua comercialização e exportação representar, aproximadamente, um terço do PIB do setor agrícola nacional (Eduarda Terra Querme & Araújo Lima, 2023; Medina et al., 2015). O setor gera aproximadamente 500 mil empregos no campo, indústria e comércio (Ministério do Trabalho e Emprego, 2024) e em 2025 alcançou um recorde histórico ao exportar aproximadamente 50,443 milhões de sacas de 60 kg de café,

o que representou um aumento de 28,5% em relação a 2023 (Forbes, 2025). Importante ressaltar que 70% desta produção é proveniente de produtores familiares (CONAB, 2024).

Ainda nessa perspectiva, segundo dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023), o estado de Minas Gerais responde por 54% da produção de café do Brasil, sendo o Sul de Minas a maior região produtora. Isso se deve pela alta capacidade produtiva de cafés especiais, que é resultado de condições climáticas e geográficas favoráveis, como temperaturas amenas e altitudes elevadas (Alves & Lindner, 2020; W. P. M. Ferreira et al., 2022; ICO, 2023a).

Diante ao exposto, é possível observar a grande contribuição da cafeicultura familiar sul mineira para a manutenção da estrutura econômica do Brasil e para o abastecimento do setor alimentício mundial. Em complemento, este modelo produtivo também corrobora com a melhoria do aspecto ambiental, a luz da tríade da sustentabilidade – social, econômico e ambiental. Diversas pesquisas apontam que o manejo produtivo dos cafeicultores familiares favorece a preservação e a conservação ambiental, além de proteger e enriquecer a biodiversidade (Altieri, 2018; Baqueta et al., 2024; Besen et al., 2018; Coltro et al., 2024; de Freitas et al., 2025; C. C. Ferreira et al., 2021; Glamann et al., 2017; Hung Anh et al., 2019; Neves & Imperador, 2022; Panhuysen & Vries, 2023; Poncet et al., 2024; Schiavon et al., 2022).

Neste sentido, as práticas sustentáveis adotadas pelos cafeicultores familiares dessa região mineira, que garantem em grande parte a produção de um café especial apreciado no mundo todo, são amplamente reconhecidas. Neves e Imperador (2022), apontam que a manutenção de sistemas agroflorestais e a conservação do solo por meio de curvas de nível e terraceamento promovem a biodiversidade e minimizam impactos negativos sobre os recursos naturais. Já Ferreira *et al.* (2021) demonstraram que a implementação de técnicas agroecológicas na cafeicultura familiar sul mineira tem apresentado eficácia na preservação dos recursos hídricos e no controle biológico de pragas, reduzindo a dependência de insumos químicos. E ainda, estudos como o de Pinto *et al.* (2014), demonstraram como as certificações de sustentabilidade empregados pelos cafeicultores familiares desta região, impulsionaram práticas de conservação do solo e potencializaram o manejo sustentável da vegetação.

Outras práticas, também consideradas sustentáveis, como a adubação verde, a compostagem e os biofertilizantes na própria lavoura (Coltro et al., 2024), o uso de biomassa como fonte de energia (Baqueta et al., 2024), o manejo de solo com técnicas manuais e menos mecanizadas (de Freitas et al., 2025), o consórcio de culturas, o plantio de leguminosas nos

corredores de café para fixação biológica de nitrogênio (Altieri, 2018), o plantio de árvores para sombreamento da lavoura (Abdelwahab et al., 2024), a adoção do plantio direto (Besen et al., 2018), o controle biológico de pragas e doenças (Escobar-Ramírez et al., 2019), entre outras técnicas, também são frequentemente empregadas pelos cafeicultores familiares do Sul de Minas Gerais.

Porém, mesmo frente a tantos benefícios fornecidos pelos cafeicultores familiares, nos aspectos socioeconômico e ambiental, estes sujeitos do campo enfrentam diversas dificuldades que, por vezes, limitam a perpetuidade e a viabilidade da adoção plena de práticas sustentáveis. Entre os desafios, destacam-se os elevados custos para uma transição agroecológica (Siles et al., 2022), a dependência e a dificuldade de acesso a mercados internacionais que remuneram adequadamente o café sustentável (Risueño Solarte et al., 2023), as barreiras econômicas e burocráticas para alcançar selos de sustentabilidade que certifiquem o manejo responsável empregado em suas lavouras (Wienhold & Goulao, 2023) e a dificuldade organizacional e financeira frente ao cumprimento das exigências das certificações de sustentabilidade (Harvey et al., 2021; Maguire-Rajpaul et al., 2020; Pinto et al., 2014).

2.2. Certificações de sustentabilidade empregadas na cafeicultura sul mineira

Criadas como um mecanismo de garantia de boas práticas ambientais, sociais e econômicas na produção de café, as certificações de sustentabilidade começaram a surgir no setor no final da década de 1980 (Fairtrade International, 2024). Através de seus inúmeros critérios, as certificações buscam garantir que os métodos empregados na produção do café garantam preservação ambiental, melhores condições de trabalho e maior equidade na distribuição do valor gerado ao longo da cadeia produtiva (Poncet et al., 2024; Rossi Moda et al., 2022). Essas normas, hoje amplamente difundidas globalmente, garantem selos de sustentabilidade e qualidade que são requeridos em mercados mais exigentes e comprometidos com a responsabilidade socioambiental, os quais costumam oferecer uma remuneração diferenciada para produtos que atendam a esses padrões. Dessa forma, ao certificarem suas produções de café como sustentáveis, os cafeicultores familiares acessam nichos de mercados diferenciados, que reconhecem e valorizam, de certa forma, suas práticas (FAO, 2021; Grabs & Ponte, 2019).

Diversos países da União Europeia, assim como os Estados Unidos e o Japão são os principais requisitantes das certificações de sustentabilidade para a importação do café

(Panhuysen & Vries, 2023). Porém, devido às exigências de cada mercado por determinados selos, os cafeicultores familiares se veem obrigados a adquirirem diversas certificações para alcançar esses mercados. Então, os principais impasses desses atores envolvem questões econômicas e organizacionais, uma vez que para atender e cumprir os requisitos dessas normas é necessário altos investimentos e reestruturação de gestão (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020). Isso porque, as certificações demandam, além de maior responsabilidade nas questões agrícolas e ambientais, auditorias periódicas, rastreabilidade detalhada da produção e conformidade com legislações ambientais e trabalhistas, o que aumenta em demasia, a carga administrativa sobre os cafeicultores (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Pinto et al., 2014; Rossi Moda et al., 2022).

No sul de Minas Gerais, algumas das principais certificações empregadas pelos cafeicultores familiares, que buscam alcançar os mercados *premium*, são: *Fairtrade*, *Rainforest Alliance*, 4C, Certifica Minas Café e Certificação Orgânica do Brasil. A certificação *Fairtrade* foi a primeira a se consolidar no mercado cafeeiro, ainda na década de 1980, e tem como objetivo principal garantir preços mínimos justos e condições dignas de trabalho para os agricultores, incluindo os cafeicultores. Os principais mercados consumidores de café *Fair Trade* são os Estados Unidos, a Alemanha e a Bélgica (Fairtrade International, 2024).

A certificação *Rainforest Alliance* surgiu em 1986 nos Estados Unidos como uma iniciativa de promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, com foco na proteção ambiental, conservação da biodiversidade e melhoria das condições de vida dos trabalhadores rurais. No contexto da cafeicultura, essa norma é uma das mais exigentes, abrangendo um total de 192 requisitos divididos em critérios ambientais, sociais e de governança. Países como a Suíça, os Estados Unidos e a Suécia lideram a importação de café certificado *Rainforest Alliance* (IMAFLOA, 2024; Panhuysen & Vries, 2023; Rainforest Alliance, 2024).

O selo de sustentabilidade, garantido pela certificação 4C, busca assegurar um manejo sustentável da lavoura, focado na redução do impacto ambiental e na promoção de melhores condições de trabalho para os produtores e trabalhadores rurais. Foi estabelecida em 2006 na Alemanha e desenvolvida pela Plataforma Global do Café (GCP), uma organização internacional voltada para a promoção da sustentabilidade no setor cafeeiro. A certificação 4C é amplamente requerida por grandes torrefadoras e exportadoras de café, que precisam garantir a seus clientes um nível mínimo de responsabilidade socioambiental (4C Certification, 2024; GCP, 2023; Panhuysen & Vries, 2023).

Já a certificação Certifica Minas Café, foi criada em 2007, pelo governo do estado de Minas Gerais, com o principal objetivo de padronizar e elevar a qualidade da produção cafeeira no estado, através da promoção de boas práticas agrícolas e de gestão para garantir a sustentabilidade socioambiental das lavouras (CMC, 2024; Lei Nº 22.926 - Certifica Minas, 2018). Apesar de ser um selo nacional, ele vem sendo reconhecido e requerido no mercado internacional (GCP, 2023) e tem auxiliado diversos cafeicultores familiares a acessar um mercado *premium*, principalmente por ser uma certificação gratuita (Castro et al., 2023).

No caso da Certificação Orgânica do Brasil, esta é regulamentada pela Lei nº 10.831/2003, que institui a Política Nacional de Produção Orgânica, e operacionalizada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 46/2011, atualmente substituída pela IN nº 19/2021, que define os procedimentos de produção, controle e comercialização dos produtos orgânicos no país. No setor cafeeiro, essa certificação garante que o cultivo do café seja realizado sem o uso de agrotóxicos sintéticos, adubos químicos solúveis ou organismos geneticamente modificados, e que promove práticas que respeitam os ciclos naturais, a biodiversidade e a saúde dos trabalhadores e consumidores (MAPA, 2024). Importante salientar que diferentemente de certificações privadas como *Fairtrade* ou *Rainforest Alliance*, a certificação orgânica é de responsabilidade pública e pode ser obtida por três mecanismos: (I) Certificação por Auditoria, realizada por Organismos de Avaliação da Conformidade (OAC) credenciados pelo MAPA; (II) Sistema Participativo de Garantia (SPG); e (III) Controle Social para Venda Direta, voltado à agricultura familiar. No caso da certificação por auditoria ou por SPG, que são as mais comuns entre produtores que visam mercados *premium*, é exigido o Plano de Manejo Orgânico (PMO), que detalha todo o sistema produtivo, práticas culturais, uso de insumos, manejo do solo, da água e das pragas, além de práticas de conservação ambiental (Moreira, 2022; MAPA, 2021)

Diante ao exposto, embora as certificações possam facilitar o acesso a mercados *premium* e proporcionar certos ganhos financeiros, a realidade é que os cafeicultores familiares frequentemente não alcançam os benefícios econômicos que buscam ao se certificarem. Isso ocorre, como anteriormente citado, pois há um alto investimento para alcançar a padronização exigida por tais normas sem o devido “*payback*” (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020), além de outros fatores, como o apontado por Naegele (2020), que mostra que os prêmios financeiros associados ao café certificado nem sempre chegam aos agricultores, pois grande parte do valor agregado é capturado por intermediários na cadeia cafeeira. Segundo, Jena *et al.*

(2012) essa arbitrariedade é potencializada durante períodos de preços baixos do café no mercado mundial, onde a pressão financeira sobre os produtores familiares pode levar a dificuldades na manutenção de práticas sustentáveis e conseqüentemente das certificações. Portanto, essa incongruência entre o investimento necessário e a valorização real das práticas sustentáveis cria uma barreira significativa para a perpetuidade da cafeicultura sustentável.

Vale ressaltar ainda o caráter universalista que possuem. Críticas como as apresentadas por Wright *et al.* (2024) devem ser consideradas, uma vez que alertam sobre a origem, interesses e fundamentos em que essas normas são criadas, que frequentemente refletem os interesses e a experiência de atores distantes que não possuem um profundo entendimento dos contextos socioecológicos locais. Embora esse modelo universalista possa funcionar bem para aspectos como governança, responsabilidade social e gestão, por outro lado, quando se trata de critérios voltados às práticas agrícolas e ambientais, ele se mostra inadequado. Uma vez que, por exemplo, exigir as mesmas práticas de manejo agrícola para todas as regiões produtoras de café do mundo, sem dúvida ignora as necessidades específicas de adaptação às condições climáticas de cada bioma, levando dessa forma a exigências descontextualizadas e, em alguns casos, inviáveis para determinados produtores, principalmente os familiares.

Diante desse cenário, fica evidente a necessidade que mecanismos como as certificações e outros instrumentos que mensurem a sustentabilidade sejam desenvolvidos e implementados com uma abordagem contextualizada e adaptada, considerando as particularidades regionais e priorizando critérios nacionais e locais que reflitam com maior precisão as dinâmicas agroecológicas e produtivas de cada território. Portanto, além da necessidade do caráter mais regionalista destes mecanismos, é urgente que os cafeicultores familiares sejam remunerados de forma justa, para além dos valores *premium* das certificações, de forma a garantir a eles um retorno financeiro condizente com os impactos positivos que eles geram para o meio ambiente e para a sociedade.

2.3. Valoração econômica das práticas sustentáveis no contexto atual

A valoração econômica das práticas sustentáveis no setor agrícola busca atribuir valores monetários aos benefícios ambientais e sociais gerados pelas práticas empregadas por esses atores, de maneira a permitir que os agricultores sejam remunerados, principalmente por sua contribuição à conservação da biodiversidade, à mitigação das mudanças climáticas, à manutenção dos serviços ecossistêmicos e ao desenvolvimento social (Chiodi & Moruzzi

Marques, 2018; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). Para os agricultores familiares, especialmente os cafeicultores familiares, que comprovadamente contribuem para um desenvolvimento mais sustentável (Baqueta et al., 2024; Besen et al., 2018; C. C. Ferreira et al., 2021), esse mecanismo de reconhecimento financeiro é fundamental, pois contribui para assegurar a continuidade das práticas agroecológicas, além de proporcionar a viabilidade econômica da atividade agrícola, incentivando a permanência das novas gerações e garantindo a sucessão familiar (C. C. Ferreira et al., 2021; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024).

Atualmente, a mensuração e valoração destes benefícios socioambientais pode ocorrer por meio de mecanismos de mercado, como: (1) certificações de sustentabilidade, que agregam valor ao produto final; (2) créditos de carbono, que representam uma fonte adicional de receita para os produtores que adotam práticas agrícolas de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE). Alternativamente, a valoração também pode ocorrer através de mecanismos não mercadológicos, como financiamentos verdes e políticas públicas de incentivo, como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), que realizam uma compensação financeira para os agricultores que preservam o meio ambiente (Lei Nº 14.119, de 13 de Janeiro de 2021 - Política Nacional de Pagamento Por Serviços Ambientais., 2021).

O mercado de carbono é um mecanismo global que permite a comercialização de créditos de carbono, que por sua vez, devem ser certificados por organismos de terceira parte, como as organizações Verra (VCS), Gold Standard e BioCarbon Registry, por exemplo. Essas certificadoras garantem ao mercado que determinadas atividades reduzem ou removem emissões de gases de efeito estufa (GEE) da atmosfera. Cada crédito equivale a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) não emitida ou sequestrada (Potenza et al., 2022).

Nessa linha, de acordo com diversos estudos, a cafeicultura possui um grande potencial de geração de créditos de carbono, especialmente quando manejada sob sistemas agroflorestais e práticas conservacionistas (FAO, 2023; Goncalves et al., 2021; Potenza et al., 2022; Tinoco-Jaramillo et al., 2024; Torres et al., 2014). Segundo Tinoco-Jaramillo *et al.* (2024), plantações de café sob sombra de leguminosas podem sequestrar entre 3 a 14 tCO_2e por hectare ao ano, dependendo da densidade arbórea e manejo. Outro estudo de suma importância foi realizado pelo Projeto Carbono do Cecafé no Brasil, com participação do Imaflo, e evidencia que a cafeicultura de Minas Gerais sequestra mais carbono do que emite, resultando em um saldo positivo no balanço de carbono da atividade, especialmente quando manejada com práticas conservacionistas, onde a média de sequestro de carbono chega a 10,5 $tCO_2eq/ha/ano$ (Potenza

et al., 2022). No entanto, apesar do fato legitimamente comprovado de que a cafeicultura poderia ser um setor estratégico dentro da economia de baixo carbono, lastimavelmente este mercado não é acessível, na grande maioria das vezes, para os pequenos proprietários rurais. Muito pelo contrário, esse mecanismo favorece propriedades de grande porte, que possuem maior capacidade de comprovar métricas de captura de carbono e conseguem diluir os elevados custos da certificação na alta capacidade produtiva (van Rikxoort et al., 2014a).

Já no que se refere a mecanismos de valoração não mercadológicos, vale ressaltar os chamados financiamentos verdes e os incentivos econômicos, que são ferramentas para estimular a transição para práticas agrícolas mais sustentáveis, subsidiados por governos, bancos e organismos internacionais, que desenvolvem linhas de crédito diferenciadas, títulos de investimento e políticas fiscais para apoiar produtores que adotam, comprovadamente, modelos regenerativos e sustentáveis. No Brasil, há diferentes mecanismos nesse contexto, como por exemplo os Títulos Verdes (*Green Bonds*), que são emitidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que só em 2017, captou 1,2 bilhão de reais para financiar projetos agrícolas sustentáveis no país (BNDS, 2018). Há também o Plano ABC+ (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), que é uma estratégia do Governo Federal para ceder linhas de crédito diferenciadas, voltadas para práticas sustentáveis na agricultura, como plantio direto, sistemas agroflorestais, recuperação de pastagens e fixação biológica de nitrogênio (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2025). Contudo, tanto os títulos verdes, quanto as linhas de créditos, são mecanismos complexos e onerosos ao agricultor familiar, que muitas vezes desconhecem tais incentivos, e mais, essas políticas podem ser temporárias e/ou descontinuadas devido a mudanças de governo. Além do exposto, as linhas de crédito e políticas fiscais que, apesar de oferecerem condições diferenciadas e taxas de juros reduzidas, não configuram um pagamento direto ou subsídio não reembolsável, mas sim um financiamento que deve ser quitado pelo beneficiário, tornando-se em um instrumento de endividamento aos produtores rurais.

Ainda sobre exemplos de políticas públicas de incentivo para amplificação de uma agricultura mais sustentável, é importante citar o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que foi instituído formalmente no Brasil através da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) - Lei nº 14.119/2021 (Lei Nº 14.119, de 13 de Janeiro de 2021 - Política Nacional de Pagamento Por Serviços Ambientais., 2021). Esse instrumento normativo, estabelece as bases regulatórias que incentiva estados e municípios a

desenvolverem programas regionais que recompensem os agricultores por suas contribuições ambientais. Dentre os programas bem-sucedidos de PSA, destaca-se o ‘Programa Produtor de Água’, gerenciado pela Agência Nacional de Águas (ANA), que já investiu mais de R\$ 200 milhões e beneficiou cerca de 2.300 proprietários rurais que promovem a conservação hídrica em diversas regiões do Brasil (ANA, 2025). Outro exemplo é o ‘PSA da Mata Atlântica’ no Espírito Santo, que remunera proprietários rurais com valores entre R\$ 214,96 a R\$ 241,84 por hectare/ano pela proteção da vegetação nativa, além de um investimento inicial de R\$ 8.168,78 por hectare para aquisição de insumos necessários ao plantio (Espírito Santo, 2018).

Porém, embora reconhecido como um instrumento positivo na busca do desenvolvimento sustentável, o PSA enfrenta críticas importantes, como as apresentadas por Maciel *et al.* (2024), que enfatiza as ferramentas de mensuração previstas na lei como insuficientes, além de estarem intimamente correlacionadas com critérios estabelecidos por instituições alheias a realidade do proprietário rural. Os autores destacam ainda que os critérios são reducionistas a valores monetários e não consideram aspectos mais abrangentes como sociais, culturais e de governança, por exemplo. As críticas também se estendem ao alcance do PSA, onde segundo os autores, há a exclusão de proprietários familiares rurais, populações tradicionais e uma concentração de benefícios em elites camponesas, o que compromete fortemente a eficácia deste mecanismo de compensação (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). Neste contexto, eles apresentam um instrumento alternativo para valoração das práticas sustentáveis no âmbito rural, principalmente voltado ao agricultor familiar: o Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA).

2.3.1 Panorama geral sobre Economia Ecológica

É importante destacar que, com exceção do PSSA, os instrumentos de valoração econômica citados acima, como as certificações de sustentabilidade, os créditos de carbono, os financiamentos verdes e até mesmo o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), são fundamentados, em sua maioria, na lógica da economia (ambiental) neoclássica. Uma abordagem que compreende os problemas socioambientais exclusivamente como falhas de mercado e propõe sua correção por meio da precificação de externalidades, assumindo que a atribuição de valor monetário a bens e serviços ambientais pode internalizar custos e induzir comportamentos mais sustentáveis (Daly & Farley, 2016; Pearce & Pretty, 1993).

No entanto, como defendido por diversos economistas, essa lógica de mercado é limitada por não considerar adequadamente os contextos sociais, culturais e ecológicos em que tais práticas ocorrem (Daly & Farley, 2016; Maciel, Mangabeira, Lima, Romeiro, et al., 2024; Pearce & Pretty, 1993). Além disso, esses mecanismos frequentemente favorecem grandes propriedades ou empresas com maior capacidade técnica e financeira de atender às exigências impostas por certificadoras e sistemas globais de mensuração, marginalizando os pequenos produtores (Maciel, Mangabeira, Lima, Romeiro, et al., 2024; van Rikxoort et al., 2014b). A dificuldade de acesso dos agricultores familiares a esses instrumentos de valoração reforça desigualdades históricas no campo e inviabiliza a perpetuação de práticas sustentáveis em diversos territórios.

Foi nesse contexto de insatisfação com os limites da economia ambiental neoclássica que surgiu, a partir da década de 1970, a Economia Ecológica (EE). Onde, diferentemente da abordagem convencional, a EE entende que a economia está inserida em um sistema maior, a biosfera, e que existem limites ecológicos que devem ser respeitados. Ao invés de tratar a natureza como capital substituível, a EE reconhece a não substituíbilidade de muitos serviços ecossistêmicos e o caráter irreversível da degradação ambiental (Daly & Farley, 2016; Vatn, 2020).

A Economia Ecológica propõe, portanto, uma abordagem alternativa, na qual os valores éticos, culturais, sociais e ecológicos são incorporados nas análises econômicas. Ela reconhece que nem todos os serviços ambientais são mensuráveis ou precificáveis e que a decisão sobre sua valoração deve considerar múltiplos critérios, além dos estritamente monetários. Dessa forma, essa corrente propõe instrumentos como a Análise de Decisão Multicritério (MCDA) e o Pensamento Focado em Valores (*Value-Focused Thinking*), que buscam integrar diferentes dimensões de valor, especialmente em contextos complexos e com diversidade de atores e objetivos (Bana e Costa, 1993; Keeney, 1992; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024; Maciel, Mangabeira, Lima, Romeiro, et al., 2024).

Ademais, autores como Romeiro (2012), Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023) enfatizam que para diagnósticos econômicos e de valoração da sustentabilidade, é necessário associar aos preceitos da EE, metodologias participativas, que envolvam os próprios atores do território na definição de critérios e indicadores de sustentabilidade, para evitar que decisões sejam impostas de forma exógena, desconsiderando realidades locais. Essa postura crítica e

inclusiva é essencial para pensar políticas públicas mais justas e eficazes de incentivo às práticas sustentáveis no meio rural.

Dessa maneira, foi a partir desse referencial que surgiu a proposta do Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA), apontada por Maciel et al. (2024) como uma alternativa inovadora que busca superar as limitações dos modelos convencionais de compensação financeira.

2.3.2 Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA)

Diferentemente das demais metodologias ancoradas na economia neoclássica supracitadas, a metodologia desenhada para o Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA), proposto por Maciel et al. (2024), apresenta um mecanismo de compensação financeira amparado nos preceitos da EE e que portanto, vai além do âmbito estritamente econômico, e busca recompensar também os benefícios gerados por comunidades rurais e agricultores familiares no que se refere aos aspectos socioculturais e ecológicos associados à sua permanência e atuação sustentável nos territórios. Segundo os pesquisadores, o objetivo central do PSSA é assegurar que os agricultores familiares e extrativistas recebam um valor justo pelo papel que desempenham na preservação do meio ambiente, na conservação da biodiversidade, na manutenção dos serviços ecossistêmicos e na contribuição efetiva que possuem na justiça social e na governança territorial.

Esse modelo de valoração econômico-ecológica das práticas sustentáveis foi implantado na Reserva Extrativista (RESEX) Chico Mendes, localizada no estado do Acre, e os valores a serem pagos para os extrativistas foram ponderados a partir do cálculo do custo de reprodução social, uma metodologia desenvolvida dentro do projeto Análise Socioeconômica de Sistemas Básicos de Produção Familiar (ASPF) (Maciel et al., 2021; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). Esse custo de reprodução social considera os valores monetários necessários para que as famílias extrativistas possam manter suas condições de vida e continuar desempenhando suas funções ambientais e sociais sem comprometer sua permanência na floresta. O raciocínio é simples: a conservação ambiental é necessária, então, é importante garantir que os atores que a promova tenham condições de continuar suas atividades sem serem forçados a optar por alternativas destrutivas, tal como a pecuária extensiva. O valor pago pelo PSSA, portanto, deve ser superior ao custo de oportunidade dessas práticas insustentáveis, o que significa que ele deve ser suficientemente atrativo para que a agroecologia e o manejo

sustentável sejam viáveis economicamente no longo prazo, e não seja necessário, por exemplo, recorrer a agropecuária predatória ou à outras práticas intensivas degradantes.

Dados do trabalho desenvolvido na Resex Chico Mendes apontam que a linha mediana de dependência do mercado entre os extrativistas deste território é de R\$ 27.977,00 por ano ou R\$ 2.165,00 por mês, considerando gastos diversos, como alimentação, moradia, educação, saúde, etc. (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). A partir deste valor, os pesquisadores sugeriram um cálculo que subtrai valor da ‘linha de dependência do mercado’ do valor da ‘renda bruta’ pela venda do produto extraído, onde o resultado dessa subtração é, segundo eles, o valor que deveria ser utilizado para calcular o PSSA, ou seja, quanto seria necessário pagar aos extrativistas para garantir que suas práticas sustentáveis sejam mantidas sem gerar prejuízos econômicos (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024).

Nessa perspectiva, por meio desses cálculos e articulações, os pesquisadores apontam que muito embora ainda insuficiente para cobrir o valor ideal do custo de reprodução social, o PSSA já é uma realidade na região, onde por exemplo, a empresa de calçados sustentáveis *Veja Fair Trade*© tem avançado em reconhecer estes valores socioambientais atrelados a produção de borracha nativa, efetivando então o PSSA diretamente ao extrativistas da RESEX. Este valor extra pago pela borracha, através do PSSA representa mais de 7 vezes o preço de mercado atual, o que segundo Maciel *et al.* (2024), evidencia o quanto o mercado convencional falha em precificar os produtos agroecológicos da região, prejudicando a reprodução social, a sucessão familiar e a conservação ambiental. Nesse sentido, os pesquisadores enfatizam que o PSSA é uma ferramenta eficaz para garantir o desenvolvimento mais justo e sustentável na Amazônia brasileira.

Neste sentido, o PSSA surge como uma alternativa a essa visão limitada da valoração ambiental. Uma vez que a metodologia aplicada na RESEX Chico Mendes garantiu que os agricultores familiares e extrativistas não fossem vistos como meros "fornecedores passivos" de serviços ambientais, mas sim como coprodutores da natureza (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). Essa metodologia inovadora, portanto, considera a permanência dos atores no contexto rural e a perpetuação de suas práticas sustentáveis, como essenciais para a manutenção dos ecossistemas, e defende acima de tudo que é esse o papel que precisa ser valorizado. Dessa forma, segundo os autores, ao invés de se basear unicamente em métricas monetárias de mercado, o PSSA utiliza metodologias participativas e critérios de avaliação e validação,

elaborados junto às comunidades para garantir que a valoração dos serviços socioambientais seja, de fato, justa e contextualizada.

Nesse contexto, para garantir tal justiça e efetivação do PSSA, o modelo desenvolvido na RESEX Chico Mendes incorporou o Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) como a ferramenta de mensuração e validação. Esse índice, que será tratado com mais detalhes na próxima seção, foi construído de forma participativa com os próprios agricultores e extrativistas da Resex Chico Mendes e considera uma ampla gama de indicadores que perpassam por critérios ambientais, sociais, econômicos, agronômicos e de governança. Assim, segundo Maciel *et al.* (2024), o PSSA, diferentemente de outros mecanismos de precificação, não se restringe a um critério único e monetário, mas leva em conta a complexidade da sustentabilidade e a interdependência entre os diversos serviços socioambientais prestados por esses atores.

Portanto, ao aplicar o Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) como ferramenta de validação para o Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA), assegura-se que o incentivo financeiro seja concedido somente àqueles que de fato adotam práticas sustentáveis e contribuem ativamente para o desenvolvimento social, para preservação e regeneração dos ecossistemas. Isso evita que a compensação seja distribuída indiscriminadamente, afinal, o objetivo do PSSA é garantir que o incentivo seja direcionado para aqueles que desempenham um papel ativo no desenvolvimento sustentável (Lima *et al.*, 2023; Mangabeira *et al.*, 2021).

2.4 Índice multicritério de sustentabilidade (IMS) para mensuração das práticas sustentáveis

Os trabalhos desenvolvidos por Mangabeira *et al.* (2021) intitulado “Inclusão Geodigital e Gestão Territorial de Unidades de Produção de Base Familiar: Geração de Índice de Sustentabilidade para o Bioma Amazônia (IGGTS)” e por Lima *et al.* (2023) denominado “Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre – Brasil”, buscaram identificar e estabelecer, através de oficinas participativas com os extrativistas e agricultores familiares locais, indicadores econômicos, ambientais, sociais, agronômicos e de governança que gerassem um índice de sustentabilidade confiável para mensurar, avaliar e valorizar as ações sustentáveis desenvolvidas por estes atores. O resultado desse projeto culminou na publicação, pela Embrapa Territorial, do Guia Metodológico: geração de indicadores de desempenho e índice multicritério de sustentabilidade para

agricultura familiar no bioma Amazônia e outras publicações (Lima et al., 2023; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024; Mangabeira et al., 2021).

O Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) criado por Mangabeira, Pinto e Scarazatti (Mangabeira et al., 2021) e aplicado por Lima et al. (2023), permite um diagnóstico de sustentabilidade baseado nos seguintes critérios: 1) Governança: que avalia as diferentes formas de organização social, participação comunitária e transparência da gestão; 2) Ambiental: que considera diversas práticas de proteção da biodiversidade, cumprimento da legislação ambiental e mitigação de impactos ambientais; 3) Econômico: que examina a viabilidade financeira da produção sustentável e do autoconsumo; 4) Social: que analisa o acesso às políticas públicas sociais, a qualidade de vida e a sucessão familiar; e 5) Agrônomo: que mede a eficiência produtiva e a sustentabilidade do manejo agrícola através de análises das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Os indicadores, segundo Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023), evidenciam a realidade local, pois todos eles foram definidos através de um método multicritério participativo e construtivista, através de oficinas e entrevistas, com os principais atores locais. Os pesquisadores afirmam que metodologias colaborativas são imprescindíveis para a avaliação multicritério da sustentabilidade, pois são os múltiplos agentes que detêm a experiência suficiente para determinar quais são os principais problemas e as possíveis soluções para que ocorra de fato um desenvolvimento sustentável do território em que residem.

O IMS apresenta os aspectos de sustentabilidade de maneira simplificada, inovadora e contextualizada à realidade local e é capaz de mensurar e ponderar as ações sustentáveis por meio de múltiplos critérios. A metodologia foi baseada no método do Carbono Social, instrumentalizada a partir do Pensamento Focado em Valores (*Value-Focused Thinking*) e na Análise Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA), ambas ferramentas da EE (Lima et al., 2023; Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024; Mangabeira et al., 2021). Em outras palavras, a construção do IMS segue um processo participativo no qual são estabelecidos a hierarquização e os pesos relativos de cada critério avaliado em cinco dimensões (ambiental, social, econômico, agrônomo e de governança) permitindo que, ao final da aplicação dos indicadores em uma propriedade, seja possível determinar o seu nível de sustentabilidade.

O IMS possui valores entre 0,0 e 1,0. Cada propriedade rural analisada será enquadrada em um dos cinco graus de sustentabilidade, a saber: 1) Insustentável (valores entre 0,0 e menor do que 0,2); 2) Pouco sustentável (valores entre 0,21 e menor do que 0,40); 3) Moderadamente

sustentável (valores entre 0,41 e menor do que 0,60); 4) Sustentável (valores entre 0,61 e menor do que 0,80); e 5) Nível excelente de sustentabilidade (valores entre 0,81 e 1,0) (Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021). Vale ressaltar que, esse resultado é alcançado por meio de cálculos agregados dos indicadores, dos graus das escalas de valores e dos parâmetros de maturidade em sustentabilidade, previamente definidos pela equipe de pesquisa (Mangabeira et al., 2021).

Nesse contexto, a aplicação do IMS, criado por meio de oficinas participativas entre os atores da Reserva Extrativista Chico Mendes, permitiu aos pesquisadores identificar o nível de sustentabilidade das unidades produtivas deste território. Além disso, o IMS fornece uma base bem fundamentada que permite direcionar recomendações e aprimoramentos na gestão das propriedades rurais, mapear as principais dificuldades enfrentadas pelos produtores, e viabilizar soluções mais assertivas e contextualizadas. Acima de tudo, o IMS se estabeleceu como um instrumento confiável para embasar a valoração econômico-ecológica das práticas sustentáveis, garantindo que os serviços socioambientais prestados fossem reconhecidos e remunerados por meio do Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA) (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024).

Afinal, se uma propriedade alcançar um nível de excelência em sustentabilidade, com pontuação entre 0,81 e 1,0 no IMS, é legítimo e necessário que seu produtor seja recompensado pela conservação dos ecossistemas e pelos benefícios sociais e ambientais gerados. Nesse sentido, o PSSA, validado pelo IMS, torna-se um mecanismo de justiça econômica e ambiental, corrigindo distorções do mercado convencional, que frequentemente exige padrões sustentáveis sem oferecer uma contrapartida financeira proporcional (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). Dessa forma, ao vincular o PSSA a um sistema de avaliação estruturado e participativo da sustentabilidade, como o IMS, assegura-se que os pagamentos sejam direcionados de maneira transparente e justa para aqueles que, de fato, desempenham um papel ativo na manutenção da sustentabilidade em seus territórios.

Contudo, assim como salientado pelos idealizadores do método, é fundamental reconhecer que a sustentabilidade não pode ser medida por um único modelo, pois cada território possui particularidades socioeconômicas, produtivas e ambientais distintas. Assim, a construção de um IMS e de uma metodologia de PSSA adaptados a diferentes contextos produtivos torna-se essencial para garantir que a valoração econômico-ecológica das práticas sustentáveis reflita, de forma fidedigna, a realidade dos agricultores (Maciel, Mangabeira,

Lima, Romeiro, et al., 2024; Mangabeira et al., 2021). Portanto, no caso do Sul de Minas Gerais, onde a cafeicultura familiar desempenha um papel estratégico na economia e na conservação ambiental, a aplicação de um IMS específico para esse setor pode viabilizar um sistema de compensação mais justo, alinhado às exigências do mercado e às necessidades reais dos cafeicultores.

3. JUSTIFICATIVA

A implementação do Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA) na Reserva Extrativista Chico Mendes (RESEX) representou um marco na valoração da sustentabilidade, ao garantir que os extrativistas recebessem um valor financeiro que auxiliasse, de fato, em sua permanência na floresta sem que fossem forçados a recorrer a atividades economicamente predatórias (Maciel, Mangabeira, Lima, & Romeiro, 2024). A metodologia para a definição dos valores do PSSA através do levantamento do custo da Reprodução Social foi eficaz no contexto amazônico, onde as comunidades extrativistas enfrentam altos níveis de vulnerabilidade socioeconômica e possuem poucas alternativas de geração de renda. Entretanto, ao analisar a realidade da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais, fica evidente que, embora esses produtores não enfrentem as mesmas privações materiais dos extrativistas da Amazônia, suas dificuldades também colocam em risco a sustentabilidade das atividades produtivas e, conseqüentemente, a permanência no campo.

Na cafeicultura familiar sul mineira, os desafios não estão exclusivamente relacionados à sobrevivência básica, mas também à capacidade de manter e expandir práticas agrícolas sustentáveis em um mercado que impõe rigorosos padrões ambientais e sociais, sem, no entanto, oferecer uma remuneração proporcional aos investimentos necessários. Sabe-se que os cafeicultores que adotam práticas conservacionistas frequentemente enfrentam um desequilíbrio econômico, pois, mesmo certificando sua produção para acessar mercados mais exigentes, os prêmios financeiros recebidos raramente compensam os custos da adequação às normas socioambientais (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020). Além disso, a transição para práticas agroecológicas, embora traga benefícios ambientais, produtivos e até econômicos ao longo prazo, inicialmente exige investimentos e adequações que nem sempre são acessíveis aos pequenos produtores (C. C. Ferreira et al., 2021; Risueño Solarte et al., 2023; Siles et al., 2022).

Diante dessa realidade, a adaptação do PSSA para a cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais deve incorporar uma nova perspectiva de valoração dos serviços socioambientais, considerando não apenas o custo de reprodução social como defendido por Maciel *et al.* (2024), mas também os custos da sustentabilidade produtiva, como por exemplo: I. Despesas com certificações e selos de responsabilidade socioambiental, II. Custos da transição agroecológica, III. Investimentos em infraestrutura para adequação ambiental, etc. Inclusive, um levantamento de custos para a viabilidade da sustentabilidade produtiva, levando em conta esses e outros fatores, representa um campo de estudo fundamental para pesquisas futuras e para a efetivação, de fato, da valorização econômica das práticas sustentáveis.

Dessa forma, é imprescindível destacar que a efetivação do Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA) requer o suporte de uma ferramenta capaz de mensurar, qualificar e validar as práticas sustentáveis desenvolvidas nos territórios. Segundo os pesquisadores que propuseram o modelo, esse instrumento deve ser o Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS), construído com base em metodologias participativas e fundamentado nos princípios da Economia Ecológica (Lima *et al.*, 2023; Maciel, Mangabeira, Lima, Romeiro, *et al.*, 2024).

Portanto, a construção de um IMS específico para a cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais, proposta central desta tese, justifica-se como uma etapa essencial para garantir que os processos de valoração da sustentabilidade sejam aplicados de forma justa e contextualizada com a realidade produtiva local. Nesse sentido, o IMS aqui desenvolvido é denominado "Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais – IMS-CFSM" e, por meio de uma abordagem multimetodológica, busca refletir os critérios exigidos pelos mercados interno e externo, incluindo os das certificações socioambientais, e de forma concomitante, procura incorporar os valores, as práticas e as percepções dos próprios agricultores familiares, reconhecendo seus saberes, trajetórias e valores.

4. OBJETIVO

Esta tese tem como objetivo principal desenvolver o Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM), que possa servir como instrumento técnico de apoio à valoração das práticas sustentáveis desempenhadas por cafeicultores familiares da região.

4.1 Objetivos Específicos

1. Analisar as principais certificações de sustentabilidade do setor cafeeiro no Sul de Minas Gerais, identificando seus requisitos, impactos na remuneração dos produtores e possíveis lacunas da cafeicultura familiar.
2. Investigar as práticas e percepções dos cafeicultores sobre sustentabilidade, de modo a compreender como eles adotam (ou não) práticas socioambientalmente responsáveis e quais são as barreiras e incentivos que influenciam esse processo.
3. Avaliar como fatores sociais, culturais, simbólicos e econômicos moldam a adoção de práticas sustentáveis, utilizando como base a Teoria dos Capitais de Bourdieu para entender as influências estruturais na tomada de decisão dos produtores.
4. Estabelecer os pilares e indicadores do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM), considerando critérios ambientais, sociais, econômicos, agrônômicos e de governança, e incluindo os requisitos das certificações já existentes no setor cafeeiro para tornar a ferramenta mais robusta e aplicável ao mercado.
5. Construir o IMS-CFSM de forma participativa, com envolvimento direto dos cafeicultores e especialistas por meio de conferências de decisão multicritério, oficinas e reuniões imersivas, garantindo que os critérios avaliados reflitam a realidade local.
6. Validar e testar o IMS-CFSM em propriedades cafeeiras do Sul de Minas, aplicando a metodologia para verificar sua eficácia na mensuração da sustentabilidade e identificar possíveis ajustes.
7. Discutir os impactos do IMS-CFSM no setor cafeeiro, de maneira a evidenciar como ele pode preencher as lacunas dos sistemas tradicionais de certificação e melhorar a sustentabilidade econômica e ambiental da cafeicultura familiar no Sul de Minas.

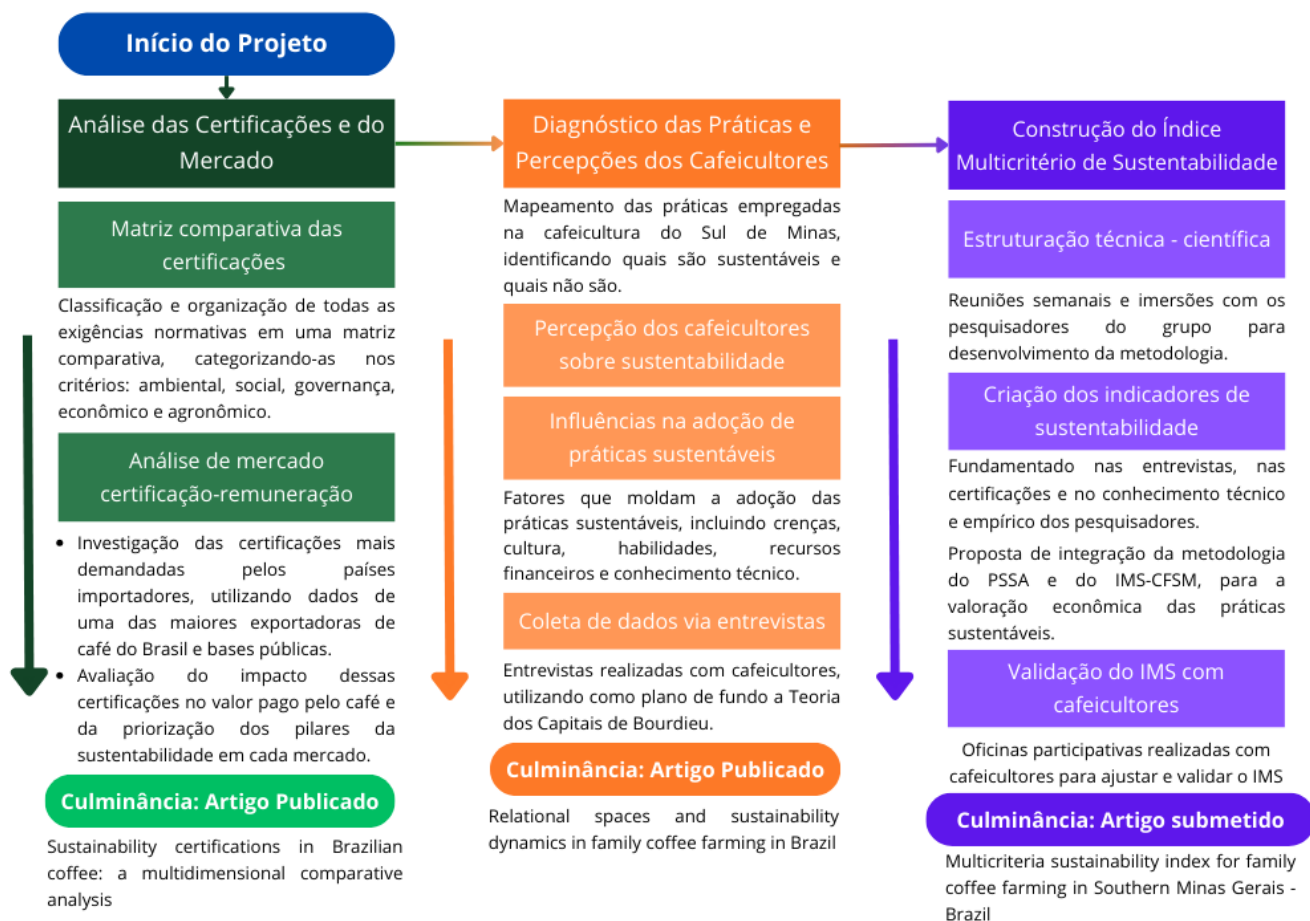
5. METODOLOGIA GERAL

A presente tese foi estruturada para desenvolver o Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM), com base em uma abordagem multimetodológica, alinhada às exigências do mercado nacional e internacional, nos princípios da Economia Ecológica e ancorada na Sociologia Reflexiva de Pierre Bourdieu. A metodologia foi organizada em três etapas, conforme sintetizado no

workflow apresentado na Figura 1, que ilustra de forma sintética o encadeamento lógico e cronológico das atividades realizadas nesta pesquisa.

Cada uma dessas três etapas forneceu insumos empíricos, analíticos e conceituais fundamentais para a construção do IMS-CFSM, além de resultar na produção de artigos científicos que compõem os capítulos subsequentes desta tese. As subseções a seguir descrevem, de forma panorâmica, os procedimentos e objetivos de cada uma das etapas, enquanto os Capítulos 2, 3 e 4 aprofundam suas metodologias, resultados e discussões por meio do formato de publicações científicas.

Figura 1. *Workflow* da metodologia da pesquisa.



5.1 Etapa 1: Análise das Certificações e do Mercado

A primeira etapa da pesquisa está graficamente colorida em verde no *workflow* (Figura 01) e apresentada com mais detalhes no capítulo 2, por meio do artigo intitulado: “Certificações de Sustentabilidade no Café Brasileiro: Uma Análise Comparativa Multidimensional”. Essa fase está diretamente ligada ao objetivo específico 1, e concentrou-se em compreender o papel das certificações no setor cafeeiro, tanto em termos de exigências normativas quanto a influência destas na remuneração dos produtores.

Para isso, foi realizada uma análise comparativa das principais certificações de sustentabilidade empregadas no Sul de Minas Gerais, além de um estudo de mercado para entender a valorização dos cafés certificados no comércio internacional. Essa análise foi conduzida por um grupo multidisciplinar composto por pesquisadores, agricultores familiares, agroécólogos, técnicos de extensão e profissionais com experiência prática na implantação e auditoria de certificações cafeeiras. As reuniões ocorreram entre os anos de 2022 e 2023, com frequência semanal, em formato online, e duração mínima de uma hora por encontro (figuras 2 e 3). Tais encontros garantiram um diálogo ativo, uma reflexão crítica e sem dúvidas, uma construção coletiva do conhecimento.

Figuras 2 e 3 - Reuniões da equipe multidisciplinar para análise das certificações e do mercado cafeeiro.





Legenda: Registros das reuniões virtuais realizadas entre 2022 e 2023 com a equipe responsável pela análise das certificações socioambientais e exigências de mercado. O grupo foi composto por pesquisadores, agricultores familiares, agroecólogos, técnicos de campo e profissionais atuantes na área de certificações, que contribuíram de forma colaborativa para a construção da matriz comparativa das certificações analisada

As certificações analisadas foram: *Fairtrade*, *Rainforest Alliance*, 4C e Certifica Minas Café. Para realizar a investigação, todas as exigências normativas dessas certificações foram organizadas em uma matriz comparativa, permitindo a categorização de suas exigências em quatro dimensões: 1. Ambiental – ligadas a práticas de conservação do solo, uso racional da água, preservação da biodiversidade, etc.; 2. Social – envolvendo condições de trabalho, qualidade de vida, sucessão familiar, etc.; 3. Governança – que abrange transparência, rastreabilidade, organização produtiva, etc.; 4. Agrônomo – que considera o manejo sustentável, uso de insumos, produtividade responsável, etc. Essa categorização permitiu identificar em quais dimensões cada uma delas se concentra, onde há convergências e divergências entre os selos e quais lacunas ainda existem na abordagem da sustentabilidade no setor cafeeiro, considerando a realidade do produtor familiar sul mineiro.

Além da categorização, foi realizada uma análise de mercado utilizando dados de uma das maiores exportadoras de café do Brasil e informações públicas para entender quais certificações são mais demandadas nos mercados internacionais, quais países exigem determinados selos e qual é o diferencial de preço pago pelo café certificado. Essa abordagem

possibilitou uma visão sobre a relação entre certificação e retorno econômico para os produtores.

5.2 Etapa 2: Diagnóstico das Práticas e Percepções dos Cafeicultores

Destacado em laranja no *workflow* (Figura 1) e detalhado no capítulo 3, por meio do artigo: “Espaços relacionais e dinâmicas de sustentabilidade na cafeicultura familiar no Brasil”, essa etapa está relacionada com os objetivos específicos 2 e 3. O foco principal foi compreender, a partir do território, tanto as práticas produtivas adotadas pelos agricultores familiares do Sul de Minas Gerais, quanto suas percepções, valores e significados atribuídos à sustentabilidade.

Para isso, foram realizadas visitas a mais de 30 propriedades familiares, distribuídas por diferentes municípios da região, onde os cafeicultores foram entrevistados com base em uma abordagem qualitativa, centrada na escuta ativa e na valorização das narrativas dos próprios atores. Paralelamente, também foi organizado um workshop, que teve como objetivo apresentar os propósitos deste projeto, construir vínculos com os participantes e promover trocas de saberes e experiências entre agricultores, pesquisadores e técnicos (Figuras de 4 a 6).

Figura 4 a 6 – Registros do workshop, atividades de campo e entrevistas junto aos cafeicultores familiares no Sul de Minas Gerais



Legenda: Workshop realizado no Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Inconfidentes, no dia 07 de julho de 2023, com a presença de cafeicultores familiares, estudantes, técnicos e pesquisadores.

O workshop teve como objetivo apresentar o projeto, construir vínculos com os participantes e promover o diálogo inicial sobre sustentabilidade na cafeicultura regional.



Legenda: Registro de uma visita realizada por pesquisadores junto a cafeicultores familiares em suas lavouras, no Sul de Minas Gerais. As visitas tiveram como objetivo compreender de forma direta as práticas produtivas adotadas, os desafios enfrentados no cotidiano e os saberes locais relacionados à sustentabilidade na cafeicultura.



Legenda: Realização de entrevista qualitativa com agricultores familiares do Sul de Minas Gerais, conduzida pela pesquisadora responsável.

Adicionalmente, objetivou-se compreender como os fatores socioculturais e econômicos influenciam a adoção de práticas sustentáveis. Para tal, foi utilizado a Teoria dos Capitais de Bourdieu (Bourdieu, 1977, 1996, 2011) como referencial analítico para entender como recursos financeiros, conhecimento técnico, redes de apoio e crenças moldam as decisões produtivas dos agricultores. Para captar essas nuances, os dados das entrevistas foram analisados por meio do método estatístico Análise de Correspondência Múltipla (ACM) (Bertoncelo, 2022), onde foi possível identificar padrões entre os perfis de cafeicultores e suas respectivas práticas e percepções, bem como definir distintos perfis dos cafeicultores, considerando suas práticas sustentáveis e o contexto social no qual estão inseridos.

É importante salientar que essa etapa, desenvolvida ao longo de aproximadamente 18 meses, foi crucial para aprofundar a compreensão das práticas empregadas na cafeicultura da região. Além disso, a definição dos diferentes perfis de produtores foi essencial para embasar a construção do IMS-CFSM, garantindo que os critérios do índice fossem realistas, aplicáveis e representativos da diversidade produtiva local.

5.3 Etapa 3: Construção do Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS-CFSM)

Representada em roxo no workflow (Figura 1) e detalhada no Capítulo 4, por meio do artigo intitulado “Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais”, esta etapa corresponde à materialização do objetivo principal desta tese e aos objetivos específicos 4 ao 7. De maneira sintetizada, considera-se que a construção do índice foi baseada em uma abordagem multimetodológica e estruturada da seguinte forma:

1. **Levantamento inicial de indicadores** a partir da análise das certificações de sustentabilidade e conhecimento técnico (Etapa 1), além de entrevistas e atividades com cafeicultores familiares (Etapa 2);
2. **Refinamento técnico dos indicadores**, realizado em conjunto com especialistas e pesquisadores do projeto, buscando garantir coerência metodológica e representatividade temática. Além das reuniões semanais conduzidas de forma remota ao longo de todo o processo, essa etapa incluiu também 5 momentos de imersão presencial, durante o ano de 2023 a 2024, nos quais a equipe dedicou-se integralmente, durante dois a três dias consecutivos, à formulação, revisão e aprofundamento dos

indicadores e suas respectivas métricas. Essas imersões permitiram o alinhamento dos critérios técnicos com a complexidade do território, e aproximou a ferramenta dos desafios concretos enfrentados pelos cafeicultores familiares da região.

3. **Validação participativa** dos indicadores, pesos e critérios, conduzida por meio de oficinas participativas com agricultores familiares da região;
4. **Aplicação piloto do IMS-CFSM** com os cafeicultores participantes, como forma de testar a ferramenta, analisar sua aderência e discutir seus resultados com os próprios produtores.

Dessa forma, essa etapa representa a síntese metodológica da tese, que conectou os insumos analíticos de todas as fases do processo de pesquisa e propôs um instrumento inovador para apoiar políticas públicas, iniciativas de valorização da sustentabilidade e mecanismos de pagamento por serviços socioambientais. Abaixo, são apresentados registros visuais das imersões e das oficinas participativas (figuras 7 a 9).

Figura 7 – Imersões do Grupo VES para construção dos indicadores do IMS-CFSM



Legenda: Registro de uma das 5 imersões realizadas pelo Grupo de Valoração Econômica da Sustentabilidade (Grupo VES) no Instituto Origem, localizado em São Tomé das Letras, Sul de Minas Gerais. Os encontros ocorreram ao longo do projeto e tiveram como foco o refinamento técnico dos

indicadores e métricas do IMS-CFSM, com dedicação intensiva e colaborativa para aproximar a ferramenta das realidades vividas pelos agricultores familiares da região.

Figura 8 a 9 – Oficinas participativas de validação do IMS-CFSM com agricultores familiares do Sul de Minas Gerais



Legenda: Registros das oficinas participativas realizadas nos dias 30 de novembro e 1º de dezembro de 2025, no Instituto Federal do Sul de Minas - Campus Poços de Caldas, Sul de Minas Gerais. Os encontros reuniram cafeicultores familiares, pesquisadores e técnicos para validar os indicadores e métricas do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM).

CAPÍTULO 2 -
Certificações de Sustentabilidade no Café Brasileiro: Uma Análise Comparativa
Multidimensional
Sustainability Certifications in Brazilian Coffee: A Multidimensional Comparative Analysis

Nota: Artigo publicado na Revista Brasileira de Ciências Ambientais – RBCIAMB (ISSN 2176-9478), no dia 05 de Agosto de 2025, Vol. 60, DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-94782338> . *Paper* disponível na íntegra no Anexo A deste documento, a seguir é apresentado o artigo em sua versão em português.

Resumo

A adoção de certificações de sustentabilidade no setor cafeeiro impõe desafios significativos aos produtores, que precisam equilibrar os custos e exigências desses selos com os benefícios econômicos e comerciais esperados. Este estudo se propõe a preencher uma lacuna na literatura ao realizar uma análise comparativa multidimensional e inédita das principais certificações aplicadas à cafeicultura brasileira (4C, Fairtrade, Rainforest Alliance e Certifica Minas Café) considerando os pilares da sustentabilidade (social, ambiental, agrônomo e gestão) e aspectos mercadológicos, com o objetivo de oferecer um panorama sistêmico que apoie tomadas de decisões por parte de agricultores, pesquisadores e demais atores da cafeicultura. A metodologia combinou revisão bibliográfica, análise de dados comerciais de uma grande exportadora de cafés especiais e a experiência prática dos autores. Os resultados revelam diferentes graus de complexidade nas exigências de sustentabilidade entre os selos, além de uma desconexão entre os esforços exigidos dos produtores e os retornos financeiros obtidos, o que compromete a efetividade desses sistemas como ferramentas de transformação socioambiental. Como contribuição prática, o estudo propõe que mecanismos complementares de valorização (como Pagamentos por Serviços Socioambientais) sejam incorporados aos modelos de certificação. A categorização desenvolvida neste trabalho também oferece uma ferramenta analítica inovadora, útil para orientar cafeicultores, exportadores e formuladores de políticas públicas na escolha estratégica de certificações, promovendo uma cadeia produtiva mais justa, sustentável e alinhada às exigências do mercado global.

Palavras-Chave: Cafeicultura no Brasil, Fairtrade, Rainforest Alliance, Certificações de sustentabilidade, Certificação 4C, Práticas sustentáveis

Keywords: Sustainable coffee production in Brazil, Fairtrade, Rainforest Alliance, Sustainability certifications, 4C Certification, Sustainable practices

1. INTRODUÇÃO

O impacto das ações humanas no planeta é amplamente discutido desde os anos 1990 e, com o agravamento das crises ambientais, os setores produtivos, como o agrícola, têm sido pressionados a adotar práticas mais sustentáveis, principalmente em países como o Brasil, onde a cafeicultura desempenha papel crucial na economia global (IPCC, 2023; Panhuysen & Vries, 2023; Rockström, 2020; Sachs et al., 2019). Como medida de contenção, transformações setoriais estão sendo discutidas e aplicadas com mais urgência, principalmente no chamado nexos FEW (Food, Energy, Water), ao qual o setor agrícola está altamente interligado. Esse setor, de maneira mais específica, tem se empenhado em encontrar soluções para aumentar em 70% sua produção até o ano de 2050, sem impactar ainda mais os ecossistemas (Bahadur Kc et al., 2018).

É importante pontuar que, à medida que as alterações climáticas, a perda da biodiversidade, a desertificação e a crise hídrica se tornam mais evidentes, o tema sustentabilidade ganha notoriedade. Isso se deve à confiança depositada pela sociedade de que uma das poucas saídas para evitar transformações irreversíveis é, de fato, o desenvolvimento econômico que leve em consideração o equilíbrio ambiental e social (Rockström, 2020; Rossi Moda et al., 2022; Sachs et al., 2019). Nesse sentido, o setor cafeeiro global se destaca não apenas como um dos principais consumidores de recursos naturais, mas também como uma oportunidade única para implementar transformações sustentáveis alinhadas às demandas globais e às especificidades locais, devido à sua alta relevância socioeconômica e aos impactos ambientais associados à sua cadeia produtiva.

Além disso, de acordo com uma pesquisa feita em 2020, pelo IBM (Institute for Business Value), com mais de 14 mil consumidores em nove países, incluindo o Brasil, 66% dos entrevistados estão dispostos a mudar seu comportamento de compra para ajudar a reduzir o impacto negativo no meio ambiente (IBM, 2021). Essa tendência global também se reflete no mercado cafeeiro, onde as certificações de sustentabilidade se tornaram uma demanda crescente de consumidores e mercados exigentes. A consequência dessa realidade é a motivação de uma

mudança de comportamento por parte do setor agrícola, que se vê cada vez mais pressionado a comprovar a sustentabilidade de seus processos para competir dentro do mercado globalizado.

Na direção de um setor mais sustentável, leis, normas e regulamentos que regem as práticas agrícolas têm ganhado maior relevância, sobretudo diante da intensificação das mudanças climáticas. No Brasil, embora o Código Florestal de 2012 represente um marco para o uso sustentável das terras e a proteção ambiental, sua implementação enfrenta desafios significativos, particularmente no que se refere ao Cadastro Ambiental Rural (CAR). Como apontado por Milhorange et al. (2020), a falta de coordenação entre os instrumentos regulatórios e as limitações políticas têm dificultado a integração de medidas voltadas à adaptação climática e à sustentabilidade. Essa problemática, segundo os autores, é agravada pelo desmantelamento de políticas ambientais, que enfraqueceu mecanismos institucionais e reduziu o financiamento de iniciativas cruciais para a promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Nesse contexto, normas voluntárias de sustentabilidade (VSS) emergem como uma alternativa estratégica para preencher lacunas deixadas pela regulamentação pública. Essas normas não apenas demonstram um compromisso mais transparente com práticas socioambientais responsáveis (Panhuysen & Vries, 2023; Schaltz, T. S.; Bork, 2019) mas também podem auxiliar no enfrentamento de alguns dos impactos socioambientais negativos causados pelas práticas agrícolas – como o desflorestamento, a escassez de água e as violações de direitos humanos básicos –, além de possibilitar ganhos de produtividade e lucratividade (Bermudez et al., 2022; Potts et al., 2014; Voora et al., 2022). Sendo o Brasil o maior produtor e exportador mundial de café, em especial o estado de Minas Gerais, esses desafios e oportunidades são particularmente relevantes no setor cafeeiro brasileiro, contribuindo significativamente para o mercado global (CONAB, 2023; ICO, 2023).

A cafeicultura é, sem dúvida, uma das precursoras do setor agrícola na busca por certificações de sustentabilidade, principalmente desde os anos 2000 (Barra & Ladeira, 2018; Meier, C., 2020; Potts et al., 2014; Rossi Moda et al., 2022; Scalco, 2019). De acordo com Meier et al. (2020), o volume de café produzido em conformidade com normas voluntárias de sustentabilidade (VSS) cresceu de 13% a 19% entre 2008 e 2019. Segundo dados do relatório Coffee Barometer, no período de 2020 a 2022, aproximadamente 55% da produção global de café foi certificada (Panhuysen & Vries, 2023). Ainda segundo Panhuysen & Vries (2023), e

corroborado por dados publicados pela Global Coffee Platform (GCP, 2023), as três certificações de terceira parte mais proeminentes no setor cafeeiro, classificadas de acordo com seus respectivos volumes de produção mundial em 2022, foram: 4C (1,61 mi/t), Rainforest Alliance/UTZ (1,08 mi/t) e Fairtrade (0,82 mi/t). Esse crescimento reflete não apenas as demandas crescentes dos mercados internacionais, mas também as pressões enfrentadas pelos cafeicultores para se adaptarem às exigências de sustentabilidade e competirem em mercados mais nichados.

Nesse cenário, como o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, e Minas Gerais o estado brasileiro líder em produção (CONAB, 2023; ICO, 2023), as certificações de responsabilidade socioambiental estão profundamente inseridas na realidade dos produtores dessa região. Esses produtores buscam manter sua competitividade em um mercado cada vez mais exigente e garantir melhores preços em suas negociações comerciais, já que cafés certificados com selos de sustentabilidade são frequentemente considerados cafés especiais, valorizados com preços mais elevados por saca (de Melo et al., 2017). Uma certificação de especial relevância no estado é o Certifica Minas Café, um selo desenvolvido pelo Governo do Estado de Minas Gerais em parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater), a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) e o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), caracterizando-se como uma certificação genuinamente brasileira (CMC, 2024). Nesse sentido, vale ressaltar que essas quatro normas citadas são específicas para o setor agrícola e possuem critérios adequados para essa atividade, diferentemente de certificações mais amplas, aplicáveis a diversos setores e organizações de diferentes tamanhos.

Apesar da relevância das certificações para a cafeicultura sul-mineira, Melo (2017) aponta uma lacuna significativa de estudos sobre elas. Países como Nicarágua, Peru e México, mesmo com menor expressividade na exportação de café, apresentam maior volume de pesquisas sobre o tema (Barham & Weber, 2012; Mitiku et al., 2017). Além disso, há poucos estudos que fizeram comparações entre as certificações, e mesmo as que fizeram não retratam as diferenças e semelhanças nos critérios socioambientais e suas composições. Exemplos incluem os trabalhos de Veiga et al. (2016) e Maguire-Rajpaul et al. (2020), que exploraram

correlações entre aspectos sociais e de gestão de algumas certificações no setor cafeeiro brasileiro, mas deixaram de lado elementos ambientais e agronômicos.

É fato que a busca por certificações no setor cafeeiro é complexa devido à ampla variedade de selos de sustentabilidade disponíveis. Isso pode gerar confusão para os produtores, que enfrentam dificuldades em compreender os requisitos de cada norma e identificar um selo cuja recompensa justifique os custos de implantação e manutenção (Veiga et al., 2016). Para superar esses desafios, é essencial desenvolver pesquisas que comparem as certificações disponíveis, enfatizando suas diferenças e semelhanças em termos de responsabilidade socioambiental. Além disso, tais estudos devem explorar os pilares fundamentais da sustentabilidade e os aspectos mercadológicos, fornecendo orientações práticas para o setor cafeeiro e, principalmente, para os produtores. Dessa forma, a escolha de uma certificação pode ser mais alinhada aos valores, propósitos e condições específicas de cada cafeicultor, maximizando benefícios individuais e contribuindo para um setor mais sustentável e ético.

Diante da escassez de estudos comparativos sobre certificações cafeeiras, especialmente no Brasil, este trabalho tem como objetivo oferecer um panorama sistêmico que apoie tomadas de decisões por parte de agricultores, pesquisadores e demais atores da cafeicultura, ao realizar uma análise comparativa multidimensional e inédita das principais certificações aplicadas à cafeicultura brasileira (4C, Fairtrade, Rainforest Alliance e Certifica Minas Café) considerando os pilares da sustentabilidade - social, ambiental, agronômico e gestão (Mangabeira et al., 2021) e aspectos mercadológicos.

1.1 PRINCIPAIS CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE DO SETOR CAFEIRO

A certificação Rainforest Alliance 2020 (RA 2020), que possui atualmente 536 licenças expedidas no Brasil, é uma certificação socioambiental que tem como objetivo oferecer aos produtores uma estrutura aprimorada para melhorar seus meios de vida e proteger a biodiversidade e o ecossistema onde vivem e trabalham, ao mesmo tempo em que promove condições de trabalho justas para os trabalhadores. Esta norma voluntária trabalha com planos de desenvolvimento sustentável, em que os produtores certificados devem direcionar investimentos para atingir suas metas em sustentabilidade (IMAFLOA, 2024; Rainforest

Alliance, 2024). Vale ressaltar, que a partir de 2018 a organização UTZ e a certificação Rainforest Alliance se unificaram e aderiram ao programa de certificação RA 2020, que engloba novos padrões agrícolas baseados nos pontos fortes de ambas as organizações (Rainforest Alliance, 2024).

A certificação Fairtrade busca garantir preços justos para produtos agrícolas, dentre eles o café, além de incentivar práticas ambientalmente sustentáveis e a melhoria das condições sociais com foco em práticas agrícolas e comerciais direcionadas a pequenos produtores, necessariamente, organizados em associações ou cooperativas. O propósito principal é estabelecer requisitos que determinam a participação dos agricultores familiares no sistema de Comércio Justo, garantindo Preço Mínimo aos produtos certificados e um Prêmio Fairtrade direcionado às organizações certificadas, que por sua vez deve ser aplicado na promoção das comunidades destes produtores familiares, através de um plano de desenvolvimento sustentável (Fairtrade International, 2024).

A certificação 4C - Código Comum para a Comunidade Cafeeira, possui 30 licenças expedidas no Brasil, sendo sua maioria para cooperativas e associações, o que segundo dados publicados no site oficial do selo, impacta atualmente cerca de 65,5 mil trabalhadores brasileiros e abrange uma área de produção de café de aproximadamente 226,7 mil hectares. O foco do Código de Conduta 4C é a produção agrícola sustentável de café e suas atividades pós-colheita, incluindo as dimensões ambiental, social e econômica, se concentrando em padrões mínimos de sustentabilidade e na melhoria gradual das práticas agrícolas, fornecendo qualidade, independência, credibilidade e inovação em serviços para o setor cafeeiro. Procurando garantir boas práticas no abastecimento, produção e comercialização do produto (4C Certification, 2024).

No contexto brasileiro, especialmente em Minas Gerais, destaca-se ainda a certificação estadual Certifica Minas Café (CMC) que é um programa criado pelo governo do estado para promover a adoção de práticas sustentáveis na produção agrícola, de modo a aumentar a visibilidade e a competitividade do café de Minas Gerais nos mercados nacional e internacional, foi instituído através da Lei Estadual Nº 22.926, de 12 de janeiro de 2018. O selo CMC é um atestado seguro e confiável de que o produtor segue boas práticas de manejo e que seu produto prima pela qualidade (Lei Nº 22.926, 2018)

Cada certificação tem suas características e benefícios, e cabe ao produtor avaliar qual delas é a mais adequada para suas necessidades, valores e objetivos (Castro et al., 2023; Rich et al., 2018). Algumas das principais diferenças entre as certificações incluem a ênfase na sustentabilidade ambiental *versus* a responsabilidade social, a exigência de práticas agrícolas orgânicas *versus* a permissão de práticas agrícolas convencionais e os critérios específicos de gestão que englobam requisitos de rastreabilidade e transparência da produção.

Não obstante, os impactos nos critérios da sustentabilidade - como no que tange os aspectos econômicos e ambientais das certificações - também refletem desafios e oportunidades para os produtores. Por exemplo, certificações como Rainforest Alliance e Fairtrade demonstram potencial para reduzir o desmatamento e promover a conservação ambiental. Takahashi e Todo (2013) observaram que as certificações de café de sombra na Etiópia diminuíram significativamente o desmatamento, enquanto Mitiku et al. (2017) relataram que esquemas de certificação melhoraram a renda e reduziram a pobreza. No entanto, os benefícios econômicos são frequentemente mistos: estudos como os de Ibanez e Blackman (2015) destacaram que, embora as certificações incentivem práticas ambientais melhores, nem sempre resultam em ganhos econômicos significativos. Essa complexidade reforça a necessidade de uma avaliação informada das certificações, considerando os contextos locais e as dinâmicas de mercado.

A multiplicidade de certificações também apresenta desafios significativos. A competição entre selos pode levar ao "*standards downgrade*", ou seja, à flexibilização de custos e à redução do rigor nas exigências — o que compromete a eficácia das práticas sustentáveis. Esse cenário ressalta a importância de maior clareza nas informações fornecidas pelas certificadoras, a fim de evitar decisões mal informadas que possam gerar prejuízos aos produtores. Compreender as nuances entre os diferentes selos torna-se, portanto, essencial para que os agricultores façam escolhas mais assertivas, evitem gastos desnecessários e ampliem suas chances de acesso aos mercados mais exigentes.

Portanto, para evitar prejuízos e insatisfação, é imperativo que se entenda de fato, as semelhanças e diferenças entre as certificações de sustentabilidade. Pois, uma decisão informada na escolha do selo não apenas assegura a adesão a padrões elevados, mas também promove práticas que refletem os valores e objetivos específicos de cada produtor.

1.2 A INFLUÊNCIA DAS CERTIFICAÇÕES NA PRECIFICAÇÃO DO CAFÉ

As certificações podem garantir melhor precificação do café, pois o mercado paga um valor adicional, quando o café é certificado (GCP, 2023; Panhuysen & Vries, 2023), sendo esta uma realidade observada no estado de Minas Gerais. Este valor adicional pago aos lotes de café certificados é comumente chamado de “Prêmio”. As principais normas de certificação, possuem critérios comerciais que regulamentam o pagamento do “Prêmio” que deve ser pago ao produtor como uma bonificação de seus esforços para melhoria do desempenho socioambiental de sua propriedade.

Estas normas de certificações socioambientais possuem critérios de desenvolvimento de ações de melhoria contínua, portanto, uma fazenda certificada deve estar sempre melhorando seus processos através do sistema “PDCA” (Plan, Do, Check, Action). Este esforço é remunerado pelo mercado da seguinte maneira: no caso da certificação Fairtrade, o valor do “Prêmio Fairtrade” é pago para as organizações de produtores familiares (associações/cooperativas), sendo o seu valor definido nos critérios comerciais. Dessa forma as organizações devem aplicar o valor recebido pela comercialização do café de seus membros no desenvolvimento social de sua comunidade cafeeira e no fortalecimento da organização (Aguiar, B. H., Romaniello, M. M., & Pelegrini, 2022; Fairtrade International, 2024).

Enquanto a certificação Rainforest Alliance (RA2020) estabelece que um “Diferencial de Sustentabilidade” (DS) deve ser pago ao produtor em adicional ao valor do café. Além do DS, as normas RA2020 estabelecem que um valor para “Investimento em Sustentabilidade” (IS) deve ser acordado entre produtores de café e o comprador, para ser aplicado em projetos de melhoria contínua da propriedade cafeeira e este mecanismo de remuneração é tratado como responsabilidade compartilhada (Rainforest Alliance, 2024). Já a certificação 4C, estabelece que o valor do “Prêmio” deve ser pago ao produtor em adicional ao valor do café, mas não define qual deve ser este valor (4C Certification, 2024). A certificação Certifica Minas Café ainda não utiliza esses mecanismos de premiação.

Diante destas informações, percebe-se que as certificações de sustentabilidade oferecem mecanismos que podem agregar valor na comercialização do café. Ressalta-se que, devido aos diferentes mecanismos para a certificação e posterior premiação, ainda há dúvidas sobre como

os produtores podem se beneficiar ao escolher e atender aos requisitos de uma determinada norma. Entre as principais questões estão: o retorno financeiro proporcionado, seja por meio das premiações propriamente ditas ou pela valorização em mercados que reconhecem e demandam esses selos; a necessidade de associação a cooperativas para obtenção da certificação; e os ganhos efetivos relacionados à sustentabilidade. Essa complexidade ressalta a importância de estudos que esclareçam esse tipo de dúvidas, auxiliando os produtores a tomar decisões mais informadas, estratégicas e alinhadas ao contexto de seus negócios.

Dessa forma, ao analisar comparativamente as principais certificações de sustentabilidade aplicadas à cafeicultura, este estudo busca oferecer subsídios práticos e teóricos que auxiliem produtores, técnicos e formuladores de políticas públicas na tomada de decisões mais estratégicas, conscientes e alinhadas com os desafios e oportunidades do setor.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo exploratório, baseada em análise de conteúdo segundo a metodologia de Bardin (2011), que permitiu dividir o método em três etapas: 1 - pré-análise, 2 - exploração do material e 3 - tratamento dos resultados, interpretação e inferências.

A primeira fase, de pré-análise fundamentou-se na experiência prática e no conhecimento de mercado dos autores, que identificaram a relevância de analisar as quatro certificações mais proeminentes no setor cafeeiro em Minas Gerais: 4C - Código Comum para a Comunidade Cafeeira, Fairtrade, Rainforest Alliance e Certifica Minas Café. Além disso, a etapa envolveu uma extensa pesquisa bibliográfica sobre os impactos das certificações no setor cafeeiro, utilizando bases de dados indexadas, como Web of Science, SciELO, Google Acadêmico e Scopus. As buscas foram realizadas com termos-chave como os nomes das certificações analisadas, “sustentabilidade”, “responsabilidade socioambiental”, “critérios de sustentabilidade”, “impactos da certificação no setor cafeeiro” e “análise comparativa entre certificações”, entre outros. Ainda nessa fase, foi realizada uma leitura criteriosa de todos os requisitos estabelecidos pelas quatro certificações, com o objetivo inicial de identificar pontos em comum e diferenças entre as normas. Embora essa análise inicial tenha sido menos aprofundada, ela possibilitou uma visão ampla e essencial para compreender as exigências

específicas de cada certificação, bem como seus objetivos gerais e dados históricos. Esse processo, portanto, consolidou uma base sólida de conhecimento que orientou as etapas subsequentes, permitindo uma abordagem mais estruturada e aprofundada na análise comparativa.

Na segunda etapa, de exploração do material, os requisitos das quatro normas foram analisados de forma detalhada e cuidadosa, sendo categorizados conforme suas dimensões de sustentabilidade: gestão, social, ambiental e agronômica. Essa categorização seguiu o modelo proposto por Mangabeira (2021), com adaptações necessárias ao contexto da pesquisa. Inicialmente, cada autor realizou a leitura e categorização dos requisitos de maneira individual, totalizando seis revisões independentes. Em seguida, foi conduzida uma revisão conjunta, envolvendo discussões colaborativas para alinhar as interpretações e assegurar a consistência e fidelidade da categorização. Ao todo, o processo contou com sete revisões, sendo seis individuais e uma final em consenso. Vale ressaltar que, para organizar os dados, utilizou-se o software Excel, que possibilitou o agrupamento de cada requisito em sua respectiva dimensão de sustentabilidade.

Após a conclusão da categorização, foi aplicado um cálculo quantitativo (Eq 1) para mensurar a composição de cada certificação. Por exemplo, se uma certificação apresenta 40 requisitos no total, sendo 10 relacionados a aspectos sociais, a equação indica que 25% dos requisitos desta certificação são voltados à dimensão social. Esse detalhamento numérico permitiu compreender, de forma direta, as diferenças de enfoque entre as certificações. Logo, os resultados obtidos foram fundamentais para esclarecer o foco predominante de sustentabilidade de cada norma, servindo como base para uma análise comparativa mais detalhada, explorada nas etapas posteriores.

$$\text{Eq (1) } R = (Qtd \text{ RE} / Qtd \text{ TR}) * 100$$

Em que:

Qtd RE = Quantidade de requisitos específicos relacionados: *ou* aos aspectos sociais, *ou* ambientais, *ou* de gestão *ou* agronômicos);

Qtd TR = Quantidade total de requisitos por norma de certificação

Na terceira etapa, foi realizado o tratamento dos resultados, integrando as informações obtidas nas etapas anteriores com os conhecimentos dos autores e a literatura existente. Esse processo incluiu a análise de dados comerciais fornecidos por uma exportadora de cafés especiais localizada no Sul de Minas Gerais. Esses dados, processados no software Excel, abrangem transações comerciais de sacas de cafés certificados destinadas a diversos países ao longo dos últimos 10 anos. As informações foram tratadas por meio da filtragem das exportações com base nas certificações estudadas, permitindo a contabilização do volume anual de sacas comercializadas por selo. Essa análise permitiu compreender as dinâmicas mercadológicas associadas às preferências do mercado internacional por tipo de certificação.

Adicionalmente, foram levantados dados mercadológicos mais amplos, considerando as exportações globais de café certificados, com o objetivo de mapear os principais mercados e empresas que adquirem o café mineiro. A coleta foi baseada na leitura e interpretação de relatórios técnicos e anuais de fontes reconhecidas do setor cafeeiro, como a Global Coffee Platform (GCP), a International Coffee Organization (ICO), o Global Market Report e o Coffee Barometer. Os dados utilizados referem-se exclusivamente às certificações analisadas neste estudo, garantindo alinhamento entre os indicadores globais e a realidade local avaliada.

A análise das transações comerciais permitiu evidenciar como os mercados internacionais se relacionam com os diferentes selos de certificação, revelando empiricamente as dimensões de sustentabilidade mais valorizadas em cada região. Países que adquirem volumes expressivos de café certificado por normas com foco na dimensão social, por exemplo, demonstram maior preocupação com questões como direitos trabalhistas, igualdade de gênero e condições dignas de trabalho. Essa correlação entre as certificações propostas e as prioridades de sustentabilidade dos mercados oferece uma compreensão ampliada das demandas globais e regionais, ao mesmo tempo em que destaca os desafios enfrentados pelos produtores do Sul de Minas Gerais para atender a essas expectativas.

2.1 CATEGORIZAÇÃO DOS REQUISITOS

A partir da análise qualitativa dos requisitos de cada uma das quatro certificações, estes foram classificados e categorizados com o objetivo de realizar uma comparação quantitativa, considerando as dimensões dos conceitos de sustentabilidade propostas por Mangabeira (2021),

com adaptações específicas ao contexto deste estudo. A escolha dessas categorias – gestão, social, ambiental e agrônômica – está diretamente relacionada à necessidade de avaliar as práticas sustentáveis de forma integrada, estabelecendo uma base metodológica sólida para etapas futuras de valorização econômica, conforme abordagens realizadas na Reserva Chico Mendes na Amazônia, Brasil, por Mangabeira et al. (2021) e Maciel et al. (2024). É importante destacar que este trabalho representa o primeiro passo nesse processo, concentrando-se na análise comparativa das certificações e no entendimento das dimensões de sustentabilidade, sem, no entanto, abordar diretamente a valorização econômica, que deverá ser objeto de pesquisas futuras.

Os requisitos foram organizados nas seguintes dimensões:

1. **Requisitos de Gestão (RG):** Mangabeira et al. (2021) propõe requisitos de governança e econômicos, dos quais neste trabalho foram agrupados na categoria de gestão, devido a diversidade das exigências das certificações. Gestão são aqueles que consideram exigências relacionadas à conformidade com leis e regulamentos internacionais, nacionais e locais; exigências direcionadas a sistema de rastreabilidade que garantam o monitoramento do produto agrícola ao longo de toda a cadeia de abastecimento; requisitos ligados à boa administração de registros, de mecanismos de transparência e de estudos econômicos e mercadológicos, além de exigências que abordam questões relacionados a própria certificação, como auditorias e tratamentos de não conformidades.

2. **Requisitos Sociais (RS):** São os que fazem menção ao desenvolvimento de habilidades e competências dos colaboradores; aqueles que estão relacionados a garantias de direitos humanos, como a proibição de trabalho infantil e análogo a escravidão; exigências que confere condições de trabalho seguro, como saneamento, equipamentos de proteção e alojamentos adequados; requisitos relacionados a liberdade de associação, expressão e garantia de voz aos funcionários; garantias de práticas de igualdade de gênero; além de prerrogativas trabalhistas dignas, como salários justos, benefícios e jornada de trabalho adequada; também foi considerado nessa dimensão os requisitos ligados a interação da entidade com a comunidade e preservação cultural.

3. **Requisitos Ambientais (RAmb):** Focados na conservação dos ecossistemas naturais, áreas protegidas, áreas ripárias e florestas; aquelas exigências que garantem a proteção da vida

silvestre e biodiversidade; que estão relacionados a uma adequada gestão hídrica, de resíduos e energética; além daqueles que tratam questões sobre adaptação e mitigação climática.

4. Requisitos Agronômicos (RAg): São os que trazem exigências mais direcionados ao manejo adequado do solo e pragas; ao uso correto de agrotóxicos; à utilização de organismos geneticamente modificados; incluem práticas adequadas de cultivo, colheita e pós colheita; além de procedimentos para o cumprimento da lista de materiais perigosos.

Ao categorizar os requisitos com base nessas dimensões, este estudo visa fornecer uma compreensão detalhada e comparativa das certificações de sustentabilidade aplicadas ao setor cafeeiro. Embora não seja o objetivo desta pesquisa realizar a valorização econômica das práticas sustentáveis, o trabalho oferece as bases necessárias para que etapas futuras possam explorar o potencial econômico dessas práticas. Assim, o estudo busca contribuir para a construção de políticas públicas e estratégias mercadológicas mais informadas, além de oferecer subsídios para os produtores tomarem decisões mais alinhadas às suas realidades socioeconômicas e ambientais.

3. RESULTADOS

Os resultados comparativos evidenciados na tabela 1, construída através de informações apresentadas pelas próprias certificadoras (4C Certification, 2024; CMC, 2024; Fairtrade International, 2024; Rainforest Alliance, 2024) e por diversos pesquisadores, como Mitiku et al. (2017), Melo et al.(2017), Piao et al. (Piao et al., 2019), Cabrera & Caldarelli (2021), demonstram que as 4 certificações possuem distinções e semelhanças importantes a serem consideradas no momento da escolha do processo inicial de certificação. Percebe-se que as certificações Rainforest Alliance e Fairtrade surgem de trabalhos voluntários em um momento cuja preocupação ambiental era bastante recente, passando a receber maior visibilidade devido às grandes e pequenas conferências que aconteciam desde 1972 (Squeeff, 2020), enquanto a 4C e Certifica Minas são criadas décadas depois, partindo de esferas governamentais.

Apesar da similaridade na frequência de inspeção das 4 certificações, a Certifica Minas se destaca pelo fato de se mostrar mais inclusiva para pequenas produções, visto que apresenta vantagens ao produtor familiar devido ao fato de torná-lo isento de custos para implementação e acompanhamento de sua certificação, desde que disponha do Cadastro Nacional da

Agricultura Familiar (CAF) (Lei N° 11.326 - Lei Da Agricultura Familiar, 2006). Por outro ângulo, a maior distinção está na quantidade de exigências a serem seguidas, variando de 47 - no caso da 4C - a 192 - como apresentado pela Rainforest Alliance. Dessa maneira, as principais informações que podem influenciar e direcionar os agricultores, eventualmente podem ser: 1. a incumbência dos gastos e 2. a quantidade de requisitos trazidos por cada uma das normas certificadoras.

Mediante a análise realizada dos requisitos apresentados em cada uma das 4 normas de certificação, apresentada em formato de gráfico através da figura 1 e por dados descritivos na tabela 2, é possível perceber que todas trazem critérios ligados a aspectos ambientais, sociais, agrônômicos e de gestão, porém cada uma possui um enfoque de sustentabilidade específico. Vale pontuar que, para as 4 certificações analisadas, cada um desses critérios desempenha um papel fundamental para promover práticas sustentáveis e garantir o equilíbrio entre produtividade e responsabilidade socioambiental, e por fim, garantir o selo de reconhecimento (Panhuysen & Vries, 2023; Potts et al., 2014).

Tabela 1. Comparativo sobre informações gerais e históricos das certificações

	Rainforest Alliance	Fairtrade	4C	Certifica Minas Café
Ano e país	1986(1) / EUA	1988 / Holanda	2006/ Alemanha	2018/ Brasil
Promotor da iniciativa (Standard-setter)	Movimentos sociais/ONGs/ pesquisadores	Movimentos sociais/ONGs	Associação empresarial de torrefadores de café e a Agência Governamental	Governo de Minas Gerais e Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa)
Certificadora no Brasil (Organismo certificador)	Sustainable Agriculture Network (SAN) Imaflora/Rede de Agricultura Sustentável (RAS), IBD Certificações e Ecocert Brasil Certificadora	Fairtrade International (FLO) Flo-Cert	4C Services e organismos locais cooperantes 4C	IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária)
Custos	Produtores: certificação e custos de monitoramento.	Produtores: certificação e monitoramento dos custos. Certificadora: fornece subsídios.	Produtores: certificação e custos de monitoramento.	Produtores familiares: certificação gratuita. Demais produtores: custos específicos para cada auditoria.
Frequência de Auditorias	Acompanhamento: anual. Recertificação: a cada 3 anos.	Monitoramento: anual. Recertificação: a cada 3 anos.	Atualização documental: anual. Recertificação: a cada 3 anos.	Auditorias de manutenção: anuais.
Capítulos*	6	4	3	7
Critérios Gerais*	35	12	12	12
Requisitos*	192	147	47	100

***Capítulo** está relacionado com o tema principal, de maneira ainda mais ampla (ex: Certifica Minas - Responsabilidade Ambiental). **Critérios Gerais** refere-se ao assunto de maneira mais ampla (ex: Certifica Minas - C.2 - Conservação do Solo, Certifica Minas - C.3 - Conservação das Águas). **Requisitos** refere-se a cada uma das exigências trazidas pelas normas de certificação de forma específica (ex: Certifica Minas - C.3.2 - O produtor deve adotar práticas de proteção das nascentes).

Os requisitos de gestão (RG) são fundamentais para a conformidade legal e organizacional, abrangendo desde a rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva até auditorias e mecanismos de transparência, que asseguram a credibilidade das certificações. Os requisitos sociais (RS) focam em garantir condições dignas e seguras de trabalho, enfatizando direitos humanos, igualdade de gênero, salários justos e interação com as comunidades locais, promovendo o bem-estar social e cultural das regiões produtoras. Os requisitos ambientais (RAmb) garantem a conservação de ecossistemas, a gestão hídrica e energética, a proteção da

biodiversidade e estratégias de mitigação climática, enquanto os requisitos agronômicos (RAg) são direcionados para o manejo do solo, práticas agrícolas responsáveis e a redução de impactos negativos relacionados ao uso de insumos químicos, entre outros. Sendo assim, os critérios ambientais e agronômicos refletem intimamente as exigências impostas pelos "limites seguros e justos" para os sistemas terrestres, conforme discutido por Rockström et al. (2023), que evidencia a importância da preservação da biodiversidade, o uso sustentável de recursos hídricos e energéticos para a adaptação às mudanças climáticas.

Nesse sentido, os critérios exigidos pelas certificações analisadas contribuem para a adaptação das cadeias produtivas locais às demandas globais, com enfoques distintos de sustentabilidade, alinhado a objetivos e públicos específicos. Assim, essa diversidade de abordagens e perspectivas pode explicar alguns cenários, como o nível de exigência de cada programa de certificação, a dificuldade em garantir a certificação, a preferência do cafeicultor por determinado selo, o acesso ao mercado e a preferência dos varejistas e torrefadores no momento da compra.

A certificação Fairtrade é uma norma voltada para o fortalecimento das organizações de pequenos produtores, capitalizando-as e aprimorando a gestão. Tornando-se possível garantir melhores condições de vida no campo e despertar o interesse dos jovens e mulheres na sucessão familiar, conforme mencionado por Veiga et al. (2016), Mitiku et al. (2017) e Maguire-Rajpaul et al. (2020) e Cabrera e Caldarelli (2021). É uma certificação direcionada exclusivamente a grupos de pequenos agricultores com até 30 hectares de área plantada, organizados em cooperativas ou associações (Fairtrade International, 2024). Dessa forma, o índice de 75,5% de requisitos de gestão e requisitos sociais trazidos por essa, evidencia que sua preocupação primordial é garantir que a organização certificada seja bem administrada, de forma a assegurar competitividade e boas condições sociais para seus integrantes. Nessa perspectiva, se o grupo de pequenos agricultores possuir uma boa gestão voltada a atestar prerrogativas sociais, são garantidas de antemão vantagens para alcançar a certificação Fairtrade International.

A certificação 4C - Código Comum para a Comunidade Cafeeira, possui uma estrutura relativamente parecida com a Fairtrade International, no que se refere ao percentual de distribuição dos critérios, porém, quando se analisa a quantidade de requisitos, a 4C denota um número de 47 no total, sendo a certificação com o menor número entre as comparadas. É notável

que esta certificação, apesar de abordar todas os aspectos de sustentabilidade, se aprofunda menos nos critérios propostos e exige menor controle, número de registros e evidências (Veiga et al., 2016), simplificando e deixando acessível ao produtor, tornando-se então a certificação socioambiental mais praticada do mercado cafeeiro mundial e brasileiro, segundo a Plataforma Global do Café (2023).

A Rainforest Alliance é uma certificação socioambiental que possui um número total de 192 requisitos, nos quais muitos destes são específicos. Percebe-se, a partir dos dados apresentados na figura 1 e conforme destacado por outros autores, que os agricultores precisam dedicar um esforço considerável para obter esse selo, incluindo maiores investimentos e um controle mais rigoroso de registros e evidências (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020). Por outro lado, por apresentar mais exigências, essa norma tende a garantir melhores resultados de responsabilidade socioambientais.

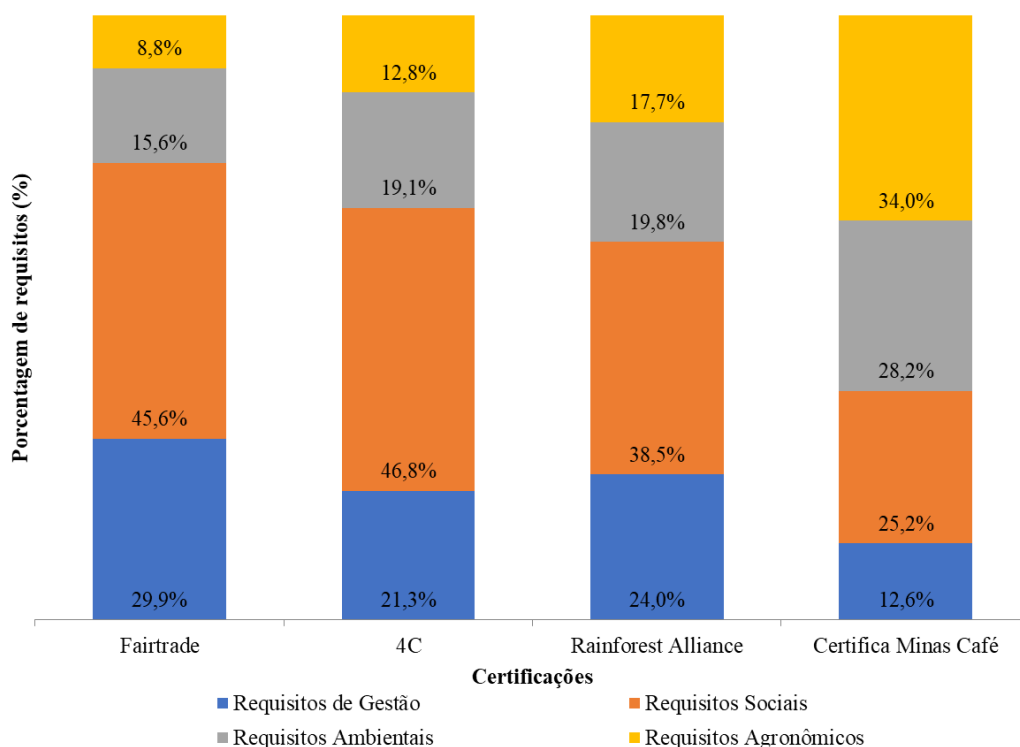
Vale ressaltar que os agricultores devem aderir a um plano obrigatório de melhoria contínua que garanta que todas as não conformidades observadas nas auditorias externas, sejam eliminadas no prazo de dois anos, ou dentro de um período acordado com a equipe de certificação (IMAFLOA, 2024; Rainforest Alliance, 2024).

Ao analisar a categorização da norma Certifica Minas Café (CMC), que possui 103 requisitos em sua totalidade, esta possui um foco maior nas questões ambientais e nas boas práticas agrícolas, somando 64 exigências nesses âmbitos. Tais índices elucidam a principal preocupação do governo estadual de Minas Gerais ao criar esse protocolo, que é buscar o cumprimento das convenções de Estocolmo e Roterdã, nas quais foi definida uma lista de defensivos químicos proibidos e prezar pela qualidade do grão (CMC, 2024; Lei N° 22.926 - Certifica Minas, 2018).

A análise das composições das certificações realizada nesta pesquisa, sob a perspectiva da sustentabilidade e utilizando as quatro categorias de classificação - ambiental, social, gestão e agrônômica - revela resultados que se destacam pela sua singularidade em relação a outras fontes. Diferenças relevantes surgem ao comparar estes resultados com dados apresentados por outros autores, como Veiga et al. (2016), Maguire-Rajpaul et al. (2020) e PIAO et al. (2019) sendo importante destacar que nenhum deles realizou pesquisas com o mesmo foco comparativo, mas sim apresentaram tais composição em outros contextos, na maioria das vezes

apenas como dados referenciais e pontuais. As composições resultantes desta pesquisa divergem também das apresentadas pelo site StandardsMap.org, que é um banco de dados criado pelo Centro de Comércio Internacional (ITC), uma agência das Nações Unidas dedicada a fornecer informações e comparações sobre diversos padrões voluntários de sustentabilidade (International Trade Center, 2024).

Figura. 1 Comparativo da composição de cada certificação, de acordo com a quantidade de requisitos por categoria



Composição dos padrões de certificação por porcentagem de requisitos em quatro categorias: Gestão, Ambiental, Social e Agronômica. Os requisitos de gestão são representados em azul, os requisitos ambientais em cinza, os requisitos sociais em laranja e os requisitos agronômicos em amarelo. Essa distribuição destaca a ênfase variável em critérios específicos em diferentes certificações.

Fato que é explicado pela categorização inédita apresentada por esta pesquisa, que separa de forma inovadora os critérios ambientais dos agronômicos, além da condução de uma análise e revisão detalhada dos critérios sociais e de gestão, a partir da ótica prática dos autores que permitiu uma categorização mais adequada quando se leva em consideração a realidade específica de uma fazenda de café. A dissociação dos requisitos agronômicos dos ambientais resulta em uma contribuição significativa, divergindo das abordagens convencionais, pois

reflete a compreensão de que as demandas relacionadas à agricultura e manejo do solo, especialmente no contexto de uma plantação de café, possuem particularidades distintas das preocupações ambientais gerais. Vale salientar que a escolha por esse modelo de categorização foi fundamentada nos resultados bem-sucedidos obtidos na RESEX Chico Mendes, Amazônia, onde a aplicação de dimensões semelhantes para o extrativismo de borracha contribuiu para o desenvolvimento de índices de sustentabilidade que culminaram em pagamentos por serviços socioambientais (PSSA) (Maciel et al., 2024; Mangabeira et al., 2021).

Dessa forma, a abordagem direcionada de cada critério das quatro normas aqui analisadas resultou em uma categorização mais alinhada com os princípios da agricultura sustentável, ao levar em consideração variáveis específicas do setor cafeeiro e as experiências práticas dos autores. Essa metodologia diferenciada reflete um entendimento aprofundado das particularidades da produção de café, permitindo uma análise mais precisa e aplicável à realidade dos produtores. Assim, ao reconhecer as diferenças em relação a outras abordagens presentes na literatura, torna-se evidente que a categorização inovadora e contextualizada adotada neste estudo oferece uma contribuição significativa para a compreensão dos aspectos de sustentabilidade na cafeicultura. Além disso, ela se posiciona como um valioso instrumento de consulta, permitindo que os cafeicultores de Minas Gerais realizem um pré-diagnóstico mais assertivo ao ingressarem em processos de certificação

Nessa perspectiva, é importante ressaltar as diferenças dos processos para iniciar a busca pela certificação, pois existem pré requisitos específicos de cada certificadora, que influenciarão na escolha e na manutenção do selo. No caso da Fairtrade, o pequeno cafeicultor deve fazer parte de um grupo organizado, em associação ou cooperativa, pois a certificação é concedida à organização e não a unidade produtiva, e, portanto, apenas o grupo possui a autonomia de comercializar o café certificado. Já para iniciar o processo de certificação 4C é necessário que o produtor, denominado nesse contexto de *Farmer Partner*, faça parte de uma organização chamada Unidade 4C, que por sua vez é representada por um ou mais *Business Partner (BP)*, que serão os mantenedores da certificação e responsáveis comerciais do grão verde certificado (4C Certification, 2024; Piao et al., 2019). Diferentemente dos selos Fairtrade e 4C, as certificações Rainforest Alliance e Certifica Minas Café não requerem que o cafeicultor esteja organizado em grupos maiores e garantem que o processo de certificação possa ser

realizado de maneira autônoma e independente, permitindo que a fazenda comercialize por conta própria o seu café com selo sustentável. Porém, é importante pontuar, que mesmo não sendo uma exigência, o processo de certificação Rainforest Alliance, também pode ser realizado em grupo (Maguire-Rajpaul et al., 2020).

Os dados apresentados evidenciam ainda que antes de decidir por um selo, é necessário analisar dois aspectos fundamentais da atividade atual. Por um lado, é preciso entender melhor a capacidade de gestão da fazenda, ou seja, a aptidão de gerenciamento da equipe, o nível de registros e como está a adequação às leis aplicáveis. E por outro lado, deve-se compreender o posicionamento no mercado, onde está e onde pretende-se chegar, pois é imprescindível estabelecer os parceiros de negócios e fortalecer o vínculo entre as partes, atentando-se às demandas de mercado trazidas por eles, uma vez que nada adianta buscar uma certificação que o parceiro de negócios não comercializa (Panhuysen & Vries, 2023).

Vide que as certificações Rainforest Alliance e Fairtrade vão demandar mais atenção de todos os envolvidos (de Melo et al., 2017) ao exigir avaliações e adequações processuais mais detalhadas, mas por outro lado também possuem um “prêmio” mais alto por saca de café comercializada, ou seja, são certificações vinculadas a produtos com maior valor agregado e cujos consumidores levam em consideração aspectos sociais e ambientais, além de estarem mais atentos e preocupados com a qualidade do produto que estão consumindo, logo, este tipo de consumidor está disposto a pagar um valor maior pelo café que consome e conseqüentemente vão exigir um produto de melhor qualidade em todos os sentidos: qualidade intrínseca, embalagem, comunicação - informações do produto, origem, forma de processamento, etc. Vale ressaltar ainda, que a responsabilidade social da cadeia de suprimentos dessas normas normalmente também é certificada e por isso, todas as partes envolvidas devem atender a altos padrões de qualidade socioambiental e rastreabilidade.

Por outro lado, a certificação 4C é uma certificação que exige menor aprofundamento na coleta de dados e de registros, portanto irá exigir menos da equipe interna das fazendas (Piao et al., 2019). Naturalmente o valor do “prêmio” é menor em comparação à Rainforest Alliance, por exemplo. Porém, é uma certificação que atende às necessidades de mercados mais competitivos, em que o preço do produto, preços menores neste caso, exercem forte influência na tomada de decisão e maiores volumes são comercializados, como evidenciado pelos dados

da Plataforma Global do Café (GCP, 2023).

É importante observar que o mercado atual do café possui ramificações diversificadas, refletindo diferentes interesses e demandas. Uma parte significativa desse mercado se distancia do foco tradicional na qualidade sensorial do café – como sabor, aroma e outras características apreciadas em cafés especiais – e se concentra na substância cafeína como principal elemento de interesse. Essa cafeína é amplamente utilizada na fabricação de produtos como pílulas estimulantes, compostos de pré-treino para atividades físicas, bebidas energéticas destinadas a esportes e eventos sociais, além de outros produtos que visam estímulos cognitivos. Essa parcela do mercado não está necessariamente conectada aos atributos socioambientais promovidos pelas certificações mais exigentes ou pelos cafés de alta qualidade. Além disso em algumas culturas, o café é amplamente consumido como base para bebidas típicas combinadas com especiarias e outros ingredientes que neutralizam ou mascaram o sabor original do grão. Essa abordagem também demonstra um distanciamento do apelo de qualidade tradicional, destacando o papel do café como um insumo funcional, mais do que uma bebida de destaque sensorial. Nessa perspectiva, a certificação 4C, maior em abrangência de mercado (GCP, 2023), parece atender bem a essa demanda diversificada, especialmente pelo seu foco em padrões mínimos de sustentabilidade e melhoria gradual, que se alinham às exigências de mercados que priorizam volume e funcionalidade, como o mercado de cafeína.

Vale ressaltar ainda, sobre a certificação 4C, que um dos pontos de qualidade do café está na quantidade de resíduos que são retirados de uma amostra, mais ou menos como se faz com avaliação de qualidade de produtos. Onde a quantidade de impurezas é computada e quanto maior seu percentual na amostra analisada mais baixo tende a ser o valor do café, visto que se entende como um café de baixa qualidade que vai para a torrefação com alto grau de impureza e obviamente resulta em um café de qualidade inferior. Estes cafés com alto índice de impureza, em geral, vem de grandes produtores que não conseguem selecionar seus grãos, porém conseguem certificações como a 4C e também são comercializados como *commodities*.

Já a certificação Certifica Minas Café é um instrumento em concepção e possui um mérito singular por ser o único programa de reconhecimento de práticas sustentáveis criado pelo próprio governo, ou seja, é uma iniciativa única do Estado de Minas Gerais, que por sua vez é o maior produtor de café mundial (CONAB, 2023; EMBRAPA, 2023). É fato que tal selo

ainda necessita de mais reconhecimento de torrefações e varejistas no âmbito internacional, porém já é uma certificação muito bem vista nas fazendas mineiras e no mercado brasileiro, por ser eficaz na organização de documentos e registros, bem como na implementação das boas práticas agrícolas.

Tabela 2. Dados descritivos dos requisitos das certificações de sustentabilidade do setor cafeeiro

Requisitos	Descrição geral dos requisitos	Numeração das exigências			
		Rainforest Alliance	Fairtrade	4C	Certifica Minas Café
1. Gestão	1.1 Exigências relacionadas à conformidade com leis e regulamentos internacionais, nacionais e locais;	1.1.1, 1.1.2, 1.2.1,1.2.2,1.2.3, 1.2.4,1.2.8,1.2.9, 1.2.10, 1.2.11, 1.2.12,	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5, 1.1.6, 1.1.7,		
	1.2 Exigências direcionadas a sistema de rastreabilidade que garantam o monitoramento do produto agrícola ao longo de toda a cadeia de abastecimento;	1.2.13,1.2.14,1.2.15, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.7,1.4.1,1.4.2, 1.4.3, 1.4.5,4.6,	1.1.8, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.2.1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5,	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4,	A.1, A.2, B.1, B.2, B.3, E.1, E.2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.1
	1.3 Requisitos ligados à boa administração de registros,	1.5.1, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5,	3.1.6, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6,	1.3.2, 1.4.1,	
	1.4 Mecanismos de transparência e de estudos econômicos e mercadológicos	2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9, 2.1.10, 2.2, 2.3, 3.1.1, 3.2.6,3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6, 5.1.5	4.1.7, 4.1.8, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11, 4.1.12, 4.1.13, 4.1.14, 4.1.15	1.4.2, 1.4.3	
	1.5 Exigências que abordam questões relacionados a própria certificação, como auditorias e tratamentos de não conformidades.				
2. Sociais	2.1 Desenvolvimento de habilidades e competências dos colaboradores;				
	2.2 Garantias de direitos humanos, como a proibição de trabalho infantil e análogo a escravidão;	1.2.7, 1.6.1, 1.6.2, 1.7.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.7, 4.5.4, 4.6.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3,5.1.4, 5.1.6, 5.1.7, 5.1.8, 5.2.1, 5.2.2,5.2.3, 5.2.4, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 5.3.5, 5.3.6, 5.3.7,	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 3.2.2, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.21, 3.2.22, 3.2.26, 3.2.29, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6, 3.3.7, 3.3.8, 3.3.9, 3.3.10, 3.3.11, 3.3.12, 3.3.13, 3.3.14, 3.3.15, 3.3.16, 3.3.17, 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20, 3.3.21, 3.3.22, 3.3.23, 3.3.24, 3.3.25, 3.3.26, 3.3.27, 3.3.28, 3.3.29, 3.3.30, 3.3.31, 3.3.32, 3.3.33, 3.3.34, 3.3.35, 3.3.36, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.2.8, 4.2.9, 4.2.10, 4.2.11, 4.2.12, 4.2.13, 4.2.14, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5	1.2.1, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9, 2.1.10, 2.1.11, 2.1.12, 2.1.13,	
	2.3 Exigências que confere condições de trabalho seguro, como saneamento, equipamentos de proteção e alojamentos adequados;	5.3.8, 5.3.9, 5.3.10, 5.3.11, 5.3.12, 5.3.13, 5.4.1, 5.4.3, 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.6.2, 5.6.4, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7, 5.6.8, 5.6.9, 5.6.10, 5.6.11, 5.6.12, 5.6.13, 5.6.14, 5.6.15, 5.6.16, 5.6.17, 5.6.18, 5.7.1, 5.7.2, 5.7.3, 5.7.4, 5.7.5, 5.7.6, 5.7.7, 5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.4			D.1, D.2, D.3, D.4, D.5, D.6, D.7, D.8, D.9, D.10, D.11, D.12, D.13, D.14, D.15, D.16, D.17, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9
	2.4 Requisitos relacionados à liberdade de associação, expressão e garantia de voz aos funcionários;				
	2.5 Garantias de práticas de igualdade de gênero;				
	2.6 Prerrogativas trabalhistas dignas, como salários justos, benefícios e jornada de trabalho adequada;				
	2.7 Requisitos ligados a interação da entidade com a comunidade e				
	2.8 Preservação cultural				
3. Ambientais	3.1 Abordam conservação dos ecossistemas naturais, áreas protegidas, áreas ripárias e florestas;	1.3.1, 1.3.5, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.6, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 6.4.3, 6.4.4, 6.4.5, 6.4.6, 6.4.7, 6.4.8, 6.4.9, 6.5.1, 6.5.2, 6.5.3, 6.5.4, 6.5.5, 6.5.6, 6.5.7, 6.6.1, 6.6.2, 6.6.3, 6.7.1, 6.7.2, 6.7.3, 6.8.1, 6.8.2, 6.8.3, 6.9.1	3.2.1, 3.2.12, 3.2.13, 3.2.14, 3.2.20, 3.2.24, 3.2.25, 3.2.27, 3.2.28, 3.2.30, 3.2.31, 3.2.32, 3.2.33, 3.2.34, 3.2.35, 3.2.36, 3.2.37, 3.2.38, 3.2.39, 3.2.40, 3.2.42, 3.2.43, 3.2.44	3.1.1, 3.1.2, 3.1.4, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4, 3.5.1, 3.6.1	C.1.1, C.1.2, C.1.3, C.3.1, C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7, C.3.8, C.3.9, C.3.10, C.3.11, C.3.12, C.4.1, C.4.2, C.4.3, C.4.4, C.4.5, C.4.6, C.5.1, C.6.1, C.6.2, C.6.3, C.6.4, 1.3.9,1.3.10, 1.3.11
	3.2 Aquelas exigências que garantem a proteção da vida silvestre e biodiversidade;				
	3.3 Relacionados a uma adequada gestão hídrica, de resíduos e energética;				
	3.4 Tratam questões sobre adaptação e mitigação climática.				
4. Agronômicos	4.1 Exigências mais direcionados ao manejo adequado do solo e pragas;	4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6, 4.5.7, 4.6.1, 4.6.2, 4.6.5, 4.6.6, 4.6.7, 4.6.8, 4.6.9, 4.6.10, 4.6.11, 4.6.12, 4.6.13, 4.6.14, 4.7.1, 4.7.2	3.2.3, 3.2.7, 3.2.8, 3.2.9, 3.2.10, 3.2.11, 3.2.15, 3.2.16, 3.2.17, 3.2.18, 3.2.19, 3.2.23, 3.2.41	3.1.3, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.3.1, 3.3.2	C.2.1, C.2.2, C.2.3, 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.2.7, 1.2.8, 1.2.9, 1.2.10, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.12, 1.3.13, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 1.4.5, 1.4.6, 1.4.7, 1.4.8, 1.4.9, 1.4.10
	4.2 Uso correto e consciente de agroquímicos;				
	4.3 Utilização de organismos geneticamente modificados;				
	4.4 Incluem práticas adequadas de cultivo, colheita e pós colheita;				
	4.5 Procedimentos para o cumprimento da lista de materiais perigosos.				

A numeração apresentada na tabela corresponde à identificação dos requisitos conforme estipulado por cada certificadora em seus documentos oficiais. No caso do Certifica Minas Café, as letras (A, B, C, D e E) indicam critérios gerais da norma, sendo A referente ao georreferenciamento da propriedade, B à rastreabilidade da produção, C à responsabilidade ambiental, D à responsabilidade social e E à gestão da atividade. Os itens sem letras referem-se a exigências específicas relacionadas ao cultivo, colheita e pós-colheita do café.

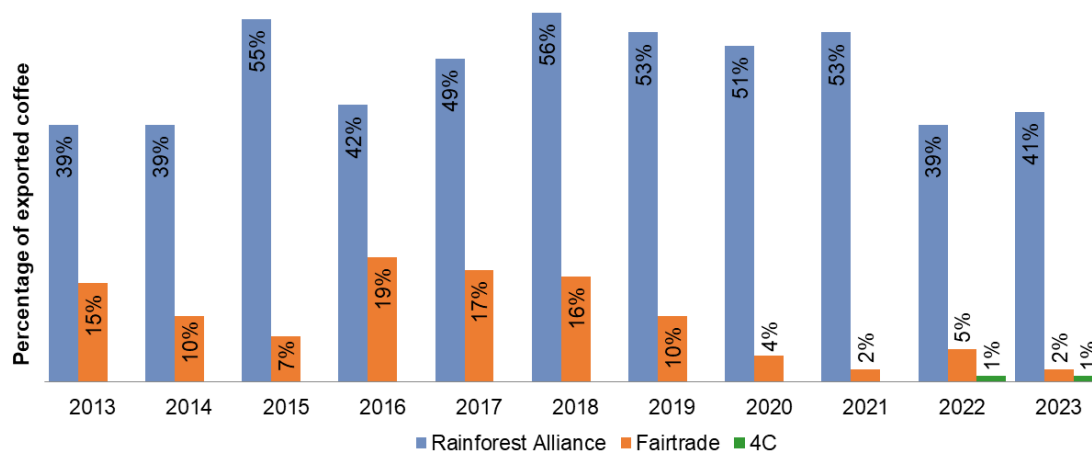
Com a movimentação do mercado internacional que sofre com índices de inflação mais elevados, nos principais países consumidores, as torrefações buscam redução de custos na compra da matéria-prima, neste caso o café verde, mas sem abrir mão das práticas regenerativas e responsáveis (Panhuysen & Vries, 2023), neste cenário, a certificação Certifica Minas Café pode encontrar novas oportunidades por ter um prêmio mais baixo, tornando o produto mais barato, porém com práticas sustentáveis efetivas.

Dados mundiais publicados pela Plataforma Global do Café (GCP), a respeito da comercialização de cafés sustentáveis no ano de 2022, trouxeram de forma transparente índices de 8 grandes *players* (torrefadores e varejistas) do setor, incluindo países de origem do grão e certificações de sustentabilidade requeridas por estes compradores nas transações comerciais (GCP, 2023). Esses dados demonstraram que o Brasil foi o maior provedor de café verde sustentável do mundo, lançando mão de diversas certificações. Com destaque para as quatro certificações analisadas nesta pesquisa, os índices por ordem decrescente de exportação, considerando de forma individual e correlacional as 4 certificações, foram: 4C com aproximadamente 38% do total do grão exportado, Rainforest Alliance com a representatividade de aproximadamente 23%, Certifica Minas com 0,65% da parcela total e Fairtrade com 0,27% do café sustentável exportado pelo Brasil (GCP, 2023).

É importante ressaltar que os dados apresentados acima são parciais, abrangendo apenas uma fração das exportações totais de café sustentável do Brasil. Isso se deve ao fato de que apenas algumas torrefadoras e varejistas contribuíram com informações para o Global Coffee Platform (GCP). Adicionalmente, destaca-se que não foi possível encontrar os índices comerciais totais de café certificado, tanto nas principais plataformas de consulta do setor cafeeiro, quanto nos bancos de dados oficiais das certificadoras, onde inclusive, vale sublinhar que nesta pesquisa foram feitas algumas tentativas de contato junto às certificadoras, realizadas por meio de diversas abordagens, não sendo nenhuma delas bem-sucedidas na obtenção dos dados necessários para um diagnóstico mais preciso sobre o mercado de café sustentável e também sobre as não conformidades mais recorrentes. Essa lacuna na disponibilidade de informações destaca a necessidade de aprimorar os canais de comunicação e transparência no setor, a fim de garantir uma avaliação mais abrangente e detalhada do panorama do café certificado. A falta de transparência e divulgação inadequadas do setor cafeeiro também foi destacado por Panhuysen & Vries (2023), no relatório *Coffee Barometer* publicado em 2023.

Nessa perspectiva, visando realizar uma análise mais precisa do mercado de café sustentável e certificado, esta pesquisa obteve dados junto a uma das maiores exportadoras de cafés especiais do Brasil e do mundo, situada no Sul de Minas Gerais, Brasil. Foram obtidas informações referentes às transações comerciais dessa empresa ao longo dos últimos 10 anos, que revelou uma média de negociação de 124 mil sacas de café/ano, um valor considerável principalmente por se tratar de cafés classificados como especiais de alta qualidade. Este enfoque direto em uma fonte significativa do setor contribui para a construção de uma análise mais fidedigna e abrangente do cenário do café sustentável, proporcionando *insights* valiosos para compreender as tendências e dinâmicas desse segmento específico.

Figura 2 Comparativo de exportações realizadas pela exportadora de Minas Gerais, entre as certificações Rainforest Alliance, Fairtrade e 4C



Comparativo de exportações realizadas pela exportadora de Minas Gerais, ressaltando a variação nas porcentagens de café exportado, de acordo com cada certificação. A porcentagem de café com selo Rainforest Alliance é destacado em azul, a do selo Fairtrade em laranja e a do selo 4C em verde. Tal arranjo evidencia a significância de cafés com selos de sustentabilidade na realidade do exportador em questão.

Por se tratar de uma empresa exportadora de cafés especiais, a qualidade do café está associada, além dos atributos essenciais da bebida, ao respeito às condições humanas e ambientais do sistema de produção. Sendo assim, é uma questão estratégica para a fazenda produtora, possuir as certificações adotadas pela ponta final da cadeia. Para melhor compreensão dessas exigências do mercado consumidor, foram tabuladas apenas as informações referentes às certificações aqui tratadas. Nessa perspectiva, percebe-se, através dos dados apresentados na Figura 2, que a empresa comercializa números consideráveis de café com os selos Rainforest Alliance, com uma média de comercialização de 58.397 sacas de café

por ano, seguido do selo Fairtrade, com uma média de 11.594 sacas/ano e um número mais contido, a partir de 2022, de café certificado 4C (2000 sacas/ano) e nenhuma quantidade, até o momento, de café certificado Certifica Minas Café.

Alguns dados adicionais apresentados pela exportadora valem ser ressaltados nessa análise, como por exemplo, os 3 países que mais adquiriram o café verde certificado Rainforest Alliance foram Suíça, Estados Unidos e Suécia, respectivamente, já os países que mais compraram o grão verde certificado Fairtrade foram Estados Unidos, Suíça e Reino Unido, respectivamente. O que está em concordância com os dados da Organização Internacional do Café (ICO, 2023), que recentemente revelou que mais da metade do consumo global de café, que no período de 2021-2022 ultrapassou 168,5 milhões de sacas, foi dado pelos mercados bem estabelecidos da Europa, Japão e América do Norte. Esses dados também são coesos levando em consideração a dinâmica da atual cadeia global de valor (CGV) do café, onde estes países sediam as maiores empresas torrefadoras do setor, o que os coloca em uma posição de principais países exportadores de café torrado do mundo, ou seja, esses países importam o grão verde premium e certificado, para que possam realizar o processo de torrefação e comercialização (Barbosa et al., 2021).

É interessante considerar que contrapondo essas informações com os dados apresentados pelo relatório da GCP (2023), que indicou um índice maior de exportação para cafés sustentáveis certificados 4C em 2022, observa-se que mesmo considerando esta uma certificação de sustentabilidade, é evidente que no segmento específico de cafés especiais, ela não desfruta da mesma proeminência quando comparada às certificações Rainforest Alliance e Fairtrade. Portanto, as informações apresentadas sobre as transações comerciais da exportadora Sul Mineira, corroboram com as análises realizadas neste trabalho, de que as certificações Rainforest Alliance e Fairtrade apresentam níveis de exigências socioambientais maiores, sendo, portanto, mais requeridas no mercado de cafés especiais. Essa preferência, por sua vez, gera maior valor agregado ao grão, pois os consumidores dessa fatia de mercado, estão dispostos a pagar mais por produtos que atendem a padrões mais rigorosos de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. Essa análise sugere a importância de entender as dinâmicas do mercado de café, as preferências dos consumidores e as implicações econômicas e sociais associadas a diferentes certificações de sustentabilidade.

Por fim, é importante salientar que embora este estudo tenha fornecido uma análise abrangente e detalhada das principais certificações de sustentabilidade aplicadas ao setor cafeeiro brasileiro, é fundamental reconhecer algumas limitações que podem influenciar a abrangência e a interpretação dos resultados. Em primeiro lugar, a pesquisa se concentrou em quatro certificações específicas, selecionadas por sua relevância e representatividade no setor, o que não abrange a totalidade das normas disponíveis. Ademais, a falta de transparência nos dados das certificadoras, como auditorias, números de certificações e fazendas certificadas, dificultou uma análise mais aprofundada sobre o alcance e a eficácia dessas normas. A delimitação geográfica ao Sul de Minas Gerais, embora estratégica, também limita a aplicabilidade dos achados a outras regiões com diferentes contextos socioeconômicos e ambientais. Sugerimos que estudos futuros expandam a análise para outras certificações e regiões produtoras, integrando dados quantitativos para uma compreensão mais abrangente dos impactos das certificações no setor cafeeiro.

4. CONCLUSÃO

Com base neste estudo analisou-se criticamente quatro certificações com atuação no setor cafeeiro brasileiro, destacando suas exigências em relação aos pilares da sustentabilidade. Observou-se que, apesar das diferenças nos enfoques, todas elas contribuem para práticas mais sustentáveis ao promoverem critérios sociais, ambientais e agronômicos alinhados aos desafios globais da agricultura, como apontado por Rockström (2020). No entanto, a falta de transparência das certificadoras, conforme apontado por Panhuysen & Vries (2023), permanece como um obstáculo relevante para os produtores, especialmente no que diz respeito à avaliação de benefícios concretos.

A principal contribuição deste trabalho está na proposta de uma categorização multidimensional das certificações, considerando aspectos sociais, ambientais, agronômicos e de gestão. Essa abordagem permitiu evidenciar que selos como 4C, Fairtrade, Rainforest Alliance e Certifica Minas Café atendem a perfis distintos de produtores e mercados, oferecendo alternativas compatíveis com diferentes realidades produtivas e comerciais.

Do ponto de vista econômico, destacou-se a dificuldade de traduzir os esforços sustentáveis em ganhos financeiros proporcionais, sugerindo a adoção de mecanismos

complementares como os Pagamentos por Serviços Socioambientais (PSSA), já aplicados com êxito na RESEX Chico Mendes (Maciel et al., 2024).

A metodologia adotada também representa um avanço, por oferecer uma ferramenta analítica aplicável a outros contextos agrícolas, podendo apoiar pesquisas futuras e decisões estratégicas no campo da sustentabilidade.

Conclui-se, portanto, que além de sistematizar os diferentes enfoques das certificações, este estudo oferece uma base teórica sólida e recomendações práticas que podem orientar produtores, técnicos e formuladores de políticas públicas na escolha e valorização de selos sustentáveis. Para ampliar os impactos positivos dessas certificações, reforça-se a importância de políticas públicas que promovam maior acesso a esses sistemas, especialmente entre agricultores familiares, fortalecendo a sustentabilidade e a justiça socioambiental na cafeicultura brasileira.

REFERÊNCIAS

4C Certification. (2024). 4C Certification. Retrieved November 7, 2023, from <https://www.4c-services.org/process/>

Aguiar, B. H., Romaniello, M. M., & Pelegrini, D. F. (2022). A influência do Fairtrade no desenvolvimento do capital social: o caso dos cafeicultores da Cooperativa “Dos Costas”. *Revista De Economia E Sociologia Rural*, 60(2), 1–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.224545>

Bahadur Kc, K., Dias, G. M., Veeramani, A., Swanton, C. J., Fraser, D., Steinke, D., Lee, E., Wittman, H., Farber, J. M., Dunfield, K., McCann, K., Anand, M., Campbell, M., Rooney, N., Raine, N. E., Van Acker, R., Hanner, R., Pascoal, S., Sharif, S., ... Fraser, E. D. G. (2018). When too much isn't enough: Does current food production meet global nutritional needs? *PLOS ONE*, 13(10), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205683>

Barbosa, L. O. S., Aguiar, C., & Maciel, L. (2021). A participação de Minas Gerais e do Brasil na cadeia produtiva global do café. *Economia & Região*, 9(1), 147–166. <https://doi.org/10.5433/2317-627x.2021v9n1p147>

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (Edições 70 (ed.)). Persona.

Barham, B. L., & Weber, J. G. (2012). The Economic Sustainability of Certified Coffee: Recent Evidence from Mexico and Peru. *World Development*, 40(6), 1269–1279. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.005>

Barra, G. M. J., & Ladeira, M. B. (2018). Certified processes in agro-industrial systems: A study on the sustainable production of certified coffee. *Revista Em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4), 1171–1194. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1171-1194>

Bermudez, S., Voora, V., & Larrea, C. (2022, September). Coffee prices and sustainability. International Institute for Sustainable Development. Retrieved January 8, 2024, from <https://www.iisd.org/system/files/2022-09/2022-global-market-report-coffee.pdf>

Cabrera, L. C., & Caldarelli, C. E. (2021). Viabilidade econômica de certificações de café para produtores brasileiros. *Revista de Política Agrícola*, 30(4). <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1651>

Castro, C. V., Lira, J. M. S., Salgado, E. G., & Beijo, L. A. (2023). Socio-Environmental Impacts of Certifica Minas Café Program on Coffee Plantations in Southern Minas Gerais. *Journal of Sustainable Development*, 16(5), 76. <https://doi.org/10.5539/jsd.v16n5p76>

CMC. (2024). Certifica Minas Café. Retrieved December 19, 2023, from <http://www.agricultura.mg.gov.br/certificaminas/website/index.php/programa-cert/sobre-o-certifica-minas>

CONAB. (2023). Acompanhamento da Safra Brasileira. Boletim Da Safra 2023, 10(2), 45. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>

de Melo, M. F. de S., Souza, R. de C., de Campos-Silva, W. L., & Neto, J. A. (2017). Certificação Sustentável para café: Revisão sistemática da literatura e lacunas de pesquisa. *Espacios*, 38(17). <https://www.revistaespacios.com/a17v38n17/17381731.html>

EMBRAPA. (2023, June 29). Produção dos Cafés do Brasil ocupa 1,9 milhão de hectares em 2023. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Retrieved January 15, 2024, from www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81515963/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-19-milhao-de-hectares-em-2023

Fairtrade International. (2024). Fairtrade International. Retrieved November 27, 2023, from <https://www.fairtrade.net/>

GCP. (2023). Global Coffee Platform: Sustainable Coffee Purchases Snapshot 2022. Retrieved January 13, 2024, from <https://www.globalcoffeeplatform.org/latest/2023/gcp-snapshot-report-2022/>

Hajjar, R., Newton, P., Adshead, D., Bogaerts, M., Maguire-Rajpaul, V. A., Pinto, L. F. G., McDermott, C. L., Milder, J. C., Wollenberg, E., & Agrawal, A. (2019). Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 206, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.102>

Lei no 11.326 - Lei da Agricultura Familiar, (2006). <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4080268&disposition=inline#:~:text=JULHO DE 2006.-Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional,Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.>

IBM. (2021, April 22). Estudo da IBM: COVID-19 impactou 9 em 10 pontos de vista dos consumidores sobre sustentabilidade. IBM Institute for Business Value. Retrieved March 8, 2024, from <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/estudo-sustentabilidade-pandemia/>

Ibanez, M., & Blackman, A. (2015). Environmental and Economic Impacts of Growing Certified Organic Coffee in Colombia. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2561375>

ICO. (2023, December). Coffee Report and Outlook. International Coffee Organization. Retrieved February 5, 2024, from https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf

IMAFLOA (2024). Rainforest Alliance. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA). Retrieved March 17, 2024, from <https://www.imaflora.org/projetos//rainforest-alliance>

International Trade Center. (2024). Standards Map. Retrieved March 1, 2024, from <https://standardsmap.org/en/home>

IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. In P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan (Eds.), *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2023. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Maguire-Rajpaul, V. A., Rajpaul, V. M., McDermott, C. L., & Guedes Pinto, L. F. (2020). Coffee certification in Brazil: compliance with social standards and its implications for social equity. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 2015–2044. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0275-z>

Mangabeira, J. A. de C., Pinto, D. M., & Scarazatti, B. (2021). Guia Metodológico: geração de indicadores de desempenho e índice multicritério de sustentabilidade para agricultura familiar no bioma Amazônia. In Embrapa Territorial (Ed.), *Embrapa Territorial* (1o, Vol. 1, Issue 138). <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133822/guia-metodologico-geracao-de-indicadores-de-desempenho-e-indice-multicriterio-de-sustentabilidade-para-agricultura-familiar-no-bioma-amazonia>

Meier, C., et al. (2020). *The State of Sustainable Markets 2020: Statistics and Emerging Trends* (1st ed.). International Trade Centre (ITC).

Lei no 22.926 - Certifica Minas, (2018). <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/22926/2018/>

Milhorance, C., Sabourin, E., Le Coq, J.-F., & Mendes, P. (2020). Unpacking the policy mix of adaptation to climate change in Brazil's semiarid region: enabling instruments and coordination mechanisms. *Climate Policy*, 20(5), 593–608. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1753640>

Mitiku, F., Mey, Y. de, Nyssen, J., & Maertens, M. (2017). Do private sustainability standards contribute to income growth and poverty alleviation? A comparison of different coffee certification schemes in Ethiopia. *Sustainability (Switzerland)*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/su9020246>

Moda, L. R., Spers, E. E., Almeida, L. F. de, & Schiavi, S. M. de A. (2022). Brazilian Coffee Sustainability, Production, and Certification. In *Sustainable Agricultural Value Chain* (Issue September, p. 20). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>

Panhuysen, S., & Vries, F. de (2023). Coffee Barometer 2023. Retrieved January 28, 2024, from <https://coffeebarometer.org/>

Piao, R. S., Fonseca, L., Januário, E. de C., Saes, M. S. M., & Almeida, L. F. de (2019). The adoption of Voluntary Sustainability Standards (VSS) and value chain upgrading in the Brazilian coffee production context. *Journal of Rural Studies*, 71, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.007>

Potts, J., Lynch, M., Wilkings, A., Huppe, G., Cunningham, M., & Voora, V. (2014). The State of Sustainability Initiatives Review 2014, Standards and the Green Economy. International Institute for Sustainable Development (IISD) and the International Institute for Environment and Development (IIED), January, 332. https://www.iisd.org/system/files/pdf/2014/ssi_2014.pdf

Rainforest Alliance. (2024). Rainforest Alliance. Rainforest Alliance. Retrieved February 9, 2024, from <https://www.rainforest-alliance.org/>

Rich, K. M., Chengappa, P. G., Muniyappa, A., Yadava, C. G., Manjyapura, G. S., Pradeepa Babu, B. N., Shubha, Y. C., & Rich, M. (2018). Coffee certification in India: Awareness, practices, and sustainability perception of growers. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(4), 448–474. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1361497>

Rockström, J., Beringer, A., Crona, B., Gaffney, O., & Klingensfeld, D. (2020). Planetary boundaries: A compass for investing for the common good. In *Sustainable Investing Sustainable Investing A Path to a New Horizon* (1st ed., pp. 109–128). Routledge.

Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(9), 805–814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>

Scalco, A. R. (2019). Certificações socioambientais em sistemas agroalimentares: convergências e divergências de atributos. *Sistemas & Gestão*, 14(2), 177–187. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1523>

Schaltz, T. S.; Bork, F. K. (2019). Informal economy in coffee country: farmers' use of Western certification schemes. *Diálogos Latinoamericanos*, 20(28), 104–117. <https://doi.org/10.7146/dl.v20i28.117215>

Squeff, T. A. F. R. C. (2020). O papel da certificação ambiental na consecução do desenvolvimento e consumo sustentável. *Revista da Faculdade de Direito da UFG*, 43. <https://doi.org/10.5216/rfd.v43.57757>

Takahashi, R., & Todo, Y. (2013). The impact of a shade coffee certification program on forest conservation: A case study from a wild coffee forest in Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 130, 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.025>

Veiga, J. P. C., Barbosa, A. de F., & Saes, M. S. M. (2016). A Cadeia Produtiva do Café no Brasil: Impactos Sociais e Trabalhistas da Certificação. *Technical Report*. <https://www.researchgate.net/publication/304013749>

Voora, V., Larrea, C., Huppé, G., & Nugnes, F. (2022, April). IISD's State of Sustainability Initiatives review: Standards and investments in sustainable agriculture. International Institute for Sustainable Development. April. <https://www.iisd.org/system/files/2022-04/ssi-initiatives-review-standards-investments-agriculture.pdf>

CAPÍTULO 3 -

Espaços relacionais e dinâmicas de sustentabilidade na cafeicultura familiar no Brasil

Relational spaces and sustainability dynamics in family coffee farming in Brazil

Nota: Artigo publicado no Journal Discover Sustainability – (ISSN 2662-9984), no dia 15 de Dezembro de 2025, Vol. 6, artigo número 1384, DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02212-7>. *Paper* disponível na íntegra no Anexo B deste documento, a seguir é apresentado o artigo em sua versão em português.

RESUMO

A cafeicultura no Sul de Minas Gerais, Brasil, desempenha um papel de suma importância na economia e na identidade sociocultural da região. Destaca-se mundialmente pela qualidade do café cultivado, em grande parte por pequenos cafeicultores. Esses agricultores, frequentemente invisibilizados na cadeia produtiva, desempenham ainda um papel essencial na preservação e conservação ambiental, uma vez que suas práticas agrícolas frequentemente incorporam princípios agroecológicos e conservacionistas. No entanto, esses produtores enfrentam desafios estruturais que dificultam a transição e a manutenção de sistemas produtivos mais sustentáveis. Diante disso, este estudo objetivou analisar, como os capitais econômico, social, cultural e simbólico influenciam as práticas sustentáveis destes atores, fundamentando-se na sociologia de Pierre Bourdieu. Para isso, foram realizadas entrevistas presenciais semiestruturadas e aplicada a técnica estatística multivariada de Análise de Correspondência Múltipla (ACM), permitindo identificar espaços relacionais entre os pequenos cafeicultores dessa região, a partir de suas práticas agrícolas e condições socioeconômicas e culturais. Os resultados revelaram perfis distintos dentro do campo social da cafeicultura: produtores sustentáveis e certificados, cafeicultores em transição para práticas mais responsáveis e aqueles que ainda adotam métodos tradicionais menos sustentáveis. A correlação e a conversão dos capitais se apresentam como um fator determinante e desafiador, onde o capital cultural, quando dissociado de redes sociais de apoio (capital social) e certificações de sustentabilidade (capital simbólico), não se converte automaticamente em valor econômico (capital econômico). O estudo ressalta também a importância da criação de políticas públicas e estratégias mercadológicas que promovam a valorização econômica e simbólica da sustentabilidade, que garantam, de fato, a equidade e o protagonismo dos pequenos cafeicultores no setor cafeeiro.

PALAVRAS-CHAVES: Pierre Bourdieu, Análise de Correspondência Múltipla, Práticas Agrícolas Sustentáveis, Campo Social da Cafeicultura, Agricultura Familiar.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura do café ocupa um lugar de destaque tanto na economia, por representar aproximadamente um terço do PIB do setor agrícola (Eduarda Terra Querme & Araújo Lima, 2023; Medina et al., 2015), quanto do ponto de vista social e cultural, pois o país é historicamente o maior produtor e exportador do grão do mundo (CONAB, 2023; IBGE, 2017; Volsi et al., 2019). Dentro deste cenário, a região do Sul de Minas Gerais se destaca no setor, principalmente por apresentar uma alta capacidade produtiva, que é resultado de condições climáticas e geográficas favoráveis, como temperaturas amenas e altitudes elevadas (Flamarion Dutra Alves & Michele Lindner, 2020; ICO, 2023a). Além disso, essa região montanhosa também se distingue e se destaca entre as demais regiões do país, pela qualidade do grão, que é garantida, em grande parte, pelo manejo conservacionista e agroecológico dos pequenos cafeicultores (L. O. S. Barbosa et al., 2021; Schaltz, T. S.; Bork, 2019). Vale salientar que estes agricultores, são classificados como pequenos por possuírem até quatro módulos fiscais, que no Sul de Minas Gerais não ultrapassam 60 hectares de área plantada (Lei No 11.326 - Lei Da Agricultura Familiar, 2006).

À vista disso, estes sujeitos do campo, possuidores de pequenas propriedades, muito embora sejam por vezes invisibilizados na importante cadeia produtiva do café, desempenham, em sua grande maioria, um papel de extrema importância na conservação ambiental e no desenvolvimento sustentável do setor. Esse mérito provém de suas práticas agrícolas que combinam o cuidado com a terra e o respeito ao meio ambiente, ao mesmo tempo que fornecem um produto de qualidade que alimenta economias regionais e mais amplas (Faronny et al., 2024; Glamann et al., 2017; Poncet et al., 2024; Pronti & Coccia, 2021; Slamet et al., 2024; Teixeira et al., 2022). No entanto, a realidade enfrentada por esses pequenos cafeicultores está longe de ser trivial. Ainda que muitos busquem implementar ações mais sustentáveis, grande parte se depara com empecilhos que geralmente limitam suas iniciativas de conservação.

Pesquisadores, como Meek (2016), Kansanga et al. (2020), Bukuru & Tabitha (2021), Rossi Moda et al (2022) e Teixeira et al (2022), apontam limitações econômicas como barreiras para acessar tecnologias mais eficientes e para investir em uma transição ecológica, bem como desafios culturais e sociais, que segundo apontam estão relacionados a comportamentos nocivos enraizados e a um certo ceticismo sobre as consequências das instabilidades climáticas. Ademais, somam-se a esses desafios questões mercadológicas e organizacionais, pois por

possuírem pequenas extensões de terra, produzem em menor escala, e se não estiverem organizados em cooperativas ou associações, tendem a vender suas sacas de cafés de alta qualidade a preço de commodities (Hung Anh et al., 2019; Phimmavong et al., 2023), o que acaba desestimulando os investimentos em práticas mais sustentáveis, já que os retornos financeiros esperados não são percebidos.

Diante desses e tantos outros desafios, compreender a realidade que perpassa a vida e as tomadas de decisão do pequeno cafeicultor, é o primeiro passo para propor soluções (Thuy et al., 2022). Para isso, é imprescindível analisar e desvendar as condições objetivas e subjetivas que condicionam a adoção das práticas sustentáveis – ou a falta delas. Nessa perspectiva a sociologia reflexiva de Pierre Bourdieu (1996) surge como uma ferramenta relevante, pois esta propõe que ao analisar determinada realidade, o investigador se coloque alheio a situação analisada e realize diagnósticos não enviesados sobre os agentes envolvidos e principalmente sobre as estruturas sociais que os moldam e o campo social em que estão posicionados. Nesse sentido, ao associar a cafeicultura como um campo social, segundo a sociologia bourdieusiana, é possível observar um espaço marcado por disputas que envolvem recursos econômicos, conhecimento técnico, redes sociais e prestígio alcançado por meio das práticas agrícolas diferenciadas, por exemplo.

Por sua vez, essas disputas, ainda a luz de Bourdieu (1996, 2011), são determinadas pelos capitais preconizados pelos agentes, que segundo o sociólogo são os recursos acumulados por estes ao longo de suas trajetórias, e que são fundamentais para posicioná-los dentro do campo social. A vista disso, estes capitais, classificados como econômico, cultural, social e simbólico, se interagem para moldar as ações, comportamentos e até mesmo as oportunidades dos agentes. Diante do exposto, correlacionando tais definições com o campo social da cafeicultura, é possível ponderar que o capital econômico está diretamente ligado aos recursos financeiros e materiais investidos em tecnologias e práticas socioambientalmente responsáveis. O capital cultural, por sua vez, abrange o conhecimento técnico e as habilidades adquiridas ao longo da vida, que são indispensáveis para a adoção de inovações e métodos conservacionistas. Já o capital social compreende as conexões estabelecidas em cooperativas, associações e comunidades locais, que amplia fortemente as possibilidades de comercialização e compra, além das trocas de saberes. Por fim, o capital simbólico pode ser associado ao prestígio e ao reconhecimento social, frequentemente ligados à obtenção de certificações, pontuação da

bebida e à valorização do café cultivado através de práticas mais sustentáveis. Assim, é possível afirmar que os capitais apresentados por Bourdieu (1996, 2011) configuram as posições dos cafeicultores no campo social em que pertencem e influenciam diretamente suas decisões e estratégias diante dos desafios e oportunidades do setor agrícola voltado à sustentabilidade. Uma associação semelhante pode ser observada no trabalho de Nettle et al. (2018) na Austrália, que correlaciona diferentes formas de capital à adaptabilidade das fazendas de algodão frente às mudanças climáticas.

Outro conceito da sociologia bourdieusiana, que é imprescindível para o entendimento da configuração do campo social da cafeicultura é a ideia de ‘habitus’, que segundo o sociólogo (Bourdieu, 1996, 2011), é a representação de um conjunto de disposições internalizadas que refletem as experiências e condições de vida dos indivíduos e é fundamental para compreender, nesta perspectiva, por que determinados grupos de cafeicultores aderem mais facilmente a práticas sustentáveis, enquanto outros permanecem vinculados a métodos tradicionais. Nessa perspectiva, ao aplicar na realidade agrícola, uma análise baseada nos conceitos da sociologia reflexiva, campo social, capitais e habitus de Bourdieu (1996, 2011) é possível efetuar uma análise aprofundada das dinâmicas que configuram a realidade dos pequenos cafeicultores, considerando tanto as influências estruturais sociais quanto às disposições intangíveis que orientam suas práticas.

Como ponto de partida para analisar essa realidade, é essencial dar voz aos agentes principais desse campo - os cafeicultores, permitindo que compartilhem suas reais experiências, desafios e perspectivas em relação a uma agricultura mais sustentável. Nesse contexto, segundo Mutolib (2023), ouvir os cafeicultores por meio de entrevistas pode ser uma forma importante para revelar a complexidade desse território. De maneira complementar ferramentas estatísticas como a Análise de Correspondência Múltipla (ACM), surge como um aliado importante para interpretar e correlacionar informações provenientes de entrevistas, pois é uma técnica que permite visualizar e analisar as relações entre diversas variáveis categóricas (perguntas), criando um espaço relacional euclidiano com redução de dimensionalidades, que revelam padrões e afinidades, a partir das respostas dos entrevistados (Bertoncelo, 2022).

Assim, a técnica de ACM possibilita ir além da análise simplista dos dados, mas sim, proporciona uma compreensão das conexões e interações entre pessoas e grupos, além de evidenciar as características que aproximam ou distanciam diferentes perfis (Arru et al., 2025;

Bertoncelo, 2022; Liu et al., 2024; Sarmin et al., 2024; Zerga et al., 2024). Não obstante, segundo Bertoncelo (2022) o potencial da ACM é ampliado quando fundamentado em teorias sociais, como a de Pierre Bourdieu, especialmente trazendo à luz seus conceitos de campo social, capitais e espaços relacionais. Portanto, ao aplicar a ACM com base na perspectiva de Bourdieu, torna-se possível visualizar de forma concreta como os capitais interagem e moldam as práticas sustentáveis – ou a falta delas – entre os cafeicultores.

Tendo em vista o exposto, este estudo objetivou identificar se os capitais (econômico, social, cultural e simbólico) influenciam nas escolhas produtivas mais ou menos sustentáveis dos pequenos cafeicultores. Para alcançar esse objetivo, foi utilizada a técnica estatística multivariada de Análise de Correspondência Múltipla (ACM), que permitiu mapear e interpretar as relações complexas existentes neste campo social. Os dados, por sua vez, foram obtidos por meio de entrevistas presenciais semiestruturadas realizadas com pequenos cafeicultores dessa região, o que permitiu uma escuta e análise meticulosa de suas práticas agrícolas e dos elementos que compõem seus habitus, refletindo suas disposições e escolhas no contexto da agricultura sustentável.

2. METODOLOGIA

Essa pesquisa adotou um método qualitativa de caráter exploratório, seguindo a metodologia proposta por Gil (2002), com o objetivo de investigar como as diferentes formas de capital – econômico, social, cultural e simbólico, conforme definidas por Pierre Bourdieu (1996, 2011) – podem influenciar as tomadas de decisões dos pequenos cafeicultores, frente a adoção, ou não, de práticas sustentáveis.

Para tal, a elaboração do instrumento de coleta de dados, representado pelo formulário de entrevista semiestruturado (tabela 1), foi fundamentado nos conceitos teóricos bourdieusianos, principalmente no que tange a sociologia reflexiva, e os conceitos de campo social, capitais e habitus. O questionário contou com 68 perguntas, objetivas e dissertativas, que foram organizadas em seis categorias principais: I. Dados do Agricultor, II. Dados sobre a área produtiva, III. Dados sobre manejo agrícola e vendas, IV. Pessoas envolvidas, V. Certificações e VI. Práticas sustentáveis. Cada pergunta foi alinhada aos objetivos teóricos da pesquisa, sendo correlacionada aos capitais – econômico, social, cultural e simbólico – como detalhado na Tabela 1.

2.1. COLETA DE DADOS: ENTREVISTAS

A coleta de dados ocorreu entre junho de 2023 e março de 2024 e incluiu entrevistas presenciais com 30 pequenos cafeicultores distribuídos em 22 municípios do Sul de Minas Gerais, conforme ilustrado na figura 1. A combinação de questões objetivas e discursivas permitiu captar informações detalhadas sobre as práticas agrícolas e os capitais dos entrevistados, além de possibilitar momentos de escuta reflexiva, em que os participantes se sentiram à vontade para compartilhar suas experiências de maneira aberta.

Todos os cafeicultores entrevistados são enquadrados como pequenos agricultores, ou agricultores familiares, por possuírem até quatro módulos fiscais, utilizarem predominantemente a mão de obra familiar no cultivo do café e manterem a agricultura como principal fonte de renda, conforme previsto na Lei Federal de No 11.326 (Lei No 11.326 - Lei Da Agricultura Familiar, 2006), lei essa que define as diretrizes da agricultura familiar no Brasil. A escolha dos entrevistados foi realizada por meio da metodologia bola de neve (Snowball), uma técnica de amostragem não probabilística, conforme descrito por Naderifar (2017) e Heckathorn (2011), onde o primeiro entrevistado foi selecionado de maneira intencional, e a partir desse primeiro contato outros cafeicultores foram indicados. Esse processo se repetiu de forma sucessiva, criando uma rede de indicações que garantiu a representatividade do grupo dentro do contexto investigado. Vale ressaltar que nem todos os entrevistados se conhecem ou estão interligados em redes cooperativas, sindicatos ou associações.

O processo de coleta de dados foi conduzido de forma ética, respeitando as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), com aprovação prévia pelo protocolo nº 67291823.0.0000.5142.

Tabela 1. Perguntas semiestruturadas utilizadas nas entrevistas

	Pergunta	Tipo da pergunta		Capital relacionado			
		O	D	E	S	C	SB
I. Dados do agricultor	1	Faixa etária		x			x
	2	Nível de escolaridade		x			x
	3	Pós graduação, caso tenha	x				x
	4	Tempo de trabalho com café	x				x
	5	Tipo de contrato de trabalho	x		x		
	6	Função atual	x		x		
	7	Fontes de renda		x	x		
	8	Renda exclusiva proveniente do café?		x	x		
	9	Carga horária de trabalho		x	x		

II. Área de produção	10	Nome da marca do café	x		x	x	
	11	Cidade	x		x		
	12	Quantidade em hectare de área plantada	x		x		
	13	Tipos de área verde presente no local		x		x	
III. Manejo agrícola e vendas	14	Classificação da cultura		x	x		
	15	Variedades cultivadas de café	x		x		
	16	Média de pé de café plantado por hectare	x		x		
	17	Espaçamento utilizado para o plantio	x		x	x	
	18	Produção média de sacas de café dos últimos anos	x		x		
	19	Dados sobre declividade	x			x	
	20	Altitude	x			x	
	21	Há consórcios?		x	x	x	
	22	Como é realizado o preparo da terra para o plantio?		x		x	
	23	Como é realizada a correção de PH do solo?	x			x	
	24	Como é/foi realizado o plantio?		x		x	
	25	Tipos de adubos utilizados na produção?		x		x	
	26	Há safra zero (esqueletamento?)		x		x	
	27	Método de capina		x	x	x	
	28	Método de colheita		x	x	x	
	29	Método de secagem do café		x	x	x	
	30	Método de venda (% de venda para cada modalidade)		x	x		
31	Café pontuado? Qual a pontuação?		x			x	
32	É cooperado ou associado?		x				
33	Valor médio da saca de 60k em 2022/2023?		x	x			
34	Possui assistência técnica?		x		x	x	
IV. Pessoas envolvidas	35	Quantas pessoas trabalham no plantio	x		x		
	36	Quantas pessoas trabalham na colheita	x		x		
	37	Formas de contratação		x			
	38	Carga horária diária do colaborador		x	x		
	39	Benefícios concedidos		x	x	x	
	40/						x
	41	Oferece EPI's para os trabalhadores? Se sim, quais?	x	x			
42	Há dificuldade em encontrar mão de obra?		x	x	x		
43	Há dificuldade em adquirir insumos?		x	x	x		
V. Certificações	44/						x
	45	Sua produção/fazenda é certificada? Se sim, qual?	x	x			
	46/						x
	47	Caso ainda não possua, há interesse em certificar? Justifique.	x	x			
	48/						x
	49	Acredita que as certificações auxiliam a exportação do café verde? E Justifique.	x	x			
	50/	Acredita que as certificações auxiliam a exportação do café pronto para consumo? E justifique.	x	x			x
51						x	
52/	Acredita que as certificações auxiliam na venda nacional do café pronto para consumo? E justifique.	x	x			x	
53						x	
54/	Acredita que as certificações ajudam a melhorar as práticas de resp. socioambiental? E justifique.	x	x			x	
55						x	
VI. Práticas sustentáveis	56	Considera suas práticas agrícolas sustentáveis?		x			x
		Acredita que sua plantação de café, com os cuidados de hoje, possui longo período de produtividade?		x			x
	57						
	58	Práticas de manejo do solo empregadas na fazenda que considera sustentáveis?	x				x
	59	Práticas de manejo do solo empregadas na fazenda que considera NÃO sustentáveis?	x				x
	60	Quais práticas de uso e descarte de água na fazenda que considera sustentáveis?	x				x
		Quais práticas de uso e descarte de água em sua fazenda que considera NÃO sustentáveis?	x				x
	61						
	62	Práticas na fazenda sobre uso e descarte de resíduos sólidos você considera sustentáveis?	x				x
		Práticas na fazenda sobre uso e descarte de resíduos sólidos você considera NÃO sustentáveis?	x				x
	63						
	64	Práticas sobre o Uso, reuso e descarte da água que considera sustentáveis?		x			x
	65	Sobre o Uso, reuso e descarte de Resíduos Sólidos que considera NÃO sustentáveis?		x			x
66	Práticas de economia de energia elétrica e/ou combustíveis fósseis		x			x	
67/	Você acredita que a sustentabilidade tem relação com os maiores ganhos econômicos?					x	
68	Justifique	x	x				

Legenda: Classificação das perguntas realizadas nas entrevistas com pequenos cafeicultores do Sul de Minas Gerais, indicando o tipo de pergunta (O = Objetivas; D = Discursivas) e os capitais correlacionados conforme Bourdieu (1996, 2008, 2011): E = Capital Econômico, S = Capital Social, C = Capital Cultural e SB = Capital Simbólico.

2.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Brasil ocupa historicamente a posição de maior produtor e exportador de café do mundo, e Minas Gerais se destaca como o principal estado produtor do grão no país. (CONAB, 2023; IBGE, 2017; ICO, 2023b). Neste cenário, a região do Sul de Minas Gerais, representa cerca de 24,1% da concentração espacial da produção nacional de café (Flamarion Dutra Alves & Michele Lindner, 2020) e foi selecionada como área de estudo por sua relevância na produção do grão. A região em questão é reconhecida mundialmente pelo seu produto de alta qualidade, proveniente em grande parte da produção dos pequenos cafeicultores, que empregam práticas agrícolas sustentáveis (Faronny et al., 2024; Glamann et al., 2017; Poncet et al., 2024; Slamet et al., 2024). A coleta de dados abrangeu 22 municípios, conforme apresentado na Figura 1.

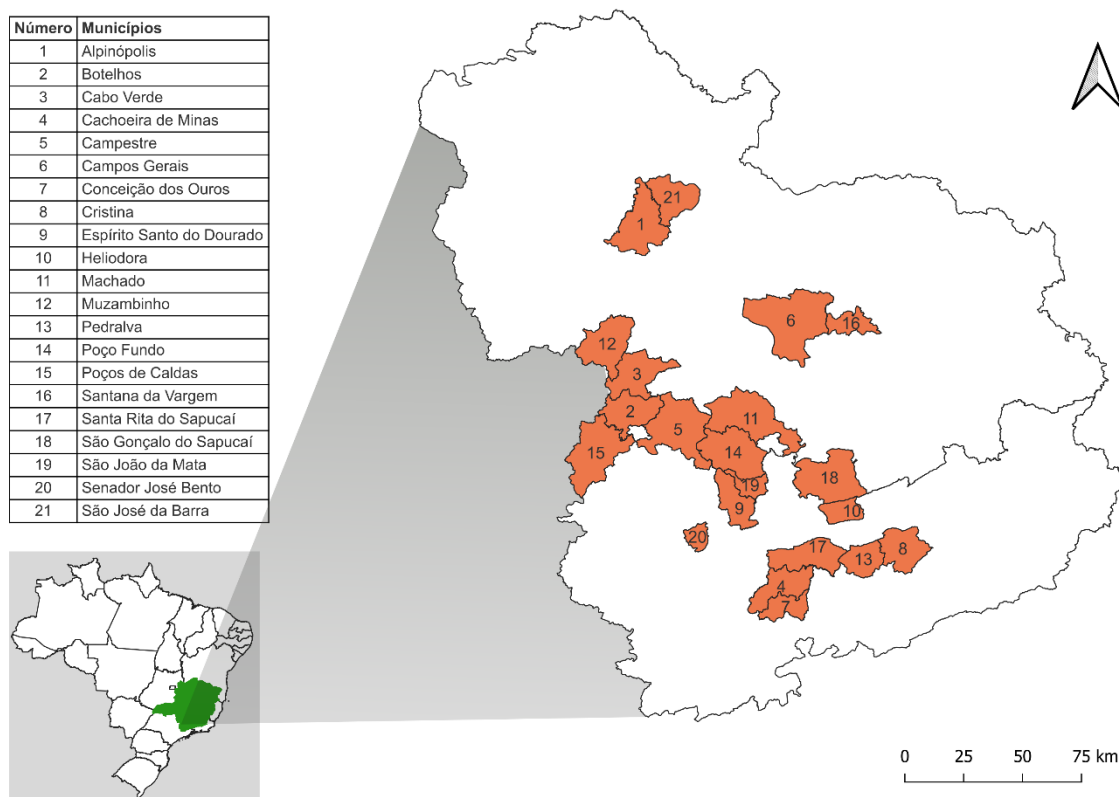
O sul do estado de Minas Gerais possui temperatura amena, entre 18 e 20 graus (média) e altitudes elevadas, de até 1.400 metros, o que garante boas características ao café, como alta acidez, corpo aveludado e sabor adocicado, atestando um grão de qualidade apreciado em diversas partes do mundo (J. N. Barbosa et al., 2012; Oliveira et al., 2020). Nesta perspectiva, o desenvolvimento socioeconômico desta região perpassa pela atividade cafeeira, principalmente nos pequenos municípios, que são marcados pela ruralidade do território e dispõem da cafeicultura como uma das mais importantes atividades econômicas (Flamarion Dutra Alves & Michele Lindner, 2020).

2.3. ANÁLISE DE DADOS

O método utilizado para explorar os dados coletados por meio das entrevistas foi a Análise de Correspondência Múltipla (ACM) - técnica estatística multivariada que constrói espaços relacionais por meio de mapas perceptuais de nuvens de pontos (Bertoncelo, 2022). Essa abordagem é eficaz na análise exploratória de dados categóricos, geralmente provenientes de questionários estruturados aplicados a uma amostra de uma população, independentemente de seu tamanho (Bertoncelo, 2022). Conforme explica Bertoncelo (2022), a ACM permite que informações de N indivíduos, estatisticamente representativa ou não, descritos por Q variáveis categóricas, sejam plotadas em uma nuvem de modalidades, onde essa representação visual facilita a identificação de associações dos dados categóricos (respostas da entrevista) e permite a classificação de perfis de grupos de indivíduos, neste estudo, representados pelos pequenos

cafeicultores. Portanto, esse método foi escolhido por sua capacidade de sintetizar as relações complexas entre as inúmeras variáveis categóricas presentes neste trabalho – provenientes das respostas dos entrevistados - e de representar as suas associações em um espaço dimensional reduzido, facilitando a interpretação dos resultados.

Figura 1. Mapa do Sul de Minas Gerais com destaque para os municípios dos cafeicultores entrevistados



Para de fato iniciar a análise, a primeira etapa envolveu a construção de uma matriz de dados no software Excel, conforme proposto por Bertonecelo (2022), onde as linhas representaram os 30 indivíduos entrevistados e as colunas corresponderam às respostas categorizadas provenientes das 68 perguntas aplicadas durante as entrevistas (tabela 1), totalizando 198 variáveis categóricas ativas. Seguindo o critério estabelecido por Husson e Josse (2014), as variáveis com frequência inferior a 5% foram classificadas como passivas e, portanto, excluídas da construção dos eixos principais, garantindo maior estabilidade e coerência estatística na análise.

Os dados da matriz foram processados no ambiente do software RStudio, utilizando o pacote FactoMineR, referência em análises de estudos exploratório multivariados (Fithian & Josse, 2017; Girma et al., 2019). Conforme explica Bertoncelo (2022), ao realizar a ACM neste contexto, há a decomposição da matriz de Burt, que consiste no cruzamento de todas as variáveis categóricas entre si, o que garante que todas as associações entre as categorias de todas as variáveis sejam calculadas. A partir destes cálculos é gerado uma nuvem de pontos (plano cartesiano) bidimensional, sendo suas dimensões formadas a partir de um gradiente de variação das variáveis, onde a dimensão 1 (Dim 1) explica a maior variância nos dados e a dimensão 2 (Dim 2) complementa a análise, evidenciando uma segunda direção de variância, igualmente importante para a compreensão das associações. Neste raciocínio, a proximidade ou distância entre os pontos reflete a força das associações ou das oposições entre as categorias analisadas, onde pontos mais próximos indicam afinidades, ou seja, práticas ou características que frequentemente coexistem entre os entrevistados, enquanto distâncias maiores sugerem diferenças e oposições.

Neste trabalho, a nuvem de pontos gerada pela ACM é caracterizada por pontos azuis correspondentes aos cafeicultores entrevistados e por triângulos vermelhos que representam as variáveis categóricas ativas (respostas), que foram consideradas na construção das dimensões, onde os pontos azuis distribuem-se no plano de acordo com a proximidade ou afinidade que possuem com as variáveis (triângulos vermelhos), indicando portanto, qual é a relação dos cafeicultores com as práticas sustentáveis e as características socioeconômicas, investigadas nesse campo social, por meio das entrevistas. O plano cartesiano bidimensional ainda foi subdividido em 4 quadrantes, criados pela interseção dos eixos principais, onde nesta condição, segundo Bertoncelo (2022), cada quadrante representa uma combinação distinta das variáveis ativas, posicionadas em relação aos eixos, e desta forma, reflete agrupamentos de perfis semelhantes de cafeicultores que compartilham características em comum.

Os dados gerados pela ACM foram analisados à luz da tipologia proposta por Pierre Bourdieu (1996, 2011), permitindo estabelecer relações entre a nuvem de pontos e os capitais definidos pelo sociólogo. Essa abordagem forneceu bases sólidas para interpretar como as práticas sustentáveis, as condições socioeconômicas e os habitus dos cafeicultores se manifestam no campo social da cafeicultura. Além disso, a análise foi enriquecida pela experiência prática e pela expertise dos autores, que, em conjunto com teorias sociais e

referências científicas consolidadas, possibilitaram a interpretação detalhada e aprofundada das dinâmicas que estruturam as práticas sustentáveis no contexto investigado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de Correspondência Múltipla (ACM) foi utilizada como ferramenta central para explorar os dados coletados a partir das entrevistas realizadas com pequenos cafeicultores do Sul de Minas Gerais, nos anos de 2023 e 2024. Essa técnica estatística multivariada revelou por meio do gráfico de nuvens de pontos (figura 2), padrões relacionais complexos entre as variáveis categóricas (triângulos e textos em vermelho) que caracterizaram os diferentes perfis dos agricultores entrevistados (pontos e números em azul). O gráfico permitiu a visualização de um espaço relacional dividido em dois eixos ou dimensões principais, onde, a Dimensão 1 (Dim1) explicou 7,95% da variância total dos dados, enquanto a Dimensão 2 (Dim2) complementou a análise com 5,94% da variância.

Para interpretar a construção das dimensões é necessário recorrer a Bertonecelo (2022), que explica que, quanto mais distante uma categoria estiver do centro do eixo, maior será sua contribuição para a formação da dimensão. Isso permite concluir que a Dimensão 1 refletiu o grau de sustentabilidade das práticas adotadas pelos cafeicultores. Uma vez que, na extremidade positiva, destacaram-se, por exemplo, características como a aplicação de adubação verde (aduV_s), a crença de que práticas sustentáveis trazem benefícios para a saúde dos familiares e funcionários (MelSau_s) e a realização da colheita do café de maneira mais seletiva, através do método "pontas dos dedos" (c_pd_s). Em contraponto, no lado negativo, destacaram-se características como a prática de incineração de resíduos (ince_s), a crença de que suas práticas não podem ser consideradas sustentáveis (PraSust_aap) e a utilização de colheitadeira mecânica na colheita do grão de café (c_cm_s). Percebe-se, portanto, que a Dimensão 1 revelou com clareza o gradiente de práticas sustentáveis entre os cafeicultores, separando aqueles alinhados a práticas sustentáveis daqueles que ainda seguem métodos convencionais. Esse distanciamento reflete as dinâmicas sociais no campo da cafeicultura e encontra respaldo nos achados de Arru et al. (2025) que através da ACM identificaram que agricultores com maior sensibilidade para reconhecer e valorizar serviços ecossistêmicos tendem a ocupar posições sociais distintas em relação àqueles que não reconhecem a relevância desses serviços.

Na análise das variáveis categóricas que influenciaram a construção da Dimensão 2 (Dim 2), observou-se uma integração de fatores socioculturais e agronômicos. Na extremidade superior (positiva), estão posicionadas respostas que indicam um menor engajamento em práticas sustentáveis e características relacionadas ao perfil tradicional dos cafeicultores, como o uso de adubo mineral (Min_s), a jornada de trabalho reduzida (CargH_8-) e a menor crença nos benefícios financeiros das práticas sustentáveis (gesus_d). Por outro lado, na extremidade inferior (negativa), localizaram-se variáveis associadas a avanços nas práticas agrícolas, como altas pontuações de qualidade do café (90pt e 86pt), a crença de que suas práticas agrícolas são totalmente sustentáveis (PrtaSust_st) e níveis elevados de escolaridade, como o mestrado completo (MC), evidenciando um capital cultural mais elevado. Esse arranjo da Dimensão 2 dialoga diretamente com outros estudos como os de Sarmin et al. (2024), Liu et al. (2024) e Zerga et al. (2024), que demonstram que níveis mais altos de escolaridade, estão diretamente associados à capacidade de inovação e à adoção de práticas ambientalmente mais sustentáveis.

O distanciamento observado entre os extremos das Dimensões 1 e 2 evidencia barreiras sociais e culturais significativas, que refletem em uma dificuldade de integração entre os agricultores com perfis tradicionais àqueles mais engajados em práticas sustentáveis. Nesse sentido, a análise das dimensões da ACM, reforça que o avanço da sustentabilidade no campo da cafeicultura requer estratégias integradas que articulem, entre outros fatores, os capitais social e cultural. E como defendido por Arru et al. (2025) tais estratégias devem priorizar a inclusão e o fortalecimento de redes que conectem agricultores de diferentes perfis, promovendo a troca de saberes e experiências. Tal articulação é essencial para superar as barreiras presente nesse campo social, ampliando o alcance e a eficácia das práticas sustentáveis no setor.

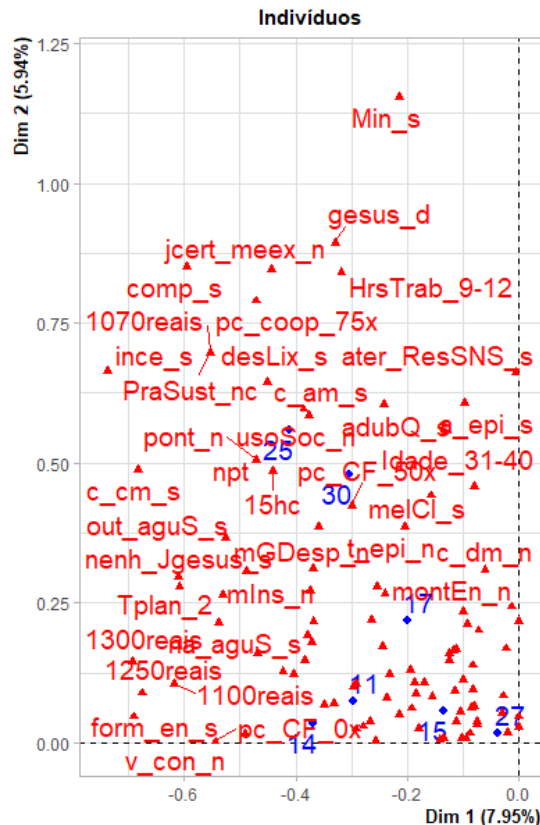
Ainda ao recorrer ao Bertonecelo (2022), ele explica que a análise da nuvem de pontos (figura 2), deve ser realizada da seguinte forma: quanto mais próximas duas categorias ativas (respostas às perguntas da entrevista) estiverem, maior é a associação direta entre elas; da mesma forma, quanto mais próximos estiverem dois indivíduos (cafeicultores entrevistados), mais similares são seus perfis de respostas, de maneira que é possível reconstruir indutivamente os contrastes e afinidades entre as práticas sociais e seus agentes. Dessa forma, a distribuição bidimensional da nuvem de pontos permite também a divisão do espaço relacional em quatro quadrantes, onde cada um representa um grupo de indivíduos com características e

Ao analisar o zoom do Quadrante superior esquerdo (figura 3), observa-se características que permitem classificar esse grupo como “Cafeicultores Não Sustentáveis”, pois apresentam atributos marcantes tidas como tradicionais ou, em sua maioria, insustentáveis. Como exemplo destaca-se a prática de adubação química (aduQ_s) e adubação mineral (Min_s), a incineração de resíduos na propriedade (ince_s) e o descarte inadequado de resíduos sólidos em aterros sanitários (aterResSNS_s). Essas práticas, associadas à ausência de monitoramento energético (montEn_n) e ao uso de maquinários menos eficientes movidos a combustíveis fósseis, resultam em emissões de gases de efeito estufa (GEE) e impactos ambientais negativos (Karatay & Meyer-Aurich, 2018; Kim & Dale, 2008; Zhang et al., 2022)

Sob a perspectiva do sociólogo Pierre Bourdieu (Bourdieu, 1996, 2011), é possível afirmar que esse grupo é composto por indivíduos que revelam uma interação singular entre os capitais econômico, cultural, social e simbólico. Pois, embora apresentem vantagens comerciais, ao vender 75% do seu café diretamente a cooperativa (pc_coop_75x), garantindo uma relativa estabilidade no valor da saca entre R\$1.070,00 e R\$1.300,00 (1070reais, 1300reais) - preço superior ao mínimo da safra 2023/24 do café arábica (commodities) em Minas Gerais, que foi de R\$684,16/sc (CONAB, 2024) - esses cafeicultores não convertem esse capital econômico em estratégias que valorizem o capital simbólico, como a obtenção de certificações (cert_n), por exemplo.

Ainda sobre a relação destes agricultores com cooperativas (pc_coop_75x), a luz de Bourdieu (1996, 2011), pode ser interpretado como uma solidez no que tange os capitais social e econômico desse grupo, uma vez que esse tipo de organização social reflete a capacidade de consolidar redes de apoio para alcançar benefícios econômicos, como preços de vendas do café mais estáveis e previsíveis, além da aquisição de insumos a custos mais acessíveis, graças à economia de escala que essas organizações garantem, como já evidenciado em outros estudos como os de Phimmavong et al. (2023) e Anh et al. (2019). Porém, essa vantagem nos capitais social e econômico, a princípio, não é suficiente para transformar o perfil “não sustentável” desse quadrante.

Figura 3 - Zoom Quadrante Superior Esquerdo - “Cafeicultores Não Sustentáveis”



Ao recorrer à Bourdieu (1977, 1996, 2011) e a Bennett (2007), essa incoerência pode ser explicada pelo conceito de “habitus convencional”, que reflete um modo de agir condicionado por práticas estabelecidas e legitimadas socialmente. Onde, respostas como "não acredita que práticas sustentáveis reduzam o desperdício" (mGDesp_n) ou "não acredita que sustentabilidade reduza a dependência de insumos" (Mins_n), revelam um sistema de crenças e práticas que priorizam métodos tidos como “tradicionais”, que foram consolidados ao longo de décadas como os “mais eficientes e seguros” em suas condições socioeconômicas e ambientais. Fato este que reforça o papel fundamental do território na intensificação dos processos de mimetismo e isomorfismo institucional, em que as práticas predominantes em uma região tendem a ser reproduzidas como normas tácitas entre os agentes locais (Wienhold & Goulao, 2023).

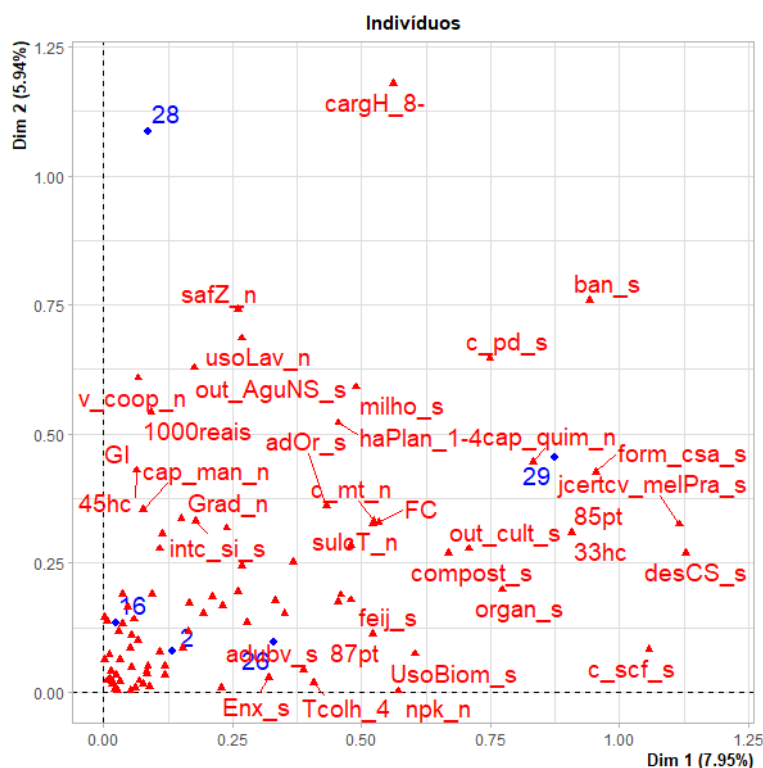
Nessa perspectiva, a resistência cultural às mudanças, enraizada no *habitus* convencional, reflete dinâmicas históricas de exploração, como destacadas por Galeano (1971). Onde, desde os séculos XIX e XX, a lógica produtiva na América Latina, é marcada por

desigualdades estruturais, que prioriza a sobrevivência imediata em detrimento a estratégias de longo prazo, perpetuando condições de trabalho precárias e a dependência de práticas agrícolas não sustentáveis. Ainda à luz de Galeano (1971) nesse contexto, as escolhas por métodos insustentáveis podem ser vistas também como respostas a crises climáticas e econômicas recorrentes no Brasil, como as geadas de 1969, por exemplo, que destruiu lavouras de café no país todo e impactaram desproporcionalmente os pequenos produtores, enquanto grandes agentes da cadeia cafeeira mobilizaram estoques acumulados de café para lucrar, reforçando a lógica que protege o capital dos dominadores às custas dos dominados (Bourdieu, 1996). Porém, assim como em outros campos sociais, paradoxalmente, os dominados muitas vezes assimilam e reproduzem as práticas e discursos dos dominadores. No caso das crises climáticas, essa reprodução pode ser observada na crença de que eventos deletérios, como geadas, não são necessariamente prejudiciais, pois podem elevar os preços do café. Contudo, essa perspectiva ignora o impacto desproporcional sobre os mais vulneráveis - neste caso, os próprios pequenos cafeicultores. Esse paradoxo reflete o condicionamento imposto pelo *habitus*, que direciona ações voltadas à manutenção de práticas tradicionais, mesmo dispondo de alternativas sustentáveis mais acessíveis. Diante dessa análise, mesmo a participação em cooperativas, que fortalece o capital social e oferece maior estabilidade econômica, revela-se insuficiente para romper com as barreiras estruturais e culturais que moldam o *habitus* convencional desses agricultores.

O quadrante Superior Direito (figura 4) reúne um grupo de cafeicultores classificados como “Cafeicultores Sustentáveis”, pois apresentam um conjunto de características que evidenciam uma preocupação clara com a sustentabilidade em seus sistemas produtivos. Entre as práticas adotadas, destacam-se a realização de adubação verde (*aduv_s*) e orgânica (*organ_s*), a transformação de resíduos orgânicos em adubo (*adOr_s*), e o uso de biomassa como fonte de energia (*UsoBiom_s*). Adicionalmente, esses produtores evitam a utilização de insumos químicos, como NPK (*npk_n*), e capinas químicas (*cap_quim_n*), além de manejar o solo com técnicas menos invasivas, como o uso da enxada (*Enx_s*) e a exclusão do uso de sulcos de trator (*SulcT_n*). Tais escolhas refletem um compromisso com a preservação ambiental, alinhado a princípios agroecológicos (Altieri, 2018; Genest-Richard et al., 2025). Outro ponto que reforça esse alinhamento é a presença de sistemas de consórcio de culturas (*out_cult_s*), que incluem o plantio de feijão (*feij_s*) e banana (*ban_s*) nas lavouras de café. Essa prática, além de promover

a diversificação da paisagem agrícola, favorece a biodiversidade e contribui para a segurança alimentar local, reafirmando o caráter sustentável deste grupo (Glamann et al., 2017; Poncet et al., 2024; Teixeira et al., 2022).

Figura 4 - Zoom Quadrante Superior Direito – “Cafeicultores Sustentáveis”



As práticas agroecológicas empregadas por esse grupo estão fortemente relacionadas ao contexto de propriedades de extensão territorial reduzida, principalmente pela maior facilidade no manejo manual e sem grandes dependências de mecanização. Esses sujeitos, muito embora colham menos sacas por safra quando comparados a produtores de maiores escalas, conseguem agregar valor ao seu produto por meio da inserção em mercados que valorizam a sustentabilidade, assim como já evidenciado em estudos de Duque (2025), Ramirez-Gomez et al. (2022) e Pronti & Coccia (2020). Em consequência dessa configuração mais rentável do café produzido de maneira agroecológica, é possível identificar que até mesmo produtores maiores vêm adotando modelos híbridos de produção ou até mesmo migrando suas lavouras para manejos sustentáveis, como estratégia mercadológica (Pronti & Coccia, 2021; Wienhold & Goulao, 2023).

Contudo, o compromisso com práticas mais sustentáveis desse grupo não se traduz integralmente em retornos financeiros proporcionais, pois apesar de produzirem cafés de alta qualidade, pontuados em 85 e 87 pontos (85pt, 87pt) – característicos de cafés especiais –, o preço médio obtido por saca em 2023/2024 foi de apenas R\$1.000,00 (1000reais). Esse valor é inferior ao registrado por cafeicultores do Quadrante Superior Esquerdo, mesmo que estes utilizem práticas menos sustentáveis. Dessa maneira, sob a ótica de Bourdieu (Bourdieu, 1996, 2011), essa disparidade pode ser interpretada ao analisar o capital social e econômico deste quadrante. Onde, diferentemente do Quadrante I, que o capital social era potencializado pela comercialização direta com cooperativas, os cafeicultores deste grupo não apresentam esse canal de comercialização consolidado (*v_coop_n*), o que limita sua capacidade de negociação e resultar em valores inferiores para seu café, além de limitar o acesso a mercados mais valorizados e especializados, diminuindo, portanto, o capital econômico deste grupo (Hung Anh et al., 2019; Phimmavong et al., 2023).

Por outro lado, ao explorar o capital cultural deste quadrante, é possível inferir que adesão a práticas sustentáveis pode advir do *habitus* cultural desse grupo. A formação em ciências sociais aplicadas (*form_csa_s*), por exemplo, contribui para o desenho desse perfil e para a valorização de métodos agroecológicos e inovadores, como apontado por Kansanga et al. (2020) em seu trabalho com comunidades agrícolas na África Saariana. No entanto, a lacuna de um capital social consolidado, através de uma integração em redes de cooperativas ou a ausência de certificações que garantem um valor simbólico ao café, reflete em um hiato na conversão desse capital cultural em estratégias de mercado mais eficazes, que garantam melhores preços na saca de café. Dessa forma, conforme também apontado por Meek (2016) e Nettle et al. (2018), o reconhecimento social e econômico das práticas sustentáveis e agroecológicas, bem como a consolidação destas estratégias como viáveis, depende fortemente da integração dos agentes em redes colaborativas, ou seja, sem o suporte de um capital social básico, mesmo os cafeicultores mais engajados em práticas sustentáveis enfrentam desafios para consolidar sua posição como agentes de destaque no campo social da cafeicultura.

Por outro lado, destaca-se neste quadrante, o indivíduo 28, posicionado isoladamente na extremidade superior. Essa posição diferenciada sugere que ele atua como um *outlier* dentro deste campo social, conforme descrito por Bourdieu (1977). Sua distinção no espaço social pode ser atribuída a características e estratégias singulares, especialmente no que tange ao valor

de comercialização de seu café (capital econômico). Em 2023, esse cafeicultor vendeu cada saca de seu produto por R\$6.000 (aproximadamente 1100 USD), direcionando sua produção para Coffee Shops de alto padrão na cidade de São Paulo. Essa diferenciação de mercado reflete não apenas um posicionamento econômico distinto, mas também a capacidade de mobilizar formas de capital simbólico que elevam o *status* de sua produção dentro da cadeia do café. Diferentemente dos demais agricultores do quadrante, esse cafeicultor opera dentro de um sistema agroflorestal em sua propriedade de apenas 1 hectare, o que garante, assim como já apontado por outros pesquisadores, uma qualidade e sabor superior ao grão (Jha et al., 2014; Schiavon et al., 2022; Vaast et al., 2006).

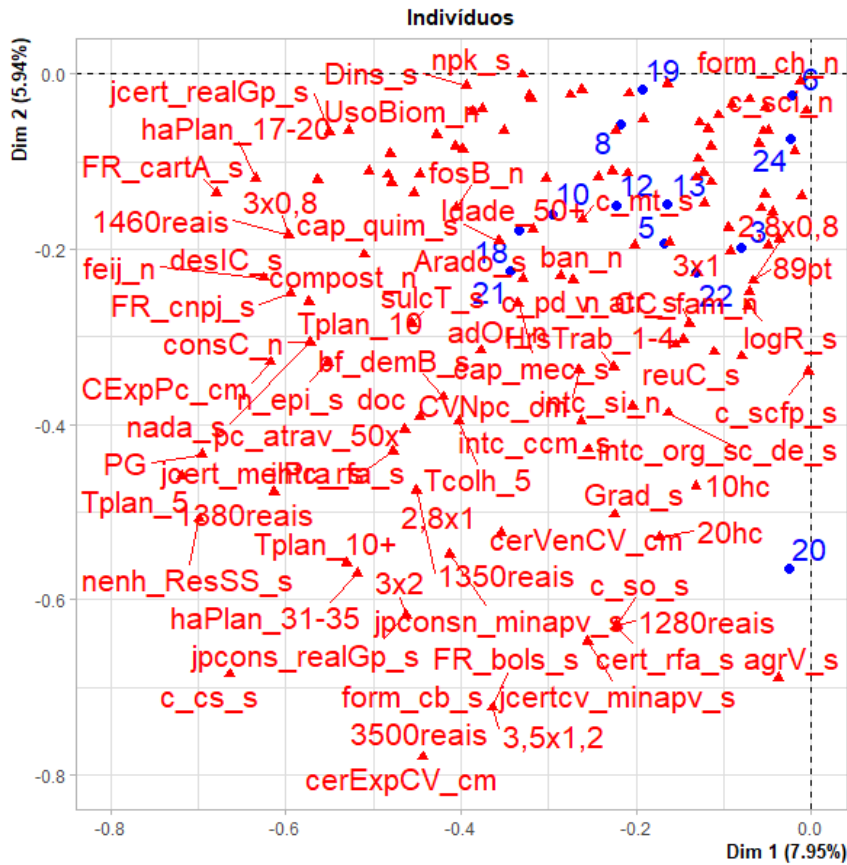
A presença desse *outlier* dentro do quadrante reforça a ideia bourdieusiana (1996) de que, dentro de um campo social, os agentes não estão rigidamente presos às estruturas, sendo possível que indivíduos modifiquem sua posição a partir da mobilização de capitais específicos e estratégias diferenciadas. No caso do Indivíduo 28, sua inserção em um nicho de mercado altamente valorizado – com consumidores que atribuem valor ao capital simbólico da produção agroflorestal e sustentável – permitiu a conversão de seu capital cultural e simbólico em um diferencial competitivo. Essa dinâmica ilustra como a adoção de práticas inovadoras e a capacidade de acessar redes de comercialização mais exclusivas podem viabilizar novas formas de ascensão dentro do campo social, mesmo quando o contexto geral apresenta limitações estruturais (Goodman, 2004).

Ao analisar as variáveis categóricas do Quadrante Inferior Esquerdo (figura 5), é possível classificar este grupo como “Cafeicultores em Transição para a Sustentabilidade”, uma vez que apresentam um conjunto de práticas híbridas, que refletem tanto traços conservadores quanto elementos de transição em direção a sistemas mais sustentáveis. Entre as práticas tradicionais ainda prevalentes, destacam-se o uso de adubo nitrogenado (*npk_s*), capinas químicas (*cap_quim_s*) e mecanizadas (*cap_mec_s*), além da ausência de compostagem (*compost_n*) e a indisponibilidade de EPIs para os trabalhadores (*n_epi_s*). Apesar disso, práticas que denotam uma transição para a sustentabilidade começam a emergir, como a reutilização de água da chuva (*ReuC_s*) e a logística reversa de embalagens de agrotóxicos (*logR_s*) que, embora seja obrigatório pela legislação brasileira de Resíduos Sólidos Lei 12.305/2010 (Bennett, 2007; Lei N° 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010), representa um avanço significativo no contexto das práticas agrícolas mais sustentável.

Um aspecto de destaque deste grupo é a presença de cafeicultores certificados pela Rainforest Alliance (cert_rfa_s), onde considerando os preceitos de Bourdieu (Bourdieu, 1996, 2011), é um potencial do capital simbólico. De acordo com o sociólogo, este capital está associado ao reconhecimento social e à legitimidade conferida a indivíduos ou grupos por atributos valorizados socialmente. Desta forma, as certificações agrícolas, como a Rainforest Alliance, atuam como ferramentas de atribuição de valor simbólico (prestígio) diferenciando o café produzido por esses pequenos agricultores em mercados mais competitivos e exigentes, onde há, conseqüentemente, maior disposição a pagar preços mais elevados (Adong, A.; Kornher, L.; Arslan, 2024; Giuliani et al., 2017; Jena & Grote, 2022).

Esse ganho econômico foi evidenciado, pelo preço mais elevado das sacas, que alcançaram até R\$3.500,00 (3500reais) em 2023/2024, o que representa aproximadamente USD 700. Ainda nessa perspectiva, o interesse demonstrado por certificações adicionais, como Certifica Minas Café (intc_ccm_s) e certificações orgânicas (intc_org_s), reforça a percepção de que esses cafeicultores reconhecem as vantagens estratégicas em aumentar seu capital simbólico. Essa visão é corroborada pela resposta "acredita que práticas sustentáveis e certificações agregam valor no café, ficando menos dependente dos preços do mercado de commodities" (agV_s), o que demonstra uma valorização consciente das certificações como mecanismos de diferenciação e acesso a nichos de mercado mais lucrativos. Entretanto, esse processo não ocorre de maneira unilateral, mas sim como uma via de mão dupla. A obtenção e a manutenção de certificações de sustentabilidade exigem investimentos financeiros significativos, tanto em adequações estruturais nas propriedades quanto no cumprimento de exigências normativas rigorosas (Adong, A.; Kornher, L.; Arslan, 2024; Reinecke et al., 2012). Nesse sentido, a maior capacidade financeira dos produtores deste grupo, evidenciada pelas extensões de terra de 17 a 35 hectares, pode ser interpretada como um fator facilitador para o ingresso nesse mercado *premium*. De fato, certificações exigem conformidade técnica e recursos para sua implementação e continuidade, criando, assim, uma barreira de entrada que tende a privilegiar produtores com maior capital econômico prévio (Giuliani et al., 2017). Dessa maneira, tanto a transição para práticas mais sustentáveis quanto a busca por certificações, parecem estar atreladas a uma dependência direta de um maior capital econômico dos cafeicultores.

Figura 5 - Zoom Quadrante Inferior Esquerdo – “Cafeicultores em Transição para a Sustentabilidade”

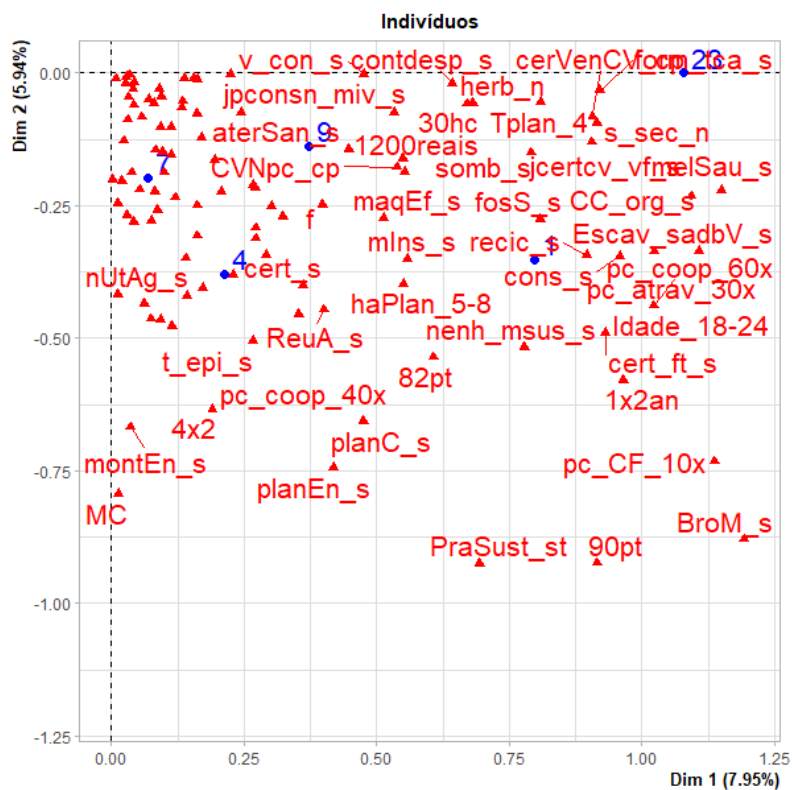


Por fim, o Quadrante Inferior Direito (figura 6, anexo IV) reúne os pequenos cafeicultores classificados como "Sustentáveis e Certificados". Este grupo se diferencia pelas práticas agrícolas sustentáveis e por suas certificações, mas acima de tudo se destacam por suas respostas qualitativas que ressaltam a percepção e valorização da sustentabilidade. Ao categorizar as respostas abertas e incluí-las no cálculo da ACM, questões importantes foram encontradas dentro deste grupo, indicando que esses agentes percebem a sustentabilidade como um pilar central que vai além dos benefícios ambientais, mas acima de tudo impactam diretamente a saúde e o bem estar familiar (melSau_s), melhoram a eficiência produtiva da lavoura (prasust_st) e reduz a dependência de insumos químicos (mIns_s). Essa percepção mais consciente pode estar associada ao capital cultural mais elevado deste grupo, evidenciado pela variável MC (mestrado completo) (Liu et al., 2024; Sarmin et al., 2024; Zerga et al., 2024).

Do ponto de vista técnico, as práticas agrícolas adotadas pelos cafeicultores do Quadrante Inferior Direito, também evidenciam um forte compromisso com a sustentabilidade.

O uso de adubação verde (Adbv_s), a reutilização de água da chuva (ReuA_s), e o monitoramento de energia e combustíveis fósseis (montEn_s) refletem a preocupação com a preservação de recursos naturais (Glamann et al., 2017; Godfray et al., 2010; Poncet et al., 2024; Slamet et al., 2024). A não utilização de herbicidas (herb_n) e o uso de plantas de sombreamento (Somb_s) promovem a saúde do solo e a biodiversidade (Jha et al., 2014), enquanto a colheita manual seletiva (c_dm_s) assegura a qualidade dos grãos e minimiza impactos ambientais (Vaast et al., 2006). O uso de maquinário moderno e mais eficiente (MaqEf_s) contribui para a economia de recursos e redução de emissões de carbono (Karatay & Meyer-Aurich, 2018; Kim & Dale, 2008; Zhang et al., 2022) e a disponibilização de EPIs (t_epi_s) reforça o cuidado com o bem-estar humano, integrando práticas ambientais e sociais em um modelo sustentável (Bhowmik et al., 2024).

Figura 6 - Zoom Quadrante Inferior Direito - “Cafeicultores Sustentáveis e Certificados”



Este grupo se destaca também pela forte integração com certificações agrícolas (cert_s), como Certifica Minas Café (cert_cmc_s), FairTrade (cert_ft_s) e certificações orgânicas (cc_org_s). Esses selos conferem a esses cafeicultores um capital simbólico significativo, além de legitimarem seus esforços sustentáveis perante mercados mais exigentes. A variável

jcerv_vf_s ("Acredita que a certificação aumento do valor financeiro") reforça ainda que estes cafeicultores reconhecem o impacto positivo das certificações no capital econômico.

No entanto, esse alinhamento entre práticas sustentáveis e certificações transcende a dimensão econômica, refletindo um *habitus* específico enraizado no conhecimento técnico e na valorização dos impactos coletivos dessas práticas. A adoção de práticas sustentáveis, aliada ao reconhecimento das certificações como diferencial de mercado, revela uma articulação integrada dos capitais cultural, econômico e simbólico. O capital cultural, expresso na predisposição para a inovação e para a adoção de sistemas agrícolas sustentáveis, é amplificado pelo capital simbólico conferido pelas certificações, que, por sua vez, fortalece o capital econômico desses cafeicultores. Essa interdependência entre os capitais demonstra que este grupo conseguiu mobilizar seus recursos estratégicos de forma a consolidar um modelo de produção sustentável, economicamente viável e socialmente reconhecido.

Já, ao analisar de forma simultânea os quatro grupos (quadrantes), é possível observar que a persistência por métodos convencionais e menos sustentáveis está associada a uma estrutura de *habitus* convencional consolidado, que orienta a reprodução de práticas historicamente legitimadas no campo. Por outro lado, em contextos onde certificações e redes de comercialização estruturadas se fazem presentes, a conversão do capital cultural em valor econômico torna-se mais factível, permitindo maior inserção dos cafeicultores em mercados que valorizam a sustentabilidade. Por conseguinte, a sinergia entre capitais, observada no Quadrante Inferior Direito – Cafeicultores Sustentáveis e Certificados, fortalece trajetórias de valorização, enquanto a ausência de mecanismos eficazes de conversão mantém determinados grupos em posições menos favorecidas e de menor responsabilidade socioambiental.

A dinâmica observada neste estudo demonstra que a valorização econômica das práticas sustentáveis deve ser acompanhada pelo fortalecimento das redes sociais de troca de saberes e experiências, além de mecanismos que facilitem a obtenção de certificações. Essas condições são fundamentais para que cafeicultores em diferentes estágios da transição para a sustentabilidade consigam potencializar suas ações e ampliar sua participação em mercados diferenciados. Os resultados indicam ainda que, a transformação das práticas agrícolas ocorre quando há reconhecimento social dessas mudanças, permitindo que a sustentabilidade seja legitimada no campo produtivo e convertida em vantagens econômicas.

4. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar os perfis dos pequenos cafeicultores do Sul de Minas Gerais a partir da abordagem bourdieusiana dos capitais econômico, social, cultural e simbólico, e compreender como essas estruturas influenciam a adoção de práticas sustentáveis. A aplicação da Análise de Correspondência Múltipla (ACM), como ferramenta metodológica, permitiu evidenciar que a sustentabilidade na cafeicultura deve ser compreendida de maneira heterogênea, como um fenômeno relacional e posicional, no qual diferentes perfis de cafeicultores mobilizam seus capitais de forma distinta para legitimar suas práticas produtivas sustentáveis e acessar mercados economicamente mais viáveis.

Além de fornecer essa compreensão estrutural, a ACM possibilitou a identificação de padrões latentes nas relações entre os capitais e as práticas agrícolas, destacando fatores que favorecem ou limitam a transição para a sustentabilidade. Essa abordagem analítica revelou trajetórias produtivas distintas e permitiu vislumbrar tendências preditivas, indicando como determinados perfis de cafeicultores podem se posicionar dentro do campo social da cafeicultura. Dessa forma, a ACM se consolidou como um método robusto para futuras investigações, especialmente no acompanhamento de mudanças estruturais e na formulação de estratégias que facilitem a conversão dos capitais em vantagens econômicas e simbólicas mais equilibradas entre diferentes grupos.

É conclusivo que, mesmo os cafeicultores com formação técnica e maior predisposição para práticas agroecológicas, enfrentam desafios estruturais para inserir seus produtos em mercados premium; ao passo que aqueles com o capital cultural mais limitado, mas integrados a redes de comercialização estruturadas, conseguem obter retornos financeiros mais expressivos. Essa constatação reforça que a sustentabilidade, quando reconhecida e legitimada por certificações e redes colaborativas, pode se tornar um diferencial competitivo substancial.

Por outro lado, a permanência de cafeicultores em métodos convencionais e menos sustentáveis está fortemente associada a um *habitus* convencional consolidado e vantagens financeiras em economia de escala, que orienta a reprodução de práticas historicamente legitimadas e sustentadas pela lógica do mercado de *commodities*.

A partir dessa análise, observa-se que a consolidação das práticas sustentáveis na cafeicultura exige estratégias que perpassem pelo melhor reconhecimento econômico e simbólico dessas ações e que promovam acima de tudo a ampliação do capital social dos

cafeicultores, por meio do fortalecimento de redes produtivas e comerciais, bem como da democratização do acesso às certificações e mercados diferenciados. Além disso, políticas públicas voltadas ao setor devem considerar as desigualdades estruturais na conversão dos capitais, viabilizando mecanismos de valorização do café sustentável e promovendo estruturas institucionais que garantam maior equidade na distribuição de oportunidades entre produtores que estão em diferentes estágios da transição para a sustentabilidade.

Embora o estudo traga contribuições importantes para a compreensão do campo social da cafeicultura, algumas limitações devem ser reconhecidas. A análise foi realizada em um recorte específico do Sul de Minas Gerais, e pesquisas futuras podem ampliar esse escopo para outras regiões produtoras, a fim de verificar a generalização dos achados.

REFERÊNCIAS

- Adong, A.; Kornher, L.; Arslan, A. (2024). The hidden costs of coffee production in the Eastern African value chains. <https://openknowledge.fao.org/items/5553bbc9-40f2-4c97-b9f2-5076b7d6b613>.
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. (3rd ed.). CRC Press.
- Arru, B., Furesi, R., Pulina, P., Bardi, A., & Madau, F. A. (2025). Perception of Ecosystem Services Provided by the Primary Sector in Floodplains: A Study of Sardinia. *Sustainability*, 17(3), 857. <https://doi.org/10.3390/su17030857>
- Barbosa, J. N., Borem, F. M., Cirillo, M. A., Malta, M. R., Alvarenga, A. A., & Alves, H. M. R. (2012). Coffee Quality and Its Interactions with Environmental Factors in Minas Gerais, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 4(5). <https://doi.org/10.5539/jas.v4n5p181>
- Barbosa, L. O. S., Aguilar, C., & Maciel, L. (2021). A participação de Minas Gerais e do Brasil na cadeia produtiva global do café. *Economia & Região*, 9(1), 147. <https://doi.org/10.5433/2317-627x.2021v9n1p147>
- Bennett, T. (2007). Habitus Clivé: Aesthetics and Politics in the Work of Pierre Bourdieu. *New Literary History*, 38(1), 201–228. <https://doi.org/10.1353/nlh.2007.0013>
- Bertoncelo, E. (2022). *Construindo espaços relacionais com a análise de correspondências múltiplas: aplicações nas ciências sociais* (1st ed.). ENAP. https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7253/1/Bertoncelo_completo_20220822.pdf
- Bhowmik, S., Mamun, A.-A., & Nordin, N. (2024). Editorial: Effective occupational health and safety management in advancing global agri-food sustainability. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1438907>
- Bourdieu, P. (1977). *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511812507>
- Bourdieu, P. (1996). *Razões Práticas: Sobre a teoria da ação* (9th ed.). Papirus.
- Bourdieu, P. (2011). *A Distinção. Crítica social do julgamento* (2nd ed.). Zouk.
- Lei no 11.326 - Lei da Agricultura Familiar, (2006). <https://legis.senado.leg.br/sdleg->

- getter/documento?dm=4080268&disposition=inline#:~:text=JULHO DE 2006.-,Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional,Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.
- Lei no 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos, (2010). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- Bukuru, E., & Tabitha, N. (2021). FINANCIAL FACTORS AFFECTING PRODUCTION EFFICIENCY OF SMALL SCALE COFFEE FARMS IN BURUNDI. *International Journal of Finance and Accounting*, 6(2), 57–70. <https://doi.org/10.47604/ijfa.1424>
- CONAB. (2023). Acompanhamento da Safra Brasileira. *Boletim Da Safra 2023*, 10(2), 45. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>
- CONAB. (2024). Portal de Informações Agropecuárias. Preços Mínimos. <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/precos-minimos>
- Duque, G. C. (2025). Identification of Management Practices and Characterization of Coffee Farms in Alta Mogiana and Southern Minas Gerais , Brazil. *April*.
- Eduarda Terra Quorme, M., & Araújo Lima, D. (2023). Traceability Automation in Coffee Production: A Case Study on QR Code Integration to Optimize Manual Steps. *Archives of Advanced Engineering Science*, 2(3), 170–180. <https://doi.org/10.47852/bonviewAAES32021455>
- Faronny, D. I., Rahma, M. J., Sunarharum, W. B., & Hakim, L. (2024). Local Ecological Knowledge of Liberoid Coffee Farmers in Banyuwangi: an Ancestral Legacy in Preserving the Natural Environment. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 21(1), 249–263. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v21i1.249-263>
- Fithian, W., & Josse, J. (2017). Multiple correspondence analysis and the multilogit bilinear model. *Journal of Multivariate Analysis*, 157, 87–102. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2017.02.009>
- Flamarion Dutra Alves, & Michele Lindner. (2020). AGRONEGÓCIO DO CAFÉ NO SUL DE MINAS GERAIS: territorialização, mundialização e contradições. *OKARA: Geografia Em Debate*, 433–452. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2020v14n2.54246>
- Galeano, E. (1971). *As Veias Abertas da América Latina*. Siglo XXI Editores.
- Genest-Richard, P., Halde, C., Mundler, P., & Devillers, N. (2025). A Promising Niche: Current State of Knowledge on the Agroecological Contribution of Alternative Livestock Farming Practices. *Agriculture*, 15(3), 235. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030235>
- Gil, A. (2002). Como delinear uma pesquisa bibliográfica. In *Como Elaborar Projetos de Pesquisa* (3rd ed.). Atlas.
- Girma, G., Natsume, S., Carluccio, A. V., Takagi, H., Matsumura, H., Uemura, A., Muranaka, S., Takagi, H., Stavolone, L., Gedil, M., Spillane, C., Terauchi, R., & Tamiru, M. (2019). Identification of candidate flowering and sex genes in white Guinea yam (*D. rotundata* Poir.) by SuperSAGE transcriptome profiling. *PLOS ONE*, 14(9), e0216912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216912>
- Giuliani, E., Ciravegna, L., Vezzulli, A., & Kilian, B. (2017). Decoupling Standards from Practice: The Impact of In-House Certifications on Coffee Farms' Environmental and Social Conduct. *World Development*, 96, 294–314. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.013>
- Glamann, J., Hanspach, J., Abson, D. J., Collier, N., & Fischer, J. (2017). The intersection of food security and biodiversity conservation: a review. *Regional Environmental Change*, 17(5), 1303–1313. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0873-3>

- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Goodman, D. (2004). Rural Europe Redux? Reflections on Alternative Agro-Food Networks and Paradigm Change. *Sociologia Ruralis*, 44(1), 3–16. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2004.00258.x>
- Heckathorn, D. D. (2011). Comment: Snowball versus Respondent-Driven Sampling. *Sociological Methodology*, 41(1), 355–366. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9531.2011.01244.x>
- Hung Anh, N., Bokelmann, W., Thi Thuan, N., Thi Nga, D., & Van Minh, N. (2019). Smallholders' Preferences for Different Contract Farming Models: Empirical Evidence from Sustainable Certified Coffee Production in Vietnam. *Sustainability*, 11(14), 3799. <https://doi.org/10.3390/su11143799>
- Husson, François; Josse, J. (2014). Multiple Correspondence Analysis. In J. Blasius & M. Greenacre (Eds.), *Visualization and verbalization of data*. (1st ed., p. 20). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/b16741>
- IBGE. (2017). Censo Agropecuário 2017. In IBGE. <https://doi.org/https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>
- ICO. (2023a). Coffe Report and Outlook. In International Coffe Organization. https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf
- ICO. (2023b). The Coffee Report and Outlook (CRO). International Coffee Organization, 1–39.
- Jena, P. R., & Grote, U. (2022). Do Certification Schemes Enhance Coffee Yields and Household Income? Lessons Learned Across Continents. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.716904>
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Ernesto Méndez, V., Läderach, P., & Rice, R. A. (2014). Shade Coffee: Update on a Disappearing Refuge for Biodiversity. *BioScience*, 64(5), 416–428. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu038>
- Kansanga, M. M., Luginaah, I., Bezner Kerr, R., Lupafya, E., & Dakishoni, L. (2020). Beyond ecological synergies: examining the impact of participatory agroecology on social capital in smallholder farming communities. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1655811>
- Karatay, Y., & Meyer-Aurich, A. (2018). A Model Approach for Yield-Zone-Specific Cost Estimation of Greenhouse Gas Mitigation by Nitrogen Fertilizer Reduction. *Sustainability*, 10(3), 710. <https://doi.org/10.3390/su10030710>
- Kim, S., & Dale, B. E. (2008). Effects of Nitrogen Fertilizer Application on Greenhouse Gas Emissions and Economics of Corn Production. *Environmental Science & Technology*, 42(16), 6028–6033. <https://doi.org/10.1021/es800630d>
- Liu, F., Ding, S., Zhang, J., & Wang, Y. (2024). A multiscale and multiperspective quantifying framework for spatial patterns and influencing mechanisms of geographical indications. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1119. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03602-4>
- Medina, G., Almeida, C., Novaes, E., Godar, J., & Pokorny, B. (2015). Development Conditions for Family Farming: Lessons From Brazil. *World Development*, 74, 386–396. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.023>

- Meek, D. (2016). The cultural politics of the agroecological transition. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 275–290. <https://doi.org/10.1007/s10460-015-9605-z>
- Mutolib, A., Nuraini, C., Helbawanti, O., & Rahmat, A. (2023). Knowledge and Practice of Sustainable Land Management of Coffee Agroforestry in Community Forest Areas, West Lampung Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1266(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1266/1/012017>
- Naderifar, M., Goli, H., & Ghaljaie, F. (2017). Snowball Sampling: A Purposeful Method of Sampling in Qualitative Research. *Strides in Development of Medical Education*, 14(3). <https://doi.org/10.5812/sdme.67670>
- Nettle, R., Kuehne, G., Lee, K., & Armstrong, D. (2018). A new framework to analyse workforce contribution to Australian cotton farm adaptability. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(4), 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0514-6>
- Oliveira, K. R., Ferreira, W. P. M., Fonseca, H. P., & Souza, C. F. (2020). INFLUENCE OF TEMPERATURE AND ALTITUDE ON THE EXPANSION OF COFFEE CROPS IN MATAS DE MINAS, BRAZIL. *REVISTA ENGENHARIA NA AGRICULTURA - REVENG*, 28, 157–165. <https://doi.org/10.13083/reveng.v28i.6360>
- Phimmavong, S., Maraseni, T. N., Keenan, R. J., Phongoudome, C., & Douangphosy, B. (2023). Impact of the coronavirus pandemic on financial returns of smallholder coffee plantations in Lao PDR. *Agroforestry Systems*, 97(4), 533–548. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00808-4>
- Poncet, V., van Asten, P., Millet, C. P., Vaast, P., & Allinne, C. (2024). Which diversification trajectories make coffee farming more sustainable? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 68, 101432. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2024.101432>
- Pronti, A., & Coccia, M. (2020). Agroecological and conventional agricultural systems: comparative analysis of coffee farms in Brazil for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development*, 23(3/4), 223. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.115223>
- Pronti, A., & Coccia, M. (2021). Multicriteria analysis of the sustainability performance between agroecological and conventional coffee farms in the East Region of Minas Gerais (Brazil). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 36(3), 299–306. <https://doi.org/10.1017/S1742170520000332>
- Ramirez-Gomez, C. J., Saes, M. S. M., Silva, V. L. dos S., & Souza Piao, R. (2022). The coffee value chain and its transition to sustainability in Brazil and Colombia from innovation system approach. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(6), 1150–1165. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2065794>
- Reinecke, J., Manning, S., & von Hagen, O. (2012). The Emergence of a Standards Market: Multiplicity of Sustainability Standards in the Global Coffee Industry. *Organization Studies*, 33(5–6), 791–814. <https://doi.org/10.1177/0170840612443629>
- Rossi Moda, L., Eugênio Spers, E., Florêncio de Almeida, L., & Mara de Alencar Schiavi, S. (2022). Brazilian Coffee Sustainability, Production, and Certification. In *Sustainable Agricultural Value Chain* (Issue September, p. 20). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>
- Sarmin, S., Shahin, A., & Hasan, M. F. (2024). Influence of socio-demographic and psychological factors on shaping farmers' pro-environmental behavior in Dinajpur, Bangladesh. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 8(4), 1017–1049. <https://doi.org/10.1007/s41685-024-00351-9>
- Schaltz, T. S.; Bork, F. K. . (2019). View of Informal economy in coffee country_ farmers' use

- of Western certification schemes.pdf. *Diálogos Latinoamericanos*, 20(Sustainable Development Goals and informal economies in Latin America).
- Schiavon, O. P., May, M. R., & Mendonça, A. T. B. B. de. (2022). Dynamic capabilities and business model innovation in sustainable family farming. *Innovation and Management Review*, 19(3), 252–265. <https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0136>
- Slamet, A. S., Purwawangsa, H., Prawiro, B. P., Isbayu, M., Irfany, M. I., & Haq, D. A. (2024). Community-based business ecosystem of coffee with the One Village One CEO Program at Cikajang Garut. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1358(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1358/1/012040>
- Teixeira, H. M., Schulte, R. P. O., Anten, N. P. R., Bosco, L. C., Baartman, J. E. M., Moinet, G. Y. K., & Reidsma, P. (2022). How to quantify the impacts of diversification on sustainability? A review of indicators in coffee systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(4), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00785-5>
- Thuy, P. T., Niem, L. D., & Lebailly, P. (2022). The transition of small-scale coffee farming systems and new pathways for coffee production: A case study in the central highlands of Vietnam. *Journal of Plantation Crops*, 115–124. <https://doi.org/10.25081/jpc.2022.v50.i3.8236>
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J., Guyot, B., & Génard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 197–204. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>
- Volsi, B., Telles, T. S., Caldarelli, C. E., & da Camara, M. R. G. (2019). The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE*, 14(7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>
- Wienhold, K., & Goulao, L. F. (2023). The Embedded Agroecology of Coffee Agroforestry: A Contextualized Review of Smallholder Farmers' Adoption and Resistance. *Sustainability*, 15(8), 6827. <https://doi.org/10.3390/su15086827>
- Zerga, B., Warkineh, B., Teketay, D., & Woldetsadik, M. (2024). The livelihood impacts of eucalypt plantations on rural farm households in Western Gurage Watersheds, Central-south Ethiopia. *Trees, Forests and People*, 18, 100711. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100711>
- Zhang, Y., Nie, Y., Liu, Y., Huang, X., Yang, Y., Xiong, H., Zhu, H., & Li, Y. (2022). Characteristics of Greenhouse Gas Emissions from Yellow Paddy Soils under Long-Term Organic Fertilizer Application. *Sustainability*, 14(19), 12574.

Material Suplementar – Capítulo 3

Anexo I

Quadrante	Indivíduos	Sigla das variáveis categóricas ativas	Legenda das variáveis categóricas ativas	Nome do Grupo
Superior Esquerdo	11, 14, 15, 17, 25, 27, 30	Min_s	Realiza adubação mineral na lavoura de café	Cafecultores Não Sustentáveis
		jcet_meex_n	Não acha que o mercado externo exija certificações	
		comp_s	Utiliza compostagem	
		Hrstra_9-12	Carga horaria de trabalho de 9 a 12h por dia	
		1070reais	vende a saca de café a R\$1070	
		pc_coop_75x	vende 75% de seu café para cooperativa	
		ince_s	realiza incineração dos resíduos na fazenda	
		praSust_nc	Não acredita completamente que suas práticas são sustentáveis	
		aterResSNS_s	Realiza o descarte de seus resíduos em aterro sanitário	
		c_am_s	Realiza a colheita do café com abanador manual	
		pont_n	café não é pontuado	
		aduQ_s	realiza adubação química em sua lavoura	
		idade_31-40	Idade entre 31 a 40 anos	
		epi_n	Não disponibiliza EPIs para os trabalhadores da lavoura	
		15HC	Possui 15 hectares de área plantada	
		melCl_s	Acredita que práticas sustentáveis melhora o microclima, acarretando menos perdas pelas questões climáticas	
		Tplan_2	2 trabalhadores na plantação	
		c_dm_n	não utiliza derriça manual da colheita	
		montEn_n	Não há o monitoramento de práticas que fazem uso de energia elétrica e/ou combustíveis fósseis	
		Mins_n	Não acredita que as práticas sustentáveis melhora a questão da dependência de insumos agrícolas, pois utilizaria menos agroquímicos por exemplo	
1300reais	vende a saca de café a R\$1300			
1100reais	vende a saca de café a R\$1100			
form_en_s	Formação em engenharia			
pc_CF_0x	Não vende diretamente seu café para consumidores finais			
cert_n	não possui certificação			
haPlan_13-16	Possui de 13 a 16 hectares de área plantada			
gesus_d	Respondeu "depende" para pergunta "acredita que a sustentabilidade tem relação com os maiores ganhos econômicos?"			
mGDesp_n	Não acredita que as práticas sustentáveis melhora a questão do desperdício			
PraSust_aap	Acredita que apenas algumas de suas práticas agrícolas podem ser consideradas sustentáveis			

Anexo II

Quadrante	Indivíduos	Sigla das Variáveis Categóricas ativas	Legenda das Variáveis categóricas ativas	Nome do Grupo
Superior Direito	2, 16, 26, 28, 29	cargh_8-	A carga horária de trabalho é inferior a 8h diárias	Cafecultores Sustentáveis
		ban_s	Planta bananeira na lavoura de café faz colheita do café no método "ponta dos dedos" (muito selecionado)	
		c_pd_s	Não vendem seu café a cooperativa	
		v_coop_n	Não realiza safra zero em suas lavouras	
		safZ_n	Não utiliza água para a lavagem dos equipamentos	
		usoLav_n	Planta milho na sua lavoura de café	
		milho_s	vende as sacas de café a R\$1000 em média	
		1000reais	Resíduos Orgânicos se transformam em adubo (compostagem)	
		adOr_s	1 a 4 hectares de área plantada	
		haplan_1-4	Não realiza capina química	
		cap_quim_n	Formação em ciências sociais aplicadas	
		form_csa_s	45 hectares de área plantada	
		45hc	possui fundamental completo	
		FC	possui outras culturas de consórcio com o café	
		out_cult_s	acredita que a certificação melhora as práticas sustentáveis	
		jcerv_melhPra_s	Não utiliza sulco de trator no manejo do solo	
		SulcT_n	café pontuado a 85 pontos	
		85pt	33hc de área plantada	
		33hc	realiza adubação orgânica	
		organ_s	planta feijão em consórcio com o café	
feij_s	realiza coleta seletiva			
desCS_s	realiza adubação verde			
aduv_s	café pontuado a 87 pontos			
87pt	utiliza resíduos como biomassa			
UsoBiom_s	faz uso de enxada no manejo do solo			
Enx_s	não faz uso de NPK (adubação nitrogenada)			
npk_n	4 funcionários na colheita do café			
Tcolhe_4	sem contrato com funcionário, pois só familiares trabalham na fazenda			
c_scf_s	31 a 40 anos			
31-40				

Anexo III

Quadrante	Indivíduos	Sigla das Variáveis Categóricas ativas	Legendas das Variáveis categóricas ativas	Nome do Grupo
Inferior Esquerdo	3, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24	npk_s	utiliza NPK (adubo nitrogenado)	Cafeicultores em Transição para a sustentabilidade
		jcet_realGp_s	acredita que as certificações trazem ganhos produtivos para a lavoura	
		haPlan_17-20	17 a 20 hectares de área plantada	
		FR_cartA_s	possui outras formas de renda com carteira assinada, além da fazenda de café	
		1460reais	vende a saca de café a R\$1460	
		cap_quim_s	realiza capina química na lavoura	
		Fosb_n	não faz uso de fossa séptica	
		idade_50+	possuem 50 ou mais anos de idade	
		3x0,8	utiliza espaçamento entre os pés de café de 3x0,8m (o tradicional é 3,5x1)	
		SulcT_s	utiliza sulco de trator no manejo do solo	
		compost_n	não realiza compostagem na propriedade	
		FR_CNPJ_s	possui outras formas de renda como outro CNPJ, além da fazenda de café	
		consC_n	não realiza consórcio de culturas (planta apenas café)	
		Tplan_10	conta com 10 trabalhadores na plantação	
		pc_atrav_50	vende 50% de seu café para atravessador	
		n_epi_s	não disponibiliza EPI para seus funcionários	
		intc_ccm_s	possui interesse na certificação Certifica Minas Café	
		cap_mec_s	realiza capina mecânica na lavoura	
		logR_s	realiza Logística Reversa das embalagens de agrotóxico	
		ReuC_s	reutilização da água da chuva (captação por curvas de nível, trincheiras, cisternas, cacimbas, etc.)	
		intc_org_s	interesse na certificação de orgânicos	
		tcollh_5	conta com 5 trabalhadores na colheita	
		1380reais	vende a saca de café a R\$1380	
		Grad_s	possuem graduação completa	
		cerVenCV_cm	concorda moderadamente que as certificações auxiliam a venda do café verde no mercado nacional	
		nenh_ResSS_s	reconhece que não possui práticas sustentáveis relacionado aos resíduos sólidos	
		haplan_31-35	31 a 35 hectares de área plantada	
c_so_s	colhe o café com auxílio de soprador			
cert_rfa_s	possui certificação Rainforest Alliance			
3500reais	vendem a saca de café a R\$3500			
agV_s	acredita que práticas sustentáveis e certificações agregam valor no café, ficando menos dependente dos preços do mercado de commodities			
1280reais	vende a saca de café a R\$1280			
88pt	café pontuado a 88 pontos			
c_cs_s	realiza contrato por safra, quando há a necessidade de contratar			
Arado_s	utiliza arado no preparo do solo (revolvimento do solo)			

Anexo IV

Quadrante	Indivíduos	Sigla das Variáveis Categóricas ativas	Legendas das Variáveis categóricas ativas	Nome do Grupo
Inferior Direito	1, 7, 4, 9, 23	herb_n	Não utiliza herbicida	Cafeicultores Sustentáveis e Certificados
		jpconsn_miv_s	Acredita que o mercado interno está valorizando cada vez mais as certificações	
		30hc	Possui 30 hectares de área plantada	
		s_sec_n	Não utiliza secador como método de secagem	
		Somb_s	Utiliza plantas de sombreamento na lavoura de café	
		jcerv_vf_s	Acredita que a certificação aumento do valor financeiro (valor agregado)	
		melSau_s	Acredita que as práticas sustentáveis trás melhora na saúde dos familiares e funcionários, pois acaba tendo mais opção de alimento pela rotação de cultura, além de alimentos sem agrotóxicos	
		MaqEf_s	Utiliza-se pivôs ou maquinários de melhor eficiência energética que versões anteriores	
		cc_org_s	Produção é certificada como orgânica	
		FosS_s	Utiliza fossa séptica	
		mIns_s	Acredita que práticas sustentáveis melhora a questão da dependência de insumos agrícolas	
		Escav_s	Utiliza Escavadeira, na preparação do solo	
		Adbv_s	Realiza adubação verde	
		cert_s	Produção é certificada	
		nUtág_s	Não utiliza água na lavoura	
		hapla_5-8	De 5 a 8 hectares de área plantada	
		pc_coop_60x	Vende 60% de seu café para cooperativas	
		pc_atrav_30x	Vende 30% de seu café para atravessadores	
		nenhu_msus_s	Acredita que suas práticas são todas sustentáveis	
		ReuA_s	Reutiliza a água da chuva	
		Idade_18_24	Possuem de 18 a 24 anos	
		t_epi_s	Disponibiliza todos os EPIs para os trabalhadores da lavoura	
		82pt	Seu café é pontuado a 82 pontos	
		cert_ft_s	Produção certificada Fairtrade	
		1x2an	Faz correção do PH do solo de 1 a 2 vezes ao ano	
		pc_coop_40x	Vende 40% de seu café para cooperativa	
		cert_cmc_s	Produção certificada pelo selo Certifica Minas Café	
		pc_cf_10x	vende 10% de seu café para consumidor final	
		montEn_s	Há o Monitoramento de práticas que fazem uso de energia elétrica e/ou combustíveis fósseis	
		MC	Mestrado completo	
prasust_st	Acredita totalmente que as práticas sustentáveis trazem melhora para a produtividade			
planEn_s	Há o planejamento e a gestão dos gastos com energia elétrica e/ou combustíveis fósseis			
90pt	Seu café é pontuado a 90 pontos			
c_dm_s	Utiliza Derrça manual na colheita do café			
PlanC_s	Utiliza plantas de cobertura nas linhas do café para proteger o solo			
recic_s	Realiza separação de recicláveis			

CAPÍTULO 4 -

Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas *Multicriteria Sustainability Index for Family Coffee Farming in Southern Minas Gerais – Brazil*

Nota: Artigo submetido no Journal Agricultural Economics (1574-0862), no dia 12 de dezembro de 2025. A versão de submissão está disponível no Anexo C deste documento, e a versão em português é apresentada a seguir:

RESUMO

A cafeicultura familiar no Brasil desempenha importante papel no desenvolvimento sustentável do setor agrícola, por meio do manejo regenerativo, da geração de renda e da preservação da cultura territorial. No entanto, apesar de sua relevância, ainda faltam instrumentos adequados que reflitam as nuances territoriais e que sejam capazes de mensurar e valorizar o desempenho socioambiental desses sistemas produtivos. Esse hiato limita a adoção e a expansão de práticas sustentáveis, bem como a transição regenerativa no setor. Neste sentido, este estudo objetivou o desenvolvimento e a aplicação, de forma participativa, do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM), um instrumento que incorpora princípios da Economia Ecológica, por meio de ferramentas de Análise de Decisão Multicritério e Pensamento Baseado em Valores. A construção do índice combinou entrevistas, análise de certificações do setor e oficinas participativas para definição e validação dos indicadores. Os resultados mostraram que as dimensões Ambiental e Social apresentaram os melhores desempenhos, enquanto a dimensão econômica obteve o menor índice. O IMS-CFSM alcançou um valor agregado geral de 76% em conformidade com a sustentabilidade, o que reflete um bom nível, porém com margem para melhorias. O processo participativo revelou indicadores mais alinhados as especificidades territoriais, porém sem perder a sintonia com as exigências dos mercados sustentáveis. Assim, o IMS-CFSM mostrou-se como ferramenta promissora para subsidiar políticas públicas, como Pagamento por Serviços Socioambientais, além de fomentar a transição para uma agricultura regenerativa, ao identificar pontos críticos e as potencialidades do setor.

Palavras-Chaves: agricultura regenerativa, cafeicultura sustentável, economia ecológica, pensamento focado em valores, Análise de Decisão Multicritério

1. INTRODUÇÃO

A agricultura familiar contribui diretamente para o desenvolvimento sustentável do Brasil. Esse conceito prevê um modelo de desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem suas demandas (Brundtland, 1989). Para alcançá-lo, é necessário um equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica, de maneira que garanta, simultaneamente, a preservação dos recursos naturais, a justiça social e o bem-estar humano (IPCC, 2023; Robert et al., 2005). A agricultura familiar contribui para o equilíbrio ambiental ao adotar práticas que promovem a melhoria da saúde do solo, a conservação dos recursos hídricos e uma maior resiliência às alterações climáticas (Giller et al., 2021; Schiavon et al., 2022). Em termos sociais, contribui para a segurança alimentar do país, sendo responsável por grande parte dos alimentos consumidos internamente (CONAB, 2024) e em termos econômicos, é responsável por mais de um terço do PIB do setor agrícola brasileiro (CEPEA, 2025; Sesso et al., 2021).

Apesar da forte contribuição para uma realidade mais equilibrada, os agricultores familiares enfrentam desafios que comprometem tanto a perpetuidade das práticas sustentáveis quanto a viabilidade de suas atividades. Dificuldades de acesso a mercados mais justos e a falta de reconhecimento pelos serviços socioambientais que prestam, são alguns exemplos desses obstáculos (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025; Utrilla-Catalan et al., 2022; Lima et al., 2025).

Na cafeicultura, mais precisamente, os desafios em torno da valorização justa das práticas socioambientais positivas são claros. Minas Gerais, o estado com a maior produção e exportação de café do mundo, é um exemplo deste cenário (CONAB, 2024; IBGE, 2017; Volsi et al., 2019). O estado concentra milhares de pequenos cafeicultores que produzem café de alta qualidade por meio de práticas agrícolas regenerativas sustentáveis, e que se veem obrigados a recorrer às certificações, para atestar a sustentabilidade e qualidade do produto e garantir seu acesso a mercados que oferecem preços mais altos (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025). Porém, embora reconhecidas internacionalmente, muitas vezes essas certificações se fundamentam em contextos globais que não consideram realidades regionais e falham em garantir um retorno financeiro suficiente para cobrir os custos de sua obtenção e manutenção, tornando o processo financeiramente inviável para muitos produtores da agricultura familiar (Rocha et al., 2025). Fato este que perpetua uma situação de desigualdade e desvalorização, que

consequentemente impede o desenvolvimento e a expansão de práticas sustentáveis no setor (Wright et al., 2024), além de tornar os pequenos cafeicultores mais suscetíveis a recorrerem a atividades degradantes e extensivas, como monocultura e pecuária, devido aos custos de oportunidade.

Este cenário arbitrário e injusto decorre, dentre outros fatores, de problemas estruturais econômicos relacionados, em grande parte, aos mecanismos de mercado que não contam com ferramentas adequadas para valorizar e potencializar as práticas sustentáveis. Esta realidade reflete os preceitos da economia convencional neoclássica, que trata os problemas socioambientais como falhas de mercado que devem ser corrigidas unicamente através da precificação de externalidades negativas (Daly & Farley, 2016; Maciel et al., 2024; Pearce & Pretty, 1993). Ao limitar-se a mecanismos voltados apenas a mitigação dos danos, essa abordagem acaba negligenciando os serviços ecossistêmicos prestados por ações responsáveis e sustentáveis de fato. Ademais, vale ressaltar que essa corrente teórica ignora os limites biofísicos do planeta, como os demonstrados pelo conceito de “Limites Planetários” (Rockström, 2020; Sachs et al., 2019; Richardson et al., 2023) e desconsidera princípios fundamentais da termodinâmica, como a Lei da Entropia, que indica perdas irreversíveis de energia e qualidade material em qualquer processo econômico (Daly & Farley, 2016).

Por outro lado, na contramão do arranjo limitado e reducionista da economia convencional neoclássica, surgiu em meados dos anos 1970, um campo transdisciplinar da ciência nomeado Economia Ecológica (EE), que busca integrar questões qualitativas nos modelos de análise, de maneira a considerar as interações entre economia e meio ambiente (Daly & Farley, 2016). A EE dispõe de ferramentas de análise e mensuração que buscam reconhecer valores éticos, culturais e sociais para promover um desenvolvimento econômico mais justo e equilibrado, que garanta a valorização das dimensões não mercadológicas (não precificáveis) e que também considere a finitude e a capacidade de suporte do planeta (Daly & Farley, 2016; Maciel et al., 2024; Vatn, 2020).

Uma das ferramentas utilizadas na EE é o Pensamento Focado em Valores (*Value-focused Thinking*), desenvolvida por Keeney (1992), que segundo Lima et al. (2023) é uma aliada na tomada de decisões complexas, como as relacionadas à sustentabilidade. Essa metodologia busca identificar e incorporar os valores e objetivos dos principais atores envolvidos em determinado processo, para só então recomendar soluções alinhadas,

efetivamente, àquela realidade (Bana e Costa, 1993; Maciel et al., 2024; Romeiro, 2012). Neste raciocínio, Mangabeira et al. (2021), Lima et al. (2023) e Maciel et al. (2024) desenvolveram uma metodologia para mensurar a sustentabilidade e valorá-la economicamente, com o objetivo de potencializar as práticas dos extrativistas sustentáveis da Reserva Extrativista Chico Mendes, no estado do Acre – Brasil. O método proposto engloba a ferramenta de Análise de Decisão Multicritério (*Multicriteria Decision Analysis - MCDA*) fundamentado nos preceitos do Pensamento Focado em Valores (*Value-focused Thinking*) (Lima et al., 2023; Maciel et al., 2024; Mangabeira et al., 2021).

A metodologia instrumentalizada por Mangabeira et al. (2021), identificou, por meio de oficinas participativas com os extrativistas e agricultores familiares locais, indicadores que mensuram e avaliam a sustentabilidade daquele território a partir dos valores e da realidade local. A partir da aplicação da metodologia, denominada Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) (Lima et al., 2023), tornou-se possível identificar o nível de maturidade da sustentabilidade de cada propriedade e, quando pertinente, propor sua valoração econômica por meio de Pagamentos por Serviços Socioambientais (PSSA), conforme apresentado por Maciel et al. (2024).

Sob essa ótica, e inspirado neste mecanismo construído à luz da Economia Ecológica, o presente estudo propõe a adaptação e aplicação dessa abordagem no contexto da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais. Um território marcado por uma grande ambiguidade: onde, por um lado ocupa a posição de maior estado exportador de cafés especiais e de alta qualidade do mundo (CONAB, 2023; ICO, 2023; Panhuysen & Vries, 2023) cultivados, em sua grande maioria, por pequenos cafeicultores que empregam práticas sustentáveis (Panhuysen & Vries, 2023); e por outro lado, esses mesmos agricultores enfrentam desafios desproporcionais diante das exigências crescentes do mercado por comprovação de sustentabilidade, se vendo obrigados, por vezes, a optarem por práticas extensivas e degradantes, para se manterem no mercado (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025; Wright et al., 2024). Nesse contexto, ferramentas de mensuração e posterior valoração da sustentabilidade, como o IMS, podem potencializar a transição para uma agricultura regenerativa ao evidenciar vantagens concretas para os agricultores.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi desenvolver, de forma participativa, o Índice Multicritério de Sustentabilidade da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-

CFSM), de modo a incorporar a realidade produtiva local, as exigências mercadológicas globais que, na prática, são coerentes a esse contexto, e acima de tudo integrar os valores e objetivos desses atores no instrumento. Parte-se da hipótese de que adaptar o modelo do IMS de Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023) no contexto da cafeicultura familiar sul-mineira resultará em indicadores mais coerentes às particularidades regionais e, ao mesmo tempo, alinhados às exigências globais de sustentabilidade. Não obstante, essa pesquisa também busca fortalecer a aplicabilidade da ferramenta, como instrumento de valoração socioambiental e de acesso a mecanismos de compensação, como o PSSA e outros títulos verdes. Pontua-se que, embora o IMS tenha sido aplicado com sucesso no contexto de territórios extrativistas, ainda não há estudos que adaptem essa metodologia a cadeias agrícolas complexas, como a cafeicultura, a qual é marcada por forte inserção mercadológica e múltiplas certificações de sustentabilidade.

2. METODOLOGIA

O processo de construção do IMS – CFMSM foi orientado pela abordagem do Pensamento Focado em Valores (Keeney, 1992) e fundamentado nas diretrizes metodológicas de Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023), que empregam a Análise de Decisão Multicritério como instrumento para a criação de indicadores de mensuração da sustentabilidade. Ademais, foram considerados para essa formulação, critérios de certificações globais empregadas no setor cafeeiro, de modo a integrar exigências mercadológicas com a realidade regional.

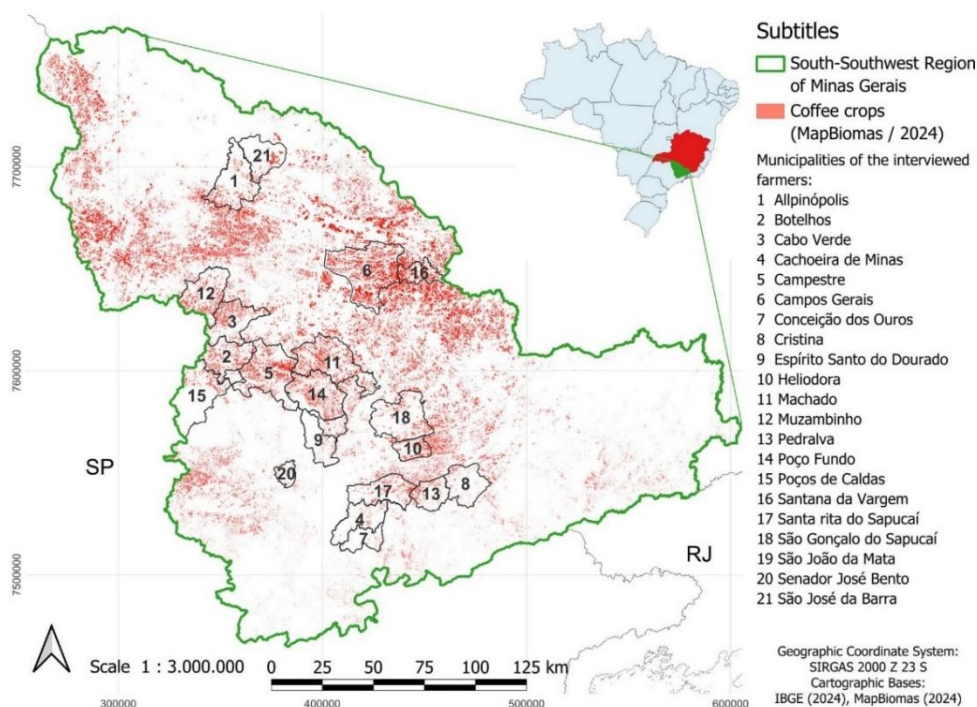
É importante reforçar que apesar da inspiração advir do trabalho realizado na Resex Chico Mendes (AC, Brasil) (Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021), a criação do IMS-CFMSM demandou diversas adaptações estruturais e conceituais para refletir as especificidades do território analisado. Diferenças expressivas marcam ambas as realidades, principalmente no que tange escala de produção, governança territorial, acesso à terra e base produtiva. Portanto, as diferenças estruturais, territoriais e produtivas entre essas duas realidades justificam a necessidade de reinterpretar e adaptar o método, de modo a consolidar uma ferramenta metodológica capaz de incorporar os valores locais e a complexidade socioeconômica e ambiental de cada território. Para outros contextos agrícolas e territórios, recomenda-se a adaptação dos critérios e indicadores, seguindo as etapas metodológicas apresentadas a seguir.

2.1. ETAPA 1: LEVANTAMENTO JUNTO AOS CAFEICULTORES

Para realizar um primeiro diagnóstico sobre a percepção e valores dos agricultores sobre o conceito de sustentabilidade na cafeicultura, foram realizadas visitas técnicas e entrevistas com 30 produtores da região do Sul de Minas Gerais, abrangendo perfis distintos de produção (orgânica, agroflorestal e convencional), em 21 cidades (Figura 1). Nas visitas, aplicaram-se entrevistas semiestruturadas com autorização do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas (protocolo nº 67291823.0.0000.5142). Além disso, mais de 70 outros cafeicultores participaram de diálogos durante eventos, oficinas e encontros regionais.

As entrevistas abordaram temas como: (1) práticas agrícolas e socioambientais adotadas, (2) percepções sobre sustentabilidade e mudanças climáticas, (3) conhecimento e experiência com certificações socioambientais, e (4) avaliação crítica dos critérios exigidos por essas certificações. O objetivo foi compreender como os próprios agricultores definem o que é uma prática sustentável e quais são, em sua visão, os critérios que fazem ou não sentido para a realidade do produtor, conforme apresenta Rocha et al. (2025).

Figura 1. Representação do Sul de Minas Gerais com destaque para os municípios dos cafeicultores visitados e entrevistados



Fonte: elaborada pelos autores

2.2 ETEPA 2: ANÁLISE CRÍTICA DAS CERTIFICAÇÕES E DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO DOS CRITÉRIOS.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na análise crítica das principais certificações de sustentabilidade utilizadas ou almejadas pelos pequenos cafeicultores da região, a saber: Fairtrade, Rainforest Alliance, 4C, Certifica Minas Café e Certificação Orgânica. O objetivo central foi identificar quais requisitos dessas certificações fazem sentido no contexto produtivo local e quais deles poderiam ser incorporados no Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM).

A equipe de análise contou com profissionais multidisciplinares (pesquisadores e pessoas locais), dentre eles, biólogos, engenheiros ambientais, gestores ambientais, agroecólogos, técnicos agrícolas, agricultores familiares, empreendedores, contabilistas, todos com longa trajetória em práticas agroecológicas, assessoria técnica e envolvimento com certificações de sustentabilidade.

A partir do cruzamento dos dados das entrevistas, conversas com os cafeicultores e a expertise técnica dos integrantes da equipe, foi realizado um mapeamento dos requisitos presentes em cada certificação, buscando identificar: (I) os critérios mais recorrentes entre as normas; (II) os requisitos considerados fundamentais para a sustentabilidade local; (III) os pontos de convergência entre os padrões globais e os valores dos agricultores; e (IV) os elementos incompatíveis ou desnecessários à realidade da cafeicultura familiar no Sul de Minas. A lógica de decisão adotada partiu da premissa de que os critérios a serem incorporados no IMS-CFSM devem refletir os valores dos atores diretamente envolvidos no processo produtivo e nos sistemas agroecológicos locais (Keeney, 1992; Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021).

Cada exigência normativa julgada pertinente foi então alocada em uma das cinco dimensões previamente definidas para o IMS-CFSM – Ambiental, Social, Econômica, Agronômica e Governança – conforme a proposta metodológica de Mangabeira et al. (2021). Após essa categorização, os requisitos considerados pouco aplicáveis ou descontextualizados da realidade local foram descartados. Aqueles que se mostraram relevantes passaram por um processo de síntese e reescrita, com o objetivo de simplificar a linguagem técnica sem perder a fidelidade às exigências originais, de modo a torná-los mais compreensíveis e acessíveis aos pequenos produtores. Vale ressaltar que, ademais, outros requisitos, julgados importantes pelos cafeicultores e pelos pesquisadores, também foram incluídos e alocados nas dimensões. Todos

esses requisitos se transformaram em possíveis indicadores do IMS-CFSM e serviram de base para a próxima etapa do processo: a validação participativa nas oficinas com os cafeicultores.

2.3. ETAPA 3: OFICINAS PARTICIPATIVA - VALIDAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS DIMENSÕES DO IMS-CFSM

A terceira etapa consistiu na realização de oficinas participativas com pequenos cafeicultores do Sul de Minas Gerais, com o objetivo de validar os indicadores previamente construídos a partir da análise crítica das certificações, das percepções dos cafeicultores e da equipe de pesquisa, bem como hierarquizar as cinco dimensões do IMS-CFSM. Essa etapa seguiu a abordagem metodológica fundamentada na Análise de Decisão Multicritério, ancorada no guia metodológico de Mangabeira et al. (2021), com objetivo de assegurar que as escolhas dos indicadores refletissem os valores e prioridades dos atores diretamente envolvidos.

O encontro ocorreu durante dois dias, contabilizando 2 oficinas, com aproximadamente 20 horas de trabalho, e contou com a participação de 23 cafeicultores familiares, entre eles, homens e mulheres, reconhecidos por sua liderança e capacidade de mobilização em suas comunidades, todos com suas produções localizadas em diferentes municípios do Sul de Minas Gerais, Brasil.

Após a validação dos indicadores e métricas, foi então aplicada a hierarquização das cinco dimensões do IMS-CFSM com base na percepção dos agricultores sobre sua importância para a sustentabilidade. Cada participante atribuiu pesos (de 1 a 5) a cada dimensão conforme sua experiência e visão da realidade produtiva. Dessa forma, os resultados foram compilados e analisados estatisticamente, resultando na hierarquização (ponderação multicritério) das dimensões do IMS-CFSM.

2.4. ETAPA 4: APLICAÇÃO DO ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS (IMS-CFSM)

Após a fase de hierarquização, o IMS-CFSM foi aplicado às propriedades dos cafeicultores familiares participantes. Esse momento representou uma etapa crucial da pesquisa, pois proporcionou a primeira aplicação prática do índice e possibilitou um refinamento adicional da metodologia.

Cada cafeicultor recebeu um questionário contendo o índice, com as cinco dimensões, seus respectivos indicadores e as métricas revisadas e contou com o apoio dos pesquisadores para o

preenchimento. Essa interação possibilitou dois resultados fundamentais: primeiro, permitiu que os agricultores percebessem e refletissem sobre o nível de sustentabilidade de suas propriedades, identificando os pontos fortes e as áreas que demandam melhorias; segundo, gerou ajustes finais no IMS-CFSM, pois, ao preencherem o questionário, os cafeicultores puderam apontar nuances específicas que não haviam sido completamente abordadas na fase de argumentação e contra-argumentação.

Esse processo resultou na obtenção de dois conjuntos de dados: 1. IMS-CFSM individual de cada propriedade – o que permitiu que cada cafeicultor compreendesse sua posição na escala de sustentabilidade; e 2. IMS-CFSM geral da região – um indicador agregado, construído a partir da média das notas das propriedades participantes, que forneceu, por sua vez, um diagnóstico inicial sobre o nível de sustentabilidade da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais.

Vale ressaltar que o IMS-CFSM geral da região é considerado uma *proxy*, ou seja, uma variável indireta representativa, utilizada para substituir uma mensuração que, na prática, é difícil ou inviável de ser realizada diretamente. A aplicação de *proxies* é amplamente empregada em estudos de ciências ambientais e de sustentabilidade para lidar com desafios metodológicos relacionados à coleta de dados complexos e de larga escala, como os estudos de Böhringer e Jochem (2007), de Gibson et al. (2011) e de Erlandsson et al. (2023). Nesse contexto, o índice final agregado fornece uma *proxy* da maturidade da sustentabilidade da cafeicultura familiar da região do Sul de Minas Gerais, o que viabilizou a identificação de padrões, tendências e desafios que os cafeicultores enfrentam para avançar rumo a um sistema produtivo mais equilibrado e sustentável.

2.5. CÁLCULOS DO ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS (IMS-CFSM)

Após a hierarquização das cinco dimensões - Ambiental, Social, Econômico, Agrônômico e Governança - nas oficinas participativas, foi realizada a distribuição de valores normalizados para que a soma dos pesos das dimensões fosse igual a 100%, o que garantiu que a influência de cada uma estivesse proporcionalmente ajustada no cálculo final do índice (equação 1). Essa normalização permite que os critérios mais valorizados pelos cafeicultores tenham maior peso no cálculo final, conforme a metodologia de Análise de Decisão Multicritério (MCDA) (Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021).

$$\text{Equação 01: } \textit{Peso da Dimensão} = \frac{\textit{Peso Bruto da dimensão}}{\sum(\textit{Pesos Brutos de todas dimensões})}$$

Cada dimensão é composta por um conjunto específico de indicadores, os quais foram operacionalizados por meio de perguntas estruturadas com três opções de resposta (alternativas/métricas). Cada alternativa representa um grau de sustentabilidade, conforme a seguinte métrica:

- Métrica 1 – valor 0 (zero) pontos: condição insustentável ou ineficiente;
- Métrica 2 – valor 1 (um) ponto: condição intermediária ou parcialmente sustentável;
- Métrica 3 – valor 2 (dois) pontos: condição sustentável ou alinhada às boas práticas.

A nota de cada indicador foi obtida pela soma das pontuações atribuídas às perguntas correspondentes, seguida de um processo de normalização, para converter os resultados a uma escala de 0 a 10. A fórmula utilizada foi:

Equação 02:

$$\textit{Nota do Indicador} = (\sum \textit{Pontuação das Perguntas}) \times \left(\frac{10}{\textit{Pontuação Máxima Possível}} \right)$$

Onde:

- \sum Pontuação das Perguntas: Soma das pontuações atribuídas às respostas às perguntas associadas ao indicador.
- Pontuação Máxima Possível: Valor máximo que poderia ser alcançado no indicador, considerando que todas as perguntas fossem respondidas com a métrica mais alta (2 pontos por alternativa).
- Fator de normalização (10): Ajusta a escala para um intervalo de 0 a 10, garantindo a comparabilidade entre indicadores com diferentes números de perguntas.

Após calcular a nota de cada indicador, foi necessário determinar o índice agregado das cinco dimensões. Como elas possuem diferentes quantidades de indicadores, é aplicada uma normalização para garantir que a nota de cada um seja comparável dentro da escala de 0 a 10.

O índice agregado de cada dimensão é obtido por meio da seguinte equação:

Equação 03:

Índice agregado da dimensão

$$= \left(\sum \textit{Notas dos Indicadores} \right) \times \left(\frac{10}{\textit{Números Total de Indicadores} \times 10} \right)$$

Onde:

- \sum Nota dos Indicadores: Soma das notas obtidas pelos indicadores da dimensão avaliada.
- Número Total de Indicadores: Quantidade de indicadores na dimensão.
- Fator de normalização 10: garante que a nota final fique na escala de 0 a 10.
- Números Total de Indicadores x 10: Ajuste proporcional para evitar distorções causadas por dimensões com diferentes quantidades de indicadores.

O índice final IMS-CFSM foi calculado a partir da ponderação das cinco dimensões de sustentabilidade – Ambiental, Social, Econômico, Agrônomo e Governança – considerando os pesos atribuídos a cada uma delas (hierarquização). A nota final foi obtida pela soma ponderada das notas de cada uma delas, o que garantiu que sua influência fosse proporcional ao peso definido pelos cafeicultores. A equação utilizada é a seguinte:

Equação 04:

$$IMS - CFSM = (IAGxPAG) + (IASxPS) + (IAExPE) + (IAAGxPAAG) + (IAAxPA)$$

Onde:

- IMS-CFSM = Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais da propriedade;
- IAG, IAS, IAE, IAAG, IAA = Índices agregados de cada dimensão, onde: IAG = Índice agregado de Governança / IAS = Índice agregado Social / IAE = Índice agregado Econômico / IAAG = Índice agregado Agrônomo / IAA = Índice agregado Ambiental
- PAG, PS, PE, PAAG, PA = Pesos atribuídos a cada dimensão, normalizados para que sua soma seja igual a 100%.

2.6 ETAPA 6: INTERPRETAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS (IMS-CFSM)

Assim como apresentado por Mangabeira et al. (2021), a escala de classificação do IMS-CFSM é baseada no grau de maturidade da propriedade e considera os desafios e avanços em cada dimensão da sustentabilidade. Assim, as propriedades são categorizadas conforme os seguintes intervalos de pontuação:

- Insustentável → valores entre 0 e 0,20 (ou, em termos percentuais, 0% e 20%), que indicam uma realidade crítica, com práticas incompatíveis com os princípios de sustentabilidade.
- Pouco sustentável → valores entre 0,21 e 0,40 (entre 21% e 40%), que indicam propriedades que iniciaram algum tipo de adequação ou reflexão sobre a sustentabilidade, mas ainda apresentam práticas limitadas e impactos negativos consideráveis.
- Moderadamente sustentável → valores entre 0,41 e 0,60 (entre 41% e 60%), que caracterizam unidades produtivas em processo de transição, com ações positivas em algumas dimensões, mas que ainda enfrentam desafios frente à sustentabilidade.
- Sustentável → valores entre 0,61 e 0,80 (entre 61% e 80%), que refletem propriedades que adotam práticas consideravelmente alinhadas aos princípios da sustentabilidade, com pontos de aprimoramento. Nesta classificação já são aptas a receber recompensas financeiras por suas práticas, como o PSSA, por exemplo (Maciel et al., 2024).
- Excelência em Sustentabilidade → valores entre 0,81 e 1 (entre 81% e 100%), que correspondem a propriedades altamente estruturadas, com gestão consciente, boas práticas consolidadas em todas as dimensões e forte contribuição para o bem coletivo e para a conservação ambiental. Assim como na classificação anterior, com essa pontuação, os cafeicultores também estão aptos a receber pagamentos pelos serviços socioambientais prestados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 O ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS (IMS-CFSM)

A proposta inicial do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM) previa um total de 36 indicadores e 65 perguntas. Esse índice foi construído com base nos critérios das principais certificações aplicadas nesta realidade, nos insights a partir das percepções das entrevistas e conversas com os agricultores e no conhecimento técnico-científico dos pesquisadores. No entanto, após a reestruturação e aprimoramentos, passou a contar com 31 indicadores e 70 perguntas. Essa alteração valida a importância dos princípios do Pensamento Focado em Valores (*Value-Focused Thinking*)

(Keeney, 1992), que permitiu a exclusão de exigências consideradas pouco relevantes ou inviáveis e, por outro lado, a inclusão ou a reformulação de indicadores com maior aderência aos valores desses atores e a realidade produtiva, econômica e social da região estudada. Ressalta-se ainda que a linguagem e a forma de apresentar as perguntas, assim como a estrutura das respostas, por meio das métricas atribuídas a cada item, foram na grande maioria alteradas, para aproximar o instrumento aos atores locais.

A estrutura final do IMS-CFSM, após a validação nas oficinas participativas junto aos cafeicultores da região, contempla 5 dimensões, 31 indicadores e 70 perguntas, distribuídos da seguinte forma: I. Dimensão Ambiental: 7 indicadores e 20 perguntas; II. Dimensão Social: 7 indicadores e 12 perguntas; III. Dimensão Econômica: 5 indicadores e 7 perguntas; IV. Dimensão Agrônômica: 6 indicadores e 21 perguntas.; V. Dimensão Governança: 6 indicadores e 10 perguntas.

Nas subseções a seguir, cada dimensão será apresentada individualmente, com seus indicadores e suas respectivas perguntas. Já as métricas utilizadas para operacionalizar cada pergunta, em escala ordinal de sustentabilidade, estão disponíveis no material suplementar.

3.1.1 DIMENSÃO AMBIENTAL

Conforme apresentado no quadro 1, a dimensão ambiental do IMS-CFSM conta com 7 indicadores e 20 perguntas, que buscam mensurar questões como biodiversidade, conservação ambiental, gestão de resíduos, gestão de efluentes, gestão da água, consumo de energia e uso de insumos. Ao analisar as perguntas dessa dimensão, assim como das demais, é possível verificar que, diferentemente das maiorias das certificações de sustentabilidade que buscam a verificação da presença ou ausência de determinada prática, o índice construído à luz da realidade regional busca investigar como essas práticas são realizadas. Essa abordagem confere maior densidade qualitativa ao instrumento e valoriza a diversidade de estratégias adotadas pelos cafeicultores.

Também é possível observar o quanto os critérios identificados pelos cafeicultores como importantes para mensurar a sustentabilidade em suas realidades, estão, em grande medida, em conformidade com as certificações analisadas. Das 20 perguntas que compõem essa dimensão, 16 estão presentes de alguma forma no Plano de Manejo Orgânico (que confere a certificação de café orgânico), 9 são exigidos pela certificação Rainforest Alliance, 8 constam nos critérios

da Certifica Minas Café, 5 são exigidas pela Fairtrade, e 3 estão presentes na Certificação 4C. Em suma, verifica-se que os indicadores IA2.Conservação ambiental e IA4.Gestão de efluentes, apresentam maior convergência com os critérios exigidos pelas certificações.

O indicador IA1. Biodiversidade merece destaque, pois aparece apenas no Plano de Manejo Orgânico (PMO), segundo orientações presentes no guia do Governo Federal do Brasil para atender à Lei nº 10.831/2003 (Instituto Nacional de Tecnologia, 2021), que regula a produção orgânica no Brasil. No PMO, ainda assim, a orientação ao agricultor é que ele realize uma descrição abrangente da biodiversidade do sistema produtivo, não sendo, portanto, operacionalizado como no IMS-CFSM. Esse indicador, segundo os cafeicultores participantes da oficina, enfatiza a importância da observação de espécies nativas na lavoura como sinal de equilíbrio ecológico e saúde do ecossistema. Foram, inclusive, listados exemplos recorrentes de animais observados nas propriedades, como tatus, tamanduás, jaguatiricas, corujas, beija-flores, gaviões e diversos insetos polinizadores, os quais foram incorporados ao material do IMS-CFSM como exemplos orientadores.

Tabela 1 – Indicadores e perguntas da Dimensão Ambiental do IMS-CFSM e suas correspondências às certificações

Indicadores	Perguntas	4C	RFA	FT	CM	PMO
IA1. Biodiversidade	a) Você observa espécies de animais de pequeno porte na propriedade? (lebre, roedores, cotia, etc.)	-	-	-	-	X
	b) Você observa espécies de animais de médio porte na propriedade? (tamanduá, jaguatirica, gato do mato, primatas, etc.)	-	-	-	-	X
	c) Você observa espécies de animais de grande porte na propriedade? (onça parda, onça pintada, primatas, etc.)	-	-	-	-	X
	d) Você observa insetos e polinizadores na sua propriedade (abelha, borboletas, besouros, etc.)?	-	-	-	-	X
	e) Você observa aves na sua propriedade (beija-flor, gavião, tucano, etc.)?	-	-	-	-	X
IA2. Conservação	a) Caso possua Reserva Legal (RL) e/ou APP, o local está perto ou no entorno dos sistemas de cultivo?	-	-	-	-	-
	b) Quais ações desenvolve para conservar, recuperar e aumentar a biodiversidade?	-	X	X	X	X
	c) Há medidas para a conservação da biodiversidade e prevenção e contenção do desmatamento?	-	X	X	X	X

	d) Existem práticas de conservação e reutilização da água?	X	X	X	X	X
IA3. Gestão de Resíduos	a) Como você lida com os resíduos orgânicos gerados na propriedade (casca de café, dejetos de animais, restos de comida)?	-	-	-	-	X
	b) Como é feito o manejo dos demais resíduos (recicláveis, pilhas, lâmpadas, baterias, etc.)?	X	X	-	X	X
	c) Como é realizada a gestão de resíduos perigosos e materiais poluentes (ácido, combustível, embalagem de agrotóxico, solvente, etc.)?	-	X	-	X	
IA4. Gestão de Efluentes	a) Como é feito o manejo do esgoto doméstico do vaso sanitário da propriedade?	-	X	X	-	X
	b) Como é feito o manejo do esgoto doméstico da cozinha, pias, chuveiro da propriedade?	-	X	X	-	X
	c) O que é feito com a água que sobra da limpeza de maquinário e agroindústria?	-	X	-	X	X
IA5. Gestão de Água	a) De onde vem a água que é utilizada para consumo?	-	-	-	-	X
	b) Qual é a qualidade da água utilizada para consumo próprio e processo produtivo?	-	-	-	-	-
	c) Como é o registro da água da propriedade?	X	X	-	X	X
IA6. Consumo de Energia	a) Qual a fonte de energia elétrica?	-	-	-	X	
IA7. Consumo de Insumos	a) Quais tipos de produtos de limpeza são utilizados?	-	-	-	-	X

Legenda: Indicadores e perguntas da dimensão ambiental do IMS-CFSM, com correspondência às certificações socioambientais: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM) e Plano de Manejo Orgânico (PMO).

3.1.2 DIMENSÃO SOCIAL

A dimensão social do IMS-CFSM conta com 7 indicadores e 12 perguntas, e tem como foco a avaliação das relações e condições de trabalho, acesso à saúde e à educação, além da permanência das famílias agricultoras no meio rural.

Os indicadores relacionados à relação e às condições de trabalho (IS1 e IS2) merecem destaque, principalmente pela realidade peculiar da região, onde é comum a existência de relações baseadas em arrendamentos, meações ou trocas de mão de obra entre vizinhos. Embora essas práticas sejam tradicionais e culturalmente enraizadas, elas carecem de segurança jurídica e podem expor os produtores a riscos trabalhistas e danos reputacionais, inclusive por acusações de trabalho análogo à escravidão, situação infelizmente recorrente no contexto regional da

cafeicultura Sul Mineira, assim como já discutido por Alves e Lindser (2020) e evidenciado por dados oficiais, como a “lista suja” do trabalho escravo do Ministério do Trabalho e Emprego (2025), que mostra que o Estado de Minas Gerais (MG) é o líder no ranking nacional, onde dos 688 nomes divulgados, 144 pertence ao estado de MG.

Neste sentido, foi constatado pelos cafeicultores, que a formalização dessas relações, por meio de documentos mesmo que simples, poderia atuar como uma estratégia preventiva, capaz de blindá-los contra acusações dessa natureza. Vale ressaltar que, embora as certificações busquem garantir que haja instrumentos legais que estabeleçam a relação de trabalho com funcionários fixos e temporários, nenhuma delas contempla ou orienta sobre esse tipo de relação mais informal e comunitária, característica marcante da agricultura familiar cafeeira no Sul de Minas Gerais.

Outros indicadores apontados como primordiais para mensurar a sustentabilidade e garantir a perpetuidade da produção cafeeira são os indicadores: IS6. Sucessão Familiar e IS7. Acesso à Comunidade. Ambos não são abordados por nenhuma outra certificação, mas segundo os cafeicultores, são fundamentais para identificar a baixa atratividade do campo para os jovens, onde a falta de políticas de conectividade e as condições precárias de infraestrutura, são apontados como entraves à permanência no território. Esses critérios também foram considerados essenciais para os extrativistas da Reserva Chico Mendes e, portanto, estão presentes no IMS da Resex, como apresentado por Mangabeira et al. (2021) e Lima et al. (2023).

Fica evidente, portanto, que os indicadores da dimensão social do IMS-CFSM representam um avanço metodológico importante ao incorporar exigências que são invisibilizadas nas métricas do mercado global, mas que são indispensáveis para a mensuração de um sistema agroalimentar sustentável, para o contexto estudado.

Tabela 2 – Indicadores e perguntas da Dimensão Social do IMS-CFSM e suas correspondências às certificações

Indicadores	Perguntas	4C	RFA	FT	CM	PMO
IS1. Relação de trabalho	a) Existe algum documento que estabeleça a relação com o meeiro/arrendatário?	-	-	-	-	-
	b) Existe algum documento que estabeleça a relação de trabalho com o prestador de serviço e/ou voluntário? (*acima de 3 dias por semana)	-	-	-	-	-
	c) Existe algum instrumento formal/legal que estabeleça a relação de trabalho como funcionário fixo e temporário?	X	X	X	X	X

IS2. Condições de trabalho	a) Há ferramentas/equipamentos /máquinas/implementos adequados para a realização do trabalho?	-	X	-	-	-
	b) Existe um local adequado para armazenar separadamente os agrotóxicos e/ou substâncias perigosas (solventes, combustíveis, etc.)?	-	X	-	X	-
IS3. Acesso à saúde	a) Os trabalhadores e a família têm acesso a serviços de saúde	X	X	-	X	X
IS4. Segurança do trabalho	a) Todos os trabalhadores têm acesso e são treinados a utilizar os EPI (bota, perneira, chapéu, luva, óculos de proteção, outros)?	X	X	X	X	-
IS5. Capacitação e Educação	a) Algum membro da família realizou algum curso de capacitação no último ano?	-	X	-	-	-
	b) As pessoas em idade escolar frequentam o sistema de ensino?	-	X	-	-	-
IS6. Sucessão Familiar	a) Você acha que algum(a) filho(a) e/ou algum sucessor tem interesse em continuar na propriedade?	-	-	-	-	-
IS7. Acesso e interação com a comunidade	a) Tem acesso à rede de internet?	-	-	-	-	-
	b) Como você avalia a qualidade da estrada de acesso à sua comunidade/propriedade?	-	-	-	-	-

Legenda: Indicadores e perguntas da dimensão social do IMS-CFSM, com correspondência às certificações socioambientais: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM) e Plano de Manejo Orgânico (PMO).

3.1.3 DIMENSÃO ECONÔMICA

A dimensão econômica conta com 5 indicadores e 7 perguntas, que buscam mensurar elementos julgados importantes para a viabilidade financeira das unidades produtivas familiares. Como é possível observar no Quadro 3, os indicadores buscam metrificar questões como produção de autoconsumo, a suficiência da renda proveniente da produção, o endividamento da família, o desgaste patrimonial e a diversificação da renda.

Mangabeira et al. (2025), Lima et al. (2023) e Hung Anh et al. (2019) relatam em seus estudos a grande dificuldade em definir métricas econômicas aplicáveis ao campo, especialmente em contextos onde os registros formais e dados financeiros são escassos. A falta de hábito de fazer anotações contábeis e financeiras é uma realidade para as famílias agricultoras; assim sendo, a mensuração desta dimensão demanda estratégias metodológicas que capturem de forma simples e direta tais informações.

A complexidade de mensuração dessa dimensão fica evidente ao observar que nenhuma das certificações analisadas contempla tais métricas, mesmo sendo, segundo os próprios

agricultores, imprescindíveis para manter a sustentabilidade da produção. Afinal, a atividade agrícola não se sustenta sem que haja condições econômicas mínimas para manter a atividade e garantir a permanência da família no campo. Portanto, o IMS-CFSM, ao apresentar tais indicadores, aproxima o componente econômico e financeiro da sustentabilidade rural, principalmente ao propor métricas que reconhecem as formas de conhecimento presentes no cotidiano dos cafeicultores.

Tabela 3 – Indicadores e perguntas da Dimensão Econômica do IMS-CFSM e suas correspondências às certificações

Indicadores	Perguntas	4C	RFA	FT	CM	PMO
IE1. Renda para consumo próprio	a) Como é a produção de proteínas (ovos, carne, leite, etc.) para seu consumo na propriedade?	-	-	-	-	-
	b) Como é a produção de frutas, vegetais, hortaliças e grãos para seu consumo na propriedade?	-	-	-	-	-
IE2. Renda da venda da produção	a) A renda da produção é suficiente para sustentar a família?	-	-	-	-	-
IE3. Balanço financeiro	a) Tem alguma dívida relacionada à produção agrícola ou pessoal (financiamento, crédito rural, etc.)?	-	-	-	-	-
IE4. Desgaste do imóvel rural e dos maquinários	a) Está precisando fazer manutenção de infraestrutura (casa, curral, barracão, etc.) na sua propriedade?	-	-	-	-	-
	b) Está precisando consertar ou substituir ferramentas e/ou maquinários na sua propriedade?	-	-	-	-	-
IE5. Outras fontes de renda	a) Você tem uma fonte de renda fora da propriedade?	-	-	-	-	-

Legenda: Indicadores e perguntas da dimensão econômica do IMS-CFSM, com correspondência às certificações socioambientais: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM) e Plano de Manejo Orgânico (PMO).

3.1.4 DIMENSÃO AGRONÔMICA

A dimensão agronômica conta com 6 indicadores e 21 perguntas, organizados para abranger todas as etapas do processo produtivo cafeeiro. Inicia-se pela pré-implantação, passa pela implantação, manutenção e manejo do solo, e chega até os procedimentos de colheita e pós-colheita. Esses critérios buscam garantir a sustentabilidade e a qualidade das práticas

agronômicas, de modo a incluir os saberes e os valores dos cafeicultores familiares. Ressalta-se que as discussões e contribuições mais acaloradas foram as relacionadas a essa dimensão. Todos os indicadores, perguntas e métricas foram formuladas a partir das experiências concretas relatadas pelos cafeicultores durante todo o processo de construção deste índice multicritério, e priorizou as práticas efetivas e observáveis no cotidiano desses atores.

Assim como na dimensão ambiental, a dimensão agronômica apresenta considerável correspondência com o PMO (Instituto Nacional de Tecnologia, 2021), o que faz muito sentido, pois a certificação de Orgânicos do Brasil foi concebida justamente para atender às nuances e particularidades do cenário agrícola nacional. O que, por sua vez, destoa das demais certificações, que apresentam critérios mais generalistas e, por vezes, até inadequados para muitas realidades do Brasil (Donovan et al., 2020; Rocha et al., 2025; Silva et al., 2023).

Por outro lado, a partir do direcionamento dos cafeicultores, o IMS-CFSM introduz indicadores e perguntas inovadoras que buscam avaliar elementos como a compactação do solo, a presença de organismos benéficos no ambiente edáfico e o descarte responsável de resíduos gerados na produção, aspectos que, sem dúvida, são fundamentais para a mensuração de um sistema produtivo sustentável.

Tabela 4 – Indicadores e perguntas da Dimensão Agronômica do IMS-CFSM e suas correspondências às certificações

Indicadores	Perguntas	4C	RFA	FT	CM	PMO
IAG1. Pré-implantação do Sistema	a) Houve desmatamento na propriedade a partir de 2020?	-	-	-	-	-
	b) Houve queimadas na propriedade nos últimos 3 anos?	-	X	-	X	X
	c) Como é o uso de máquinas no preparo do solo?	-	-	-	-	-
IAG2. Implementação do Sistema	a) Quais os tipos de adubos utilizados?	-	-	-	-	X
	b) Como é feito o controle de formigas?	X	-	X	-	X
	c) Qual tipo de semente/muda você plantou?	X	X	-	-	X
	d) Como é feito o plantio inicial?	-	-	-	-	X
	e) Como é feito o arranjo do cultivo?	-	-	-	-	X
IAG3. Manutenção do sistema I	a) Como é feita a cobertura do solo?	-	-	X	-	X
	b) Como é realizado o manejo do mato na área de cultivo?	-	X	X	X	X
	c) Como é feito o manejo da matéria orgânica do solo?	-	X	-	-	X
IAG4. Manutenção do sistema II	a) Como é feita a adubação?	-	-	-	-	X
	b) Como é feito o manejo das pragas e doenças?	-	X	-	X	X
	c) Como é a relação com uso de máquinas nos tratamentos culturais?	-	-	-	-	X

	d) Como é feita a irrigação?	-	-	-	-	-
IAG5. Estrutura do Solo	a) Como está a compactação do solo?	-	-	-	-	-
	b) Como está a agregação das partículas do solo?	-	-	-	-	-
	c) Como está a presença de animais no solo (minhocas, tatuzinhos, vários tipos de formigas e aranhas)?	-	-	-	-	-
IAG6. Colheita e Pós colheita	a) Como é realizada sua colheita?	-	-	-	-	-
	b) Como é realizada o descarte dos resíduos sólidos pós colheita (cascas)?	-	-	-	-	-
	c) É realizada a lavagem ou utilizada água na pós colheita?	-	-	-	-	-

Legenda: Indicadores e perguntas da dimensão agronômica do IMS-CFSM, com correspondência às certificações socioambientais: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM) e Plano de Manejo Orgânico (PMO).

3.1.5 DIMENSÃO DE GOVERNANÇA

A dimensão de governança do IMS-CFSM é composta por 6 indicadores e 10 perguntas e foi construída com o objetivo de mensurar aspectos relacionados à organização da produção, à gestão de informações, à transparência nas tomadas de decisão e à participação em estruturas coletivas. Essas exigências apresentam grande aderência às certificações analisadas, o que aproxima ainda mais o índice dos critérios reconhecidos pelos selos internacionais e o consolida como um instrumento capaz de traduzir a realidade da agricultura familiar em um contexto ampliado.

Como é possível observar no quadro 5, práticas como o controle de dados, rastreabilidade da produção e o engajamento em organizações sociais são amplamente exigidas pelas certificações. De fato, essas ações fazem parte da rotina dos agricultores que buscam profissionalizar sua produção e alcançar mercados mais exigentes (Ferrón Vilchez et al., 2017; Kalfagianni et al., 2020). No entanto, durante as oficinas participativas, os cafeicultores destacaram outras práticas igualmente importantes, mas que nem sempre são exigidas pelos protocolos certificadores. Questões como a participação ativa da família nas decisões sobre a propriedade e o acesso transparente às informações compartilhadas por associações e cooperativas. Esses aspectos foram então contemplados no indicador IG6 – Transparência, que busca traduzir estes valores, que, por sua vez, fortalecem os laços familiares e comunitários e são vistos pelos produtores como pilares fundamentais para a sustentabilidade da cafeicultura familiar, por garantirem a autonomia, a confiança e o senso de pertencimento no processo produtivo.

Tabela 5 – Indicadores e perguntas da Dimensão de Governança do IMS-CFSM e suas correspondências às certificações

Indicadores	Perguntas	4C	RFA	FT	CM	PMO
IG1. Controle de dados/ informações	a) Você possui um planejamento do seu manejo e produção (quantidade plantada, manejos, podas, quantidade a ser colhida, estágios e épocas do ano, insumos utilizados e/ou outros)?	X	X	X	X	X
	b) Você faz a identificação das glebas e da sua produção armazenadas?	-	-	-	X	X
	c) Você registra as receitas e despesas da propriedade?	X	X	-	-	-
IG2. Rastreabilidade da produção	a) Você possui anotações, caderno de campo e/ou outros registros atualizado para rastreabilidade?	X	X	X	-	X
IG3. Certificações	a) Você possui alguma certificação relacionada a boas práticas socioambientais (comércio justo, orgânicos, etc.)?	X	X	X	X	X
IG4. Controle da cadeia de fornecedores	a) Você pensa em critérios e na responsabilidade socioambientais para escolha dos seus fornecedores?	X	X	-	-	-
IG5. Participação em organização social	a) Algum membro da sua família participa de alguma associação, cooperativa, sindicato, etc.?	-	X	X	X	X
	b) Você participa das decisões e votações do grupo (associação e/ou cooperativa) que você faz parte?	-	-	-	X	-
IG6. Transparência	a) As decisões da propriedade são tomadas pela família	-	-	-	-	-
	b) Você consegue ter acesso às informações do seu grupo (associação e/ou cooperativa e etc.)?	-	-	X	-	-

Legenda: Indicadores e perguntas da dimensão de governança do IMS-CFSM, com correspondência às certificações socioambientais: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM) e Plano de Manejo Orgânico (PMO).

De modo geral, durante as oficinas participativas, foi possível observar um sentimento de pertencimento e acolhimento por parte dos agricultores familiares em relação à metodologia apresentada. O ambiente aberto ao diálogo permitiu que se sentissem à vontade para expressar suas opiniões, relatar suas experiências e, principalmente, contribuir ativamente para a construção coletiva do IMS-CFSM. Dessa forma, o índice se diferencia justamente por romper com abordagens verticalizadas (*top-down*) e tecnocráticas, que muitas vezes desconsideram as práticas culturais, os saberes locais e os contextos territoriais específicos.

Vale ressaltar que a construção participativa do IMS-CFSM contribui também para o fortalecimento da autonomia dos agricultores na avaliação de sua própria sustentabilidade e rompe com a lógica impositiva de modelos universais e generalistas das certificações. Além disso, ao aproximar exigências internacionais das vivências cotidianas das famílias produtoras, o índice se consolida como uma ferramenta de diálogo entre os diferentes mundos que compõem os sistemas agroalimentares: o da produção, o da ciência, o da política pública e o do mercado.

3.2 HIERARQUIZAÇÃO DO ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS (IMS-CFSM)

Os resultados da hierarquização das dimensões do IMS-CFSM, são apresentados no Quadro 6, e revelam um panorama claro sobre o que, na visão dos próprios produtores, deve ser priorizado para medir e promover a sustentabilidade em suas realidades.

O maior valor foi atribuído à dimensão ambiental, o que evidenciou uma consciência crescente entre os agricultores sobre os impactos da atividade cafeeira em aspectos como a conservação dos recursos hídricos, o manejo adequado de resíduos e a proteção da biodiversidade, temas que inclusive emergiram nas oficinas como preocupações centrais. Infere-se que essa valorização pode estar relacionada ao contato cada vez mais frequente, dos agricultores familiares, com os mercados sustentáveis e suas exigências sobre a responsabilidade ambiental, o que reflete por sua vez um alinhamento entre práticas locais e critérios globais.

Tabela 6 – Hierarquização das Dimensões do IMS-CFSM segundo os cafeicultores participantes das oficinas participativas

Classificação	Dimensão	Peso atribuído
1º lugar	Ambiental	0,40
2º lugar	Social	0,25
3º lugar	Econômica	0,14
4º lugar	Agronômica	0,11
5º lugar	Governança	0,10

Em relação à dimensão Social, que obteve a segunda maior ponderação, é possível perceber o peso atribuído pelos cafeicultores, principalmente, às relações de trabalho e sucessão

familiar. Tal cenário pode ser reflexo de casos recentes de denúncias de trabalho análogo à escravidão na região, principalmente no segmento cafeeiro (Alves & Lindner, 2020; Ministério do Trabalho e Emprego, 2024), o que mobiliza os agricultores a buscar a diferenciação de suas práticas e reforçar seu compromisso com a responsabilidade laboral. Além do imenso valor que esses agricultores familiares atribuem à permanência de seus filhos na atividade agrícola, como já apresentado por estudos sociais rurais, como os de Suess-Reyes & Fuetsch (2016) e Bavorová et al. (2024).

O fato da última colocação ser atribuída à dimensão da Governança pode ser compreendido à luz da atual organização dos produtores da região, em que a maioria já está inserida em cooperativas ou associações. Essa organização oferece a eles um certo grau de maturidade nas práticas relacionadas à gestão e rastreabilidade, por exemplo (Wright et al., 2024). Nesse contexto, a governança deixa de ser percebida como prioridade, justamente por já estar incorporada ao cotidiano dos cafeicultores. Essa análise se torna ainda mais consistente quando comparada ao processo de hierarquização do IMS realizado na Resex Chico Mendes, no qual a governança foi considerada a dimensão mais importante. Segundo Lima et al. (2023), naquele contexto, a governança representa uma estratégia essencial de sobrevivência econômica, pois a ausência de organização coletiva e de gestão eficiente compromete diretamente a capacidade dos extrativistas de comercializar seus produtos com valor agregado e de forma mais eficaz. Portanto, esse contraste evidencia o quanto o IMS-CFSM é sensível às diferenças territoriais e permite uma leitura situada da sustentabilidade.

3.3 PROXY DO ÍNDICE MULTICRITÉRIO DE SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA FAMILIAR DO SUL DE MINAS GERAIS (IMS-CFSM)

A aplicação do IMS-CFSM junto aos 23 cafeicultores familiares participantes das oficinas resultou em um valor médio de 76% de conformidade com os critérios de sustentabilidade definidos pela metodologia. Esse número representa a *proxy* da sustentabilidade da cafeicultura familiar da região, e classifica as propriedades como “sustentável”, conforme a escala de classificação apresentada por Mangabeira et al. (2021), e descrita na metodologia deste documento,

Esse valor foi obtido por meio da média ponderada dos índices agregados das cinco dimensões do IMS-CFSM: Ambiental, Social, Econômica, Agronômica e Governança, de todas as propriedades participantes, que por sua vez foi calculada conforme a Equação 04, desta

metodologia. Esse cálculo considera os pesos atribuídos pelos agricultores familiares durante o processo de hierarquização. Vale lembrar que cada dimensão é composta por um conjunto de indicadores, cujas notas foram normalizadas na escala de 0 a 10, utilizando a Equação 02 e, posteriormente, agregadas conforme a Equação 03, que resultou, por sua vez, no valor do Índice de Desempenho (ID) por dimensão. O quadro 7 apresenta tais valores.

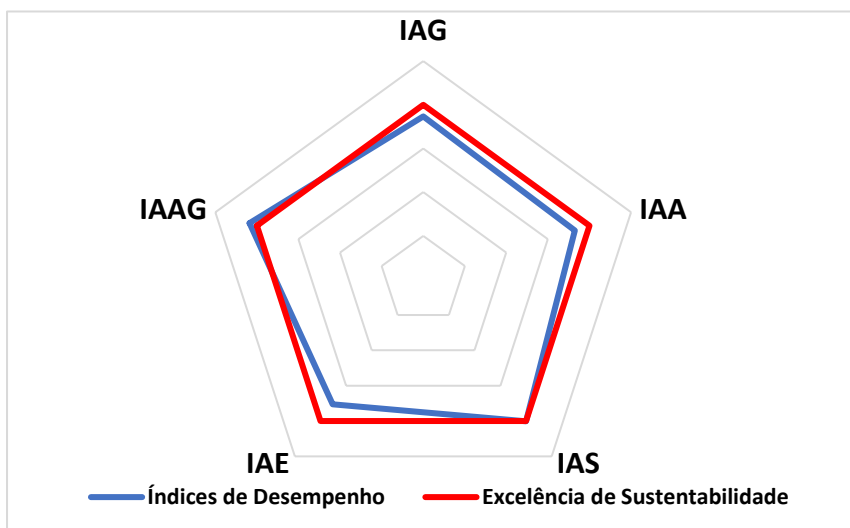
Tabela 7 – Resultados da *Proxy* de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil, de acordo com IMS-CFSM

Dimensão	Índice de Desempenho (ID)	Peso atribuído na hierarquização	Contribuição para o IMS- CFSM
Índice Agregado Ambiental (IAA)	7,3	0,40	2,92
Índice Agregado Social (IAS)	8,0	0,25	2,00
Índice Agregado Econômica (IAE)	7,1	0,14	0,99
Índice Agregado Agronômica (IAAG)	8,4	0,11	0,92
Índice Agregado de Governança (IAG)	7,5	0,10	0,75
IMS-CFSM (proxy)			7,58 / 10 = 0,76

Ao analisar o nível de sustentabilidade da cafeicultura familiar do Sul de Minas Gerais, por meio da aplicação do IMS-CFSM, é possível observar um panorama que reflete os avanços já conquistados pelos agricultores da região e os desafios ainda enfrentados em algumas dimensões. Para facilitar a visualização e a interpretação desses resultados, o Gráfico 1 apresenta os Índices de Desempenho (ID) médios por dimensão, refletindo a *proxy* da sustentabilidade obtida junto aos cafeicultores presentes nas oficinas.

Nota-se que a dimensão Ambiental, mesmo não representando a maior pontuação no Índice de Desempenho (ID) de 7,3, foi a que mais influenciou o valor final do IMS-CFSM, contribuindo com 2,92 pontos, devido ao peso elevado de 0,40 atribuído na etapa de hierarquização. Como discutido, essa valorização das questões ambientais pode estar relacionada ao contato direto que muitos desses agricultores mantêm com mercados sustentáveis, que fomentam tais práticas.

Gráfico 1: Radar da *Proxy* de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, mensurado com base no IMS-CFSM - Desempenho por Dimensão.



Legenda: IAA: Índice Agregado Ambiental; IAS: Índice Agregado Social; IAE: Índice Agregado Econômico; IAAG: Índice Agregado Agrônomo; IAG: Índice Agregado de Governança.

Já a dimensão Agrônomo, que apresentou o maior ID entre todas as dimensões (8,4), teve uma contribuição mais modesta na *proxy* do IMS-CFSM (0,92 pontos), graças ao seu peso reduzido (0,11). Esses dados sugerem que, apesar dos cafeicultores familiares demonstrarem um bom nível de sustentabilidade nas suas práticas agrônomoas, estas são, de certa forma, naturalizadas por esses atores e, por isso, provavelmente não foram tão priorizadas no momento da hierarquização.

De maneira geral, ao recorrer à classificação proposta por Mangabeira et al. (2021), todas as dimensões são enquadradas como sustentáveis, por se encontrarem entre 61% e 80% em conformidade com os critérios do IMC-CFSM. Isso representa uma grande conquista para o desenvolvimento sustentável desse setor e confirma o que diversos autores apresentam sobre as significativas contribuições das práticas dos agricultores familiares para com o equilíbrio socioambiental (Berchin et al., 2019; Clark & Tilman, 2017; Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020; Schiavon et al., 2022; Utrilla-Catalan et al., 2022; Wienhold & Goulao, 2023).

Contudo, não se pode desconsiderar que a dimensão Econômica, com ID de 7,1, foi a mais crítica do ponto de vista de desempenho, embora tenha recebido um peso intermediário (0,14). Durante as oficinas, foi comum o relato de que o foco na lavoura inviabiliza o cultivo

de alimentos para o autoconsumo, o que enfraquece a resiliência econômica familiar. Segundo os próprios agricultores, essa situação está diretamente ligada à baixa participação dos filhos nas tarefas do campo, o que faz com que todo o trabalho recaia sobre os pais, que geralmente estão em idade avançada. Esse cenário, somado às dificuldades de planejamento financeiro e à ausência de linhas de crédito rural mais adequadas à realidade da agricultura familiar, evidencia um contexto de vulnerabilidade econômica. Diante disso, torna-se ainda mais evidente a urgência de políticas como o Pagamento por Serviços Socioambientais, aplicadas com base em um índice multicritério, conforme propõe Maciel et al. (2024), como uma estratégia concreta para fortalecer a sustentabilidade financeira desses produtores familiares. E, conforme esperado, garantir a tão almejada sucessão familiar, constantemente mencionada por esses atores como condição essencial para a continuidade no campo.

Por fim, assume-se que a metodologia sustentada pelo Pensamento Focado em Valores (*Value-Focused Thinking*), proposta por Keeney (1992), foi essencial para a construção deste Índice Multicritério, pois permitiu capturar um retrato das dimensões consideradas mais relevantes por quem vive e enfrenta diariamente os desafios da produção cafeeira no Sul de Minas Gerais. E, embora, neste caso específico, da *proxy* IMS-CFSM, os Índices de Desempenho (IDs) por dimensão tenham apresentado certa proximidade numérica, em cenários de aplicação do Índice por unidade produtiva, o que representa o foco central da metodologia, a atribuição de pesos diferenciados passa a ter um papel ainda mais estratégico. Isso porque impede que um bom desempenho em dimensões menos valorizadas compense as fragilidades em áreas consideradas prioritárias pelos agricultores, o que garante um diagnóstico mais alinhado à realidade e aos valores deste território.

Os resultados obtidos com a aplicação do IMS-CFSM evidenciam sua validade metodológica e relevância prática como instrumento de avaliação multicritério da sustentabilidade na cafeicultura familiar. Pontua-se que Índice conseguiu traduzir os saberes e as prioridades dos agricultores em métricas qualitativas e operacionais.

4. CONCLUSÃO

Este estudo alcançou seu objetivo principal ao desenvolver, de forma participativa, o Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM), incorporando tanto a realidade local quanto critérios reconhecidos globalmente. Os

resultados confirmaram a hipótese de que a adaptação da metodologia de Mangabeira et al. (2021) e de Lima et al. (2023) à cadeia da cafeicultura familiar resultaria em indicadores mais coerentes com as especificidades territoriais, sem perder o alinhamento às exigências dos mercados sustentáveis.

Nesse sentido, conclui-se que o IMS-CFSM é um instrumento metodologicamente sólido e com grande potencial de aplicação prática, especialmente para servir de base para políticas públicas de valorização da sustentabilidade, como o Pagamento por Serviços Socioambientais. Sua construção participativa, aliada à capacidade de transformar os valores dos agricultores em métricas operacionais, reforça sua relevância como ferramenta estratégica. Desde que respeitadas as adaptações contextuais e a escuta ativa dos atores envolvidos, o IMS-CFSM é replicável em outros territórios e cadeias produtivas e pode contribuir diretamente para fortalecer a agricultura familiar, potencializar práticas sustentáveis e regenerativas, além de oferecer subsídios concretos para a formulação de políticas públicas mais justas e alinhadas à realidade do campo.

REFERÊNCIAS

- Alves, F. D., & Lindner, M. (2020). AGRONEGÓCIO DO CAFÉ NO SUL DE MINAS GERAIS: territorialização, mundialização e contradições. *OKARA: Geografia Em Debate*, 433–452. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2020v14n2.54246>
- Bana e Costa, C. A. (1993). *Processo de apoio à decisão: actores e acções, estruturação e avaliação* (Vol. 13). Publicação CESUR.
- Bavorová, M., Ullah, A., Garcia, Y. A., & Cavicchioli, D. (2024). Factors influencing farm succession decisions: evidence from coffee farmers of Colombia. *Environment, Development and Sustainability*, 27(6), 13215–13234. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04433-0>
- Berchin, I. I., Nunes, N. A., de Amorim, W. S., Alves Zimmer, G. A., da Silva, F. R., Fornasari, V. H., Sima, M., & de Andrade Guerra, J. B. S. O. (2019). The contributions of public policies for strengthening family farming and increasing food security: The case of Brazil. *Land Use Policy*, 82(December 2018), 573–584. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.043>
- Böhringer, C., & Jochem, P. E. P. (2007). Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices. *Ecological Economics*, 63(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.03.008>

- Brazil, Lei 11.428 - Lei da Mata Atlântica, Pub. L. No. Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006 (2006). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Brazil, Lei 12.651 - Código Florestal Brasileiro, (2012). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Brundtland, G. H. (1989). Global Change and Our Common Future. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 31(5), 16–43. <https://doi.org/10.1080/00139157.1989.9928941>
- CEPEA, C. de E. A. em E. A. (2025). *PIB do Agronegócio Brasileiro*. CEPEA-ESALQ/USP. https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx?utm_source=chatgpt.com
- Clark, M., & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, 12(6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>
- CONAB. (2023). Acompanhamento da Safra Brasileira. *Boletim Da Safra 2023*, 10(2), 45. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>
- CONAB. (2024). *Portal de Informações Agropecuárias*. Preços Mínimos. <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/precos-minimos>
- Daly, H., & Farley, J. (2016). *Ecological Economics* (A. C. e M. Ambiente (ed.); 1st ed.). Annablume.
- Donovan, J., Blare, T., & Peña, M. (2020). Multiple certification uptake by coffee businesses: Evidence of functions and benefits from Central America. *Business Strategy and Development*, 3(3), 264–276. <https://doi.org/10.1002/bsd2.93>
- Erlandsson, J., Bergmark, P., & Höjer, M. (2023). Establishing the planetary boundaries framework in the sustainability reporting of ICT companies – A proposal for proxy indicators. *Journal of Environmental Management*, 329, 117032. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117032>
- Ferrón Vilchez, V., Darnall, N., & Aragón Correa, J. A. (2017). Stakeholder influences on the design of firms' environmental practices. *Journal of Cleaner Production*, 142(October 2017), 3370–3381. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.129>
- Gibson, R. B. (2011). Application of a contribution to sustainability test by the Joint Review Panel for the Canadian Mackenzie Gas Project. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29(3), 231–244. <https://doi.org/10.3152/146155111X12959673796209>
- Giller, K. E., Delaune, T., Silva, J. V., Descheemaeker, K., van de Ven, G., Schut, A. G. T., van Wijk, M., Hammond, J., Hochman, Z., Taulya, G., Chikowo, R., Narayanan, S., Kishore, A., Bresciani, F., Teixeira, H. M., Andersson, J. A., & van Ittersum, M. K. (2021). The future of farming: Who will produce our food? *Food Security*, 13(5), 1073–1099.

<https://doi.org/10.1007/s12571-021-01184-6>

- Hajjar, R., Newton, P., Adshead, D., Bogaerts, M., Maguire-Rajpaul, V. A., Pinto, L. F. G., McDermott, C. L., Milder, J. C., Wollenberg, E., & Agrawal, A. (2019). Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 206, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.102>
- Hung Anh, N., Bokelmann, W., Thi Thuan, N., Thi Nga, D., & Van Minh, N. (2019). Smallholders' Preferences for Different Contract Farming Models: Empirical Evidence from Sustainable Certified Coffee Production in Vietnam. *Sustainability*, 11(14), 3799. <https://doi.org/10.3390/su11143799>
- IBGE. (2017). Censo Agropecuário 2017. In *IBGE*. <https://doi.org/https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>
- ICO. (2023). The Coffee Report and Outlook (CRO). *International Coffee Organization*, 1–39.
- Instituto Nacional de Tecnologia. (2021). *Guia Plano de Manejo Orgânico : produção primária vegetal* (1st ed.). Governo do Brasil. <https://www.gov.br/int/pt-br/servicos-tecnologicos/guia-pmo-1o-edicao-29out2021.pdf>
- IPCC. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. In P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan (Eds.), *Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Kalfagianni, A., Partzsch, L., & Beulting, M. (2020). Governance for global stewardship: can private certification move beyond commodification in fostering sustainability transformations? *Agriculture and Human Values*, 37(1), 65–81. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-09971-w>
- Keeney, R. L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. Harvard University Press.
- Lima, L. F., Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Romeiro, A. R., Tôsto, S. G., Maciel, M. D. A., Sarcinelli, O., Oliveira, O. F., & Pereira, L. C. (2023). Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre-Brasil. In *Texto para Discussão*. <https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD457.pdf>
- Lima, L. F., Romeiro, A. R., Abreu, L. S. d., Mangabeira, J. A. d. C., & Tôsto, S. G. (2025). Virtuous and Vicious Circles in Organic Agriculture: A Comparative Typology Between Denmark and Brazil. *Agriculture*, 15(23), p. 2429-2449. Doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture15232429>.

- Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Lima, L. F., & Romeiro, A. R. (2024). A valoração e o pagamento por serviços socioambientais na Reserva Extrativista Chico. *Texto Para Discussão*, 464.
- Maguire-Rajpaul, V. A., Rajpaul, V. M., McDermott, C. L., & Guedes Pinto, L. F. (2020). Coffee certification in Brazil: compliance with social standards and its implications for social equity. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 2015–2044. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0275-z>
- Mangabeira, J. A. de C., Pinto, D. M., & Scarazatti, B. (2021). Guia Metodológico: geração de indicadores de desempenho e índice multicritério de sustentabilidade para agricultura familiar no bioma Amazônia. In Embrapa Territorial (Ed.), *Embrapa Territorial* (1º, Vol. 1, Issue 138). <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133822/guia-metodologico-geracao-de-indicadores-de-desempenho-e-indice-multicriterio-de-sustentabilidade-para-agricultura-familiar-no-bioma-amazonia>
- Mangabeira, J. A., Lima, L. F., Cláudio, R., Maciel, G., Filho, F. N., Romeiro, A. R., Kassai, J. R., Rocha, G. A., Ângela, T., Bimbati, V., Andrade, M. R. De, Coelho, R. S., Júnior, R. H., Trivellato, C., De, R., Tiezzi, O., Bueno, S., Godoi, C., Oliveira, D. C., ... Kassai, J. R. (2025). Protocolo Padrão de Agricultura Regenerativa Sustentável no Brasil. *Texto Para Discussão - Instituto de Economia UNICAMP*, 483, 55. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1177864/1/6354.pdf>
- Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil. (2024). *Entidades assinam pacto pelo trabalho decente na cafeicultura no Brasil*. Governo Do Brasil. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Maio/entidades-assinam-pacto-pelo-trabalho-decente-na-cafeicultura-no-brasil>
- Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil. (2025). Cadastro de Empregadores que tenham submetido trabalhadores a condições análogas à de escravo. In *SIT-Inspeção do Trabalho (Portaria Interministerial MTPS/MMIRDH nº 4 de 11/05/2016)*. http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SIT/CADASTRO_DE_EMPREGADORES.pdf
- Panhuisen, S., & Vries, de F. (2023). *Coffee Barometer 2023*. <https://coffeebarometer.org/>
- Pearce, D. W. , & Pretty, J. N. (1993). *Economic values and the natural world* (MIT Press (ed.)).
- Richardson, J., Steffen W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Fetzer, I. et al. 2023. Earth beyond six of nine Planetary Boundaries. *Science Advances*, 9, 37. Doi: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Robert, K. W., Parris, T. M., & Leiserowitz, A. A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00139157.2005.10524444>
- Rocha, G. A., Viviani, M. J., Ferreira, M. A., Zaro, E. S., Cunha, A. R. da, & Tiezzi, R. de O.

- (2025). Sustainability certifications in Brazilian coffee: a multidimensional comparative analysis. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 60. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94782338>
- Rockström, J. et al. (2020). Planetary boundaries: A compass for investing for the common good. In *Sustainable Investing Sustainable Investing A Path to a New Horizon* (1st ed., pp. 109–128). Routledge.
- Romeiro, A. R. (2012). Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos Avançados*, 26(74), 65–92. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>
- Rossi Moda, L., Eugênio Spers, E., Florêncio de Almeida, L., & Mara de Alencar Schiavi, S. (2022). Brazilian Coffee Sustainability, Production, and Certification. In *Sustainable Agricultural Value Chain* (Issue September, p. 20). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(9), 805–814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>
- Schiavon, O. P., May, M. R., & Mendonça, A. T. B. B. de. (2022). Dynamic capabilities and business model innovation in sustainable family farming. *Innovation and Management Review*, 19(3), 252–265. <https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0136>
- Sesso, P. P., Sesso Filho, U. A., & Pereira, L. F. P. (2021). Dimensionamento do agronegócio do café no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 38(2), 26901. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2021.v38.26901>
- Silva, D. T., Saldanha, C. B., Martins, L. O. S., Lopes, J. M., & Silva, M. S. (2023). Coffee Production and Geographical Indications (GI): An Analysis of the World Panorama and the Brazilian Reality. *Journal of Sustainable Development*, 16(3), 47. <https://doi.org/10.5539/jsd.v16n3p47>
- Suess-Reyes, J., & Fuetsch, E. (2016). The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. *Journal of Rural Studies*, 47, 117–140. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.07.008>
- Utrilla-Catalan, R., Rodríguez-Rivero, R., Narvaez, V., Díaz-Barcos, V., Blanco, M., & Galeano, J. (2022). Growing Inequality in the Coffee Global Value Chain: A Complex Network Assessment. *Sustainability*, 14(2), 672. <https://doi.org/10.3390/su14020672>
- Vatn, A. (2020). Institutions for sustainability—Towards an expanded research program for ecological economics. *Ecological Economics*, 168, 106507. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106507>
- Volsi, B., Telles, T. S., Caldarelli, C. E., & da Camara, M. R. G. (2019). The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE*, 14(7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>

- Wienhold, K., & Goulao, L. F. (2023). The Embedded Agroecology of Coffee Agroforestry: A Contextualized Review of Smallholder Farmers' Adoption and Resistance. *Sustainability*, *15*(8), 6827. <https://doi.org/10.3390/su15086827>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, *53*(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>

Material Suplementar – Capítulo 4

Este material suplementar integra o artigo intitulado “Índice Multicritério de Sustentabilidade para a Cafeicultura Familiar no Sul de Minas Gerais – Brasil” e apresenta o conjunto completo de indicadores, perguntas e métricas que compõem o Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM).

A apresentação detalhada desses elementos tem como objetivo assegurar a transparência metodológica e permitir que pesquisadores, gestores públicos, técnicos e demais partes interessadas compreendam plenamente a estrutura do IMS-CFSM. Além disso, busca incentivar a replicação ou adaptação da metodologia a outros contextos territoriais ou cadeias produtivas.

Entretanto, por se tratar de uma metodologia original, desenvolvida por meio de um processo participativo e fundamentada em bases técnicas e científicas consistentes, é essencial que qualquer uso, adaptação ou disseminação dos materiais aqui apresentados seja acompanhado da devida citação dos autores. Recomenda-se também que eventuais aplicações ou customizações sejam realizadas em diálogo com os pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento do índice, de modo a preservar sua integridade conceitual e fortalecer redes colaborativas.

As informações estão organizadas por dimensão (Ambiental, Social, Econômica, Agrônômica e Governança), com a descrição detalhada de cada indicador, das perguntas orientadoras utilizadas na avaliação e das respectivas métricas, apresentadas em uma escala ordinal de sustentabilidade.

Tabela 01. Indicadores, perguntas e métricas da dimensão ambiental do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil.

Indicadores	Pergunta	Métrica 1	Métrica 2	Métrica 3
IA1. Biodiversidade	a) Você observa espécies de animais de pequeno porte na propriedade? (lebre, roedores, cotia, beija-flor, etc.)	Não observo a presença	Observo a presença de vez em quando	Observo a presença sempre
	b) Você observa espécies de animais de médio porte na propriedade? (tamanduá, jaguatirica, gato do mato, tucano, gavião, primatas, etc.)	Não observo a presença	Observo a presença de vez em quando	Observo a presença sempre
	c) Você observa espécies de animais de grande porte na propriedade? (onça parda, onça pintada, primatas, etc.)	Não observo a presença	Observo a presença de vez em quando	Observo a presença sempre

	<p>d) Você observa insetos e polinizadores na sua propriedade (abelha, borboletas, besouros, etc.)?</p> <p>e) Você observa aves na sua propriedade?</p>	<p>Não observo a presença</p> <p>Não observo a presença</p>	<p>Observo a presença de vez em quando</p> <p>Observo a presença de vez em quando</p>	<p>Observo a presença sempre</p> <p>Observo a presença sempre</p>
<p>IA2. Conservação</p>	<p>a) Caso possua Reserva Legal (RL) e/ou APP, o local está perto ou no entorno dos sistemas de cultivo?</p>	<p>Não possuo RL/APP</p>	<p>Possuo RL/APP, mas não está perto ou no entorno dos sistemas de cultivo ou pastagem</p> <p>Faço alguma dessas ações: Uso de fertilizantes orgânicos, preservação de cursos hídricos, cultivo de polinizadores</p>	<p>Possuo RL/APP e está perto e no entorno dos sistemas de cultivo ou pastagem</p>
	<p>b) Quais ações desenvolve para conservar, recuperar e aumentar a biodiversidade?</p>	<p>Não faço nada</p>	<p>Faço alguma dessas ações: Uso de fertilizantes orgânicos, preservação de cursos hídricos, cultivo de polinizadores</p>	<p>Faço todas essas ações: Uso de fertilizantes orgânicos, preservação de cursos hídricos, cultivo de polinizadores</p>
	<p>c) Há medidas para a conservação da biodiversidade e prevenção e contenção do desmatamento?</p>	<p>Não faço nada</p>	<p>Faço alguma dessas ações: Faço aceiro, cercamento para conservação, respeito e preservo APP, tenho treinamento de brigada de incêndio, faço monitoramento da vegetação</p>	<p>Faço todas essas ações: Faço aceiro, cercamento para conservação, respeito e preservo APP, tenho treinamento de brigada de incêndio, faço monitoramento da vegetação</p>
	<p>d) Existem práticas de conservação e reutilização da água?</p>	<p>Não existem</p>	<p>Faço algumas dessas ações: reaproveitamento das águas cinzas, coleta de água de chuva e proteção das nascentes</p>	<p>Faço todas essas ações: reaproveitamento das águas cinzas, coleta de água de chuva e proteção das nascentes</p>
<p>IA3. Gestão de Resíduos</p>	<p>a) Como você lida com os resíduos orgânicos gerados na propriedade (casca de café, dejetos de animais, restos de comida)?</p>	<p>Misturo com os demais resíduos (recicláveis e rejeitos) e/ou descarto (coleta municipal, leva para cidade, descarta na própria propriedade)</p>	<p>Separo e reutilizo para os animais da propriedade ou destino para compostagem externa</p>	<p>Faço compostagem e/ou uso na minha propriedade</p>
	<p>b) Como é feito o manejo dos demais resíduos (recicláveis, pilhas, lâmpadas, baterias, etc.)?</p>	<p>Não faço a separação dos demais resíduos, descarto a céu aberto ou queimo</p>	<p>Separo os recicláveis e levo para a cidade (para a coleta do município) e queimo os demais resíduos</p>	<p>Separo os recicláveis e entrego para o catador autônomo ou coleta seletiva, e os demais resíduos vão para aterro sanitário</p>
	<p>c) Como é realizada a gestão de resíduos perigosos e materiais poluentes (ácido, combustível, embalagem de agrotóxico, solvente, etc.)?</p>	<p>Não possuo gestão sobre esses materiais</p>	<p>A destinação é realizada juntamente com os demais resíduos</p>	<p>Há uma gestão e armazenamento adequado destes resíduos e quando necessário realizo a destinação correta com registro</p>
<p>IA4. Gestão de Efluentes</p>	<p>a) Como é feito o manejo do esgoto doméstico do vaso sanitário da propriedade?</p>	<p>Não tem tratamento, lanço direto no solo/sumidouro ou no corpo hídrico ou na fossa</p>	<p>Faço o tratamento na minha propriedade sem impermeabilização (bacia de evapotranspiração,</p>	<p>Faço o tratamento na minha propriedade com impermeabilização (bacia de evapotranspiração, biodigestor, etc.) e faço</p>

	<p>b) Como é feito o manejo do esgoto doméstico da cozinha, pias, chuveiro da propriedade?</p> <p>c) O que é feito com a água que sobra da limpeza de maquinário e agroindústria?</p>	<p>Não tem tratamento, lança direto no solo/sumidouro ou no corpo hídrico ou na fossa</p> <p>Não tem tratamento, lança direto no solo/sumidouro ou no corpo hídrico ou na fossa</p>	<p>biodigestor, etc.) mas não faço limpeza e controle periódico</p> <p>Faço o tratamento na minha propriedade sem impermeabilização do solo (bacia de evapotranspiração, biodigestor, etc.) mas não faço limpeza e controle periódico</p> <p>Faço o tratamento na minha propriedade sem impermeabilização do solo (bacia de evapotranspiração, biodigestor, etc.) e sem separação de óleos e graxas</p>	<p>a limpeza frequente das fossas ou lanço na rede pública de esgoto</p> <p>Faço o tratamento na minha propriedade com impermeabilização do solo (bacia de evapotranspiração, biodigestor, etc.) e faço a limpeza frequente das fossas ou lanço na rede pública de esgoto</p> <p>Existe uma caixa separadora de decantação na propriedade e o esgoto com manutenção e destinação adequada</p>
<p>IA5. Gestão de Água</p>	<p>a) De onde vem a água que é utilizada para consumo?</p> <p>b) Qual é a qualidade da água utilizada para consumo próprio e processo produtivo?</p> <p>c) Como é o registro e o uso da água da propriedade?</p>	<p>De poço artesiano ou concessionárias</p> <p>A qualidade é ruim, tem gosto, cor (imprópria para consumo)</p> <p>Não conheço meu uso, não possuo registro de uso insignificante e nem outorga</p>	<p>De cisterna ou riacho</p> <p>A água não é boa, mas há um tratamento básico (cloração)</p> <p>Possuo outorga e cadastro de uso insignificante, mas não faço o controle (registros)</p>	<p>De mina d'água</p> <p>A qualidade da água é boa, há análise de potabilidade.</p> <p>Conheço e controlo meu uso de água (registros), possuo registro de uso insignificante ou outorga</p>
<p>IA6. Consumo de Energia</p>	<p>Qual a fonte de energia elétrica?</p>	<p>Gerador a combustão (diesel, gasolina, gás GLP, lenha ou outro)</p>	<p>Concessionária de energia e/ou combustão com biogás/etanol</p>	<p>Solar, eólica ou pequena central hidroelétrica</p>
<p>IA7. Consumo de Insumos</p>	<p>Quais tipos de produtos de limpeza utilizados?</p>	<p>Produtos químicos não biodegradáveis e/ou não faço distinção na hora da compra</p>	<p>Utilizo produtos não biodegradáveis e biodegradáveis (os dois)</p>	<p>Utilizo produtos biodegradáveis</p>

Tabela 02. Indicadores, perguntas e métricas da dimensão social do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil.

Indicadores	Pergunta	Métrica 1	Métrica 2	Métrica 3
IS1) Relação de trabalho	a) Existe algum documento que estabeleça a relação com o meeiro/arrendatário?	Não tem	Tem o contrato, mas não está em vigor ou não é cumprido	Tem contrato, está em vigor, é cumprido e está em conformidade ou não tenho meeiro/arrendatário
	b) Existe algum documento que estabeleça a relação de trabalho com o prestador de serviço e/ou voluntários? (*acima de 3 dias por semana)	Não tem	Tem, mas está em inconformidade com legislação	Tem contrato com autorresponsabilidade ou não existe essas relações de trabalho
	c) Existe algum instrumento formal/legal que estabeleça a relação de trabalho como funcionário fixo e/ou temporário?	Não tem	Tem, mas está em inconformidade com legislação	Tem e está tudo Legalizado ou não possuo funcionário
IS2) Condições de trabalho	a) Há ferramentas /equipamentos /máquinas/implementos adequados para a realização do trabalho (pela família)?	Não tem	Tem parcialmente os equipamentos ou não estão em condições adequadas para uso	Tem todos os equipamentos e em bom estado de conservação
	b) Existe um local adequado para armazenar separadamente os agrotóxicos e/ou substâncias perigosas (solventes, combustíveis, etc.)?	Não	Sim, são armazenados separadamente, mas não em condições adequadas	Sim, são armazenados separadamente e em condições adequadas
IS3) Acesso à saúde	Os trabalhadores (a família) tem acesso a serviços de saúde?	Não tem acesso	Tem acesso ao SUS	Tem acesso ao SUS e a um plano de saúde complementar (situações que o SUS não cobre)
IS4) Segurança do trabalho	Todos os trabalhadores tem acesso e são treinados a utilizarem os EPI (bota, perneira, chapéu, luva, óculos de proteção, outros)?	Não tem acesso e nem treinamento	Tem acesso a EPI, mas não de acordo com PGRTR (NR 31) e/ou não receberam treinamento	Tem acesso aos EPI e estão adequados para as atividades desenvolvidas, de acordo com PGRTR (NR 31) e receberam treinamento
IS5) Capacitação e Educação	a) Algum membro da família realizou algum curso de capacitação no último ano?	Não	Sim, mas não é sempre ou com muita dificuldade de acesso (logística, material, etc.)	Sim e são incentivadas e apoiadas
	b) As pessoas em idade escolar frequentam o sistema de ensino?	Não	Frequentam, mas com muitas dificuldades de acesso (logística, material, etc.)	Frequentam e recebem incentivo e apoio
IS6) Sucessão Familiar	Você acha que algum(a) filho(a) e/ou algum sucessor tem interesse em continuar na propriedade?	Não	Tenho filhos(as) ou sucessor, mas não tenho certeza se eles gostariam de continuar na propriedade	Sim, ele(s) tem interesse

IS7) Acesso e interação com a comunidade	a) Tem acesso a rede de internet?	Não	Temos, mas o sinal é ruim	Temos e o sinal é bom
	b) Como você avalia a qualidade da estrada de acesso a sua comunidade/propriedade?	A estrada é sempre ruim	A estrada é razoável, dependendo da época do ano e manutenção, ou mesmo em épocas ruins o empregador disponibiliza condução periodicamente aos funcionários para levá-los a cidade/comunidade mais próxima	A estrada é sempre boa/acessível

Tabela 03. Indicadores, perguntas e métricas da dimensão econômica do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil

Indicadores	Pergunta	Métrica 1	Métrica 2	Métrica 3
IE1) Renda para consumo próprio	a) Como é a produção de proteínas (ovos, carne, leite, etc.) para seu consumo na propriedade?	Não produzo ovos	Produzo proteínas (ovos, carne, leite, etc.), mas não atende completamente nossa demanda	Produzo ovos suficientes, não preciso comprar fora <i>(caso não haja consumo de proteína animal, pelo veganismo, considerar esta métrica)</i>
	b) Como é a produção de frutas, vegetais, hortaliças e grãos para seu consumo na propriedade?	Não produzo frutas	Produzo frutas, mas não atende completamente nossa demanda	Produzo frutas o suficiente, não preciso comprar fora
IE2) Renda da venda da produção	A renda da produção é suficiente para sustentar a família?	Tenho pouca produção/vendo pouco, o que contribui com menos da metade da minha renda	A venda dos produtos é suficiente somente para manter a família	A venda dos produtos é suficiente para manter a família e ainda sobra para investimentos e/ou poupança
IE3) Balanço financeiro	Tem alguma dívida relacionada à produção agrícola ou pessoal (financiamento, crédito rural, etc.)?	Sim, possuo, não estou conseguindo pagar	Sim, possuo, e estou conseguindo pagar	Não possuo
IE4) Desgaste do imóvel rural e dos maquinários	a) Está precisando fazer manutenções de infraestrutura (casa, curral, barracões, etc.) na sua propriedade?	Sim, muitas	Sim, algumas	Não preciso
	b) Está precisando consertar ou substituir ferramentas e/ou maquinários na sua propriedade?	Sim, muitas	Sim, algumas	Não preciso
IE5) Outras fontes de renda	Você tem uma fonte de renda fora da propriedade?	Não é suficiente e necessito de complementos extras e/ou empréstimos recorrentes	Eu consigo manter a propriedade, porém sem nenhum reserva	Consigo manter a propriedade e gerar reserva

Tabela 04. Indicadores, perguntas e métricas da dimensão agrônômica do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil.

Indicadores	Pergunta	Métrica 1	Métrica 2	Métrica 3
IAG1. Pré-implantação do Sistema	a) Houve desmatamento na propriedade à partir de 2020?	Houve desmatamento	Houve desmatamento, mas eu já estou restaurando as áreas degradadas	Não houve desmatamento
	b) Houve queimadas na propriedade nos últimos 3 anos?	Sim	Sim, mas eu não faço mais isso.	Não
	c) Como é o uso de máquinas no preparo do solo?	O preparo do solo é feito com maquinários grandes a cada ciclo produtivo, independente da condição do solo	Eu utilizo apenas quando o solo está degradado	Não utilizo maquinário pesado
IAG2. Implementação do Sistema	a) Quais os tipos de adubos utilizados?	Adubos químicos/sintéticos	Adubos minerais (pó de rocha) e adiciono matéria orgânica ou adubos organominerais (mineral e orgânico misturado)	Não uso adubos químicos/sintéticos, apenas adubos agroecológicos (adubação verde, composto, etc.)
	b) Como é feito o controle de formigas?	Utilizo formicida	Utilizo técnicas naturais contra formiga (cinzas, barreiras físicas, caldas, etc.)	Não realizo o controle, pois não há a necessidade de combate
	c) Qual tipo de semente você plantou?	Semente transgênica e/ou híbrida	Semente convencional	Semente crioula
	d) Como é feito o plantio inicial?	Com máquinas pesadas	Pequenos equipamentos	Manual
	e) Como é feito o arranjo do cultivo?	Monocultivo	Consórcio de plantas sem árvores e/ou sem sucessão natural	Consórcio de plantas com árvores - Sistema Agroflorestal (SAF), que respeita a estratificação da floresta e sucessão ecológica
IAG3. Manutenção do sistema I	a) Como é feita a cobertura do solo?	Não tem cobertura, o solo é exposto	Há cobertura morta e/ou menos da metade do solo está coberta com plantas ou palhas	Há cobertura verde e mais da metade do solo está coberta com plantas ou palhas
	b) Como é realizado o manejo do mato na área de cultivo?	Com uso de herbicida	Capina manual	Realiza a roçada
	c) Como é feito o manejo da matéria orgânica do solo?	Não há adição de Matéria Orgânica (MO)	Há adição de MO, porém é vinda de fora	Promove a adição de MO por meio do manejo local (podas e roçadas do próprio sistema; adubação verde e outras)
IAG4. Manutenção do sistema II	a) Como é feita a adubação?	Adubos químicos/sintéticos	Adubos minerais (pó de rocha) e adiciono matéria orgânica ou adubos organominerais (mineral e orgânico misturado)	Não uso adubos químicos/sintéticos, apenas adubos agroecológicos (adubação verde, composto, etc.)

	b) Como é feito o manejo das pragas e doenças?	Utiliza agrotóxicos (defensivos agrícolas)	Realiza o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e insumos minerais em caldas	Há controle natural estabelecido no sistema (<i>agentes fiscalizadores dos processos otimizadores de vida</i>) e/ou utilização de bioinsumos provenientes da propriedade
	c) Como é a relação com uso de máquinas nos tratos culturais?	Usa maquinário grandes (trator)	Uso de pequenos implementos (<i>maquinários de pequeno porte, microtrator, tobata, etc.</i>)	Utilizo equipamentos individuais (<i>Roçadeiras, enxada, etc.</i>)
	d) Como é feita a irrigação?	Irrigação em aspersão ou por inundação	Irrigação por gotejamento	Sistema natural (chuva)
IAG5. Estrutura do Solo	a) Como está a compactação do solo?	Não consigo enfiar o facão/ferro no solo (solo compactado)	Consigo inserir o facão/ferro, só um pouco (20 cm) ou com dificuldade (solo um pouco compactado)	Consigo inserir bastante (40cm) o facão/ferro no solo (solo não compactado)
	b) Como está a agregação das partículas do solo?	O solo é solto, empoeirado, não forma agregados (torrões moles e maleáveis)	O solo forma alguns agregados, que quebram com facilidade quando apertados com a mão	O solo forma agregados bem formados, difíceis de serem quebrados quando apertados com a mão
	c) Como está a presença de animais no solo (minhocas, tatuzinhos, vários tipos de formigas e aranhas)?	Quase não vejo minhocas, aranhas, tatuzinhos, etc. no solo	Vejo poucas minhocas e tatuzinhos, pouca variedade de formigas e aranhas	Vejo muitos minhocas e tatuzinhos, variedade de formigas e aranhas
IAG6. Colheita e Pós colheita	a) Como é realizado sua colheita?	Colheita com máquina (colheitadeira, tratores, etc.)	Utiliza máquinas de pequeno porte para realizar a colheita (derriça, soprador, etc.)	Manual
	b) Como é realizada o descarte dos resíduos sólidos pós colheita (cascas)?	Descarte inadequado sempre	Descarte inadequado de vez em quando	Destinado de forma correta, sempre, como na compostagem por exemplo.
	c) É realizada a lavagem ou utilizada água na pós colheita?	É utilizado água e o descarte é inapropriado (<i>água contaminada com agrotóxicos ou químicos descartada de forma inadequada</i>)	Utilizo água, mas o processo de manejo da cultura é agroecológico, não há químicos, porém não faço reuso dessa água	Não utilizo água e/ou faço reuso de forma adequada

Tabela 05. Indicadores, perguntas e métricas da dimensão de governança do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais, Brasil.

Indicadores	Pergunta	Métrica 1	Métrica 2	Métrica 3
-------------	----------	-----------	-----------	-----------

IG1) Controle de dados/ informações	a) Você possui um planejamento do seu manejo e produção (quantidade plantada, manejos, podas, quantidade a ser colhida, estágios e épocas do ano, insumos utilizados e/ou outros)?	Não possuo	Possuo, mas não é tão fácil de entender	Possuo e entendo tudo muito bem
	b) Você faz a identificação das glebas e da sua produção armazenadas?	Não faço	Sim, a maioria das glebas/produtos	Sim, todas as glebas/produtos
	c) Você registra as receitas e despesas da propriedade?	Não registro	Sim, mas não registro todas	Sim, registro e entendo bem todos os registros
IG2) Rastreabilidade da produção	Você possui anotações, caderno de campo e/ou outros registros atualizado para rastreabilidade?	Não possuo	Tenho, mas não com todos os registros e/ou com apenas acesso local	Tenho todos os registros e um sistema para acesso externo
IG3) Certificação	Você possui alguma certificação relacionada a boas práticas socioambientais (comércio justo, orgânicos, etc.)?	Não possuo	Sim, possuo ao menos uma certificação	Sim, possuo mais de uma certificação
IG4) Controle da cadeia de fornecedores	Você pensa em critérios e na responsabilidade socioambientais para escolha dos seus fornecedores?	Não me preocupo com isso na hora da compra de insumos	Sim, possuo critérios, mas nem sempre compro de fornecedores certificados ou sigo meus critérios, mas não exijo que meu fornecedor seja certificado	Sim, possuo critérios e compro de fornecedores certificados em boas práticas socioambientais
IG5) Participação em organização social	a) Algum membro da sua família participa de alguma associação, cooperativa, sindicato, etc.?	Ninguém participa	Alguns de nós somos filiados, mas não participamos ativamente	Todos nós participamos ativamente
	b) Você participa das decisões e votações do grupo (associação e/ou cooperativa) que você faz parte?	As decisões não são discutidas em grupo, os gestores centralizam as decisões	As decisões são parcialmente discutidas e os gestores decidem sem que todos concordem	As decisões são discutidas e tomadas em consenso com a opinião das pessoas
IG6) Transparência	a) As decisões da propriedade são tomadas pela família?	As decisões não são discutidas pela família	As decisões são parcialmente discutidas, mas normalmente a decisão é tomada por uma pessoa sem a necessidade de que todos concordem	As decisões são discutidas e tomadas em consenso com a opinião das pessoas
	b) Você consegue ter acesso às informações do seu grupo (associação e/ou cooperativa e etc.)?	Não consigo ter acesso às informações	As informações são pouco acessíveis, os diretores do grupo não falam muito sobre o que está acontecendo	As informações são bastante acessíveis, todos da família sabem o que está acontecendo

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa propôs a construção do Índice Multicritério de Sustentabilidade da Cafeicultura Familiar do Sul de Minas Gerais (IMS-CFSM), de maneira a estabelecer esse instrumento como uma ferramenta inovadora e participativa voltada à mensuração da sustentabilidade. Estruturado com base nos princípios da Economia Ecológica e em metodologias participativas, o IMS-CFSM representa um avanço na tentativa de superar as limitações dos atuais sistemas de valoração baseado na economia neoclássica, ao integrar múltiplas dimensões, como: ambiental, social, agrônômica, econômica e de governança, em um único instrumento. O índice se propõe ainda a abrir caminhos para a implementação futura de mecanismos como o Pagamento por Serviços Socioambientais (PSSA), que de fato reconheçam e recompensem adequadamente o papel dos agricultores familiares sustentáveis.

O primeiro objetivo específico - Analisar as certificações de sustentabilidade aplicadas ao setor cafeeiro, identificando seus requisitos, benefícios e limitações para os produtores familiares, foi alcançado e está descrito no Capítulo 2. A análise comparativa das principais certificações cafeeiras em uso no Sul de Minas Gerais revelou lacunas significativas quanto à aderência às realidades da cafeicultura familiar. Os dados demonstraram que, embora os selos tragam certos benefícios de mercado, suas exigências frequentemente não dialogam com as dinâmicas locais e tampouco asseguram remuneração proporcional aos investimentos realizados pelos produtores, o que reforça a necessidade de instrumentos mais justos e adaptados de compensação financeira.

Os objetivos específicos 2 e 3 – Compreender as práticas sustentáveis empregadas na cafeicultura do Sul de Minas Gerais, investigar as percepções dos produtores sobre sustentabilidade e entender as influências estruturais na tomada de decisão dos produtores, foram atingidos e estão abordados no Capítulo 3. Esta parte da pesquisa, que culminou na escrita do segundo artigo, permitiu identificar os fatores sociais, econômicos e culturais que influenciam a adoção (ou não) de práticas sustentáveis, e evidenciou a relevância de construir uma ferramenta colaborativa e participativa, que englobe os aspectos técnicos da sustentabilidade, mas acima de tudo abranja as dimensões simbólicas e estruturais que

influenciam diretamente a permanência das famílias no campo e a adoção de práticas agroecológicas.

O objetivo geral da tese, assim como os objetivos específicos de 4 a 8, foram contemplados de forma mais aprofundada no Capítulo 4, por meio do artigo científico que aborda a construção e aplicação do IMS-CFSM. Os resultados forneceram um diagnóstico preliminar (proxy) da sustentabilidade local, e evidenciou a expressiva contribuição dos cafeicultores familiares para a sustentabilidade ambiental, social e territorial, ainda que essa contribuição siga, em grande parte, desvalorizada. De modo geral, a aplicação do IMS-CFSM revelou tanto a potencialidade dos agricultores familiares em serem reconhecidos como agentes sustentáveis, quanto os gargalos estruturais que dificultam a consolidação de suas práticas, especialmente no que diz respeito à ausência de valorização econômica proporcional ao esforço técnico, ambiental e social que empregam.

Nesse sentido, conclui-se que o IMS-CFSM é um instrumento metodologicamente robusto, construído a partir do diálogo entre diferentes saberes e enraizado na realidade dos cafeicultores familiares do Sul de Minas Gerais. Ao transformar critérios mercadológicos, percepções, valores e práticas cotidianas em indicadores capazes de orientar políticas públicas, o índice revela sua força como ferramenta de mensuração, reconhecimento e valorização da sustentabilidade. Sua aplicabilidade prática, especialmente como base para mecanismos como o Pagamento por Serviços Socioambientais, demonstra o potencial de promover mudanças reais nos territórios. Replicável em outras cadeias e regiões, desde que mantidas as adaptações contextuais e a escuta ativa dos atores envolvidos, o IMS-CFSM aponta caminhos para fortalecer a agricultura familiar sustentável, apoiar a transição agroecológica e ampliar o alcance de políticas públicas mais sensíveis, inclusivas e alinhadas às urgências sociais e climáticas do nosso tempo.

REFERÊNCIAS

- 4C Certification. (2024). *4C Certification*. <https://www.4c-services.org/process/>
- Abdelwahab, S. I., Elhassan Taha, M. M., Jerah, A. A., Aljahdali, I. A., Oraibi, B., Alfaifi, H. A., Abdullah, S. M., Alzahrani, A. H., Oraibi, O., Babiker, Y., & Farasani, A. (2024). Coffee arabica research (1932–2023): Performance, thematic evolution and mapping, global landscape, and emerging trends. *Heliyon*, *10*(16), e36137. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36137>
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. (3rd ed.). CRC Press.
- Alves, F. D., & Lindner, M. (2020). AGRONEGÓCIO DO CAFÉ NO SUL DE MINAS GERAIS: territorialização, mundialização e contradições. *OKARA: Geografia Em Debate*, *433–452*. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2020v14n2.54246>
- ANA, A. N. de Á. e S. B. (2025). *Produtor de Água*. Ministério Da Integração Nacional e Do Desenvolvimento Regional. <https://www.gov.br/ana/pt-br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua>
- Bana e Costa, C. A. (1993). *Processo de apoio à decisão: actores e acções, estruturação e avaliação* (Vol. 13). Publicação CESUR.
- Baqueta, M. R., Diniz, P. H. G. D., Pereira, L. L., Almeida, F. L. C., Valderrama, P., & Pallone, J. A. L. (2024). An overview on the Brazilian Coffea canephora scenario and the current chemometrics-based spectroscopic research. *Food Research International*, *194*, 114866. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114866>
- Bertoncelo, E. (2022). *Construindo espaços relacionais com a análise de correspondências múltiplas: aplicações nas ciências sociais* (1st ed.). ENAP. https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7253/1/Bertoncelo_completo_20220822.pdf
- Besen, M., Ribeiro, R., Rigo, A., Iwasaki, G., & Piva, J. (2018). Soil conservation practices and greenhouse gases emissions in Brazil. *Scientia Agropecuaria*, *9*(3), 429–439. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.15>
- BNDS. (2018). Green Bond - Relatório Anual 2018. In *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social*. <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14762>
- Bourdieu, P. (1977). *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511812507>

- Bourdieu, P. (1996). *Razões Práticas: Sobre a teoria da ação* (9th ed.). Papirus.
- Bourdieu, P. (2011). *A Distinção. Crítica social do julgamento* (2nd ed.). Zouk.
- Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 - Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais., 1 1 (2021). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm
- Brundtland, G. H. (1989). Global Change and Our Common Future. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 31(5), 16–43. <https://doi.org/10.1080/00139157.1989.9928941>
- Castro, C. V., Lira, J. M. S., Salgado, E. G., & Beijo, L. A. (2023). Socio-Environmental Impacts of Certifica Minas Café Program on Coffee Plantations in Southern Minas Gerais. *Journal of Sustainable Development*, 16(5), 76. <https://doi.org/10.5539/jsd.v16n5p76>
- CEPEA, C. de E. A. em E. A. (2025). *PIB do Agronegócio Brasileiro*. CEPEA-ESALQ/USP. https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx?utm_source=chatgpt.com
- Chiodi, R. E., & Moruzzi Marques, P. E. (2018). Multifuncionalidade da Agricultura e Serviços ambientais: aproximações e distanciamentos como referenciais de políticas públicas. *Desenvolvimento Em Questão*, 16(45), 214–232. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.45.214-232>
- CMC, C. M. (2024). *Certifica Minas Café*. <http://www.agricultura.mg.gov.br/certificaminas/website/index.php/programa-cert/sobre-o-certifica-minas>
- Coltro, L., Tavares, M. P., & Sturaro, K. B. F. S. (2024). Life cycle assessment of conventional and organic Arabica coffees: from farm to pack. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29(9), 1672–1687. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02317-7>
- CONAB. (2023). Acompanhamento da Safra Brasileira. *Boletim Da Safra 2023*, 10(2), 45. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/>
- CONAB. (2024). *Portal de Informações Agropecuárias*. Preços Mínimos. <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/precos-minimos>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1998). The

- value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 25(1), 3–15. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(98\)00020-2](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(98)00020-2)
- Daly, H., & Farley, J. (2016). *Ecological Economics* (A. C. e M. Ambiente (ed.); 1st ed.). Annablume.
- de Freitas, C. H., Coelho, R. D., de Oliveira Costa, J., & Sentelhas, P. C. (2025). Equationing Arabica coffee: Adaptation, calibration, and application of an agrometeorological model for yield estimation. *Agricultural Systems*, 223, 104181. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104181>
- Diesendorf, M., Davies, G., Wiedmann, T., Spangenberg, J. H., & Hail, S. (2024). Sustainability scientists' critique of neoclassical economics. *Global Sustainability*, 7. <https://doi.org/10.1017/sus.2024.36>
- Eduarda Terra Querme, M., & Araújo Lima, D. (2023). Traceability Automation in Coffee Production: A Case Study on QR Code Integration to Optimize Manual Steps. *Archives of Advanced Engineering Science*, 2(3), 170–180. <https://doi.org/10.47852/bonviewAAES32021455>
- Escobar-Ramírez, S., Grass, I., Armbrrecht, I., & Tscharrntke, T. (2019). Biological control of the coffee berry borer: Main natural enemies, control success, and landscape influence. *Biological Control*, 136, 103992. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.05.011>
- Espírito Santo. (2018). Atlas da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo. In *Iema* (Vol. 1, pp. 1–248).
- Fairtrade International. (2024). *Fairtrade International*. <https://www.fairtrade.net/>
- FAO. (2023). The State of Food and Agriculture - Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. In *The State of Food and Agriculture 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, F. and A. O. (2021). *Family Farming and the Future of Agriculture*. <https://doi.org/https://www.fao.org/family-farming/en/>
- Ferreira, C. C., Jaeggi, M. E. P. da C., Moreira, T. B. R., Souza, M. N., Rodrigues, D. D., Fonseca, R. A., Zampieri, F. G., Moreira, C. G., Zacarias, A. J., & Souza, I. I. de M. (2021). Cafeicultura: Recuperação de áreas degradadas e uso de práticas agroecológicas no manejo do café em região de montanhas. In *Tópicos em recuperação de áreas degradadas*. Mérida Publishers. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-6-9.c3>

- Ferreira, W. P. M., Rufino, J. L. dos S., Fonseca, H. P., Queiroz, D. M. de, Fernandes Filho, E. I., Ribeiro, M. de F., & Ferreira, C. de F. S. (2022). Mapping the mountainous climate in the Matas de Minas region, Brazil which influences the top-quality coffee beverages. *Research, Society and Development*, *11*(12), e261111233776. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.33776>
- Forbes. (2025). *Exportação de Café do Brasil em 2024 Supera 50 Milhões de Sacas Pela 1ª Vez*. Forbes Agro. <https://forbes.com.br/forbesagro/2025/01/exportacao-de-cafe-do-brasil-em-2024-supera-50-milhoes-sacas-pela-1a-vez/>
- GCP, G. C. P. (2023). *GCP Sustainable Coffee Purchases Snapshot 2022*. <https://www.globalcoffeeplatform.org/latest/2023/gcp-snapshot-report-2022/>
- Giller, K. E., Delaune, T., Silva, J. V., Descheemaeker, K., van de Ven, G., Schut, A. G. T., van Wijk, M., Hammond, J., Hochman, Z., Taulya, G., Chikowo, R., Narayanan, S., Kishore, A., Bresciani, F., Teixeira, H. M., Andersson, J. A., & van Ittersum, M. K. (2021). The future of farming: Who will produce our food? *Food Security*, *13*(5), 1073–1099. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01184-6>
- Glamann, J., Hanspach, J., Abson, D. J., Collier, N., & Fischer, J. (2017). The intersection of food security and biodiversity conservation: a review. *Regional Environmental Change*, *17*(5), 1303–1313. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0873-3>
- Goncalves, N., Andrade, D., Batista, A., Cullen, L., Souza, A., Gomes, H., & Uezu, A. (2021). Potential economic impact of carbon sequestration in coffee agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, *95*(2), 419–430. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00569-4>
- Grabs, J., & Ponte, S. (2019). The evolution of power in the global coffee value chain and production network. *Journal of Economic Geography*, *19*(4), 803–828. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbz008>
- Hajjar, R., Newton, P., Adshead, D., Bogaerts, M., Maguire-Rajpaul, V. A., Pinto, L. F. G., McDermott, C. L., Milder, J. C., Wollenberg, E., & Agrawal, A. (2019). Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, *206*, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.102>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Muñoz-Ucros, J., Pérez-

- Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Hung Anh, N., Bokelmann, W., Thi Thuan, N., Thi Nga, D., & Van Minh, N. (2019). Smallholders' Preferences for Different Contract Farming Models: Empirical Evidence from Sustainable Certified Coffee Production in Vietnam. *Sustainability*, 11(14), 3799. <https://doi.org/10.3390/su11143799>
- IBGE. (2017). Censo Agropecuário 2017. In *IBGE*. <https://doi.org/https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>
- ICO. (2023a). Coffee Report and Outlook. In *International Coffee Organization*. https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf
- ICO. (2023b). The Coffee Report and Outlook (CRO). *International Coffee Organization*, 1–39.
- IMAFLORA. (2024). *Rainforest Alliance*. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLORA). <https://www.imaflora.org/projetos//rainforest-alliance>
- IPCC. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. In P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan (Eds.), *Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Jena, P. R., Chichaibelu, B. B., Stellmacher, T., & Grote, U. (2012). The impact of coffee certification on small-scale producers' livelihoods: a case study from the Jimma Zone, Ethiopia. *Agricultural Economics*, 43(4), 429–440. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00594.x>
- Keeney, R. L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. Harvard University Press.
- Lima, L. F., Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Romeiro, A. R., Tôsto, S. G., Maciel, M.

- D. A., Sarcinelli, O., Oliveira, O. F., & Pereira, L. C. (2023). Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre-Brasil. In *Texto para Discussão*. <https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD457.pdf>
- Lima, L. F., Romeiro, A. R., Abreu, L. S. de, Mangabeira, J. A. de C., & Tôsto, S. G. (2025). Virtuous and Vicious Circles in Organic Agriculture: A Comparative Typology Between Denmark and Brazil. *Agriculture*, *15*(23), 2429. <https://doi.org/10.3390/agriculture15232429>
- Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Lima, L. F., & Romeiro, A. R. (2024). A valoração e o pagamento por serviços socioambientais na Reserva Extrativista Chico. *Texto Para Discussão*, *464*.
- Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Lima, L. F., Romeiro, A. R., Oliveira, O. F. de, Silva, V. F., Filho, F. N., & Thomazi, G. (2024). Valuation and Payment for Socio-Environmental Services in the Chico Mendes Extractive Reserve, Amazon, Brazil. *Journal of Environmental Protection*, *15*(12), 1087–1106. <https://doi.org/10.4236/jep.2024.1512064>
- Maciel, R. C. G., Oliveira, O. F. de, Menezes, H. C. da S., & Freire, A. de B. (2021). AVALIAÇÃO SOCIAL DA RESERVA EXTRATIVISTA “CHICO MENDES”: CONSIDERAÇÕES SOBRE O PERÍODO 2005-2019. In *RESERVA EXTRATIVISTA “CHICO MENDES” A Socieconomia 25 anos depois*. Editora Omnis Scientia. <https://doi.org/10.47094/978-65-88958-54-4/44-66>
- Maguire-Rajpaul, V. A., Rajpaul, V. M., McDermott, C. L., & Guedes Pinto, L. F. (2020). Coffee certification in Brazil: compliance with social standards and its implications for social equity. *Environment, Development and Sustainability*, *22*(3), 2015–2044. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0275-z>
- Mangabeira, J. A. de C., Pinto, D. M., & Scarazatti, B. (2021). Guia Metodológico: geração de indicadores de desempenho e índice multicritério de sustentabilidade para agricultura familiar no bioma Amazônia. In Embrapa Territorial (Ed.), *Embrapa Territorial* (1º, Vol. 1, Issue 138). <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133822/guia-metodologico-geracao-de-indicadores-de-desempenho-e-indice-multicriterio-de-sustentabilidade-para-agricultura-familiar-no-bioma-amazonia>
- MAPA, M. da A. e P. (2024). *Instrução Normativa nº 19, de 28 de junho de 2021*.

- <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos>
- Medina, G., Almeida, C., Novaes, E., Godar, J., & Pokorny, B. (2015). Development Conditions for Family Farming: Lessons From Brazil. *World Development*, 74, 386–396. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.023>
- Lei nº 22.926 - Certifica Minas, (2018). <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/22926/2018/>
- Ministério da Agricultura e Pecuária. (2025). *Plano ABC e ABC+*. Governo Do Brasil. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais>
- Ministério do Trabalho e Emprego. (2024). *Entidades assinam pacto pelo trabalho decente na cafeicultura no Brasil*. Governo Do Brasil. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Maio/entidades-assinam-pacto-pelo-trabalho-decente-na-cafeicultura-no-brasil>
- Moura, L. A. A. de. (2023). *Economia Ambiental: Gestão de Custos e Investimentos Capa comum* (Freitas Bastos (ed.); 5th ed.).
- Naegele, H. (2020). Where does the Fair Trade money go? How much consumers pay extra for Fair Trade coffee and how this value is split along the value chain. *World Development*, 133, 105006. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105006>
- Neves, J., & Imperador, A. M. (2022). Estratégias agroecológicas utilizadas pelos pequenos cafeicultores na gestão territorial: o sul de Minas Gerais. In *Agroecologia, permacultura e conhecimentos ecológicos na gestão territorial* (pp. 163–171). EDUFMA. https://www.researchgate.net/publication/364997463_Estrategias_agroecologicas_utilizadas_pelos_pequenos_cafeicultores_na_gestao_territorial_o_sul_de_Minis_Gerais
- Nolasco, C., Soler, L., Freitas, M., Lahsen, M., & Ometto, J. (2017). Scenarios of Vegetable Demand vs. Production in Brazil: The Links between Nutritional Security and Small Farming. *Land*, 6(3), 49. <https://doi.org/10.3390/land6030049>
- Oldekop, J. A., Chappell, M. J., Peixoto, F. E. B., Paglia, A. P., do Prado Rodrigues, M. S., & Evans, K. L. (2015). Linking Brazil’s food security policies to agricultural change. *Food Security*, 7(4), 779–793. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0475-4>
- Panhuisen, S., & Vries, de F. (2023). *Coffee Barometer 2023*. <https://coffeebarometer.org/>
- Pearce, D. W. ., & Pretty, J. N. (1993). *Economic values and the natural world* (MIT Press (ed.)).

- Pinto, L. F. G., Gardner, T., McDermott, C. L., & Ayub, K. O. L. (2014). Group certification supports an increase in the diversity of sustainable agriculture network-rainforest alliance certified coffee producers in Brazil. *Ecological Economics*, *107*, 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.006>
- Poncet, V., van Asten, P., Millet, C. P., Vaast, P., & Allinne, C. (2024). Which diversification trajectories make coffee farming more sustainable? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *68*, 101432. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2024.101432>
- Potenza, R., Souza, M. Z. De, Jorge, M., Paixão, D. P., & Mantovani, M. C. (2022). *Estimativas das Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Café Brasileiro* (IMAFLOA (ed.); 1st ed.). CECAFE. chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.cecafe.com.br/site/wp-content/uploads/2022/05/cecafe_relatorio_imaflora_vf.pdf
- Rainforest Alliance. (2024). *Rainforest Alliance*. Rainforest Alliance. <https://www.rainforest-alliance.org/>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., ... Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, *9*(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Risueño Solarte, M., Findji, M. T., Grass, J. F., & Montes, C. (2023). Elements for Re-Designing Sustainability Strategies with Groups of Small Coffee Producers. *Sustainability*, *15*(20), 14805. <https://doi.org/10.3390/su152014805>
- Robert, K. W., Parris, T. M., & Leiserowitz, A. A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, *47*(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00139157.2005.10524444>
- Rocha, G. A., Viviani, M. J., Ferreira, M. A., Zaro, E. S., Cunha, A. R. da, & Tiezzi, R. de O. (2025). Sustainability certifications in Brazilian coffee: a multidimensional comparative analysis. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, *60*. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94782338>
- Rockström, J. et al. (2020). Planetary boundaries: A compass for investing for the common good. In *Sustainable Investing Sustainable Investing A Path to a New Horizon* (1st ed., pp.

- 109–128). Routledge.
- Romeiro, A. R. (2012). Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos Avançados*, 26(74), 65–92. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>
- Rossi Moda, L., Eugênio Spers, E., Florêncio de Almeida, L., & Mara de Alencar Schiavi, S. (2022). Brazilian Coffee Sustainability, Production, and Certification. In *Sustainable Agricultural Value Chain* (Issue September, p. 20). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(9), 805–814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>
- Schiavon, O. P., May, M. R., & Mendonça, A. T. B. B. de. (2022). Dynamic capabilities and business model innovation in sustainable family farming. *Innovation and Management Review*, 19(3), 252–265. <https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0136>
- Sesso, P. P., Sesso Filho, U. A., & Pereira, L. F. P. (2021). Dimensionamento do agronegócio do café no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 38(2), 26901. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2021.v38.26901>
- Siles, P., Cerdán, C. R., & Staver, C. (2022). Smallholder Coffee in the Global Economy—A Framework to Explore Transformation Alternatives of Traditional Agroforestry for Greater Economic, Ecological, and Livelihood Viability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.808207>
- Tinoco-Jaramillo, L., Vargas-Tierras, Y., Paredes-Arcos, F., Viera, W., Suárez-Tapia, A., Vargas-Tierras, T., Suárez-Cedillo, S., Morales-León, V., & Vásquez-Castillo, W. (2024). Nutrient Contribution and Carbon Sequestration of an Agroforestry System of *Coffea canephora* Cultivated by Conventional and Organic Management in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 15(5), 807. <https://doi.org/10.3390/f15050807>
- Torres, C. M. M. E., Gonçalves Jacovine, L. A., Oliveira Neto, S. N. de, Brianezi, D., & Alves, E. B. B. M. (2014). Sistemas Agroflorestais no Brasil: Uma abordagem sobre a estocagem de carbono. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 34(79), 235. <https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.79.633>
- Utrilla-Catalan, R., Rodríguez-Rivero, R., Narvaez, V., Díaz-Barcos, V., Blanco, M., & Galeano, J. (2022). Growing Inequality in the Coffee Global Value Chain: A Complex

- Network Assessment. *Sustainability*, 14(2), 672. <https://doi.org/10.3390/su14020672>
- van Rikxoort, H., Schroth, G., Läderach, P., & Rodríguez-Sánchez, B. (2014a). Carbon footprints and carbon stocks reveal climate-friendly coffee production. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(4), 887–897. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0223-8>
- van Rikxoort, H., Schroth, G., Läderach, P., & Rodríguez-Sánchez, B. (2014b). Carbon footprints and carbon stocks reveal climate-friendly coffee production. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(4), 887–897. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0223-8>
- Vatn, A. (2020). Institutions for sustainability—Towards an expanded research program for ecological economics. *Ecological Economics*, 168, 106507. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106507>
- Volsi, B., Telles, T. S., Caldarelli, C. E., & da Camara, M. R. G. (2019). The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE*, 14(7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>
- Wienhold, K., & Goulao, L. F. (2023). The Embedded Agroecology of Coffee Agroforestry: A Contextualized Review of Smallholder Farmers' Adoption and Resistance. *Sustainability*, 15(8), 6827. <https://doi.org/10.3390/su15086827>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, 53(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>

ANEXO A -

Paper publicado na Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Brazilian Journal of Environmental

ISSN 2176-9478

DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-94782338>



Revista Brasileira de Ciências Ambientais
Brazilian Journal of Environmental Sciences



Sustainability certifications in Brazilian coffee: a multidimensional comparative analysis

Certificações de sustentabilidade no café brasileiro: uma análise comparativa multidimensional

Gabriela Azevedo Rocha¹, Marcelo Juliano Viviani², Milena Andrade Ferreira², Elise Soerger Zaro³,
Antonio Rodrigues da Cunha Neto¹, Rafael de Oliveira Tiezzi²

ABSTRACT

The adoption of sustainability certifications in the coffee sector presents significant challenges for producers, who must balance the costs and requirements of these schemes with the expected economic and commercial benefits. This study addresses a gap in the literature by conducting an unprecedented multidimensional comparative analysis of major certifications applied to Brazilian coffee production (namely 4C, Fairtrade, Rainforest Alliance, and Certifica Minas Café) considering the sustainability pillars (social, environmental, agronomic, and management) and market dynamics, aiming at offering a systemic overview to support decision-making by farmers, researchers, and other coffee sector stakeholders. The methodology combines a comprehensive literature review, analysis of commercial data from a leading specialty coffee exporter, and the authors' practical expertise. The findings reveal varying degrees of complexity in sustainability requirements across certifications, as well as a disconnection between the sustainability efforts demanded of producers and the financial returns they receive, undermining the transformative potential of these systems. As a practical contribution, the study advocates for the integration of complementary valuation mechanisms (such as Payments for Socio-Environmental Services) into certification models to enhance their effectiveness. The proposed categorization also provides an innovative analytical tool to support producers, exporters, and policymakers in making strategic decisions regarding certification, fostering a fairer and more sustainable coffee value chain aligned with global market demands.

Keywords: sustainable coffee production in Brazil; Fairtrade; Rainforest Alliance; sustainability certifications; 4C certification; sustainable practices.

RESUMO

A adoção de certificações de sustentabilidade no setor cafeeiro impõe desafios significativos aos produtores, que precisam equilibrar os custos e exigências desses selos com os benefícios econômicos e comerciais esperados. Este estudo se propõe a preencher uma lacuna na literatura ao realizar uma análise comparativa multidimensional e inédita das principais certificações aplicadas à cafeicultura brasileira (4C, Fairtrade, Rainforest Alliance e Certifica Minas Café) considerando os pilares da sustentabilidade (social, ambiental, agrônomo e gestão) e aspectos mercadológicos, com o objetivo de oferecer um panorama sistêmico que apoie tomadas de decisões por parte de agricultores, pesquisadores e demais atores da cafeicultura. A metodologia combina uma revisão bibliográfica abrangente, análise de dados comerciais de uma grande exportadora de cafés especiais e a experiência prática dos autores. Os resultados revelam diferentes graus de complexidade nas exigências de sustentabilidade entre os selos, além de uma desconexão entre os esforços exigidos dos produtores e os retornos financeiros obtidos, comprometendo o potencial transformador desses sistemas. Como contribuição prática, o estudo defende a integração de mecanismos complementares de valorização (como Pagamentos por Serviços Socioambientais) aos modelos de certificação para melhorar sua eficácia. A categorização proposta neste trabalho também oferece uma ferramenta analítica inovadora, útil para orientar cafeicultores, exportadores e formuladores de políticas públicas na escolha estratégica de certificações, promovendo uma cadeia de valor do café mais justa, sustentável e alinhada às exigências do mercado global.

Palavras-chave: cafeicultura sustentável no Brasil; Fairtrade; Rainforest Alliance; certificações de sustentabilidade; certificação 4C; práticas sustentáveis.

¹Universidade Federal de Alfenas – Alfenas (MG), Brazil.

²Universidade Federal de São Carlos – São Carlos (SP), Brazil.

³Universidade Federal de Grande Dourados – Dourados (MS), Brazil.

Corresponding author: Gabriela Azevedo Rocha – Postgraduate Program in Environmental Science, Federal University of Alfenas – Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro – CEP: 37130-000 – Alfenas (MG), Brazil. E-mail: gabiazavedoxd@gmail.com

Funding: The authors are grateful for the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and the Foundation for Research Support of Minas Gerais State (FAPEMIG).

Conflicts of interest: the authors declare no conflicts of interest.

Received on: 10/31/2024. Accepted on: 06/22/2025.

<https://doi.org/10.5327/Z2176-94782338>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons license.

Introduction

The impact of human activities on the planet has been widely discussed since the 1990s, and with the worsening of environmental crises, productive sectors such as agriculture have been under increasing pressure to adopt more sustainable practices, particularly in countries like Brazil, where coffee cultivation plays a crucial role in the global economy (Sachs et al., 2019; Rockström et al., 2020; IPCC, 2023; Panhuysen and Vries, 2023). As a mitigation measure, sectoral transformations are being discussed and implemented with great urgency, especially within the so-called FEW (Food, Energy, Water) nexus, to which the agricultural sector is highly interconnected. More specifically, this sector has been striving to find solutions to increase production by 70% by 2050 without further damaging ecosystems (Bahadur et al., 2018).

It is important to emphasize that as climate change, biodiversity loss, desertification, and water scarcity become increasingly evident, the concept of sustainability gains prominence. This stems from society's growing conviction that one of the few viable pathways to avoid irreversible transformations lies in economic development that integrates environmental and social balance (Sachs et al., 2019; Rockström et al., 2020; Moda et al., 2022). In this context, the global coffee sector stands out as a major consumer of natural resources and as a unique opportunity to implement sustainable transformations aligned with global demands and local specificities, given its high socioeconomic relevance and environmental impacts associated with its production chain.

Furthermore, according to a 2020 survey conducted by the IBM Institute for Business Value involving over 14,000 consumers across nine countries—including Brazil—66% of respondents expressed willingness to shift their purchasing behavior to help mitigate negative environmental impacts (IBM, 2021). This global trend is also reflected in the coffee market, where sustainability certifications have become an escalating demand among discerning consumers and markets. Consequently, this reality is driving behavioral shifts within the agricultural sector, which faces mounting pressure to demonstrate the sustainability of its processes to remain competitive in a globalized market.

Moving toward a more sustainable sector, laws, norms, and regulations governing agricultural practices have gained increasing relevance, particularly in light of intensifying climate change. In Brazil, while the 2012 Forest Code represents a milestone for sustainable land use and environmental protection, its implementation faces significant challenges, mostly regarding the Rural Environmental Registry (Cadastro Ambiental Rural). As noted by Milhorange et al. (2020), the lack of coordination between regulatory instruments and political limitations has hindered the integration of measures aimed at climate adaptation and sustainability. According to the authors, this issue is further exacerbated by the dismantling of environmental policies, which has weakened institutional mechanisms and reduced funding for crucial initiatives promoting sustainable agricultural practices.

In this scenario, voluntary sustainability standards emerge as a strategic alternative to address gaps left by public regulation.

These standards not only demonstrate a more transparent commitment to responsible socio-environmental practices (Schaltz and Bork, 2019; Panhuysen and Vries, 2023) but can also help mitigate some of the negative socio-environmental impacts caused by agricultural practices—including deforestation, water scarcity, and violations of basic human rights—while simultaneously enabling productivity and profitability gains (Potts et al., 2014; Bermudez et al., 2022; Voora et al., 2022). As Brazil is the world's largest coffee producer and exporter, predominantly in the state of Minas Gerais, these challenges and opportunities are especially relevant to the Brazilian coffee sector, which contributes significantly to the global market (Conab, 2023; ICO, 2023).

Coffee cultivation has undoubtedly been one of the pioneering agricultural sectors in the pursuit of sustainability certifications, particularly since the 2000s (Potts et al., 2014; Barra and Ladeira, 2018; Scalco, 2019; Meier et al., 2020; Moda et al., 2022). According to Meier et al. (2020), the volume of coffee produced in compliance with the Voluntary Sustainability Standards increased from 13 to 19% between 2008 and 2019. Data from the Coffee Barometer report indicates that approximately 55% of global coffee production was certified during the 2020–2022 period (Panhuysen and Vries, 2023). Furthermore, as reported by Panhuysen and Vries (2023) and corroborated by data published by the Global Coffee Platform (GCP, 2023), the three most prominent third-party certifications in the coffee sector, ranked by their respective global production volumes in 2022, were: 4C (1,61 million tons), Rainforest Alliance/UTZ (1,08 million tons), and Fairtrade (0,82 million tons). This growth reflects simultaneously the increasing demands from international markets and the pressures faced by coffee growers to adapt to sustainability requirements and compete in more specialized market segments.

As Brazil is the world's largest coffee producer and exporter, with Minas Gerais being the leading production state (Conab, 2023; ICO, 2023), socio-environmental responsibility certifications have become deeply embedded in the reality of local producers. These producers seek to maintain their competitiveness in an increasingly demanding market and secure better prices in commercial negotiations, since sustainability-certified coffees are often classified as specialty coffees, commanding premium prices per sack (Melo et al., 2017). Of particular relevance in the state is the Certifica Minas Café (CMC) certification, a label developed by the Government of Minas Gerais in partnership with the State Technical Assistance and Rural Extension Company (Emater; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural), the State Secretariat of Agriculture, Livestock, and Supply (Seapa; Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais), and the Minas Gerais Agricultural Institute (IMA; Instituto Mineiro de Agropecuária), representing a genuinely Brazilian certification scheme (CMC, 2024). It is noteworthy that these four mentioned standards are specifically designed for the agricultural sector with tailored criteria, unlike broader certifications applicable to multiple sectors and organizations of varying sizes.

Despite the significance of certifications for coffee production in Southern Minas Gerais, Melo et al. (2017) identifies a substantial research gap regarding these certifications. Countries such as Nicaragua, Peru, and Mexico, despite their comparatively lower coffee export volumes, demonstrate a greater body of research on this topic (Barham and Weber, 2012; Mitiku et al., 2017). Furthermore, few studies have conducted comparative analyses between different certifications, and even those failed to adequately address the differences and similarities in socio-environmental criteria and their respective compositions. Examples include the works of Veiga et al. (2016) and Maguire-Rajpaul et al. (2020), which examined correlations between social and management aspects of certain certifications in the Brazilian coffee sector but neglected environmental and agronomic elements.

It is well-established that the pursuit of certifications in the coffee sector presents considerable complexity due to the extensive variety of available sustainability labels. This can create confusion among producers, who face challenges in understanding each standard's requirements and identifying certifications whose benefits justify the implementation and maintenance costs (Veiga et al., 2016). To address these challenges, it is imperative to develop comparative studies analyzing available certifications, with particular emphasis on their differences and similarities regarding socio-environmental responsibility. Furthermore, such research should examine the fundamental pillars of sustainability along with market-related aspects, providing practical guidance for the coffee industry and, most importantly, for coffee growers. This approach would enable certification selection to be better aligned with each producer's values, objectives, and specific conditions, thereby optimizing individual benefits while contributing to a more sustainable and ethical sector.

Given the scarcity of comparative studies on coffee certifications, particularly in Brazil, this study aimed to provide a systemic overview to support decision-making by farmers, researchers, and other coffee sector stakeholders. We conducted a novel multidimensional comparative analysis of the main certifications applied to Brazilian coffee production (4C, Fairtrade, Rainforest Alliance, and Certifica Minas Café), evaluating sustainability pillars—social, environmental, agronomic, and management (Mangabeira et al., 2021)—along with market-related aspects.

Key sustainability certifications in the coffee sector

The Rainforest Alliance 2020 certification (RA 2020), currently comprising 536 issued licenses in Brazil, represents a socio-environmental certification system designed to provide producers with an enhanced framework for improving livelihoods while protecting biodiversity and local ecosystems. This voluntary standard simultaneously promotes fair labor conditions through sustainable development plans, requiring certified producers to allocate investments toward achieving sustainability targets (Imaflora, 2024; Rainforest Alliance, 2024). Notably, in 2018, the UTZ program merged with Rainforest Alliance under

the unified RA 2020 certification scheme, incorporating improved agricultural standards that combine the strengths of both organizations (Rainforest Alliance, 2024).

The Fairtrade certification system aims to ensure fair prices for agricultural products, including coffee, while promoting environmentally sustainable practices and improving social conditions. Specifically targeting smallholder farmers organized in associations or cooperatives, its framework emphasizes agricultural and commercial practices tailored to their needs. The certification's core objective is to establish requirements enabling small farmers' participation in the systems by guaranteeing: the Fairtrade Minimum Price for certified products and the Fairtrade Premium paid directly to certified organizations. These funds must be invested in community development through sustainable development plans (Fairtrade International, 2024).

The 4C certification (Common Code for the Coffee Community) currently has 30 issued licenses in Brazil, predominantly granted to cooperatives and associations. According to data published on the official certification website, this presently impacts about 65,500 Brazilian workers and covers a coffee production area of roughly 226,700 hectares. The 4C Code of Conduct focuses on sustainable coffee agricultural production and post-harvest activities, encompassing environmental, social, and economic dimensions. It establishes minimum sustainability standards while promoting gradual improvement of agricultural practices, delivering quality, independence, credibility, and innovation services to the coffee sector. The certification seeks to ensure good practices in product sourcing, production, and commercialization (4C Certification, 2024).

Within the Brazilian context, particularly in Minas Gerais, the state-level Certifica Minas Café certification stands out as a government-led program established to promote sustainable agricultural practices in coffee production. Implemented through State Law nº 22,926 of January 12, 2018, this initiative aims to enhance the visibility and competitiveness of Minas Gerais coffee in domestic and international markets. This certification seal serves as a reliable attestation that certified producers adhere to sound management practices while maintaining product quality standards (Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2018).

Each certification scheme presents distinct characteristics and benefits, requiring producers to carefully evaluate which system best aligns with their operational needs, values, and objectives (Rich et al., 2018; Castro et al., 2023). Key differentiating factors among certifications include: 1. Relative emphasis on environmental sustainability versus social responsibility; 2. Requirement of organic agricultural practices versus allowance of conventional methods; and 3. Specific management criteria encompassing production traceability and transparency requirements.

Nevertheless, the impacts on sustainability criteria—such as those concerning the economic and environmental aspects of certification—also reflect challenges and opportunities for producers. For example,

certifications like Rainforest Alliance and Fairtrade demonstrate potential in reducing deforestation and promoting environmental conservation. Takahashi and Todo (2013) found that shade-grown coffee certifications in Ethiopia significantly decreased deforestation, while Mitiku et al. (2017) identified that certification schemes improved income and reduced poverty. However, economic benefits are often mixed: studies such as those by Ibanez and Blackman (2015) highlight that while certifications encourage better environmental practices, they do not always lead to significant economic gains. This complexity underscores the need for an informed assessment of certifications, considering local contexts and market dynamics.

The multiplicity of certifications also poses significant challenges. Competition among labels can lead to “standards downgrade,” that is, the relaxation of costs and a reduction in the rigor of requirements, which undermines the effectiveness of sustainable practices. This scenario underscores the importance of greater transparency in the information provided by certifiers to prevent ill-informed decisions that may harm producers. Understanding the nuances of different labels thus becomes essential for farmers to make more informed choices, avoid unnecessary expenses, and enhance their access to more demanding markets.

Therefore, to avoid losses and dissatisfaction, it is imperative to thoroughly understand the similarities and differences among sustainability certifications. An informed decision in selecting an ecolabel not only ensures compliance with high standards but also promotes practices that align with the specific values and objectives of each producer.

The influence of certifications on coffee pricing

Certifications can ensure better coffee pricing, as the market pays a premium for certified coffee (GCP, 2023; Panhuysen and Vries, 2023), a phenomenon observed in Minas Gerais. This additional value paid for certified coffee lots is commonly referred to as a “price premium.” Major certification standards include commercial criteria that regulate the payment of this premium, which must be paid to producers as compensation for their efforts to improve the socio-environmental performance of their operations.

These socio-environmental certification standards incorporate criteria for continuous improvement initiatives, requiring certified farms to consistently enhance their processes through the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle. The market compensates for this effort through specific mechanisms; in the case of Fairtrade certification, the Fairtrade Premium is paid to small producer organizations (associations/cooperatives), with its value determined by commercial criteria. Accordingly, these organizations must allocate the premium received from their members’ coffee sales toward social development within their coffee-growing communities and organizational strengthening (Aguilar et al., 2022; Fairtrade International, 2024).

The Rainforest Alliance (RA 2020) certification requires payment of a “Sustainability Differential” to producers in addition to the coffee price. Furthermore, RA 2020 standards mandate that a “Sustainability Investment” amount must be negotiated between coffee producers and buyers, to be allocated for continuous farm improvement proj-

ects—a compensation mechanism framed as shared responsibility (Rainforest Alliance, 2024). In contrast, 4C certification stipulates payment of a premium to producers beyond the base coffee price but does not specify its amount (4C Certification, 2024). At present, the Certifica Minas Café certification does not employ such premium payment mechanisms.

These findings demonstrate that sustainability certifications provide value-adding mechanisms for coffee commercialization. However, the diversity in certification requirements and premium structures raises persistent questions regarding producer benefits from adopting specific standards. Key uncertainties include: 1. Actual financial returns from price premiums versus market recognition; 2. Mandatory cooperative membership requirements for certain certifications; and 3. Tangible sustainability gains achieved. This complexity underscores the need for empirical research to clarify these issues, enabling producers to make informed, strategic decisions aligned with their operational contexts.

Thus, by conducting a comparative analysis of the main sustainability certifications applied to coffee farming, this study aimed to provide practical and theoretical insights to assist producers, technicians, and policymakers in making more strategic, informed decisions aligned with the challenges and opportunities of the sector.

Materials and Methods

This is an exploratory descriptive study based on content analysis following Bardin’s (2011) methodology, which divides the method into three stages: 1. Pre-analysis; 2. Material exploration, and 3. Results processing, interpretation, and inferences.

The first phase—pre-analysis—was grounded in the authors’ practical experience and market knowledge, which highlighted the relevance of examining the four most prominent certifications in the coffee sector of Minas Gerais: 4C, Rainforest Alliance, and Certifica Minas Café. Additionally, this stage involved an extensive literature review on the impacts of certifications in the coffee sector, utilizing indexed databases such as Web of Science, SciELO, Google Scholar, and Scopus. Searches were conducted using key terms including the names of the analyzed certifications, “sustainability,” “socio-environmental responsibility,” “sustainability criteria,” “impacts of certification in the coffee sector,” and “comparative analysis of certifications,” among others.

During this phase, a thorough review of all requirements established by the four certifications was also conducted, with the initial objective of identifying commonalities and differences between their standards. Although this preliminary analysis was less in-depth, it provided a broad yet essential overview to understand the specific demands of each certification, as well as their general objectives and historical data. This process thus consolidated a robust knowledge base

that guided subsequent stages, enabling a more structured and comprehensive approach to the comparative analysis.

In the second stage—material exploration—the requirements of the four standards were analyzed in detail and systematically, being categorized according to their sustainability dimensions: management, social, environmental, and agronomic. This categorization followed the framework proposed by Mangabeira et al. (2021), with necessary adaptations to the research context. Initially, each author independently conducted the reading and categorization of the requirements, totaling six independent reviews. Subsequently, a joint review was conducted, involving collaborative discussions to align interpretations and ensure consistency and reliability of the categorization. In total, the process involved seven reviews: six individual and one final consensus. The Microsoft Excel was used to organize data, enabling the grouping of each requirement into its respective sustainability dimension.

Following the completion of the categorization, a quantitative calculation (Equation 1) was applied to measure the composition of each certification. For instance, if a certification comprises 40 total requirements, with 10 related to social aspects, the equation indicates that 25% of that certification’s requirements focus on the social dimension. This numerical breakdown enabled a straightforward understanding of the differences in focus among certifications. Consequently, the obtained results were crucial for elucidating the predominant sustainability focus of each standard, serving as the foundation for a more detailed comparative analysis explored in subsequent stages.

$$R = (Qtd\ RE / Qtd\ TR) * 100 \quad (1)$$

Where:

Qtd RE = quantity of specific requirements related to either social, environmental, management, or agronomic aspects; and

Qtd TR = total quantity of requirements per certification standard.

In the third stage—processing, interpretation, and inference—outcomes were processed by integrating information obtained in previous phases with the authors’ expertise and existing literature. This procedure included an analysis of commercial data provided by a specialty coffee exporter located in Southern Minas Gerais. The data, processed using Excel software, comprised transaction records of certified coffee bags exported to various countries over the last ten years. The information was analyzed by filtering exports based on the certifications studied, enabling quantification of annual traded volumes per certification label. This analysis provided insights into market dynamics associated with international preferences for different certification types.

Additionally, broad market data were collected by examining global exports of certified coffee, aiming to map the main markets and companies purchasing coffee from Minas Gerais. Data collection was based on the review and interpretation of technical and annual reports from

recognized coffee industry sources, including the Global Coffee Platform (GCP), International Coffee Organization (ICO), Global Market Report, and Coffee Barometer. The analyzed data were strictly limited to the certifications examined in this study, ensuring alignment between global indicators and the local context under evaluation.

The analysis of commercial transactions reveals how international markets engage with different certification labels, empirically demonstrating which sustainability dimensions are most valued in each region. Countries purchasing significant volumes of coffee certified under standards emphasizing social dimensions, for instance, show greater concern for issues such as labor rights, gender equality, and decent working conditions. This correlation between certification types and market sustainability priorities provides enhanced understanding of both global and regional demands, while simultaneously highlighting the challenges faced by Southern Minas Gerais producers in meeting these expectations.

Requirement categorization

Through qualitative analysis of requirements from each of the four certifications, these were systematically classified and categorized to enable quantitative comparison. This process employed the sustainability dimensions proposed by Mangabeira et al. (2021)—management, social, environmental, and agronomic—with context-specific adaptations for this study. The selection of these categories directly relates to the need for integrated assessment of sustainable practices, establishing a robust methodological foundation for subsequent economic valuation stages, following approaches implemented in the Chico Mendes Extractive Reserve in the Brazilian Amazon by Mangabeira et al. (2021) and Maciel et al. (2024). It should be emphasized that this work represents the initial phase of this process, focusing specifically on the comparative analysis of certifications and understanding of sustainability dimensions, while explicitly excluding direct economic valuation, which should be addressed in future research.

The requirements were organized into the following dimensions:

1. **Management:** Mangabeira et al. (2021) proposed governance and economic requirements, which in this study were grouped into the management category due to the diversity of certification demands. Management requirements encompass: (a) compliance with international, national, and local laws, and regulations; (b) traceability systems ensuring agricultural product monitoring throughout the supply chain; (c) record-keeping protocols, transparency mechanisms, and market/economic studies; and (d) certification-specific provisions including audit procedures and non-conformity management.
2. **Social:** These refer to the development of employees’ skills and competencies; those related to the guarantee of human rights, such as the prohibition of child labor and slavery-like practices; requirements that ensure safe working conditions, such as sanitation, protective equipment, and adequate housing; provisions regarding

freedom of association, expression, and employee voice; guarantees of gender equality practices; and fair labor prerogatives, such as just wages, benefits, and reasonable working hours. Also included in this dimension are requirements linked to the entity's interaction with the community and cultural preservation.

3. **Environmental:** They focus on the conservation of natural ecosystems, protected areas, riparian zones, and forests; those requirements that ensure the protection of wildlife and biodiversity; those related to proper water, waste, and energy management; and those addressing climate adaptation and mitigation.
4. **Agronomic:** These requirements are more specifically directed toward proper soil and pest management; the correct use of pesticides; and the use of genetically modified organisms. They encompass appropriate cultivation, harvesting, and post-harvest practices; and procedures for compliance with the list of hazardous materials.

By categorizing requirements based on these dimensions, this study aimed to provide a detailed and comparative understanding of sustainability certifications applied to the coffee sector. Although this research does not intend to conduct an economic valuation of sustainable practices, it lays the necessary groundwork for future steps to explore the economic potential of these practices. Thus, the study seeks to contribute to the development of more informed public policies and market strategies, while also providing support for produc-

ers to make decisions better aligned with their socioeconomic and environmental realities.

Results

The comparative results presented in Table 1, compiled from information provided by the certifiers themselves (4C Certification, 2024; CMC, 2024; Fairtrade International, 2024; Rainforest Alliance, 2024) and various researchers (such as Mitiku et al., 2017; Melo et al., 2017; Piao et al., 2019; Cabrera and Caldarelli, 2021), demonstrate that these four certifications have important distinctions and similarities to consider when choosing an initial certification process. It is evident that Rainforest Alliance and Fairtrade certifications emerged from voluntary efforts at a time when environmental concerns were relatively new, gaining greater visibility through major and minor conferences held since 1972 (Squeff, 2020). In contrast, 4C and Certifica Minas were established decades later, originating from government initiatives.

Despite the similarity of inspection frequency between the four certifications, Certifica Minas stands out for being more inclusive of small-scale producers. It offers advantages to smallholders by exempting them from implementation and monitoring costs, provided they are registered with the National Family Farming Registry (CAF) (Law n° 11,326 – Family Farming Law, Brasil [2006]). On the other hand, the most significant distinction lies in the number of requirements to be followed, ranging from 47 in the case of 4C to 192 for Rainforest Alliance.

Table 1 – Comparison of general information and historical background of certifications.

	Rainforest Alliance	Fairtrade	4C	Certifica Minas Café
Year and Country	1986/USA	1988/Netherlands	2006/Germany	2018/Brazil
Initiative Promoter (Standard-setter)	Social movements/NGOs/researchers Sustainable Agriculture Network (SAN)	Social movements/NGOs Fairtrade International (FLO)	Business association of coffee roasters and Government Agency	Government of Minas Gerais/ State Department of Agriculture, Livestock and Supply (Seapa)
Certification Body in Brazil	Imaflora/Sustainable Agriculture Network (RAS), IBD Certifications, and Ecocert Brasil Certifier	FLOCERT	4C Services and local cooperating 4C bodies	Minas Gerais Agricultural Institute (IMA)
Costs	Producers: certification and monitoring costs	Producers: certification and monitoring costs. Certifier provides subsidies.	Producers: certification and monitoring costs.	Family farmers: free certification. Other producers: specific costs for each audit.
Audit Frequency	Monitoring: annual. Recertification: every three years.	Monitoring: annual. Recertification: every three years.	Documentation update: annual. Recertification: every three years.	Maintenance audits: annual.
Chapters*	6	4	3	7
General Criteria**	35	12	12	12
Requirements***	192	147	47	100

*Chapter refers to the main thematic area (broader category). Example: Certifica Minas – Environmental Responsibility; **General criteria represent broader subject categories within each chapter. Example: Certifica Minas C2 – Soil Conservation, C3 – Water Conservation. ***Requirements specify each individual mandatory provision in the certification standards. Example: Certifica Minas - C3.2 – The producer must implement spring protection practices.

Through the analysis of requirements across the four certification standards (Figure 1; Table 2), it becomes evident that all include criteria tied to environmental, social, agronomic, and management aspects; yet each adopts a distinct sustainability focus. Notably, for all four certifications, these criteria play a fundamental role in promoting sustainable practices, balancing productivity with socio-environmental responsibility, and ultimately securing the certification label (Potts et al., 2014; Panhuysen and Vries, 2023).

Management requirements are essential for legal and organizational compliance, encompassing traceability throughout the supply chain, audits, and transparency mechanisms that ensure certification credibility. As for social requirements, these focus on guaranteeing safe and dignified working conditions, emphasizing human rights, gender equality, fair wages, and engagement with local communities, thereby fostering social and cultural well-being in production regions. The environmental requirements ensure ecosystem conservation, water and energy management, biodiversity protection, and climate mitigation strategies. Finally, agronomic requirements target soil management, responsible farming practices, and reducing negative impacts from chemical inputs, among others.

Thus, the environmental and agronomic criteria directly reflect the demands of “safe and just limits” for Earth’s systems, as discussed by Rockström et al. (2020), highlighting the importance of biodiversity preservation, sustainable water and energy use, and climate adaptation.

In this context, the criteria required by the analyzed certifications contribute to adapting local production chains to global demands, with distinct sustainability approaches aligned with specific objectives and target audiences. Thus, this diversity of approaches and perspectives may explain certain scenarios, such as each certification program’s level of requirements, the difficulty in securing certification, coffee growers’ preference for a particular seal, market access, and retailers’ and roasters’ preferences at the time of purchase.

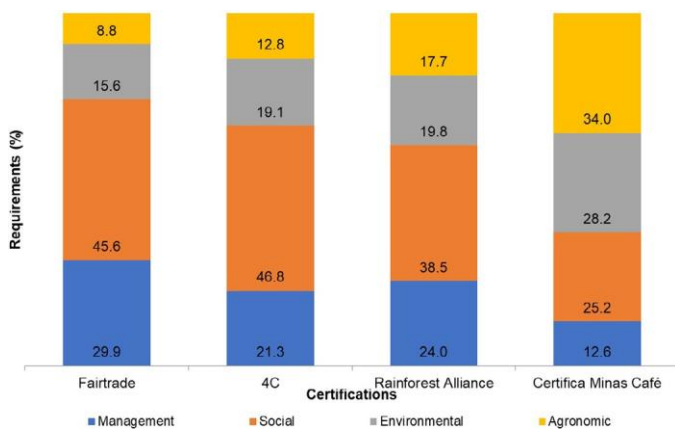


Figure 1 – Comparison of each certification’s composition based on the number of requirements per category.
This distribution highlights the variable emphasis on specific criteria across different certifications.

The Fairtrade certification is a standard focused on strengthening small producer organizations by capitalizing them and improving their management. This makes it possible to ensure better living conditions in rural areas and stimulate interest among youth and women in family succession, as mentioned by Veiga et al. (2016), Mitiku et al. (2017), Maguire-Rajpaul et al. (2020), and Cabrera and Caldarelli (2021). It is a certification exclusively targeted at groups of small farmers with up to 30 hectares of cultivated area, organized into cooperatives or associations (Fairtrade International, 2024). Thus, the 75.5% share of management and social requirements demonstrates that its primary concern is ensuring that certified organizations are well-managed to maintain competitiveness and good social conditions for their members. From this perspective, if a group of small farmers has effective management focused on meeting social prerogatives, they are inherently better positioned to achieve Fairtrade International certification.

The 4C certification has a structure relatively similar to Fairtrade International regarding the percentage distribution of criteria. However, when analyzing the number of requirements, 4C presents a total of 47, making it the certification with the fewest requirements among those compared. It is noteworthy that this certification, while addressing all sustainability aspects, delves less deeply into the proposed criteria and demands less control, documentation, and evidence (Veiga et al., 2016). This simplified approach makes it more accessible to producers, consequently becoming the most widely adopted social-environmental certification in both the global and Brazilian coffee markets, following the Global Coffee Platform (2023).

Rainforest Alliance is a socio-environmental certification with a total of 192 requirements, many of which are highly specific. As evidenced by the data presented in Figure 1 and highlighted by other authors, farmers must dedicate considerable effort to obtain this certification, including greater investments and more rigorous record-keeping and evidence control (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020). On the other hand, precisely because it has more stringent requirements, this standard tends to deliver better socio-environmental responsibility outcomes.

It is important to highlight that farmers must comply with a mandatory continuous improvement plan to ensure all non-conformities identified during external audits are resolved within two years or within an agreed timeframe with the certification team (Imaflora, 2024; Rainforest Alliance, 2024).

The categorization of the Certifica Minas Café standard, which comprises 103 total requirements, demonstrates a strong focus on environmental issues and good agricultural practices, totaling 64 requirements in these areas. These metrics clarify the primary concern of the Minas Gerais state government in creating this protocol: to ensure compliance with the Stockholm and Rotterdam Conventions, which established a list of prohibited chemical pesticides, and to safeguard grain quality (Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2018; CMC, 2024).

Table 2 – Descriptive data of sustainability certification requirements in the coffee sector.

Requirements	General description of requirements	Requirement numbering			
		Rainforest Alliance	Fairtrade	4C	Certifica Minas Café
1. Management	<p>1.1 Requirements related to compliance with international, national, and local laws and regulations;</p> <p>1.2 Requirements aimed at traceability systems that ensure monitoring of agricultural products throughout the entire supply chain;</p> <p>1.3 Requirements related to proper record management;</p> <p>1.4 Mechanisms for transparency and economic and market studies; and</p> <p>1.5 Requirements addressing matters related to the certification itself, such as audits and non-conformity treatments.</p>	<p>1.1.1, 1.1.2, 1.2.1,1.2.2,1.2.3, 1.2.4,1.2.8,1.2.9, 1.2.10, 1.2.11, 1.2.12, 1.2.13,1.2.14,1.2.15, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.7,1.4.1,1.4.2, 1.4.3, 1.4.5,4.6, 1.5.1, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9, 2.1.10, 2.2, 2.3, 3.1.1, 3.2.6,3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6, 5.1.5</p>	<p>1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.2.1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11, 4.1.12, 4.1.13, 4.1.14, 4.1.15</p>	<p>1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5, 1.3.1, 1.3.2, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3</p>	<p>A.1, A.2, B.1, B.2, B.3, E.1, E.2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.1</p>
2. Social	<p>2.1 Development of employees' skills and competencies;</p> <p>2.2 Guarantees of human rights, such as the prohibition of child labor and slavery-like practices;</p> <p>2.3 Requirements that ensure safe working conditions, including sanitation, protective equipment, and adequate housing;</p> <p>2.4 Requirements related to freedom of association, expression, and ensuring employees' voice;</p> <p>2.5 Guarantees of gender equality practices;</p> <p>2.6 Decent labor prerogatives, such as fair wages, benefits, and adequate working hours;</p> <p>2.7 Requirements related to the entity's interaction with the community; and</p> <p>2.8 Cultural preservation.</p>	<p>1.2.7, 1.6.1, 1.6.2, 1.7.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.7, 4.5.4, 4.6.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3,5.1.4, 5.1.6 , 5.1.7, 5.1.8, 5.2.1, 5.2.2,5.2.3, 5.2.4, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 5.3.5, 5.3.6, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.9, 5.3.10, 5.3.11, 5.3.12, 5.3.13 , 5.4.1, 5.4.3, 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.6.2, 5.6.4, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7, 5.6.8, 5.6.9, 5.6.10, 5.6.11, 5.6.12, 5.6.13, 5.6.14, 5.6.15, 5.6.16, 5.6.17, 5.6.18, 5.7.1, 5.7.2, 5.7.3, 5.7.4, 5.7.5, 5.7.6, 5.7.7, 5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.4</p>	<p>1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 3.2.2, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.21, 3.2.22, 3.2.26, 3.2.29, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6, 3.3.7, 3.3.8, 3.3.9, 3.3.10, 3.3.11, 3.3.12, 3.3.13, 3.3.14, 3.3.15, 3.3.16, 3.3.17, 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20, 3.3.21, 3.3.22, 3.3.23, 3.3.24, 3.3.25, 3.3.26, 3.3.27, 3.3.28, 3.3.29, 3.3.30, 3.3.31, 3.3.32, 3.3.33, 3.3.34, 3.3.35, 3.3.36, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.2.8, 4.2.9, 4.2.10, 4.2.11, 4.2.12, 4.2.13, 4.2.14, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5</p>	<p>1.2.1, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9, 2.1.10, 2.1.11, 2.1.12, 2.1.13, 2.1.14, 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6, 2.2.7</p>	<p>D.1, D.2, D.3, D.4, D.5, D.6, D.7, D.8, D.9, D.10, D.11, D.12, D.13, D.14, D.15, D.16, D.17, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9</p>
3. Environmental	<p>3.1 Address the conservation of natural ecosystems, protected areas, riparian zones, and forests;</p> <p>3.2 Requirements that ensure the protection of wildlife and biodiversity;</p> <p>3.3 Related to proper water, waste, and energy management;</p> <p>3.4 Address issues of climate adaptation and mitigation.</p>	<p>1.3.1, 1.3.5, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4, 6.2.1, 6.2.2 , 6.2.3, 6.2.4, 6.2.6, 6.3.1 , 6.3.2, 6.3.3, 6.4.3, 6.4.4, 6.4.5, 6.4.6, 6.4.7, 6.4.8, 6.4.9, 6.5.1, 6.5.2, 6.5.3, 6.5.4, 6.5.5, 6.5.6, 6.5.7, 6.6.1, 6.6.2, 6.6.3, 6.7.1, 6.7.2, 6.7.3, 6.8.1, 6.8.2, 6.8.3, 6.9.1</p>	<p>3.2.1, 3.2.12, 3.2.13, 3.2.14, 3.2.20, 3.2.24, 3.2.25, 3.2.27, 3.2.28, 3.2.30, 3.2.31, 3.2.32, 3.2.33, 3.2.34, 3.2.35, 3.2.36, 3.2.37, 3.2.38, 3.2.39, 3.2.40, 3.2.42, 3.2.43, 3.2.44</p>	<p>3.1.1, 3.1.2, 3.1.4, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4, 3.5.1, 3.6.1</p>	<p>C.1.1, C.1.2, C.1.3, C.3.1, C.3.2, C.3.3, C.3.4, C.3.5, C.3.6, C.3.7, C.3.8, C.3.9, C.3.10, C.3.11, C.3.12, C.4.1, C.4.2, C.4.3, C.4.4, C.4.5, C.4.6, C.5.1, C.6.1, C.6.2, C.6.3, C.6.4, 1.3.9,1.3.10, 1.3.11</p>
4. Agronomic	<p>4.1 Requirements focused on proper soil and pest management;</p> <p>4.2 Correct and conscious use of agrochemicals;</p> <p>4.3 Use of genetically modified organisms;</p> <p>4.4 Include appropriate cultivation, harvesting, and post-harvest practices; and</p> <p>4.5 Procedures to comply with the list of hazardous materials.</p>	<p>4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6, 4.5.7, 4.6.1, 4.6.2, 4.6.5, 4.6.6, 4.6.7, 4.6.8, 4.6.9, 4.6.10, 4.6.11, 4.6.12, 4.6.13, 4.6.14, 4.7.1, 4.7.2</p>	<p>3.2.3, 3.2.7, 3.2.8, 3.2.9, 3.2.10, 3.2.11, 3.2.15, 3.2.16, 3.2.17, 3.2.18, 3.2.19, 3.2.23, 3.2.41</p>	<p>3.1.3, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.3.1, 3.3.2</p>	<p>C.2.1, C.2.2, C.2.3, 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.2.7, 1.2.8, 1.2.9, 1.2.10, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.12, 1.3.13, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 1.4.5, 1.4.6, 1.4.7, 1.4.8, 1.4.9, 1.4.10</p>

The numbering presented in the table corresponds to the identification of requirements as stipulated by each certifier in their official documents. In the case of Certifica Minas Café, the letters (A, B, C, D, and E) indicate the general criteria of the standard, with A referring to property georeferencing, B to production traceability, C to environmental responsibility, D to social responsibility, and E to activity management. Items without letters refer to specific requirements related to coffee cultivation, harvesting, and post-harvesting.

The analysis of certification frameworks conducted in this research, from a sustainability perspective using the four classification categories (environmental, social, management, and agronomic) reveals results that stand out for their uniqueness compared to other sources. Relevant differences emerge when comparing these results with data presented by other authors such as Veiga et al. (2016), Maguire-Rajpaul et al. (2020), and Piao et al. (2019). It is important to underline that none of these studies conducted research with the same comparative focus, but rather presented such compositions in other contexts, mostly only as references or specific data points. The resulting compositions from this research also differ from those presented by StandardsMap.org, a database created by the International Trade Centre (ITC), a United Nations agency dedicated to providing information and comparisons on various voluntary sustainability standards (International Trade Centre, 2024).

This is explained by the novel categorization framework introduced in this study, which innovatively separates environmental from agronomic criteria, alongside a detailed analysis and review of social and management criteria from the authors' practical perspective. This approach enabled a more contextually appropriate categorization for coffee farm realities. The decoupling of agronomic requirements from environmental ones represents a significant contribution, diverging from conventional approaches. It reflects the understanding that soil management and agricultural demands—particularly in coffee cultivation—have distinct particularities compared to broader environmental concerns. Notably, this categorization model was informed by successful outcomes observed in the Chico Mendes Extractive Reserve (Amazon), where similar dimensional frameworks for rubber-tapping contributed to developing sustainability indices that ultimately enabled Payments for Socio-Environmental Services (Mangabeira et al., 2021; Maciel et al., 2024).

Thus, the targeted approach to each criterion across the four certification standards analyzed in this research resulted in a categorization more closely aligned with sustainable agriculture principles by incorporating coffee-sector-specific variables and the authors' practical field experience. This distinct methodology reflects a nuanced understanding of the unique demands of coffee production, enabling a more precise and actionable analysis for coffee growers' realities. By acknowledging the differences from other approaches in the literature, it becomes evident that this study's innovative, context-sensitive categorization offers significant contributions to understanding sustainability in coffee cultivation. Moreover, it serves as a valuable reference tool, enabling Minas Gerais coffee producers to conduct more accurate preliminary diagnostics when entering certification processes.

From this perspective, it is important to highlight the differences in certification initiation processes, as each certifier has specific prerequisites that influence both the choice and maintenance of the certification. In the case of Fairtrade, small coffee farmers must belong to an organized group, association, or cooperative, since certification is

granted to the organization rather than individual production units. Consequently, only a group has the authority to market certified coffee. To begin the 4C certification process, the producer—referred to in this context as a Farmer Partner—must belong to a 4C Unit, which is represented by one or more Business Partners (BPs). These BPs maintain the certification and assume commercial responsibility for the certified green coffee (Piao et al., 2019; 4C Certification, 2024). Unlike Fairtrade and 4C certifications, Rainforest Alliance and Certifica Minas Café do not require farmers to organize into larger groups. They allow autonomous and independent certification processes, enabling farmers to independently market their sustainably certified coffee. However, it should be noted that while not mandatory, Rainforest Alliance certification can also be pursued collectively (Maguire-Rajpaul et al., 2020).

The presented data further demonstrate that before choosing a certification, two fundamental aspects of current operations must be analyzed. First, it is essential to assess the farm's management capacity—specifically, the team's managerial aptitude, record-keeping standards, and compliance with applicable regulations. Second, one must evaluate market positioning: understanding both current standing and future goals is critical, as establishing reliable business partnerships and strengthening these relationships is imperative. Attention must be paid to the market demands articulated by these partners, since pursuing a certification not recognized by one's business partners yields no benefit (Panhuysen and Vries, 2023).

Note that Rainforest Alliance and Fairtrade certifications require great attention from all stakeholders (Melo et al., 2017), as they demand more detailed procedural assessments and adaptations. However, they also command a higher price premium per traded coffee bag, meaning these certifications are associated with higher-value-added products whose consumers prioritize social and environmental considerations. These buyers are also more attentive to product quality, willing to pay more for coffee that meets superior standards across all dimensions: intrinsic quality, packaging, communication (product information, origin, processing methods, etc.). Furthermore, these standards typically require certified social responsibility across the supply chain. Consequently, all involved parties must comply with high socio-environmental quality and traceability standards.

Conversely, the 4C certification requires less rigorous data and record-keeping, thereby placing fewer demands on farm internal teams (Piao et al., 2019). Naturally, its price premium is lower than certifications like Rainforest Alliance. However, it serves price-sensitive markets where competitive pricing—lower prices in this case—strongly influences purchasing decisions and enables higher trading volumes, as evidenced by the Global Coffee Platform (GCP, 2023) data.

It is important to consider that today's coffee market has diversified branches, reflecting distinct interests and demands. A significant segment has shifted away from the traditional focus on sensory quality—flavor, aroma, and other attributes valued in specialty coffees—to prioritize caffeine content as the primary element of interest. This caf-

feine is extensively used in manufacturing stimulant pills, pre-workout supplements, energy drinks for sports and social events, and other cognitive-enhancement products. This market segment is not inherently aligned with the socio-environmental attributes promoted by rigorous certifications or premium-quality coffees.

Moreover, in some cultures, coffee is widely consumed as a base for traditional beverages combined with spices and other ingredients that neutralize or mask the bean’s original flavor. This approach also reflects a departure from traditional quality appeal, emphasizing coffee’s role as a functional ingredient rather than a sensory-driven beverage. From this perspective, the 4C certification, with its broader market reach (GCP, 2023), appears well-suited to meet this diversified demand, particularly through its focus on minimum sustainability standards and gradual improvement, which align with volume-driven and functionality-focused markets like the caffeine industry.

It is also worth noting, in 4C certification, that one coffee quality parameter involves measuring the quantity of residues removed from samples, similar to standard product quality assessments. Here, impurity levels are quantified, and higher percentages in analyzed samples typically result in lower coffee valuation. This is because such coffee is considered low-grade when sent for roasting with high impurity content, inevitably yielding inferior quality. These high-impurity coffees generally originate from large-scale producers, incapable of proper bean sorting, which still obtain certifications as 4C and are traded as commodities.

The Certifica Minas Café certification, meanwhile, is a pioneering instrument with unique merit as the only sustainability recognition program created by a government entity—specifically, the state of Minas Gerais, the world’s largest coffee producer (Conab, 2023; Embrapa, 2023). While this certification still requires broader recognition among international roasters and retailers, it is already highly regarded on Minas Gerais farms and in the Brazilian market for effectively streamlining documentation and implementing agricultural best practices. Amidst global market shifts, with higher inflation rates in key consuming countries, roasters are seeking cost reductions in green coffee purchases without compromising regenerative and responsible practices (Panhuysen and Vries, 2023). In this context, Certifica Minas Café may find new opportunities due to its lower price premium, offering a more affordable product while maintaining effective sustainable practices.

Global data published by the Global Coffee Platform on sustainable coffee trade in 2022 transparently disclosed metrics from eight major industry players (roasters and retailers), including coffee origin countries and sustainability certifications required by these buyers in commercial transactions (GCP, 2023). This data revealed Brazil as the world’s largest supplier of sustainable green coffee, utilizing various certifications. Focusing on the four certifications analyzed in this study, the export volumes in descending order, examining both individual and correlated certification shares, were: 4C accounting for approx-

imately 38% of total exports, Rainforest Alliance representing about 23%, Certifica Minas with 0.65% market share, and Fairtrade comprising 0.27% of Brazil’s sustainable coffee exports (GCP, 2023).

It is important to emphasize that the data presented above is partial, covering only a fraction of Brazil’s total sustainable coffee exports. This limitation stems from the fact that only a subset of roasters and retailers contributed information to the Global Coffee Platform. Additionally, it was not possible to obtain total certified coffee trade volumes—neither from major coffee sector databases nor from the certifiers’ official platforms. Notably, this study made multiple attempts to contact certifiers through various channels; however, none succeeded in acquiring the data needed for a more precise market diagnosis of sustainable coffee or its most recurring non-conformities. This information gap underscores the need to improve communication channels and transparency within the sector to enable more comprehensive and detailed assessments of the certified coffee landscape. The lack of transparency and inadequate data disclosure in the coffee industry was also highlighted by Panhuysen and Vries (2023) in the Coffee Barometer report.

From this perspective, to conduct a more accurate analysis of the sustainable and certified coffee market, this research obtained data from one of Brazil’s and the world’s largest specialty coffee exporters, located in Southern Minas Gerais. The study collected information on the company’s commercial transactions over the last ten years, revealing an average annual trade volume of 124,000 coffee bags—a significant figure, given these are classified as high-quality specialty coffees. This direct focus on a key sector player helps build a more reliable and comprehensive analysis of the sustainable coffee landscape, providing valuable insights into this specific segment’s trends and dynamics.

As a specialty coffee exporter, the company’s coffee quality is tied not only to essential beverage attributes but also to compliance with humane and environmentally sound production standards. Thus, obtaining certifications adopted by the end of the supply chain becomes a strategic imperative for the producing farm. To better understand these market demands, only data related to the certifications in this study were tabulated.



Figure 2 – Comparison of exports by the Minas Gerais exporter across Rainforest Alliance, Fairtrade, and 4C certifications.

This arrangement demonstrates the significance of sustainability-certified coffees for this exporter’s operations.

The findings, presented in Figure 2, reveal that the company trades significant volumes of certified coffee by Rainforest Alliance averaging 58,397 bags/year, followed by Fairtrade (11,594 bags/year). More modest volumes were identified for 4C with 2,000 bags/year since 2022, while no certified coffee by Certifica Minas Café has been traded to date.

Additional data provided by the exporter warrants emphasis in this analysis. For instance, the top three purchasers of Rainforest Alliance-certified green coffee were Switzerland, the United States, and Sweden, respectively, while Fairtrade-certified green coffee was primarily bought by the United States, Switzerland, and the United Kingdom in that order. These findings align with International Coffee Organization (ICO, 2023) data, which recently revealed that over half of global coffee consumption, exceeding 168,5 million bags in 2021–2022, occurred in established markets like Europe, Japan, and North America. This coherence extends to the dynamics of the global coffee value chain (GVC), where these countries host the largest roasters, positioning them as top exporters of roasted coffee worldwide. Essentially, they import premium certified green beans for roasting and commercialization (Barbosa et al., 2021).

Interestingly, when contrasting these findings with the GCP (2023) report data, which indicated higher export volumes for 4C-certified sustainable coffees in 2022, it becomes evident that even as a sustainability certification, 4C lacks the same prominence in the specialty coffee segment compared to Rainforest Alliance and Fairtrade. Thus, the export data from this Southern Minas Gerais exporter corroborates this study's analysis: Rainforest Alliance and Fairtrade certifications, with their more stringent socio-environmental requirements, are more sought-after in specialty coffee markets. This preference translates into higher added value for the beans, as consumers in this market segment are willing to pay premium prices for products meeting stricter sustainability and socio-environmental responsibility standards. These insights underscore the need to understand coffee market dynamics, consumer preferences, and the economic-social implications of different sustainability certifications.

Finally, it is important to emphasize that while this study provides a comprehensive and detailed analysis of the key sustainability certifications applied to the Brazilian coffee sector, certain limitations affecting the scope and interpretation of the results must be acknowledged. First, the research focuses on four specific certifications selected for their sectoral relevance and representativeness, which do not encompass all available standards. Furthermore, the lack of transpar-

ency in certifiers' data, including audit reports, certification numbers, and certified farms, hinders deeper analysis of these standards' reach and effectiveness. While strategically chosen, the geographical focus on Southern Minas Gerais also limits the applicability of the findings to other regions with distinct socioeconomic and environmental contexts. We recommend that future studies expand the analysis to include other certifications and producing regions, incorporating quantitative data for a more holistic understanding of certification impacts across the coffee sector.

Conclusion

This study conducted a critical analysis of four certifications operating in the Brazilian coffee sector, highlighting their requirements across sustainability pillars. While differing in focus, all certifications were found to promote more sustainable practices through social, environmental, and agronomic criteria aligned with global agricultural challenges, as noted by Rockström et al. (2020). However, certifiers' lack of transparency, identified by Panhuysen and Vries (2023), remains a significant barrier for producers, particularly in assessing concrete benefits.

The key contribution consisted of proposing a multidimensional certification categorization framework encompassing social, environmental, agronomic, and management aspects. This approach revealed that 4C, Fairtrade, Rainforest Alliance, and Certifica Minas Café serve distinct producer profiles and market segments, offering solutions tailored to different production and commercial realities.

Economically, the study highlighted the challenge of translating sustainability efforts into proportional financial returns, suggesting complementary mechanisms such as Payments for Socio-Environmental Services, as reported in the literature and discussed in the results.

Methodologically, this work advanced the field by providing an analytical tool transferable to other agricultural contexts, supporting future research and sustainability policy decisions.

In conclusion, beyond systematizing certification approaches, this study established a robust theoretical foundation and practical recommendations for producers, technicians, and policymakers in selecting and valuing sustainability certifications. To amplify their positive impacts, we emphasize the need for public policies improving certification accessibility—especially for smallholders—to strengthen sustainability and socio-environmental justice in Brazilian coffee production.

Authors' Contributions

Rocha, G.A.: conceptualization; data curation; formal analysis; investigation; methodology; funding acquisition; writing – original draft; writing – review & editing. **Viviani, M.:** formal analysis; investigation; methodology; funding acquisition; writing – original draft; writing – review & editing. **Ferreira, M.A.:** formal analysis; investigation; writing – original draft; writing – review & editing. **Zaro, E.S.:** writing – review & editing. **Cunha Neto, A.R. da:** data curation; writing – review & editing. **Tiezzi, R.O.:** conceptualization; supervision; funding acquisition; writing – original draft; writing – review & editing.

References

- 4C Certification, 2024. 4C Certification (Accessed November 7, 2023) at: <https://www.4c-services.org/process/>.
- Aguiar, B.H.; Romaniello, M.M.; Pelegrini, D.F., 2022. A influência do Fairtrade no desenvolvimento do capital social : o caso dos cafeicultores da Cooperativa “Dos Costas”. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60 (2), 1-21. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.224545>.
- Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2018. Lei no 22.926 - Certifica Minas (Accessed January 14, 2024) at: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/22926/2018/>.
- Bahadur KC, K.B.; Dias, G.M.; Veeramani, A.; Swanton, C.J.; Fraser, D.; Steinke, D.; Lee, E.; Wittman, H.; Farber, J.M.; Dunfield, K.; McCann, K.; Anand, M.; Campbell, M.; Rooney, N.; Raine, N.E.; Van Acker, R.; Hanner, R.; Pascoal, S.; Sharif, S.; Benton, T.G.; Fraser, E.D.G., 2018. When too much isn't enough: Does current food production meet global nutritional needs? *PLoS ONE*, v. 13 (10), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205683>.
- Barbosa, L.O.S.; Aguiar, C.; Maciel, L., 2021. A participação de Minas Gerais e do Brasil na cadeia produtiva global do café. *Economia and Região*, v. 9 (1), 147-166. <https://doi.org/10.5433/2317-627x.2021v9n1p147>.
- Bardin, L., 2011. *Análise de conteúdo*. Edições 70, São Paulo.
- Barham, B.L.; Weber, J.G., 2012. The Economic sustainability of certified coffee: recent evidence from Mexico and Peru. *World Development*, v. 40 (6), 1269-1279. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.005>.
- Barra, G.M.J.; Ladeira, M.B., 2018. Certified processes in agro-industrial systems: A study on the sustainable production of certified coffee. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 11 (4), 1171-1194. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1171-1194>.
- Bermudez, S.; Voora, V.; Larrea, C., 2022. Coffee prices and sustainability. International Institute for Sustainable Development (Accessed January 8, 2024) at: <https://www.iisd.org/system/files/2022-09/2022-global-market-report-coffee.pdf>.
- Brasil, 2006. Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União*, Brasília.
- Cabrera, L.C.; Caldarelli, C.E., 2021. Viabilidade econômica de certificações de café para produtores brasileiros. *Revista de Política Agrícola*, v. 30 (4) (Accessed January 20, 2024) at: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1651>
- Castro, C.V.; Lira, J.M.S.; Salgado, E.G.; Beijo, L.A., 2023. Socio-Environmental Impacts of Certifica Minas Café Program on Coffee Plantations in Southern Minas Gerais. *Journal of Sustainable Development*, v. 16 (5), 76. <https://doi.org/10.5539/jsd.v16n5p76>.
- Certifica Minas Café (CMC), 2024. Certifica Minas Café (Accessed 19, 2023) at: <http://www.agricultura.mg.gov.br/certificaminas/website/index.php/programa-cert/sobre-o-certifica-minas>.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2023. Acompanhamento da Safra Brasileira. *Boletim da Safra 2023*, v. 10 (2), 45 (Accessed April 14, 2024) at: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2023. Produção dos Cafês do Brasil ocupa 1,9 milhão de hectares em 2023. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Accessed January 15, 2024) at: www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81515963/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-19-milhao-de-hectares-em-2023.
- Fairtrade International, 2024. Fairtrade International (Accessed November 27, 2023) at: <https://www.fairtrade.net/>
- Global Coffee Platform (GCP), 2023. Global Coffee Platform: Sustainable Coffee Purchases Snapshot 2022 (Accessed January 13, 2024) at: <https://www.globalcoffeeplatform.org/latest/2023/gcp-snapshot-report-2022/>.
- Hajjar, R.; Newton, P.; Adshad, D.; Bogaerts, M.; Maguire-Rajpaul, V.A.; Pinto, L.F.G.; McDermott, C.L.; Milder, J.C.; Wollenberg, E.; Agrawal, A., 2019. Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 206, 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.102>.
- Ibanez, M.; Blackman, A., 2015. Environmental and Economic Impacts of Growing Certified Organic Coffee in Colombia. *Resources for the Future Discussion Paper No. 15-03*. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2561375>.
- IBM, 2021. Estudo da IBM: COVID-19 impactou 9 em 10 pontos de vista dos consumidores sobre sustentabilidade. IBM Institute for Business Value (Accessed March 8, 2024) at: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/estudo-sustentabilidade-pandemia/>.
- Imaflora, 2024. Rainforest Alliance. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora) (Accessed March 17, 2024) at: <https://www.imaflora.org/projetos/rainforest-alliance>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023. IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- International Coffee Organization (ICO), 2023. Coffee Report and Outlook. International Coffee Organization (Accessed February 5, 2024) at: https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf.
- International Trade Centre, 2024. Standards Map (Accessed March 1, 2024) at: <https://standardsmap.org/en/home>
- Maciel, R.C.G.; Mangabeira, J.A.C.; Lima, L.F.; Romeiro, A.R., 2024. A valoração e o pagamento por serviços socioambientais na Reserva Extrativista Chico. *Texto Para Discussão*, (464). ISSN 0103-9466.
- Maguire-Rajpaul, V.A.; Rajpaul, V.M.; McDermott, C.L.; Guedes Pinto, L.F., 2020. Coffee certification in Brazil: compliance with social standards and its implications for social equity. *Environment, Development and Sustainability*, v. 22 (3), 2015-2044. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0275-z>.
- Mangabeira, J. A. de C., Pinto, D. M., and Scarazatti, B. (2021). Guia Metodológico: geração de indicadores de desempenho e índice multicritério de sustentabilidade para agricultura familiar no bioma Amazônia. In: *Embrapa Territorial* (Ed.), *Embrapa Territorial*. v. 1 (138) (Accessed April 22, 2024) at: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133822/guia-metodologico-geracao-de-indicadores-de-desempenho-e-indice-multicriterio-de-sustentabilidade-para-agricultura-familiar-no-bioma-amazonia>
- Meier, C.; Sampson, G.; Larrea, C.; Schlatter, B.; Voora, V.; Dang, D.; Bermudez, S.; Wozniak, J.; Willer, H., 2020. The State of Sustainable Markets 2020: Statistics and Emerging Trends. ITC, Geneva.
- Melo, M.F.S.; Souza, R.C.; Campos-Silva, W.L.; Neto, J.A., 2017. Certificação Sustentável para café: Revisão sistemática da literatura e lacunas de pesquisa. *Espacios*, v. 38 (17). ISSN: 0798 1015.
- Milhorance, C.; Sabourin, E.; Le Coq, J.-F.; Mendes, P., 2020. Unpacking the policy mix of adaptation to climate change in Brazil's semi-arid region: enabling instruments and coordination mechanisms. *Climate Policy*, v. 20 (5), 593-608. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1753640>.

Mitiku, F.; de Mey, Y.; Nyssen, J.; Maertens, M., 2017. Do private sustainability standards contribute to income growth and poverty alleviation? A comparison of different coffee certification schemes in Ethiopia. *Sustainability* (Switzerland), v. 9 (2), 246. <https://doi.org/10.3390/su9020246>.

Moda, L.R.; Spers, E.E.; Almeida, L.F. de; Schiavi, S.M. de A., 2022. Brazilian coffee sustainability, production, and certification. *Sustainable Agricultural Value Chain*. IntechOpen, Rijeka. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>.

Panhuysen, S.; de Vries, F., 2023. Coffee Barometer 2023 (Accessed January 28, 2024) at: <https://coffeebarometer.org/>.

Piao, R.S.; Fonseca, L.; de Januário, E.C.; Saes, M.S.M.; de Almeida, L.F., 2019. The adoption of Voluntary Sustainability Standards (VSS) and value chain upgrading in the Brazilian coffee production context. *Journal of Rural Studies*, v. 71, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.007>.

Potts, J.; Lynch, M.; Wilkings, A.; Huppe, G.; Cunningham, M.; Voora, V., 2014. The State of Sustainability Initiatives Review 2014, Standards and the Green Economy. International Institute for Sustainable Development (IISD) and the International Institute for Environment and Development (IIED), January, 332 (Accessed April 24, 2024) at: https://www.iisd.org/system/files/pdf/2014/ssi_2014.pdf.

Rainforest Alliance, 2024. Rainforest Alliance. Rainforest Alliance (Accessed February 9, 2024) at: <https://www.rainforest-alliance.org/>.

Rich, K. M.; Chengappa, P. G.; Muniyappa, A.; Yadava, C. G.; Manjyapura, G. S.; Pradeepa Babu, B. N.; Shubha, Y. C.; Rich, M., 2018. Coffee certification in India: Awareness, practices, and sustainability perception of growers.

Agroecology and Sustainable Food Systems, v. 42 (4), 448-474. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1361497>.

Rockström, J.; Beringer, A.; Crona, B.; Gaffney, O.; Klingensfeld, D., 2020. Planetary boundaries: A compass for investing for the common good. In: Brill,

H.; Kell, G.; Rasche, A. *Sustainable Investing Sustainable Investing A Path to a New Horizon*, Routledge, London, pp. 109-128.

Sachs, J.D.; Schmidt-Traub, G.; Mazzucato, M.; Messner, D.; Nakicenovic, N.; Rockström, J., 2019. Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, v. 2 (9), 805-814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>.

Scalco, A.R., 2019. Certificações socioambientais em sistemas agroalimentares: convergências e divergências de atributos. *Sistemas and Gestão*, v. 14 (2), 177-187. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1523>.

Schaltz, T.S.; Bork, F.K., 2019. Informal economy in coffee country: farmers' use of Western certification schemes. *Diálogos Latinoamericanos*, v. 20 (28), 104-117. <https://doi.org/10.7146/dl.v20i28.117215>.

Squeff, T.A.F.R.C., 2020. O papel da certificação ambiental na consecução do desenvolvimento e consumo sustentável. *Revista da Faculdade de Direito da UFG*, v. 43. <https://doi.org/10.5216/rfd.v43.57757>.

Takahashi, R.; Todo, Y., 2013. The impact of a shade coffee certification program on forest conservation: A case study from a wild coffee forest in Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, v. 130, 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.025>

Veiga, J.P.C.; Barbosa, A.F.; Saes, M.S.M., 2016. A Cadeia Produtiva do Café no Brasil: Impactos Sociais e Trabalhistas da Certificação. Technical Report (Accessed January 14, 2024) at: <https://www.researchgate.net/publication/304013749>.

Voora, V.; Larrea, C.; Huppé, G.; Nugnes, F., 2022. IISD's State of Sustainability Initiatives review: Standards and investments in sustainable agriculture.

International Institute for Sustainable Development. April (Accessed July 11, 2024) at: <https://www.iisd.org/system/files/2022-04/ssi-initiatives-review-standards-investments-agriculture.pdf>.

RESEARCH

Open Access



Relational spaces and sustainability dynamics in family coffee farming in Brazil

Gabriela Azevedo Rocha^{1*}, Marcio Rogério Silva², Antônio Rodrigues da Cunha Neto¹ and Rafael de Oliveira Tiezzi^{1,2}

*Correspondence:

Gabriela Azevedo Rocha
gabiazevedowd@gmail.com
¹Postgraduate Program in Environmental Science, Federal University of Alfenas, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, Alfenas, MG 37130-000, Brazil
²Center for Nature Sciences, University Federal of São Carlos, Campus Lagoa Do Sino, Lauri Simões de Barros Road, Km 12 - SP-189, Atacapuã, Buri, SP 13565-905, Brazil

Abstract

Brazil is the world's largest coffee producer and exporter, and Southern Minas Gerais plays a central role in sustainability trajectories, with smallholders increasingly adopting agroecological practices despite limited access to markets and institutional support. Inspired by Pierre Bourdieu's theory of economic, social, cultural, and symbolic capital, this study investigates how these dimensions shape farmers' sustainability trajectories. Based on semi-structured interviews analyzed through Multiple Correspondence Analysis (MCA), four relational profiles were identified: non-sustainable, transitioning, sustainable, and certified sustainable farmers. Findings reveal that cultural capital alone is insufficient to drive change; its conversion into economic benefits depends on access to social networks and sustainability certifications. Symbolic capital emerges as a key driver for market differentiation. This research contributes to corporate social responsibility (CSR) literature by illustrating how social structures and embedded inequalities influence sustainable practices in agriculture. Public policies and market incentives must align to support inclusive and effective sustainability trajectories for smallholders.

Keywords Pierre Bourdieu, Multiple correspondence analysis, Sustainable agricultural practices, Social field of coffee farming, Smallholder coffee farming

1 Introduction

In Brazil, coffee cultivation holds a prominent position both economically—accounting for approximately one-third of the agricultural sector's GDP [18, 46]—and from a socio-cultural perspectives, as the country has historically been the world's largest producer and exporter of coffee beans [15, 34, 67]. Within this context, the Southern Minas Gerais region stands out in the sector, primarily due to its high productive capacity resulting from favorable climatic and geographic conditions, such as mild temperatures and high altitudes [21, 35].

Furthermore, this mountainous region distinguishes itself from other Brazilian coffee-producing areas through its exceptional bean quality, ensured by the conservationist and agroecological management practices of smallholder coffee farmers [5, 60]. It should be emphasized that these farmers are classified as smallholders by possessing up to four



© The Author(s) 2025. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License, which permits any non-commercial use, sharing, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if you modified the licensed material. You do not have permission under this licence to share adapted material derived from this article or parts of it. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

fiscal modules, which, in Southern Minas Gerais, do not exceed 60 hectares of planted area (Law No. 11.326—Family Farming Law, 2006).

Given this context, these rural smallholders, though often marginalized within the important coffee production chain—nonetheless play a crucial role in environmental conservation and sustainable development of the sector. This merit stems from their agricultural practices, which combine land stewardship with environmental respect, while simultaneously producing quality products that sustain both regional and broader economies [19, 27, 53, 55, 63, 64]. However, the reality faced by these small coffee farmers is far from trivial. While many seek to implement more sustainable practices, most encounter obstacles that typically limit their conservation initiatives.

Researchers such as Meek [47], Kansanga et al. [40], Bukuru and Tabitha [14], Rossi Moda et al. [58] and Teixeira et al. [64] identify economic constraints as barriers to accessing more efficient technologies and investments in ecological transition, as well as cultural and social challenges. These scholars argue that such challenges are related to entrenched harmful behaviors and certain skepticism about the consequences of climate instabilities. Furthermore, these difficulties are compounded by market and organizational issues. Since smallholders operate on limited land areas and produce at smaller scales, those not organized into cooperatives or associations tend to sell their high-quality coffee bags at commodity prices [32, 43, 52]. This ultimately discourages investments in more sustainable practices, as the expected financial returns are not realized.

Faced with these and numerous other challenges, understanding the reality that permeates the lives and decision-making processes of smallholder coffee farmers constitutes the first step toward proposing solutions [65]. To this end, it is essential to examine and unravel both the objective and subjective conditions that influence the adoption of sustainable practices—or their absence. From this perspective, Pierre Bourdieu's [10] reflexive sociology emerges as a particularly relevant analytical tool. This theoretical framework proposes that when analyzing a given reality, researchers should maintain analytical distance from the studied situation to produce unbiased assessments of both the involved agents and, more importantly, the social structures that shape them and the social field in which they are positioned. By conceptualizing coffee farming as a social field through Bourdieusian sociology, it is possible to observe a space characterized by struggles involving economic resources, technical knowledge, social networks, and prestige attained through differentiated agricultural practices, among other factors.

These struggles, viewed through Bourdieu's theoretical lens [10, 11] are determined by the various forms of capital possessed by social agents. According to the sociologist, these capitals represent resources accumulated throughout their trajectories that fundamentally position them within the social field. Consequently, these capitals—classified as economic, cultural, social, and symbolic—interact dynamically to shape agents' actions, behaviors, and opportunities.

Applying these conceptualizations to the social field of coffee production, we can establish that economic capital directly relates to financial and material resources invested in socio-environmentally responsible technologies and practices. Cultural capital, in turn, encompasses technical knowledge and skills acquired over time, which prove indispensable for adopting innovations and conservationist methods. Social capital comprises connections established through cooperatives, associations, and local communities, significantly expanding marketing and purchasing opportunities while

facilitating knowledge exchange. Finally, symbolic capital relates to prestige and social recognition, often associated with obtaining sustainability certifications, coffee quality scores, and the valorization of coffee produced through sustainable practices. Thus, we can affirm that Bourdieu's [10, 11] conceptual framework of capital determines coffee growers' positions within their social field and directly influences their decision-making processes and strategic approaches when facing challenges and opportunities in sustainable agricultural production. A similar association can be observed in the work of Nettle et al. [50] in Australia, which correlates different forms of capital with the adaptability of cotton farms in the face of climate change.

Another essential concept from Bourdieusian sociology for understanding the configuration of the coffee farming social field is the notion of "*habitus*". According to Bourdieu's [10, 11], *habitus* represents a system of internalized dispositions that reflect individuals' life experiences and conditions. This concept is crucial for understanding why certain groups of coffee farmers more readily adopt sustainable practices while others remain tied to traditional methods.

From this perspective, applying an analytical framework based on reflexive sociology concepts—particularly Bourdieu's [10, 11] notions of social field, capital, and *habitus*—to agricultural reality enables a comprehensive examination of the dynamics shaping smallholder coffee farmers' circumstances. This approach considers both structural social influences and the intangible dispositions guiding their practices.

As a starting point for analyzing this reality, it is essential to give voice to the principal agents of this field—the coffee farmers—allowing them to share their actual experiences, challenges, and perspectives regarding more sustainable agriculture. In this context, according to Mutolib [48], listening to coffee farmers through interviews can be a valuable approach to revealing the complexity of this territory. Additionally, statistical tools such as Multiple Correspondence Analysis (MCA) emerge as important allies for interpreting and correlating information obtained from interviews. This technique enables visualization and analysis of relationships among various categorical variables (questions), creating a Euclidean relational space with dimensionality reduction that reveals patterns and affinities based on respondents' answers [7].

Thus, the MCA technique enables researchers to move beyond simplistic data analysis, providing an understanding of connections and interactions between individuals and groups, while highlighting characteristics that bring different profiles together or set them apart [3, 7, 45, 59, 69]. Moreover, according to Bertonecelo [7], the potential of MCA is significantly enhanced when grounded in social theories like Pierre Bourdieu's framework, particularly when incorporating his concepts of social field, capital, and relational spaces. Consequently, by applying MCA through a Bourdieusian lens, it becomes possible to concretely visualize how different forms of capital interact and shape sustainable practices—or their absence—among coffee farmers.

In light of the above, this study aimed to examine whether forms of capital (economic, social, cultural, and symbolic) influence the adoption of more or less sustainable production practices among smallholder coffee farmers. To achieve this objective, we employed the multivariate statistical technique of Multiple Correspondence Analysis (MCA), which enabled the mapping and interpretation of complex relationships within this social field. The data were collected through semi-structured face-to-face interviews conducted with smallholder coffee farmers in the region. This methodological approach

allowed for a meticulous examination of their agricultural practices and the components of their *habitus*, revealing their dispositions and decision-making patterns within the context of sustainable agriculture.

Methodology

This study adopted an exploratory qualitative method following Gil's [24] methodology, aiming to investigate how different forms of capital—economic, social, cultural, and symbolic, as defined by Pierre Bourdieu's [10, 11]—influence the decision-making processes among smallholder coffee farmers regarding the adoption (or non-adoption) of sustainable practices.

The data collection instrument, consisting of a semi-structured interview form (Table 1), was developed based on Bourdieusian theoretical concepts, particularly those of reflexive sociology and the notions of social field, capital, and *habitus*. The questionnaire comprised 68 items, including both closed-ended and open-ended questions, organized into six main categories: I. Farmer Profile, II. Production Area Characteristics, III. Agricultural Management and Sales, IV. Workforce Composition, V. Certifications, and VI. Sustainable Practices. Each question was aligned with the study's theoretical objectives and correlated with the four forms of capital—economic, social, cultural, and symbolic—as detailed in Table 1.

Data collection

Data collection was conducted between June 2023 and March 2024, comprising in-person interviews with 30 smallholder coffee farmers across 22 municipalities in Southern Minas Gerais, as illustrated in Fig. 1. The combination of closed-ended and open-ended questions enabled the gathering of detailed information about agricultural practices and farmers' capital endowments, while also creating opportunities for reflective dialogue where participants felt comfortable sharing their experiences openly.

All interviewed coffee farmers are classified as smallholders or family farmers, as they possess up to four fiscal modules, predominantly use family labor for coffee cultivation, and maintain agriculture as their primary income source—in accordance with Brazilian Federal Law No. 11,326 (Law No. 11,326—Family Farming Law, 2006), which establishes guidelines for family farming in Brazil.

Respondent selection employed the snowball sampling, a non-probability sampling technique (Naderifar, 2017; [31]), where the initial participant was purposively selected, with subsequent farmers being recruited through referrals. This process gradually created a referral network ensuring group representativeness within the research context. Notably, not all participants were acquainted or interconnected through cooperatives, unions, or associations.

Data collection followed ethical guidelines of the Research Ethics Committee (REC—Comitê de Ética em Pesquisa), with prior approval under protocol no. 67291823.0.0000.5142.

Description of the study area

Brazil has historically held the position as the world's largest producer and exporter of coffee, with Minas Gerais standing out as the country's leading coffee-producing state [15, 34, 36]. Within this context, the Southern Minas Gerais region accounts for

Table 1 Semi-structured questions used in the interviews

Pergunta			Type of question		Related capital			
			C	O	E	S	C	SB
I. Farmer Data	1	Age range		x				x
	2	Level of education		x				x
	3	Postgraduate education	x					x
	4	Years of experience working with coffee	x					x
	5	Type of employment contract	x		x			
	6	Current role	x		x			
	7	Sources of income		x	x			
	8	Is income exclusively derived from coffee?		x	x			
	9	Working hours		x	x			
II. Producti-on area	10	Coffee brand name	x			x		x
	11	City	x			x		
	12	Planted area in hectares	x		x			
	13	Types of green areas present on the property		x				x
	14	Crop classification		x	x			
III. Agricultural Management and Sales	15	Coffee varieties cultivated	x		x			
	16	Average number of coffee trees planted per hectare	x		x			
	17	Planting spacing used	x		x		x	
	18	Average coffee yield (bags) over recent years	x		x			
	19	Information on land slope	x					x
	20	Altitude	x					x
	21	Are there crop consortia?		x	x	x		
	22	How is land prepared for planting?		x		x		
	23	How is soil pH correction carried out?	x			x		
	24	How is/was the planting carried out?		x		x		
	25	Types of fertilizers used in production		x		x		
	26	Is there zero harvest (stumping)?		x		x		
	27	Weeding method		x		x	x	
	28	Harvesting method		x		x	x	
	29	Coffee drying method		x		x	x	
	30	Sales method (percentage for each modality)		x		x		
	31	Is the coffee graded? If so, what is the score?		x				x
32	Is the farmer part of a cooperative or association?		x					
33	Average price per 60 kg bag in 2022/2023		x		x			
34	Do you receive technical assistance?		x		x	x		
IV. People involved	35	How many people work in planting?	x			x		
	36	How many people work in harvesting?	x			x		
	37	Forms of employment		x				
	38	Daily working hours per employee		x		x		
	39	Benefits provided		x		x	x	
	40/41	Are Personal Protective Equipment (PPE) offered to workers? If so, which ones?	x	x				x
	42	Is it difficult to find labor?		x		x	x	
	43	Is it difficult to obtain inputs?		x		x	x	

Table 1 (continued)

Pergunta			Type of question		Related capital		
			C	O	E	S	C
V. Certifications	44/45	Is your production/farm certified? If so, which certification?	x	x			x
	46/47	If not yet certified, are you interested in obtaining certification?	x	x			x
	48/49	Do you believe certifications facilitate the export of green coffee (unroasted)?	x	x		x	x
	50/51	Do you believe certifications facilitate the export of roasted coffee (ready for consumption)?	x	x		x	x
	52/53	Do you believe certifications support domestic market access for roasted coffee?	x	x		x	x
	54/55	Do you believe certifications contribute to improving socio-environmental responsibility practices?	x	x		x	x
	VI. Sustainable practices	56	Do you consider your agricultural practices to be sustainable?		x		
57		Do you believe your coffee plantation has long-term productivity with current practices?		x			x
58		Which soil management practices do you consider sustainable?	x				x
59		Which soil management practices do you consider unsustainable?	x				x
60		Which water use and disposal practices do you consider sustainable?	x				x
61		Which water use and disposal practices do you consider unsustainable?	x				x
62		Which solid waste practices do you consider sustainable?	x				x
63		Which solid waste practices do you consider unsustainable?	x				x
64		Which practices on water use, reuse, and disposal are sustainable?		x			x
65		Which practices on water use, reuse, and disposal are unsustainable?		x			x
66	What do you do to save electricity or fossil fuels?		x			x	
67/68	Is sustainability linked to higher economic gains? Please explain	x	x			x	

Classification of the questions asked during interviews with smallholder coffee farmers in Southern Minas Gerais, indicating the type of question (C = Closed-ended; O = Open-ended) and the related forms of capital according to Bourdieu [10, 11]: E = Economic Capital, S = Social Capital, C = Cultural Capital, and SB = Symbolic Capital

approximately 24.1% of Brazil's total coffee production [21] and was selected as the study area due to its significance in coffee production. The region is globally recognized for its high-quality product, largely derived from smallholder farmers who employ sustainable agricultural practices [19, 27, 53, 63, 64]. Data collection encompassed 22 municipalities, as shown in Fig. 1.

Southern Minas Gerais features mild temperatures (an average of 18–20 °C) and high altitudes reaching up to 1400 m, which impart excellent coffee characteristics including high acidity, velvety body, and sweet flavor—qualities that make the beans highly appreciated worldwide [4, 51]. From this perspective, the region's socioeconomic development is intrinsically linked to coffee production, particularly in small municipalities characterized by rural landscapes where coffee farming represents one of the most important economic activities [21].

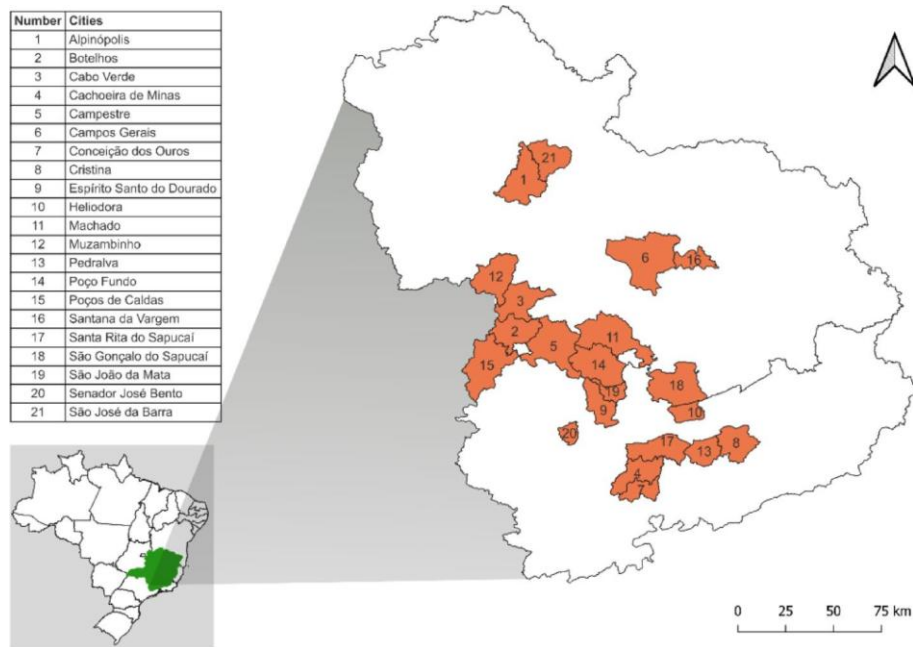


Fig. 1 Study area: Location of municipalities in Southern Minas Gerais where interviews with coffee farmers were conducted. *Legend:* The numbers on the map highlighted in orange correspond to the municipalities listed in the table on the left. The area highlighted in green indicates the state of Minas Gerais within the Brazilian territory

Data analysis

The methodological approach employed to analyze the interview data was Multiple Correspondence Analysis (MCA)—a multivariate statistical technique that constructs relational spaces through perceptual maps of point clouds or scatterplots [7]. This method is particularly effective for exploratory analysis of categorical data, typically obtained from structured questionnaires administered to population samples regardless of size [7].

As Bertonecelo [7] explains, MCA enables the plotting of information from N individuals (whether statistically representative or not) described by Q categorical variables into a cloud of modalities. This visual representation facilitates the identification of associations among categorical data (interview responses) and allows classification of individual group profiles—in this study, represented by smallholder coffee farmers.

This method was selected for its ability to: (1) Synthesize complex relationships among numerous categorical variables derived from respondent answers; (2) Represent these associations in a reduced-dimensional space; (3) Facilitate interpretation of results.

To commence the analysis, the first stage involved constructing a data matrix in Excel software following Bertonecelo's [7] methodology. In this matrix, rows represented the 30 interviewed individuals while columns corresponded to categorized responses from the 68-question interview protocol (Table 1), yielding a total of 198 active categorical variables. Following Husson and Josse's [33] established criterion, variables with frequencies below 5% were classified as supplementary and consequently excluded from the construction of the principal axes. This approach ensured greater statistical stability and coherence in the analysis.

The matrix data were processed in RStudio using the FactoMineR package, a reference for multivariate exploratory analysis [20, 25]. As Bertonecelo [7] explains, when performing MCA in this context, the Burt matrix is decomposed through cross-tabulation

of all categorical variables, ensuring computation of all associations between variable categories. This computation generates a two-dimensional scatterplot (Cartesian plane) where dimensions are formed based on variable variation gradients. Dimension 1 (Dim 1) accounts for the greatest data variance, while Dimension 2 (Dim 2) complements the analysis by revealing a second important variance direction crucial for understanding associations. In this framework, the proximity or distance between points reflects the strength of associations or oppositions between analyzed categories. Closer points indicate affinities—practices or characteristics that frequently coexist among respondents— while greater distances suggest differences and oppositions.

In this study, the scatterplot generated by MCA consists of blue points representing the interviewed coffee farmers and red triangles denoting the active categorical variables (responses) considered in the construction of the dimensions. The blue points are distributed across the plane according to their proximity or affinity with the variables (red triangles), thereby revealing the farmers' relationship to sustainable practices and socioeconomic characteristics investigated in this social field through interviews. The two-dimensional Cartesian plane was further divided into four quadrants formed by the intersection of principal axes. Under this configuration, following Bertoncelo [7], each quadrant represents a distinct combination of active variables positioned relative to the axes. Consequently, this reflects groupings of similar farmer profiles sharing common characteristics.

The MCA-generated data were analyzed through the theoretical lens of Pierre Bourdieu's [10, 11] typology, enabling the establishment of relationships between the scatterplot and the forms of capital defined by the sociologist. This approach provided a robust foundation for interpreting how sustainable practices, socioeconomic conditions, and farmers' *habitus* manifest within the social field of coffee production. Furthermore, the analysis was enhanced by the authors' practical experience and expertise, which—combined with established social theories and scientific references—facilitated a thorough and nuanced interpretation of the dynamics structuring sustainable practices in the investigated context.

Results and discussion

Multiple Correspondence Analysis (MCA) served as the primary analytical tool for exploring data collected through interviews with smallholder coffee farmers in Southern Minas Gerais during 2023–2024. This multivariate statistical technique revealed complex relational patterns among categorical variables (represented by red triangles and text labels) characterizing different farmer profiles (represented by blue points and numbers) through a scatterplot visualization (Fig. 2). The graphical output displayed a relational space divided into two principal dimensions, where Dimension 1 (Dim1) accounted for 7.95% of total data variance, while Dimension 2 (Dim2) complemented the analysis by explaining 5.94% of the variance.

To interpret the construction of the dimensions, it is necessary to refer to Bertoncelo [7], who explains that the farther a category is from the center of the axis, the greater its contribution to the formation of the dimension. This leads to the conclusion that Dimension 1 reflected the degree of sustainability of the practices adopted by coffee growers. At the positive end, characteristics such as the application of green manure (greMan_s), the belief that sustainable practices bring health benefits to family members and employees

and lower belief in the financial benefits of sustainable practices (SusPrac_d). Conversely, at the lower (negative) end, variables linked to advancements in agricultural practices were located, including high coffee quality scores (90pt and 86pt), the belief that their farming practices are fully sustainable (PracSus_st), and higher education levels, such as a completed master's degree (MA), reflecting greater cultural capital. This arrangement of Dimension 2 aligns directly with other studies, such as those by Sarmin et al. [59], Liu et al. [45], and Zerga et al. [69], which demonstrate that higher education levels are directly associated with greater innovation capacity and the adoption of more environmentally sustainable practices.

The observed polarization between the extremes of Dimensions 1 and 2 reveals significant sociocultural barriers, reflecting challenges in integrating traditional farmers with those more engaged in sustainable practices. In this context, the dimensional analysis from the MCA (Multiple Correspondence Analysis) reinforces that advancing sustainability in coffee cultivation requires integrated strategies that combine, among other factors, social and cultural capital. As argued by Arru et al. [3], such strategies should prioritize inclusion and the strengthening of networks connecting farmers with different profiles, fostering knowledge exchange and shared experiences. This coordination is essential to overcome existing barriers in this social field, thereby expanding the reach and effectiveness of sustainable practices in the sector.

Further referencing Bertonecelo [7], the author explains that the scatterplot analysis (Fig. 2) should be interpreted as follows: the closer two active categories (interview responses) are positioned, the stronger their direct association; similarly, the nearer two individuals (interviewed coffee growers) appear, the more similar their response profiles, enabling inductive reconstruction of contrasts and affinities between social practices and their agents.

This two-dimensional distribution of the scatterplot also allows the division of the relational space into four quadrants, each representing a group of individuals with similar characteristics and behaviors. Grounded in social theory and researchers' interpretations, we can assert that these quadrants reflect interactions between economic, symbolic, social, and cultural capital, consistent with Bourdieu's theory of "social fields" [10, 11]. Here, each quadrant represents a cluster of coffee growers occupying analogous positions within this social field, thereby enabling mapping of how different forms of capital influence these actors' practices and perceptions regarding sustainable agriculture.

Analysis of the upper-left quadrant zoom (Fig. 3) reveals characteristics that classify this group as 'Non-Sustainable Coffee Growers,' as they exhibit predominantly traditional or unsustainable attributes. Key examples include the use of chemical fertilization (chemFert_s) and mineral fertilization (minFert_s), on-site waste incineration (wasteInc_s), and improper disposal of solid waste in landfills (landfillWaste_s). These practices, combined with the absence of energy monitoring (energyMon_n) and the use of less efficient fossil fuel-powered machinery, result in greenhouse gas (GHG) emissions and negative environmental impacts [41, 42, 70].

From the perspective of sociologist Pierre Bourdieu [10, 11], we can assert that this group comprises individuals who demonstrate a unique interplay between economic, cultural, social, and symbolic capital. Although they enjoy commercial advantages—selling 75% of their coffee directly to cooperatives (coopSale_75p) and maintaining relatively

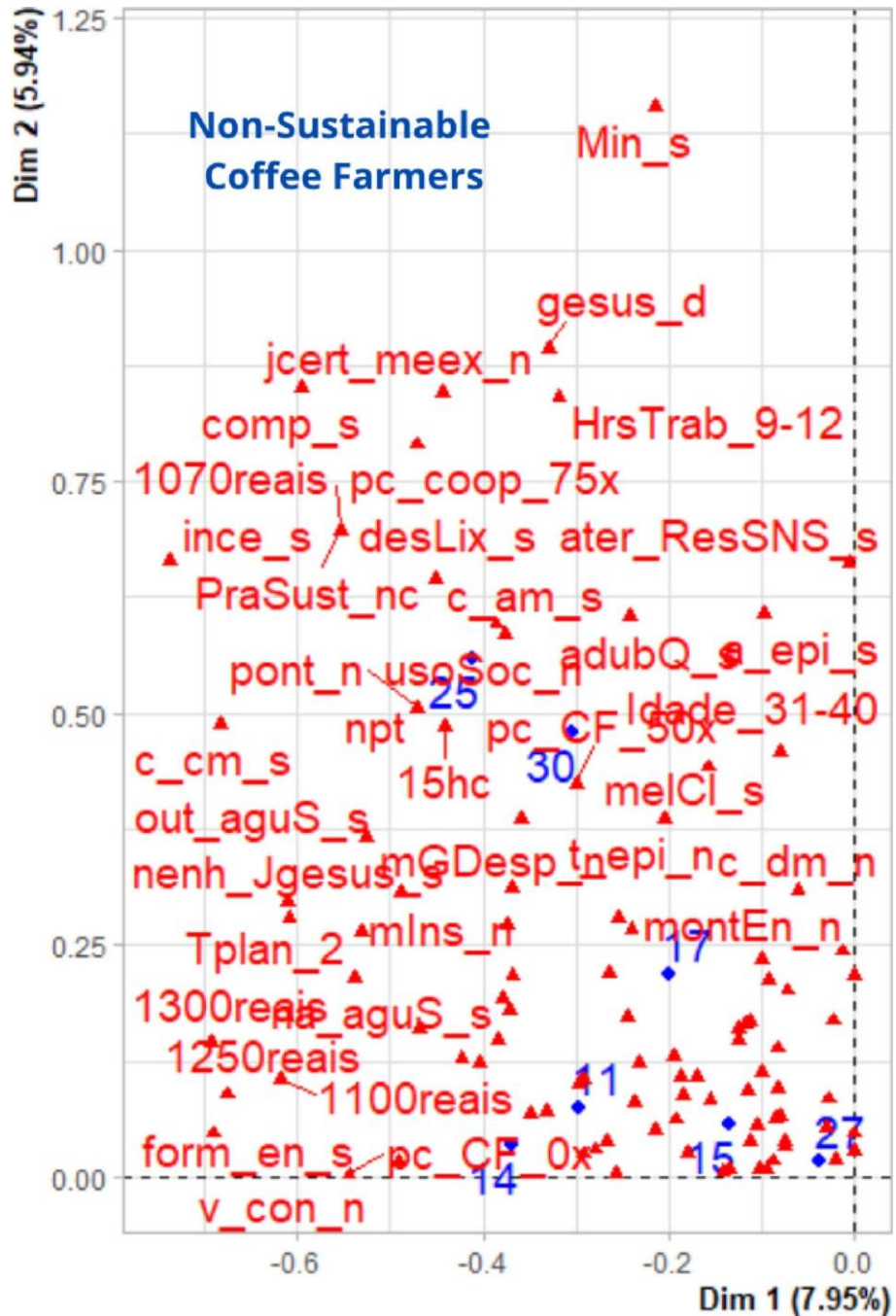


Fig. 3 Zoom on the upper left quadrant of the Multiple Correspondence Analysis (MCA): Non-Sustainable Coffee Farmers. *Legend:* The scatterplot shows the clustering of individuals (dots and numbers in blue) and active categorical variables (triangles and abbreviations in red) associated with coffee farmers who follow less sustainable practices

stable prices between R\$1,070.00 and R\$1,300.00 per sack (1070brl, 1300brl), which exceeds the minimum price of R\$684.16 per 60 kg sack for Arabica coffee in the 2023/24 harvest in Minas Gerais [16]—these coffee growers fail to convert this economic capital into strategies that enhance symbolic capital, such as obtaining certifications (cert_n).

Regarding these farmers' relationship with cooperatives (coopSale_75p), through the lens of Bourdieu's [10, 11], this can be interpreted as demonstrating strength in social

and economic capital for this group. Such social organizations reflect an ability to consolidate support networks that yield economic benefits, including more stable and predictable coffee prices, as well as access to more affordable inputs due to the economies of scale these organizations provide—as previously demonstrated in studies by Phimmavong et al. [52] and Haldar [30]. However, this advantage in social and economic capital alone appears insufficient to transform the 'non-sustainable' profile characteristic of this quadrant.

Drawing on Bourdieu's [10, 11] and Bennett [6], this inconsistency can be explained by the concept of 'conventional habitus,' which reflects conditioned behavioral patterns shaped by socially established and legitimized practices. Responses such as 'does not believe sustainable practices reduce waste' (wasteRed_n) or 'does not believe sustainability decreases input dependency' (inpDep_n) reveal a belief system prioritizing so-called 'traditional' methods. These methods have been consolidated over decades as the 'most efficient and safest' within their specific socioeconomic and environmental contexts. This finding underscores the fundamental role of territory in intensifying processes of mimetic behavior and institutional isomorphism, where regionally predominant practices tend to be reproduced as tacit norms among local actors [68]. As Laguir et al. [44] emphasize, sustainability transitions are not merely a matter of technical change, but involve the reconfiguration of institutional logics and legitimacy structures.

From this perspective, cultural resistance to change—rooted in conventional *habitus*—reflects historical dynamics of exploitation, as highlighted by Galeano [22]. Since the nineteenth and twentieth centuries, Latin America's productive logic has been characterized by structural inequalities that prioritize immediate survival over long-term strategies, perpetuating precarious working conditions and dependence on unsustainable agricultural practices. Building on Galeano's [22] framework, the choice of unsustainable methods can also be understood as responses to recurrent climate and economic crises in Brazil. For instance, the 1969 frost events that devastated coffee plantations nationwide disproportionately affected small producers, while major coffee chain actors leveraged accumulated stocks for profit—reinforcing a logic that protects dominant capital at the expense of the dominated [10]. Yet, as in other social fields, the dominated paradoxically assimilate and reproduce dominant practices and discourses. Regarding climate crises, this reproduction manifests in beliefs that deleterious events like frosts may not be entirely harmful, as they can increase coffee prices. However, this perspective overlooks the disproportionate impact on the most vulnerable—in this case, small coffee growers themselves. This paradox reflects *habitus* conditioning, which perpetuates traditional practices even when more accessible sustainable alternatives exist. This analysis suggests that even cooperative participation—while strengthening social capital and providing economic stability—proves insufficient to overcome the structural and cultural barriers shaping these farmers' conventional *habitus*.

The Upper Right quadrant (Fig. 4) brings together a group of coffee farmers classified as "Sustainable Coffee Farmers", as they present a set of characteristics that demonstrate a clear concern for sustainability in their production systems. Among the practices adopted, the following stand out: green (adv_s) and organic (organ_s) fertilization, the transformation of organic waste into fertilizer (adOr_s), and the use of biomass as an energy source (UsoBiom_s). Additionally, these producers avoid the use of chemical inputs, such as NPK (npk_n), and chemical weeding (cap_quim_n), in addition to

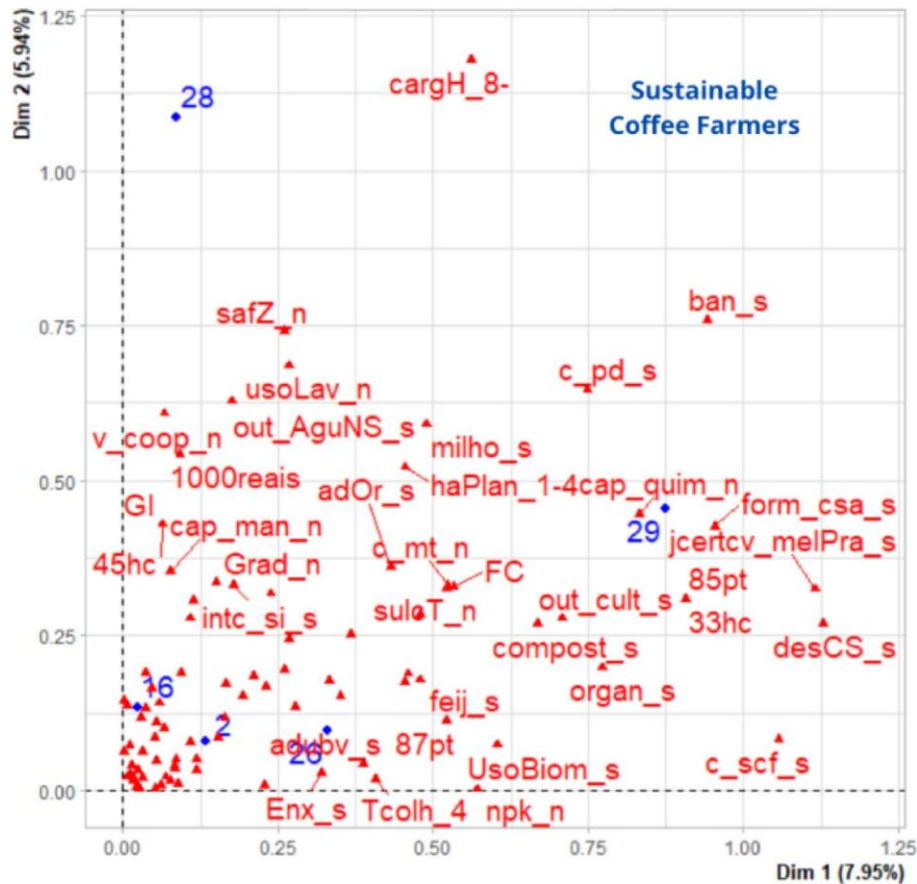


Fig. 4 Zoom on the upper right quadrant of the Multiple Correspondence Analysis (MCA): Sustainable Coffee Farmers. *Legend:* The scatterplot shows individuals (dots and numbers in blue) and active categorical variables (triangles and abbreviations in red) associated with the profile of coffee farmers who adopt sustainable practices

managing the soil with less invasive techniques, such as the use of a hoe (Enx_s) and the exclusion of the use of tractor furrows (SulcT_n). These choices reflect a commitment to environmental preservation, aligned with agroecological principles [2, 23]. Another point that reinforces this alignment is the presence of crop consortium systems (out_cult_s), which include the planting of beans (feij_s) and bananas (ban_s) in coffee plantations. This practice, in addition to promoting the diversification of the agricultural landscape, favors biodiversity and contributes to local food security, reaffirming the sustainable nature of this group [27], Jassogne et al., 2021; [53, 64].

The agroecological practices employed by this group are strongly associated with small-scale landholdings, primarily due to the greater ease of manual management and reduced dependence on mechanization. Although these producers harvest fewer bags per crop cycle compared to large-scale producers, they are able to add value to their product by accessing markets that prioritize sustainability, as demonstrated in studies by Duque [17], Ramirez-Gomez et al. [56], and Pronti and Coccia [54]. As a result of the higher profitability of agroecological coffee production, it is possible to observe that even larger producers are adopting hybrid production models or transitioning their crops to sustainable management systems as a market strategy [55, 68].

However, the commitment to more sustainable practices among this group does not fully translate into proportional financial returns. Despite producing high-quality

coffees, scoring 85 and 87 points (85pt, 87pt)—characteristic of specialty coffees—the average price per bag in 2023/2024 was only R\$1,000 (1000reals). This value is lower than that recorded by coffee growers in the Upper Left Quadrant, even though the latter employ less sustainable practices. From a Bourdieusian perspective [10, 11], this disparity can be interpreted by analyzing the social and economic capital of this quadrant. Unlike Quadrant I, where social capital was strengthened by direct trade with cooperatives, the farmers in this group lack a consolidated commercialization channel (*v_coop_n*). This limits their bargaining power, resulting in lower prices for their coffee and restricted access to higher-value, specialized markets, thereby diminishing the group's economic capital [30, 32, 43, 52]

On the other hand, when exploring the cultural capital of this quadrant, it is possible to infer that adherence to sustainable practices may stem from the cultural habitus of this group. For example, having an educational background in applied social sciences (*form_csa_s*) contributes to shaping this profile and to valuing agroecological and innovative methods, as pointed out by Kansanga et al. [40] in their work with farming communities in the Sahel region of Africa. However, the lack of consolidated social capital, through integration into cooperative networks or the absence of certifications that confer symbolic value to coffee, results in a gap between cultural capital and the development of more effective market strategies that would ensure better prices per sack of coffee. Thus, as also highlighted by Meek [47] and Nettle et al. [50], the social and economic recognition of sustainable and agroecological practices – as well as the consolidation of these strategies as viable options—strongly depends on farmers' integration into collaborative networks. In other words, without the support of basic social capital, even coffee farmers most engaged in sustainable practices face challenges in consolidating their position as prominent agents within the social field of coffee farming.

On the other hand, this quadrant features a notable outlier—individual 28, positioned in isolated prominence at the upper extremity. This distinctive placement suggests they function as a statistical and social outlier within this field, consistent with Bourdieu's [9] conceptual framework. Their exceptional position in the social space can be attributed to unique characteristics and strategies, particularly regarding coffee market valuation (economic capital). In 2023, this grower achieved a remarkable selling price of R\$6,000 per bag (approximately \$1,100 USD), targeting premium coffee shops in São Paulo. This market differentiation reflects not only distinct economic positioning but also the ability to mobilize forms of symbolic capital that elevate the production status within the coffee value chain. Unlike other quadrant farmers, this producer operates a 1-hectare agroforestry system, which—as demonstrated by previous research—ensures superior bean quality and flavor profiles [39, 61, 66].

The presence of this outlier within the quadrant reinforces Bourdieu's [10] idea that, within a social field, agents are not rigidly bound to structures, as individuals can modify their position through the mobilization of specific capitals and differentiated strategies. In the case of Individual 28, their insertion into a highly valued market niche—with consumers who attribute value to the symbolic capital of agroforestry and sustainable production—allowed the conversion of their cultural and symbolic capital into a competitive advantage. This dynamic illustrates how the adoption of innovative practices and the ability to access more exclusive commercialization networks can enable new

forms of upward mobility within the social field, even when the broader context presents structural limitations [29].

When analyzing the categorical variables of the Lower Left Quadrant (Fig. 5), this group can be classified as ‘Coffee Farmers in Transition to Sustainability,’ as they exhibit a set of hybrid practices that reflect both conservative traits and elements of transition toward more sustainable systems. Among the traditional practices still prevalent are the use of nitrogen fertilizer (npk_s), chemical weeding (cap_quim_s), and mechanical weeding (cap_mec_s), as well as the absence of composting (compost_n) and the lack of PPE for workers (n_epi_s). Nevertheless, practices indicating a shift toward sustainability are beginning to emerge, such as rainwater reuse (ReuC_s) and the reverse logistics of pesticide packaging (logR_s). Although the latter is mandatory under Brazilian solid waste legislation (Law 12,305/2010—National Policy on Solid Waste) [6, Law No. 12,305, 2010), it represents a significant advancement in the context of more sustainable agricultural practices.

A notable aspect of this group is the presence of coffee farmers certified by Rainforest Alliance (cert_rfa_s). From Bourdieu’s perspective [10, 11], this certification represents a form of symbolic capital potential. According to the sociologist, symbolic capital is tied to social recognition and the legitimacy granted to individuals or groups based on

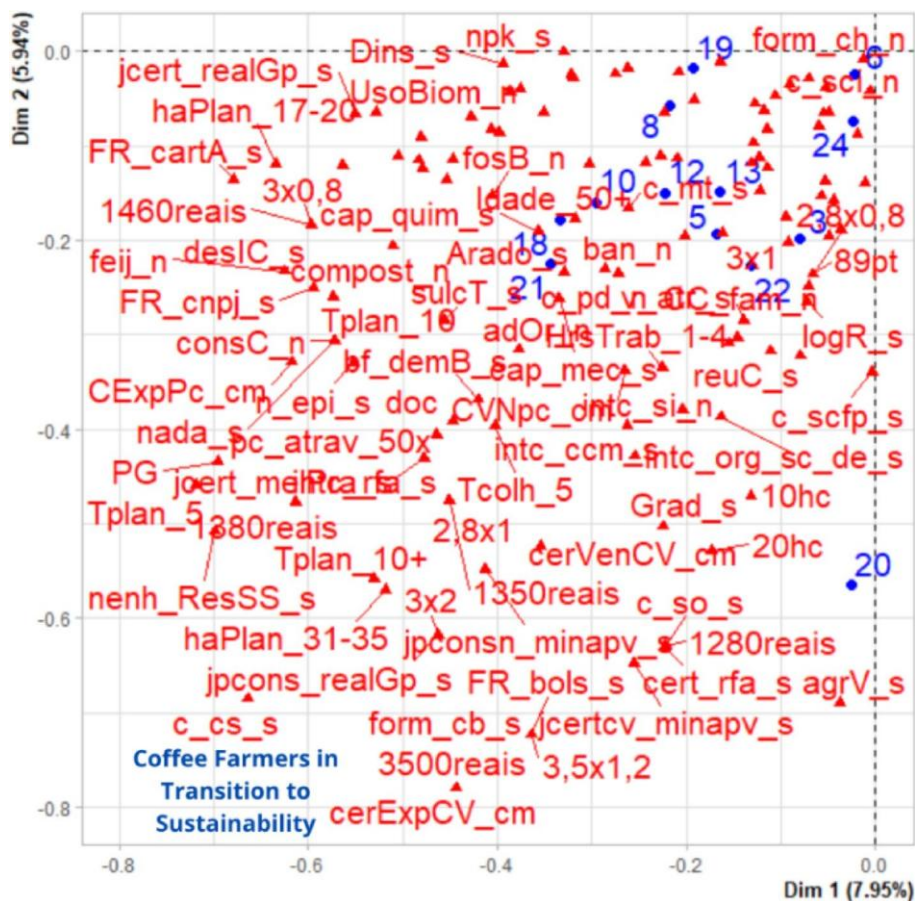


Fig. 5 Zoom on the lower left quadrant of the Multiple Correspondence Analysis (MCA): Coffee Farmers in Transition to Sustainability. *Legend:* The scatterplot shows individuals (dots and numbers in blue) and active categorical variables (triangles and abbreviations in red) associated with the profile of coffee farmers undergoing a sustainability transition

socially valued attributes. In this context, agricultural certifications like Rainforest Alliance function as tools for assigning symbolic value (prestige), distinguishing the coffee produced by these smallholders in more competitive and demanding markets—where, consequently, buyers are more willing to pay premium prices [1, 26, 38, 62].

This economic gain was evidenced by the higher price per bag, which reached up to R\$3,500.00 (3,500 reais) in 2023/2024, equivalent to approximately USD 700. Within this same perspective, the expressed interest in additional certifications—such as Certifica Minas Café (intc_ccm_s) and organic certifications (intc_org_s)—reinforces the perception that these coffee farmers recognize the strategic advantages of increasing their symbolic capital. The response supports this view, 'believes that sustainable practices and certifications add value to coffee, making them less dependent on commodity market prices' (agV_s), demonstrating a conscious appreciation of certifications as mechanisms for differentiation and access to more profitable market niches.

However, this process does not occur unilaterally but rather as a two-way street. Obtaining and maintaining sustainability certifications requires significant financial investments, both in structural adjustments on the farms and in complying with strict regulatory requirements [1, 57]. In this sense, the greater financial capacity of the producers in this group—evidenced by their land holdings of 17 to 35 hectares—can be interpreted as a facilitating factor for entering this premium market. Indeed, certifications demand technical compliance and resources for their implementation and continuity, thereby creating an entry barrier that tends to favor producers with greater pre-existing economic capital [26]. Thus, both the transition to more sustainable practices and the pursuit of certifications appear to be directly tied to a dependence on higher economic capital among coffee farmers.

Finally, the Lower Right Quadrant (Fig. 6, Appendix IV) comprises small coffee farmers classified as 'Sustainable and Certified.' This group stands out for its sustainable agricultural practices and certifications, but most notably for its qualitative responses that emphasize the perception and appreciation of sustainability. By categorizing open-ended responses and incorporating them into the MCA (Multiple Correspondence Analysis) calculation, key themes emerged within this group, indicating that these actors perceive sustainability as a central pillar that extends beyond environmental benefits. Most significantly, they recognize its direct impact on family health and well-being (melSau_s), improved farm productivity efficiency (prasust_st), and reduced dependence on chemical inputs (mIns_s). This heightened awareness may be associated with the group's higher cultural capital, as evidenced by the MC variable (completed master's degree) [45, 59, 69].

From a technical standpoint, the agricultural practices adopted by coffee farmers in the Lower Right Quadrant also demonstrate a strong commitment to sustainability. The use of green manure (Adbv_s), rainwater harvesting (ReuA_s), and monitoring of energy and fossil fuel consumption (montEn_s) reflect their concern for natural resource preservation [27, 28, 53, 63]. The avoidance of herbicides (herb_n) and implementation of shade-grown plants (Somb_s) promote soil health and biodiversity [39], while selective manual harvesting (c_dm_s) ensures bean quality and minimizes environmental impacts [66]. The use of modern, more efficient machinery (MaqEf_s) contributes to resource conservation and carbon emission reduction [41, 42, 70], and the provision of PPE

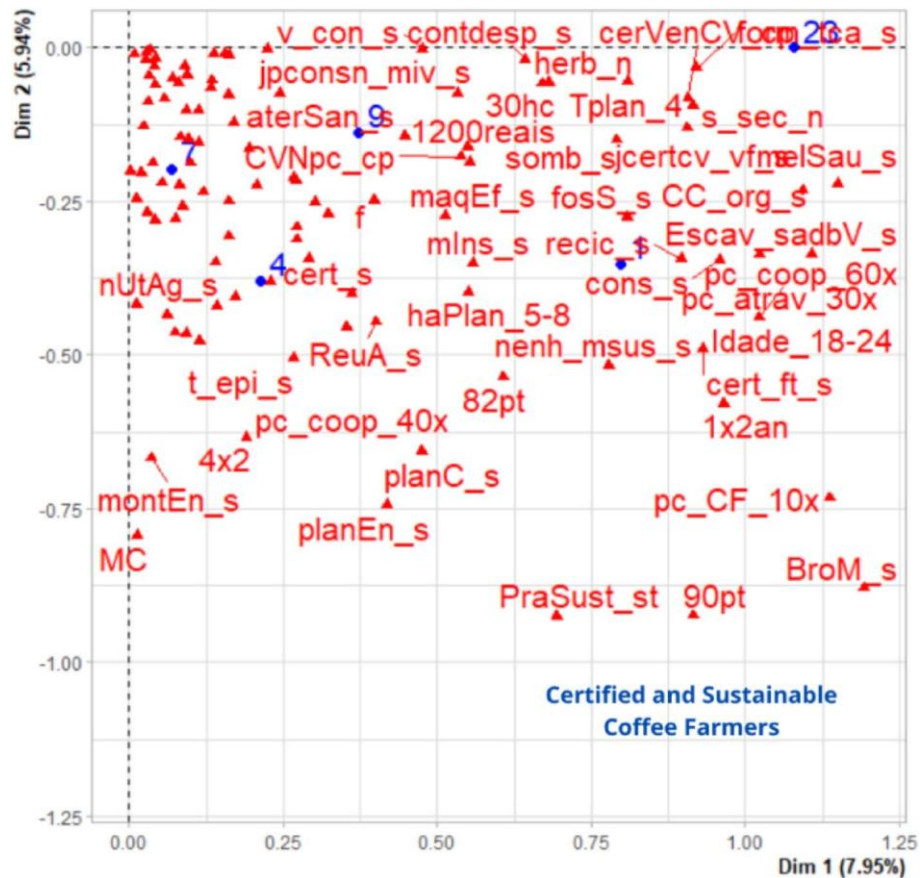


Fig. 6 Zoom on the lower right quadrant of the Multiple Correspondence Analysis (MCA): Certified and Sustainable Coffee Farmers. *Legend:* The scatterplot shows individuals (dots and numbers in blue) and active categorical variables (triangles and abbreviations in red) associated with coffee farmers whose practices are both sustainable and certified

(t_epi_s) reinforces their commitment to human welfare, integrating environmental and social practices into a sustainable model [8].

This group also stands out for its strong engagement with agricultural certifications (cert_s), such as Certifica Minas Café (cert_cmc_s), FairTrade (cert_ft_s), and organic certifications (cc_org_s). These certifications provide these coffee growers with significant symbolic capital while legitimizing their sustainability efforts in more demanding markets. The variable jcercv_vf_s ('Believes certification increases financial value') further confirms that these farmers recognize the positive impact of certifications on economic capital.

However, this alignment between sustainable practices and certifications transcends the economic dimension, reflecting a specific *habitus* rooted in technical knowledge and appreciation of the collective impacts of these practices. The adoption of sustainable practices, coupled with the recognition of certifications as market differentiators, reveals an integrated articulation of cultural, economic, and symbolic capital. The cultural capital, expressed in the predisposition for innovation and adoption of sustainable agricultural systems, is amplified by the symbolic capital conferred by certifications, which in turn strengthens the economic capital of these coffee growers. This interdependence between forms of capital demonstrates that this group has successfully mobilized

its strategic resources to establish a sustainable production model that is economically viable and socially recognized.

When analyzing all four groups (quadrants) simultaneously, we observe that the persistence of conventional, less sustainable methods is associated with an established conventional *habitus* structure that perpetuates historically legitimized practices in the field. Conversely, in contexts where certifications and structured commercial networks exist, the conversion of cultural capital into economic value becomes more feasible, enabling greater participation of coffee growers in sustainability-driven markets. Consequently, the synergy between different forms of capital observed in the Lower Right Quadrant— Sustainable and Certified Coffee Farmers—strengthens value-creation trajectories, while the absence of effective conversion mechanisms keeps certain groups in less advantageous positions with lower socio-environmental responsibility.

The dynamics observed in this study demonstrate that the economic valorization of sustainable practices must be accompanied by the strengthening of social networks for knowledge and experience exchange, as well as mechanisms that facilitate certification acquisition. These conditions are essential to enable coffee growers at different stages of sustainability transition to enhance their actions and expand their participation in differentiated markets. The results further indicate that the transformation of agricultural practices occurs when there is social recognition of these changes, allowing sustainability to become legitimized in the productive field and converted into economic advantages.

Conclusion

This study aimed to analyze the profiles of small coffee farmers in Southern Minas Gerais through the Bourdieusian lens of economic, social, cultural, and symbolic capital, and to understand how these structures influence the adoption of sustainable practices. The application of Multiple Correspondence Analysis (MCA) as a methodological tool revealed that sustainability in coffee farming should be understood heterogeneously—as a relational and positional phenomenon in which different farmer profiles mobilize their capital distinctively to legitimize their sustainable production practices and access more economically viable markets.

Beyond providing this structural understanding, MCA enabled the identification of latent patterns in the relationships between different forms of capital and agricultural practices, highlighting factors that either favor or limit the transition to sustainability. This analytical approach revealed distinct production trajectories and allowed for predictive trend analysis, indicating how different farmer profiles might position themselves within the social field of coffee production. Thus, MCA has established itself as a robust method for future research, particularly in monitoring structural changes and formulating strategies to facilitate more balanced conversion of capital into economic and symbolic advantages across different groups.

The study conclusively shows that even technically trained farmers with greater predisposition toward agroecological practices face structural challenges in accessing premium markets, while those with more limited cultural capital but integrated into structured commercial networks achieve more significant financial returns. This finding reinforces that sustainability, when recognized and legitimized through certifications and collaborative networks, can become a substantial competitive advantage.

Conversely, the persistence of conventional, less sustainable methods among some farmers is strongly associated with an entrenched conventional *habitus* and financial advantages from economies of scale, which perpetuates historically legitimized practices sustained by commodity market logic.

This analysis demonstrates that consolidating sustainable practices in coffee farming requires strategies that enhance both economic and symbolic recognition of these practices while fundamentally expanding farmers' social capital. This can be achieved by strengthening productive and commercial networks, as well as democratizing access to certifications and differentiated markets. Furthermore, public policies for the sector must account for structural inequalities in capital conversion, implementing mechanisms to value sustainable coffee and promoting institutional structures that ensure greater equity in the distribution of opportunities among producers at different stages of sustainability transition.

While the study makes significant contributions to understanding the social field of coffee production, certain limitations should be acknowledged. The analysis focused specifically on Southern Minas Gerais, and future research could expand this scope to other production regions to verify the generalizability of these findings.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Brazil, for providing financial support through a doctoral scholarship.

Author contributions

G.A. Rocha: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Investigation; Methodology; Software; Writing—original draft; Funding acquisition. M.R. Silva: Formal analysis; Investigation; Methodology; Software; Supervision; Writing—original draft; Writing—review. A.R. da Cunha Neto: Data curation; Writing—review and editing; Funding acquisition. R.O. Tiezzi: Conceptualization; Investigation; Supervision; Writing—original draft; Writing—review; Funding acquisition.

Funding

This study was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)—Finance Code 001.

Data availability

The datasets generated and analyzed during the current study are not publicly available due to confidentiality agreements with participants but are available from the corresponding author upon reasonable request.

Declarations

Ethics approval and consent to participate

This research was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG), Brazil, under protocol no. 67291823.0.0000.5142, registered in the Plataforma Brasil system. All procedures were conducted in accordance with institutional and national ethical guidelines. Informed consent was obtained from all participants involved in the study. Participation was voluntary, and all respondents were informed about the objectives of the research and the confidentiality of their responses.

Consent for publication

All participants agreed with the publication of anonymized data and results derived from this research.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Received: 3 September 2025 / Accepted: 31 October 2025

Published online: 15 December 2025

References

1. Adong A, Kornher L., Arslan A. The hidden costs of coffee production in the Eastern African value chains. 2024. <https://opendataknowledge.fao.org/items/5553bbc9-40f2-4c97-b9f2-5076b7d6b613>.
2. Altieri MA. Agroecology: the science of sustainable agriculture. 3rd ed. Florida: CRC Press; 2018.
3. Arru B, Furesi R, Pulina P, Bardi A, Madau FA. Perception of ecosystem services provided by the primary sector in flood- plains: a study of Sardinia. Sustainability. 2025;17(3):857. <https://doi.org/10.3390/su17030857>.
4. Barbosa JN, Borem FM, Cirillo MA, Malta MR, Alvarenga AA, Alves HMR. Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. J Agric Sci. 2012. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n5p181>.
5. Barbosa LOS, Aguilar C, Maciel L. A participação de Minas Gerais e do Brasil na cadeia produtiva global do café. Econ Região. 2021;9(1):147. <https://doi.org/10.5433/2317-627x.2021v9n1p147>.
6. Bennett T. Habitus clivé: aesthetics and politics in the work of Pierre Bourdieu. New Lit Hist. 2007;38(1):201–28. <https://doi.org/10.1353/nlh.2007.0013>.
7. Bertonecelo , E. Construindo espaços relacionais com a análise de correspondências múltiplas: aplicações nas ciências sociais (1st ed.). ENAP; 2022. https://repositorio.ena.gov.br/jspui/bitstream/1/7253/1/Bertoncelo_completo_20220822.p df
8. Bhowmik S, Mamun A-A, Nordin N. Editorial: Effective occupational health and safety management in advancing global agri-food sustainability. Front Public Health. 2024. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1438907>.
9. Bourdieu P. Outline of a theory of practice. Cambridge: Cambridge University Press; 1977. https://doi.org/10.1017/CBO978_0511812507.
10. Bourdieu P. Razões práticas: sobre a teoria da ação (9th ed.). Papirus; 1996.
11. Bourdieu P. A Distinção. Crítica social do julgamento (2nd ed.). Zouk; 2011.
12. Lei no 11.326 - Lei da Agricultura Familiar. <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4080268%26dispositivo=inline#:~:text=JULHO DE 2006,- Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional,Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. 2006>.
13. Lei no 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.
14. Bukuru E, Tabitha N. Financial factors affecting production efficiency of small scale coffee farms in Burundi. Int J Finance Account. 2021;6(2):57–70. <https://doi.org/10.47604/ijfa.1424>.
15. CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. Boletim da Safra. 2023;10(2):45.
16. CONAB. Portal de Informações Agropecuárias. Preços Mínimos; 2024. <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/precos-minimos>
17. Duque GC. Identification of management practices and characterization of coffee farms in alta mogiana and southern minas gerais, Brazil. April; 2025.
18. Eduarda Terra Querme M, Araújo Lima D. Traceability automation in coffee production: a case study on QR code integration to optimize manual steps. Arch Adv Eng Sci. 2023;2(3):170–80. <https://doi.org/10.47852/bonviewAAES32021455>.
19. Faronny DI, Rahma MJ, Sunarharum WB, Hakim L. Local ecological knowledge of Liberoid coffee farmers in Banyuwangi: an ancestral legacy in preserving the natural environment. Jurnal Presipitasi Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan. 2024;21(1):249–63. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v21i1.249-263>.
20. Fithian W, Josse J. Multiple correspondence analysis and the multilogit bilinear model. J Multivar Anal. 2017;157:87–102. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2017.02.009>.
21. Flamarion DA, Michele L. AGRONEGÓCIO DO CAFÉ NO SUL DE MINAS GERAIS: territorialização, mundialização e tradições. OKARA Geografia Em Debate. 2020. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2020v14n2.54246>.
22. Galeano E. As Veias Abertas da América Latina. Siglo XXI Editores. 1971.
23. Genest-Richard P, Halde C, Mundler P, Devillers N. A promising niche: current state of knowledge on the agroecological contribution of alternative livestock farming practices. Agriculture (Basel). 2025;15(3):235. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030235>.
24. Gil A. Como delinear uma pesquisa bibliográfica. In Como Elaborar Projetos de Pesquisa (3rd ed.). Atlas; 2002.
25. Girma G, Natsume S, Carluccio AV, Takagi H, Matsumura H, Uemura A, et al. Identification of candidate flowering and sex genes in white Guinea yam (*D. rotundata* Poir.) by SuperSAGE transcriptome profiling. PLoS ONE. 2019;14(9):e0216912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216912>.
26. Giuliani E, Ciravegna L, Vezzulli A, Kilian B. Decoupling standards from practice: the impact of in-house certifications on coffee farms' environmental and social conduct. World Dev. 2017;96:294–314. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.013>.
27. Glamann J, Hanspach J, Abson DJ, Collier N, Fischer J. The intersection of food security and biodiversity conservation: a review. Reg Environ Change. 2017;17(5):1303–13. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0873-3>.
28. Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, et al. Food security: the

- challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010;327(5967):812–8. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>.
29. Goodman D. Rural Europe redux? Reflections on alternative agro-food networks and paradigm change. *Sociol Ruralis*. 2004;44(1):3–16. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2004.00258.x>.
 30. Haldar S. Towards a conceptual understanding of sustainability-driven entrepreneurship. *Corp Soc Responsib Environ Manage*. 2019;26(6):1157–70. <https://doi.org/10.1002/csr.1763>.
 31. Heckathorn DD. Comment: snowball versus respondent-driven sampling. *Sociol Methodol*. 2011;41(1):355–66. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9531.2011.01244.x>.
 32. Hung Anh N, Bokelmann W, Thi Thuan N, Thi Nga D, Van Minh N. Smallholders' preferences for different contract farming models: empirical evidence from sustainable certified coffee production in Vietnam. *Sustainability*. 2019;11(14):3799. <https://doi.org/10.3390/su11143799>.
 33. Husson F, Josse J. Multiple Correspondence Analysis. In: Blasius J, Greenacre M, editors. *Visualization and verbalization of data*. 1st ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC; 2014. p. 20. <https://doi.org/10.1201/b16741>.
 34. IBGE. Censo agropecuário 2017. In: IBGE. 2017. <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>.
 35. ICO. Coffee Report and Outlook. In: International coffee organization, 2023a. https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf.
 36. ICO. The coffee report and outlook (CRO). International Coffee Organization; 2023b. pp. 1–39.
 37. Jassogne L, Wanyama I, Baret P, van Asten P. Perceptions and outlook on intercropping coffee with banana as an opportunity for smallholder coffee farmers in Uganda. *Int J Agric Sustain*. 2012;10(4):289–301. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.714576>.
 38. Jena PR, Grote U. Do certification schemes enhance coffee yields and household income? Lessons learned across continents. *Front Sustain Food Syst*. 2022. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.716904>.
 39. Jha S, Bacon CM, Philpott SM, Ernesto Méndez V, Läderach P, Rice RA. Shade coffee: update on a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience*. 2014;64(5):416–28. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu038>.
 40. Kansanga MM, Luginaah I, Bezner Kerr R, Lupafya E, Dakishoni L. Beyond ecological synergies: examining the impact of participatory agroecology on social capital in smallholder farming communities. *Int J Sustain Dev World Ecol*. 2020;27(1):1–14. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1655811>.
 41. Karatay Y, Meyer-Aurich A. A model approach for yield-zone-specific cost estimation of greenhouse gas mitigation by nitrogen fertilizer reduction. *Sustainability*. 2018;10(3):710. <https://doi.org/10.3390/su10030710>.
 42. Kim S, Dale BE. Effects of nitrogen fertilizer application on greenhouse gas emissions and economics of corn production. *Environ Sci Technol*. 2008;42(16):6028–33. <https://doi.org/10.1021/es800630d>.
 43. Lamine C. Sustainability and resilience in agrifood systems: reconnecting agriculture, food and the environment. *Agric Hum Values*. 2015;32:11–25. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9510-5>.
 44. Laguir I, Laguir L, Elbaz J. Are family small- and medium-sized enterprises more socially responsible than nonfamily small- and medium-sized enterprises? *Corp Soc Responsib Environ Manage*. 2016;23(6):386–98. <https://doi.org/10.1002/csr.1384>.
 45. Liu F, Ding S, Zhang J, Wang Y. A multiscale and multiperspective quantifying framework for spatial patterns and influencing mechanisms of geographical indications. *Humanit Soc Sci Commun*. 2024;11(1):1119. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03602-4>.
 46. Medina G, Almeida C, Novaes E, Godar J, Pokorny B. Development conditions for family farming: lessons from Brazil. *World Dev*. 2015;74:386–96. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.023>.
 47. Meek D. The cultural politics of the agroecological transition. *Agric Hum Values*. 2016;33(2):275–90. <https://doi.org/10.1007/s10460-015-9605-z>.
 48. Mutolib A, Nuraini C, Helbawanti O, Rahmat A. Knowledge and practice of sustainable land management of coffee agro-forestry in community forest areas, West Lampung Regency. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2023;1266(1):012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1266/1/012017>.
 49. Naderifar M, Goli H, Ghaljaie F. Snowball sampling: a purposeful method of sampling in qualitative research. *Strides Dev Med Educ*. 2017. <https://doi.org/10.5812/sdme.67670>.
 50. Nettle R, Kuehne G, Lee K, Armstrong D. A new framework to analyse workforce contribution to Australian cotton farm adaptability. *Agron Sustain Dev*. 2018;38(4):38. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0514-6>.
 51. Oliveira KR, Ferreira WPM, Fonseca HP, Souza CF. Influence of temperature and altitude on the expansion of coffee crops in Matas de Minas, Brazil. *Rev Engenharia Agric Reveng*. 2020;28:157–65. <https://doi.org/10.13083/reveng.v28i.6360>.

52. Phimmavong S, Maraseni TN, Keenan RJ, Phongoudome C, Douangphosy B. Impact of the coronavirus pandemic on financial returns of smallholder coffee plantations in Lao PDR. *Agroforest Syst.* 2023;97(4):533–48. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00808-4>.
53. Poncet V, van Asten P, Millet CP, Vaast P, Allinne C. Which diversification trajectories make coffee farming more sustainable? *Curr Opin Environ Sustain.* 2024;68:101432. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2024.101432>.
54. Pronti A, Coccia M. Agroecological and conventional agricultural systems: comparative analysis of coffee farms in Brazil for sustainable development. *Int J Sustain Dev.* 2020;23(3/4):223. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.115223>.
55. Pronti A, Coccia M. Multicriteria analysis of the sustainability performance between agroecological and conventional coffee farms in the East Region of Minas Gerais (Brazil). *Renew Agric Food Syst.* 2021;36(3):299–306. <https://doi.org/10.1017/S1742170520000332>.
56. Ramirez-Gomez CJ, Saes MSM, Silva VLdosS, Souza Piao R. The coffee value chain and its transition to sustainability in Brazil and Colombia from innovation system approach. *Int J Agric Sustain.* 2022;20(6):1150–65. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2065794>.
57. Reinecke J, Manning S, von Hagen O. The emergence of a standards market: multiplicity of sustainability standards in the global coffee industry. *Organ Stud.* 2012;33(5–6):791–814. <https://doi.org/10.1177/0170840612443629>.
58. Rossi Moda L, Eugênio Spers E, Florêncio de Almeida L, and Mara de Alencar Schiavi S. Brazilian coffee sustainability, production, and certification. In: *Sustainable agricultural value chain* (Issue September). IntechOpen; 2022. pp. 20. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>
59. Sarmin S, Shahin A, Hasan MF. Influence of socio-demographic and psychological factors on shaping farmers' pro-environmental behavior in Dinajpur, Bangladesh. *Asia-Pac J Reg Sci.* 2024;8(4):1017–49. <https://doi.org/10.1007/s41685-024-00351-9>.
60. Schaltz TS, Bork FK. View of informal economy in coffee country_ farmers' use of Western certification schemes.pdf. *Diálogos Latinoamericanos*, 20 (Sustainable Development Goals and informal economies in Latin America). 2019.
61. Schiavon OP, May MR, de Mendonça ATBB. Dynamic capabilities and business model innovation in sustainable family farming. *Innov Manag Rev.* 2022;19(3):252–65. <https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0136>.
62. Shapiro-Garza E, King D, Rivera-Aguirre A, Wang S, Finley-Lezcano J. A participatory framework for feasibility assessments of climate change resilience strategies for smallholders: lessons from coffee cooperatives in Latin America. *Int J Agric Sustain.* 2020;18(1):21–34. <https://doi.org/10.1080/14735903.2019.1658841>.
63. Slamet AS, Purwawangsa H, Prawiro BP, Isbayu M, Irfany MI, Haq DA. Community-based business ecosystem of coffee with the One Village One CEO program at Cikajang Garut. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2024;1358(1):012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1358/1/012040>.
64. Teixeira HM, Schulte RPO, Anten NPR, Bosco LC, Baartman JEM, Moinet GYK, et al. How to quantify the impacts of diversification on sustainability? A review of indicators in coffee systems. *Agron Sustain Dev.* 2022;42(4):62. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00785-5>.
65. Thuy PT, Niem LD, Lebailly P. The transition of small-scale coffee farming systems and new pathways for coffee production: A case study in the central highlands of Vietnam. *J Plant Crops.* 2022. <https://doi.org/10.25081/jpc.2022.v50.i3.8236>.
66. Vaast P, Bertrand B, Perriot J, Guyot B, Génard M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *J Sci Food Agric.* 2006;86(2):197–204. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>.
67. Volsi B, Telles TS, Caldarelli CE, da Camara MRG. The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE.* 2019;14(7):1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>.
68. Wienhold K, Goulao LF. The embedded agroecology of coffee agroforestry: a contextualized review of smallholder farmers' adoption and resistance. *Sustainability.* 2023;15(8):6827. <https://doi.org/10.3390/su15086827>.
69. Zerga B, Warkineh B, Teketay D, Woldetsadik M. The livelihood impacts of eucalypt plantations on rural farm households in Western Gurage Watersheds, Central-south Ethiopia. *Trees Forests People.* 2024;18:100711. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100711>.
70. Zhang Y, Nie Y, Liu Y, Huang X, Yang Y, Xiong H, et al. Characteristics of greenhouse gas emissions from yellow paddy soils under long-term organic fertilizer application. *Sustainability.* 2022;14(19):12574. <https://doi.org/10.3390/su141912574>.

ANEXO C -

Paper submetido ao Journal Agricultural Economics

ISSN: 1574-0862

For consideration in Agricultural Economics

Page 1 of 39



Original Article

MULTICRITERIA SUSTAINABILITY INDEX FOR FAMILY COFFEE FARMING IN SOUTHERN MINAS GERAIS – BRAZIL

Submission ID 673403b1-a53f-4382-b748-37adf9c6aa11
Submission Version Initial Submission
PDF Generation 12 Dec 2025 13:27:26 EST by Atypon ReX

Title Page

Gabriela Azevedo Rocha^{1*}, Marielle Rezende de Andrade², Tainá Ângela Vedovello Bimbati³, Ramon Senra Coelho², Roosevelt Heldt Júnior⁴, Cauê Trivellato², Lucas Ferreira Lima⁵, Raimundo Cláudio Gomes Maciel⁶, João Alfredo de Carvalho Mangabeira⁷, Antônio Rodrigues da Cunha Neto¹, Rafael de Oliveira Tiezzi^{1,8}

¹ Postgraduate Program in Environmental Science, Federal University of Alfenas, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro – Alfenas, MG, Zip Cod: 37130-000, Brazil.

- Gabriela Azevedo Rocha - gabiazevedoxd@gmail.com - Orcid: 0000-0002-1911-7204
- Antônio Rodrigues da Cunha Neto - antoniorodrigues.biologia@gmail.com - Orcid: 0000-0001-7107-2755

² VES Group – Economic Valuation of Sustainability, Rua Edson Dias, 63, Nossa Senhora Aparecida District, Poços de Caldas, MG, Zip Code: 37701-122, Brazil.

- Marielle Rezende de Andrade – marielle@ves.org.br – ORCID: 0000-0001-9911-8735
- Ramon Senra Coelho – ramon@institutoorigem.com.br – ORCID: 0009-0002-0711-285X
- Cauê Trivellato – caue.trivellato@gmail.com – ORCID: 0009-0000-6397-6359

³ Postgraduate Program in Environmental Science, Institute of Energy and Environment, University of São Paulo (USP), Avenida Professor Luciano Gualberto, 1289, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo, SP, Zip Code: 05508-010, Brazil.

- Tainá Ângela Vedovello Bimbati – tavbimbati@ambienta.org.br – ORCID: 0000-0002-9171-7482

⁴ Federal Institute of Southern Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Poços de Caldas Campus, Av. Dirce Pereira Rosa, 300, Jardim Esperança, Poços de Caldas, MG, Zip Code: 37713-100, Brazil.

- Roosevelt Heldt Júnior – heldtjrr@gmail.com – ORCID: 0000-0002-7012-8697

⁵ Institute of Economics, University of Campinas (UNICAMP), Rua Pitágoras, 353, Campinas, SP, Brazil.

- Lucas Ferreira Lima – lufelima@unicamp.br – ORCID: 0000-0001-5839-2834

⁶ Federal University of Acre (UFAC), BR-364, km 04, Distrito Industrial, Rio Branco, Acre, Zip Code: 69920-900, Brazil.

- Raimundo Cláudio Gomes Maciel – raimundo.maciel@ufac.br – ORCID: 0000-0001-8979-4895

⁷ Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), Rua Dr. Brasília Machado, 203, São Paulo, SP, Brazil.

- João Alfredo de Carvalho Mangabeira – joao.mangabeira@embrapa.br – ORCID: 0000-0001-9417-4455

⁸ Center for Natural Sciences, Federal University of São Carlos (UFSCar), Lagoa do Sino Campus, Lauri Simões de Barros Road, km 12, SP-189, Aracaçu, Buri, SP, Zip Code: 13565-905, Brazil.

- Rafael de Oliveira Tiezzi – rafaeltiezzi@ufscar.br – ORCID: 0000-0001-8682-7807

Corresponding author:

Gabriela Azevedo Rocha – email: gabiazevedoxd@gmail.com

MULTICRITERIA SUSTAINABILITY INDEX FOR FAMILY COFFEE FARMING IN SOUTHERN MINAS GERAIS – BRAZIL

ABSTRACT

Family coffee farming in Brazil plays a vital role in the sustainable development of the agricultural sector through regenerative land management, income generation, and the preservation of territorial culture. However, despite its relevance, there remains a lack of appropriate tools that reflect territorial specificities and are capable of measuring and valuing the socio-environmental performance of these production systems. This gap limits both the adoption and the expansion of sustainable practices, as well as the sector's transition toward regenerative agriculture. This study aimed to develop and apply, through a participatory process, the Multicriteria Sustainability Index for Family Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM), an instrument grounded in the principles of Ecological Economics and based on tools such as Multicriteria Decision Analysis and Value-Focused Thinking. The index construction combined interviews, certification analysis, and participatory workshops for the definition and validation of indicators. Results showed that the Environmental and social dimensions achieved the highest performance scores, while the Economic dimension received the lowest. The MSI-CFSM reached an overall aggregated score of 76% in sustainability compliance, indicating a good level with room for improvement. The participatory process led to indicators better aligned with territorial specificities, without losing coherence with the demands of sustainable markets. Thus, the MSI-CFSM emerges as a promising tool to support public policies, such as Payments for Socio-Environmental Service, and to foster the transition toward regenerative agriculture by identifying both critical points and potentialities within the sector.

Keywords: regenerative agriculture, sustainable coffee farming, ecological economics, value-focused thinking, multicriteria decision analysis

Highlights:

- A participatory multicriteria index assesses sustainability in family coffee farming in the world's largest specialty coffee region
- Results support green public policies for economic valuation of sustainability and ecosystem services

1. Introduction

Family farming contributes directly to the sustainable development of Brazil. This concept refers to a development model that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own demands (Brundtland, 1989). Achieving this goal requires a balance among environmental, social, and economic dimensions, ensuring the preservation of natural resources, social justice, and human well-being simultaneously (IPCC, 2023; Robert et al., 2005). Family farming supports environmental balance by adopting practices that improve soil health, conserve water resources, and increase resilience to climate change (Giller et al., 2021; Schiavon et al., 2022). From a social perspective, it contributes to national food security, being responsible for a large share of the food consumed domestically (CONAB, 2024); economically, it accounts for more than one-third of the Brazilian agricultural sector's GDP (CEPEA, 2025; Sesso et al., 2021).

Despite the strong contribution of family farming to a more balanced reality, smallholder farmers still face challenges that threaten both the continuity of sustainable practices and the viability of their activities. Limited access to fair markets and the lack of recognition for the socio-environmental services they provide are among the main obstacles (Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025; Utrilla-Catalan et al., 2022; Lima et al., 2025).

In the case of coffee production, the challenges of ensuring fair value for positive socio-environmental practices are particularly evident. Minas Gerais - Brazil, the state with the largest coffee production and export volume in the world, illustrates this reality (CONAB, 2024; IBGE, 2017; Volsi et al., 2019). The state is home to thousands of smallholder coffee farmers who produce high-quality coffee using sustainable, regenerative agricultural practices. However, to access markets that offer premium prices, these farmers are often compelled to seek certifications as proof of quality and sustainability (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025). Although internationally recognized, these certifications are frequently based on global standards that fail to consider regional specificities and often do not provide sufficient financial return to cover their costs, making them economically unfeasible for many family farmers (Rocha et al., 2025). This situation perpetuates inequality and the undervaluation of sustainable practices, thereby hindering their development and expansion within the sector (Wright et al., 2024). It also increases the likelihood that smallholders will turn to extractive or extensive activities, such as monoculture or livestock, due to opportunity costs.

This arbitrary and unjust scenario stems, in part, from structural economic issues, especially market mechanisms that lack tools to adequately value and enhance sustainable practices. Such a context reflects the logic of conventional neoclassical economics, which frames socio-environmental problems as market failures to be corrected solely through the pricing of negative externalities (Daly & Farley, 2016; Maciel et al., 2024; Pearce & Pretty, 1993). By focusing only on damage mitigation, this approach overlooks the ecosystem services provided by truly responsible and sustainable actions. Moreover, it disregards the biophysical limits of the planet, as highlighted by the Planetary Boundaries concept (Rockström, 2020; Sachs et al., 2019; Richardson et al., 2023), and neglects fundamental principles of thermodynamics, such as the Law of Entropy, which indicates irreversible losses of energy and material quality in any economic process (Daly & Farley, 2016).

In contrast, the transdisciplinary field of Ecological Economics (EE), which emerged in the 1970s, proposes an alternative framework that integrates qualitative dimensions into economic analysis and recognizes the interactions between the economy and the environment (Daly & Farley, 2016). EE provides analytical tools aimed at acknowledging ethical, cultural, and social values, promoting a fairer and more balanced form of development—one that recognizes non-market (non-priced) dimensions and incorporates the planet's ecological limits and carrying capacity (Daly & Farley, 2016; Maciel et al., 2024; Vatn, 2020).

One of the tools used in EE is Value-Focused Thinking, developed by Keeney (1992), which, according to Lima et al. (2023), is particularly useful in complex decision-making processes, such as those involving sustainability. This methodology seeks to identify and incorporate the values and objectives of the key stakeholders involved, thereby enabling decisions that are effectively aligned with local realities (Bana e Costa, 1993; Maciel et al., 2024; Romeiro, 2012). Based on this reasoning, Mangabeira et al. (2021), Lima et al. (2023), and Maciel et al. (2024) developed a methodology to assess and economically value sustainability, aiming to strengthen the practices of sustainable extractivists in the Chico Mendes Extractive Reserve in the Brazilian state of Acre. The proposed method combines Multicriteria Decision Analysis (MCDA) with Value-Focused Thinking, both grounded in the principles of Ecological Economics (Lima et al., 2023; Maciel et al., 2024; Mangabeira et al., 2021).

Through participatory workshops with local extractivists and family farmers, the methodology proposed by Mangabeira et al. (2021) identified indicators that measure and assess sustainability based on local values and realities. The application of this methodology—referred to as the Multicriteria Sustainability Index (MSI) (Lima et al., 2023)—enabled the

assessment of each property's sustainability maturity level and, when applicable, its economic valuation through Payments for Socio-Environmental Services, as demonstrated by Maciel et al. (2024).

In this context, and inspired by the approach developed under the principles of Ecological Economics, the present study proposes the adaptation and application of this methodology to the context of family coffee farming in Southern Minas Gerais. This is a territory marked by a profound duality: on one hand, it is the largest exporter of high-quality specialty coffees in the world (CONAB, 2023; ICO, 2023; Panhuysen & Vries, 2023), grown predominantly by smallholder farmers using sustainable practices (Panhuysen & Vries, 2023); on the other hand, these same farmers face disproportionate challenges in meeting increasingly strict market demands for sustainability verification, which often forces them to resort to extensive and environmentally degrading practices in order to remain economically viable (Maguire-Rajpaul et al., 2020; Rocha et al., 2025; Wright et al., 2024). In this scenario, tools for measuring and valuing sustainability, such as the MSI, can enhance the transition to regenerative agriculture by making its benefits more tangible and accessible for farmers.

Thus, the objective of this study was to develop, through a participatory process, the Multicriteria Sustainability Index for Family Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM), in order to incorporate local productive realities and global market requirements that are compatible with the regional contexts, while also integrating the values and objectives of the actors involved. It is hypothesized that adapting the MSI model developed by Mangabeira et al. (2021) and Lima et al. (2023) to the context of smallholder coffee farming in southern Minas Gerais will generate indicators that are more consistent with regional particularities while remaining aligned with global sustainability standards. Furthermore, this study aims to expand the tool's applicability as a socio-environmental valuation instrument, with potential use in compensation mechanisms such as Payments for Socio-Environmental Services and other green finance instruments. Although the MSI has been successfully applied in extractive reserve contexts, it has not yet been adapted to complex agricultural value chains such as coffee farming, where strong market integration and multiple sustainability certifications are key characteristics.

2. Materials and Methods

The development process of the MSI-CFSM was guided by the Value-Focused Thinking approach (Keeney, 1992) and based on the methodological guidelines proposed by Mangabeira et al. (2021) and Lima et al. (2023), who employ Multicriteria Decision Analysis as a tool for

creating sustainability assessment indicators. In addition, global coffee certification standards were also considered in the formulation process in order to integrate market demands with regional realities.

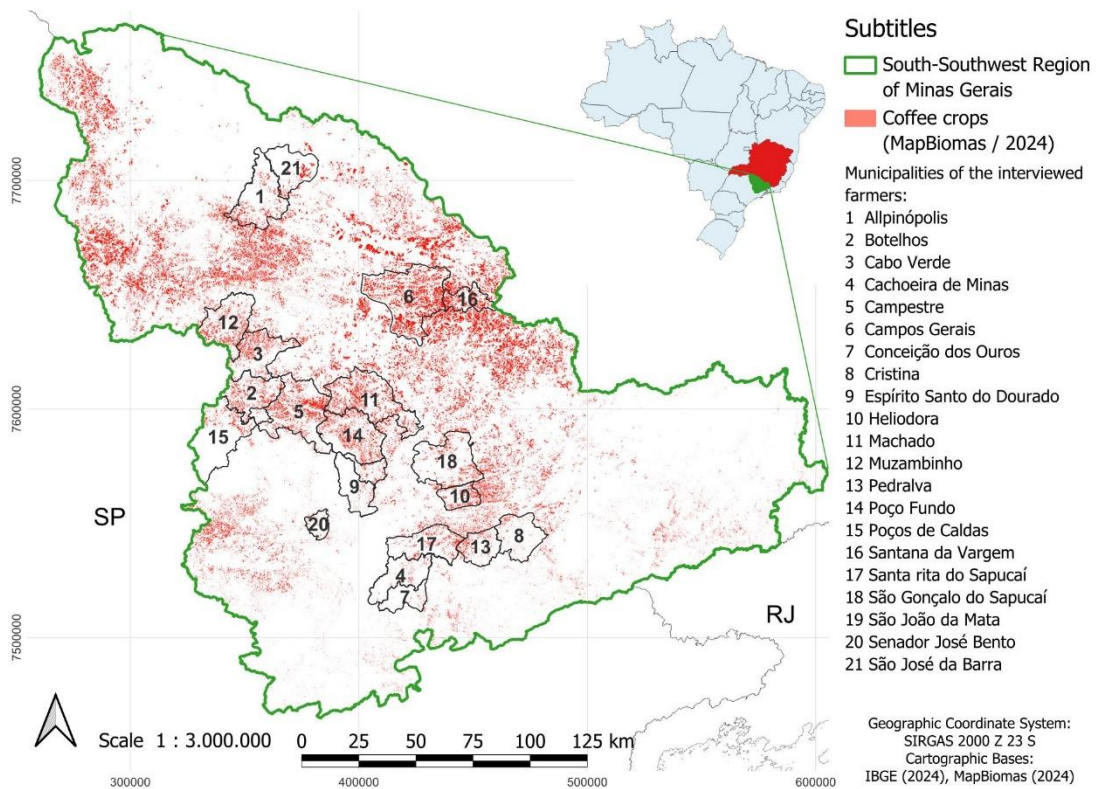
It is important to emphasize that, although the inspiration came from the work conducted in the Chico Mendes Extractive Reserve (Acre, Brazil) (Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021), the development of the MSI–CFSM required several structural and conceptual adaptations to reflect the specific characteristics of the analyzed territory. Significant differences distinguish the two contexts, particularly regarding production scale, territorial governance, land access, and the productive base. Therefore, the structural, territorial, and productive differences between these two realities justify the need to reinterpret and adapt the method, in order to consolidate a methodological tool capable of incorporating local values and the socio-economic and environmental complexity of each territory. For application in other agricultural contexts and territories, it is recommended that the criteria and indicators be adapted accordingly, following the methodological steps presented below.

2.1 Step 1: Survey with Coffee Growers

To conduct an initial diagnosis of farmers' perceptions and values regarding the concept of sustainability in coffee farming, technical visits and interviews were carried out with 30 producers from the southern region of Minas Gerais, Brazil, covering different production profiles (organic, agroforestry, and conventional) across 21 municipalities (Figure 1). During the visits, semi-structured interviews were conducted with prior approval from the Research Ethics Committee of the Federal University of Alfenas (protocol no. 67291823.0.0000.5142). Additionally, more than 70 other coffee farmers participated in discussions during events, workshops, and regional meetings.

The interviews addressed topics such as: (1) agricultural and socio-environmental practices adopted, (2) perceptions of sustainability and climate change, (3) knowledge of and experience

with socio-environmental certifications, and (4) critical evaluation of the criteria required by such certifications. The objective was to understand how farmers themselves define what constitutes a sustainable practice and, from their perspective, which certification criteria are meaningful or not in relation to their production realities, as discussed by Rocha et al. (2025).



Source: prepared by the authors

Figure 1. Map of Southern Minas Gerais highlighting the municipalities where coffee farmers were visited and interviewed

2.2. Step 2: Critical Analysis of Certifications and Participatory Diagnosis of Criteria

The second phase of the research consisted of a critical analysis of the main sustainability certifications currently used or desired by smallholder coffee farmers in the region, namely: Fairtrade, Rainforest Alliance, 4C, Certifica Minas Café, and Organic Certification. The main objective was to identify which requirements from these certifications are meaningful within the local productive context and which could be incorporated into the Multicriteria Sustainability Index for Family Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM).

The analysis team was composed of multidisciplinary professionals (researchers and local collaborators), including biologists, environmental engineers, environmental managers,

agroecologists, agricultural technicians, smallholder farmers, entrepreneurs, and accountants. All of whom have extensive experience in agroecological practices, technical assistance, and involvement with sustainability certifications.

By cross-referencing data from interviews, conversations with farmers, and the technical expertise of the team, a comprehensive mapping of the requirements from each certification was carried out to identify: (I) the most recurring criteria among the standards; (II) the requirements considered fundamental for local sustainability; (III) points of convergence between global standards and farmers' values; and (IV) elements deemed incompatible or unnecessary in the context of family coffee farming in Southern Minas Gerais. The decision-making logic was based on the premise that the criteria to be incorporated into the MSI-CFSM should reflect the values of the actors directly involved in the production process and local agroecological systems (Keeney, 1992; Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021).

Each regulatory requirement deemed relevant was then allocated into one of the five previously defined dimensions of the MSI-CFSM - Environmental, Social, Economic, Agronomic, and Governance - according to the methodological framework proposed by Mangabeira et al. (2021). After this categorization, requirements that were deemed poorly applicable or disconnected from the local context were discarded. Those that proved relevant were synthesized and rewritten to simplify technical language while maintaining fidelity to the original requirements, aiming to make them more comprehensible and accessible to smallholder producers. It is also worth noting that additional requirements, identified as important by both farmers and researchers, were included and allocated into the dimensions. All these requirements were then transformed into potential indicators for the MSI-CFSM and served as the basis for the next phase of the process: participatory validation in workshops with the coffee farmers.

2.3 Step 3: Participatory Workshops – Validation and Prioritization of MSI-CFSM Dimensions

The third phase involved the implementation of participatory workshops with smallholder coffee farmers from southern Minas Gerais, with the goal of validating the indicators previously developed based on the critical analysis of certifications, the perceptions of the farmers, and input from the research team, as well as prioritizing the five dimensions of the MSI-CFSM. This stage followed a methodological approach grounded in Multicriteria Decision Analysis,

based on the methodological guide by Mangabeira et al. (2021), aiming to ensure that the selection of indicators reflected the values and priorities of the actors directly involved.

The workshops took place over two days, comprising two sessions totaling approximately 20 hours of work, and included the participation of 23 family coffee farmers (men and women) recognized for their leadership and capacity to mobilize their communities. These producers came from various municipalities across southern Minas Gerais, Brazil.

After the validation of indicators and metrics, the five MSI-CFSM dimensions were ranked according to the farmers' perceptions of their importance to sustainability. Each participant assigned a weight (from 1 to 5) to each dimension based on their experience and perspective of the local production reality. The results were then compiled and statistically analyzed, resulting in the prioritization (multicriteria weighting) of the MSI-CFSM dimensions.

2.4 Step 4: Application of the MSI-CFSM

After the weighting phase, the MSI-CFSM was applied to the properties of the participating smallholder coffee farmers. This moment represented a crucial stage in the research, as it provided the first practical application of the index and enabled further refinement of the methodology.

Each farmer received a questionnaire containing the index, with the five dimensions, their respective indicators, and the revised metrics, and was supported by the researchers during completion. This interaction led to two key outcomes: first, it allowed farmers to perceive and reflect on the sustainability level of their own properties, identifying both strengths and areas for improvement; second, it prompted final adjustments to the MSI-CFSM, as farmers were able to highlight specific nuances not fully captured during the earlier stages of argumentation and counter-argumentation.

This process resulted in two datasets: 1. The individual MSI-CFSM for each farm, enabling farmers to understand their position on the sustainability scale; and 2. The regional MSI-CFSM, an aggregate index constructed from the average scores of the participating farms, offering an initial diagnosis of the sustainability level of family coffee farming in southern Minas Gerais.

It is important to note that the regional MSI-CFSM is considered a *proxy*, meaning an indirect representative variable used to substitute for a measurement that is, in practice, difficult or infeasible to carry out directly. The use of *proxies* is widely applied in environmental and sustainability science to address methodological challenges related to large-scale and complex data collection, as demonstrated in studies by Böhringer & Jochem (2007), Gibson et al. (2011),

and Erlandsson et al. (2023). In this context, the final aggregate index serves as a *proxy* for the maturity of sustainability in family-based coffee farming in southern Minas Gerais, enabling the identification of patterns, trends, and challenges farmers face in moving toward a more balanced and sustainable production system.

2.5 Step 5: Calculation of the MSI-CFSM

After the prioritization of the five dimensions - Environmental, Social, Economic, Agronomic, and Governance- during the participatory workshops, normalized values were assigned so that the sum of the weights across all dimensions equaled 100%. This ensured that the influence of each dimension was proportionally adjusted in the final index calculation (Equation 1). Such normalization allows the dimensions most valued by coffee farmers to carry greater weight in the final result, in accordance with the Multicriteria Decision Analysis (MCDA) methodology (Lima et al., 2023; Mangabeira et al., 2021).

$$\text{Dimension Weight} = \frac{\text{Raw Weight of the Dimension}}{\sum(\text{Raw Weights of All Dimensions})} \quad (\text{Eq. 1})$$

Each dimension consists of a specific set of indicators, which were operationalized through structured questions offering three response options (alternatives/metrics). Each alternative represents a level of sustainability according to the following scoring scale:

- Metric 1 - value: 0 points - Unsustainable or inefficient condition
- Metric 2 - value: 1 point - Intermediate or partially sustainable condition
- Metric 3 - value: 2 points - Sustainable condition or aligned with best practices

The score for each indicator was obtained by summing the points assigned to its corresponding questions, followed by a normalization process to convert the results to a 0-to-10 scale. The formula used was:

$$\text{Indicator Score} = (\sum \text{Question Score}) \times \left(\frac{10}{\text{Maximum Possible Score}} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Where:

- \sum Question Scores: Sum of the scores assigned to the responses for the questions associated with the indicator.
- Maximum Possible Score: The highest value that could be achieved for the indicator, assuming that all questions were answered with the highest metric (2 points per option).

- Normalization Factor (10): Adjusts the scale to a 0-10 range, ensuring comparability among indicators with different numbers of questions.

After calculating the score for each indicator, it was necessary to determine the aggregated index for the five dimensions. Since each dimension contains a different number of indicators, a normalization process was applied to ensure that the scores are comparable on a 0-to-10 scale. The aggregated index for each dimension was calculated using the following equation:

(Eq. 3)

$$\text{Aggregated Dimension Index} = (\sum \text{Indicator Scores}) \times \left(\frac{10}{\text{Total Number of Indicators} \times 10} \right)$$

Where:

- \sum Indicator Scores: Sum of the scores obtained for the indicators within the evaluated dimension.
- Total Number of Indicators: Number of indicators included in that dimension.
- Normalization Factor (10): Ensures that the final score remains within the 0-10 scale.
- Total Number of Indicators \times 10: Proportional adjustment to avoid distortion caused by dimensions having different numbers of indicators.

The final MSI-CFSM score was calculated by weighting the five sustainability dimensions - Environmental, Social, Economic, Agronomic, and Governance - according to the weights assigned to each dimension during the prioritization process. The final score was obtained through the weighted sum of the scores for each dimension, ensuring that each dimension's influence was proportional to the weight defined by the coffee farmers. The equation used is as follows:

(Eq. 4)

$$MSI-CFSM = (IGA \times WG) + (ISA \times WS) + (IECA \times WEC) + (IAGA \times WAG) + (IEA \times WA)$$

Where:

- MSI-CFSM = Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, specific to each property;
- IGA, ISA, IECA, IAGA, IEA = Aggregated indices for each dimension, where: IGA = Governance Aggregated Index. ISA = Social Aggregated Index. IECA = Economic

Aggregated Index. IAGA = Agronomic Aggregated Index. IEA = Environmental Aggregated Index

- WG, WS, WEC, WAG, WE = Normalized weights assigned to each respective dimension, ensuring their sum equals 100%.

2.6 Step 6: Interpretation and Classification of the MSI-CFSM

As presented by Mangabeira et al. (2021), the classification scale of the MSI-CFSM is based on the maturity level of each farm and considers both challenges and progress across the dimensions of sustainability. Thus, farms are categorized according to the following score intervals:

- Unsustainable = scores between 0 and 0.20 (or 0% to 20%), indicating a critical situation with practices incompatible with sustainability principles.
- Low sustainability = scores between 0.21 and 0.40 (21% to 40%), indicating farms that have initiated some level of adjustment or reflection regarding sustainability but still present limited practices and significant negative impacts.
- Moderately sustainable = scores between 0.41 and 0.60 (41% to 60%), representing farms in a transition phase, with positive actions in some dimensions but still facing important challenges in achieving full sustainability.
- Sustainable = scores between 0.61 and 0.80 (61% to 80%), reflecting farms that have adopted practices largely aligned with sustainability principles, though with room for improvement. At this level, properties are already eligible to receive financial compensation for their practices, such as Payments for Socio-Environmental Services (Maciel et al., 2024).
- Excellence in Sustainability = scores between 0.81 and 1.00 (81% to 100%), representing highly structured farms with conscious management, consolidated good practices across all dimensions, and strong contributions to collective well-being and environmental conservation. As with the previous classification, farmers in this category are also eligible to receive compensation for the socio-environmental services they provide.

2.7 Use of Artificial Intelligence Tools

The authors used the artificial intelligence tool ChatGPT exclusively for spelling and punctuation corrections and for translation into the English language. No AI tools were used

in data collection, analysis, interpretation, or generation of scientific content. All scientific decisions and interpretations remain the sole responsibility of the authors.

3. Results and Discussion

3.1 Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM)

The initial proposal of the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM) included a total of 36 indicators and 65 questions. This index was constructed based on criteria from the main certifications applied in the region, insights from interviews and conversations with farmers, and the technical-scientific knowledge of the research team. However, after restructuring and refinement, the final version comprised 31 indicators and 70 questions. This change highlights the relevance of the principles of Value-Focused Thinking (Keeney, 1992), which allowed for the exclusion of requirements considered less relevant or unfeasible and, conversely, the inclusion or reformulation of indicators more aligned with the values of local stakeholders and the productive, economic, and social reality of the studied region. It is also worth noting that the wording and structure of the questions, as well as the design of the response options and their associated metrics, were largely revised to better align the tool with the local actors.

The final structure of the MSI-CFSM, following validation in the participatory workshops with coffee farmers from the region, includes 5 dimensions, 31 indicators, and 70 questions, distributed as follows: I. Environmental Dimension: 7 indicators and 20 questions; II. Social Dimension: 7 indicators and 12 questions; III. Economic Dimension: 5 indicators and 7 questions; IV. Agronomic Dimension: 6 indicators and 21 questions; V. Governance Dimension: 6 indicators and 10 questions.

In the following subsections, each dimension is presented individually, along with its indicators and respective questions. The metrics used to operationalize each question, based on an ordinal sustainability scale, are available in the supplementary material.

3.1.1 Environmental Dimension

As shown in Table 1, the environmental dimension of the MSI-CFSM includes 7 indicators and 20 questions, which aim to assess issues such as biodiversity, environmental conservation, waste management, effluent management, water management, energy consumption, and input use. When analyzing the questions within this dimension, as well as in

the others, it becomes evident that, unlike most sustainability certifications that focus on verifying the presence or absence of certain practices, the index developed in alignment with the regional context seeks to understand how these practices are implemented. This approach adds greater qualitative depth to the tool and acknowledges the diversity of strategies adopted by smallholder coffee farmers.

It is also evident that many of the criteria identified by the coffee farmers as important for measuring sustainability in their specific contexts are largely consistent with the certifications analyzed. Of the 20 questions comprising this dimension, 16 are addressed in some form by the Organic Management Plan (which grants organic coffee certification), 9 are required by the Rainforest Alliance certification, 8 appear in the Certifica Minas Café criteria, 5 are required by Fairtrade, and 3 are included in the 4C certification. In summary, indicators IE2. Environmental Conservation and IE4. Effluent Management show the greatest convergence with certification requirements.

The IE1. Biodiversity indicator deserves special attention, as it appears only in the Organic Management Plan (OMP), following the guidelines of the Brazilian Federal Government for compliance with Law No. 10.831/2003 (Instituto Nacional de Tecnologia, 2021), which regulates organic production in Brazil. Even within the OMP, the farmer is merely advised to provide a general description of the system’s biodiversity, without any structured operationalization as adopted in the MSI-CFSM. According to the coffee farmers who participated in the workshop, this indicator highlights the importance of observing native species within the plantations as a sign of ecological balance and ecosystem health. Farmers even listed frequent examples of animals observed on their properties, including armadillos, anteaters, ocelots, owls, hummingbirds, hawks, and various pollinating insects, examples that were incorporated into the MSI-CFSM materials to serve as guidance.

Table 1 – Indicators and Questions of the Environmental Dimension of the MSI-CFSM and Their Correspondence to Certifications

Indicators	Questions	4C	RFA	FT	CM	OMP
IE1. Biodiversity	a) Do you observe small animal species on the property? (e.g., hares, rodents, agoutis, etc.)	-	-	-	-	X
	b) Do you observe medium-sized animal species on the property? (e.g., anteaters, ocelots, wild cats, primates, etc.)	-	-	-	-	X
	c) Do you observe large animal species on the property? (e.g., pumas, jaguars, primates, etc.)	-	-	-	-	X
	d) Do you observe insects and pollinators on your property? (e.g., bees, butterflies, beetles, etc.)	-	-	-	-	X

	e) Do you observe birds on your property? (e.g., hummingbirds, hawks, toucans, etc.)	-	-	-	-	X
IE2. Conservation	a) If there is a Legal Reserve (LR) and/or Permanent Preservation Area (PPA), is it located near or surrounding the cultivation systems?	-	-	-	-	-
	b) What actions are taken to conserve, restore, and enhance biodiversity?	-	X	X	X	X
	c) Are there measures in place for biodiversity conservation and for the prevention and containment of deforestation?	-	X	X	X	X
	d) Are there practices in place for water conservation and reuse?	X	X	X	X	X
IE3. Waste Management	a) How do you manage the organic waste generated on the property (coffee husks, animal manure, food scraps)?	-	-	-	-	X
	b) How is the management of other types of waste handled (recyclables, batteries, light bulbs, etc.)?	X	X	-	X	X
	c) How is the management of hazardous waste and polluting materials carried out (acids, fuels, pesticide containers, solvents, etc.)?	-	X	-	X	
IE4. Effluent Management	a) How is the domestic sewage from the property's toilet managed?	-	X	X	-	X
	b) How is the domestic wastewater from the kitchen, sinks, and shower managed on the property?	-	X	X	-	X
	c) What is done with the wastewater resulting from the cleaning of machinery and agro-industrial equipment?	-	X	-	X	X
IE5. Water Management	a) What is the source of the water used for consumption?	-	-	-	-	X
	b) What is the quality of the water used for personal consumption and in the production process?	-	-	-	-	-
	c) How is water use registered or documented on the property?	X	X	-	X	X
IE6. Energy Consumption	a) What is the source of electricity used on the property?	-	-	-	X	
IE7. Input Consumption	a) What types of cleaning products are used?	-	-	-	-	X

Legend: Indicators and questions of the Environmental Dimension of the MSI-CFSM, with correspondence to the following socio-environmental certifications: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM), and the Organic Management Plan (OMP).

3.1.2 Social Dimension

The social dimension of the MSI-CFSM includes 7 indicators and 12 questions, focusing on the assessment of labor relations and working conditions, access to health and education services, and the continued presence of farming families in rural areas.

The indicators related to labor relations and working conditions (IS1 and IS2) are particularly noteworthy, especially given the unique context of the region, where informal arrangements such as land leasing, sharecropping, and reciprocal labor exchanges among neighbors are common. Although these practices are traditional and culturally embedded, they lack legal safeguards and may expose producers to labor-related risks and reputational damage, including accusations of practices analogous to slavery. Unfortunately, such occurrences remain prevalent in the context of smallholder coffee farming in southern Minas Gerais, as previously discussed by Alves and Lindser (2020) and evidenced by official data, such as the Ministry of Labor and Employment's (2025) "dirty list" of slave labor. This report indicates that the state of Minas Gerais (MG) leads the national ranking, with 144 out of 688 individuals on the list being from MG.

In this regard, coffee farmers pointed out that formalizing such relationships, even through simple written agreements, could serve as a preventive strategy to protect them from accusations of this nature. It is important to highlight that, although certification schemes typically require legal documentation for formal labor relations with permanent and seasonal workers, none of them address or provide guidance on these more informal, community-based arrangements, which are a defining feature of smallholder coffee farming in Southern Minas Gerais.

Other indicators identified as essential for measuring sustainability and ensuring the continuity of coffee production include IS6. Family Succession and IS7. Community Access. Neither of these are addressed by any existing certification schemes. However, according to the coffee farmers, they are critical for identifying the low appeal of rural life for younger generations, with lack of connectivity policies and poor infrastructure conditions cited as major barriers to remaining in the territory. These criteria were also considered essential by extractivist communities in the Chico Mendes Reserve and are therefore included in the MSI of the Resex, as presented by Mangabeira et al. (2021) and Lima et al. (2023).

It becomes evident, therefore, that the social dimension indicators of the MSI-CFSM represent a significant methodological advancement by incorporating requirements that are

overlooked in global market metrics, yet are indispensable for assessing a sustainable agri-food system within the studied context.

Table 2 – Indicators and Questions of the Social Dimension of the MSI-CFSM and Their Correspondence to Certification Standards

Indicators	Questions	4C	RFA	FT	CM	OMP
IS1. Labor Relationship	a) Is there any document that formalizes the relationship with the sharecropper/tenant?	-	-	-	-	-
	b) Is there any document that formalizes the labor relationship with service providers and/or volunteers? (*more than 3 days per week)	-	-	-	-	-
	c) Is there any formal/legal instrument that establishes the employment relationship for permanent and temporary workers?	X	X	X	X	X
IS2. Working Conditions	a) Are there adequate tools/equipment/machinery/implements available for carrying out the work?	-	X	-	-	-
	b) Is there an appropriate location for separately storing pesticides and/or hazardous substances (such as solvents, fuels, etc.)?	-	X	-	X	-
IS3. Access to Health Services	a) Do workers and family members have access to healthcare services?	X	X	-	X	X
IS4. Occupational Safety	a) Do all workers have access to and receive training in the use of PPE (boots, leg protectors, hats, gloves, safety goggles, etc.)?	X	X	X	X	-
IS5. Training and Education	a) Has any family member completed a training course in the past year?	-	X	-	-	-
	b) Do individuals of school age attend the education system?	-	X	-	-	-
IS6. Generational Succession	Do you believe that any son, daughter, or potential successor is interested in continuing to work on the farm?	-	-	-	-	-
IS7. Community Access and Engagement	a) Do you have access to an internet network?	-	-	-	-	-
	b) How would you assess the quality of the road leading to your community/property?	-	-	-	-	-

Legend: Indicators and questions from the social dimension of the MSI-CFSM, with correspondence to socio-environmental certifications: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM), and the Organic Management Plan (OMP).

3.1.3 Economic Dimension

The economic dimension comprises 5 indicators and 7 questions designed to assess elements considered important for the financial viability of smallholder production units. As shown in Table 3, the indicators aim to measure aspects such as subsistence production, the

sufficiency of income from farming, household debt, asset depreciation, and income diversification.

Mangabeira et al. (2025), Lima et al. (2023), and Hung Anh et al. (2019) report in their studies the significant challenges involved in defining applicable economic metrics in rural contexts, particularly where formal records and financial data are limited. The lack of a habit of maintaining accounting and financial records is a common reality among farming families; therefore, measuring this dimension requires methodological strategies capable of capturing such information in a simple and direct manner.

The complexity of measuring this dimension becomes evident when noting that none of the certifications analyzed include such metrics, even though, according to the farmers themselves, they are essential to sustaining production. After all, agricultural activity cannot be maintained without the minimum economic conditions necessary to keep the farm operating and ensure the family's continued presence in rural areas. Therefore, the MSI-CFSM, by presenting these indicators, brings the economic and financial components closer to rural sustainability, particularly by proposing metrics that acknowledge the forms of knowledge embedded in the daily lives of smallholder coffee farmers.

Table 3 – Indicators and Questions of the Economic Dimension of the MSI-CFSM and Their Correspondence to Sustainability Certifications

Indicators	Questions	4C	RFA	FT	CM	OMP
IEC1. Income for Self-Consumption	a) How is the production of proteins (eggs, meat, milk, etc.) for your own consumption on the property?	-	-	-	-	-
	b) How is the production of fruits, vegetables, greens, and grains for your own consumption on the property?	-	-	-	-	-
IEC2. Income from Production Sales	a) Is the income from production sufficient to support the family?	-	-	-	-	-
IEC3. Financial Balance	a) Do you have any debt related to agricultural production or personal expenses (such as loans, rural credit, etc.)?	-	-	-	-	-
IEC4. Deterioration of Rural Infrastructure and Machinery	a) Does your property require maintenance of infrastructure (house, corral, barn, etc.)?	-	-	-	-	-
	b) Do you need to repair or replace tools and/or machinery on your property?	-	-	-	-	-
IEC5. Other Sources of Income	a) Do you have a source of income outside the property?	-	-	-	-	-

Legend: Indicators and questions of the economic dimension of the MSI-CFSM, with correspondence to socio-environmental certifications: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM), and the Organic Management Plan (OMP).

3.1.4 Agronomic Dimension

The agronomic dimension comprises six indicators and 21 questions, organized to cover all stages of the coffee production process. It begins with pre-implementation, continues through implementation, maintenance, and soil management, and extends to harvesting and post-harvesting procedures. These criteria aim to ensure both the sustainability and quality of agronomic practices, while also incorporating the knowledge and values of smallholder coffee farmers. Notably, the most intense discussions and contributions during the development of this multicriteria index occurred around this dimension. All indicators, questions, and metrics were formulated based on the concrete experiences reported by the farmers throughout the entire construction process of the index, prioritizing effective and observable practices from their daily routines.

As in the environmental dimension, the agronomic dimension shows considerable alignment with the Organic Management Plan (OMP) (Instituto Nacional de Tecnologia, 2021). This is logical, as Brazil’s organic certification was specifically designed to address the nuances and particularities of the national agricultural context. This stands in contrast to other certifications, which often present more generalized criteria—sometimes even inadequate for many Brazilian realities (Donovan et al., 2020; Rocha et al., 2025; Silva et al., 2023).

On the other hand, based on input from the farmers, the MSI-CFSM introduces innovative indicators and questions that aim to assess elements such as soil compaction, the presence of beneficial organisms in the soil environment, and the responsible disposal of waste generated during production—factors that are undoubtedly essential for measuring the sustainability of a productive system.

Table 4 – Indicators and Questions of the Agronomic Dimension of the MSI-CFSM and Their Correspondence to Certifications

Indicators	Questions	4C	RFA	FT	CM	OMP
IAG1. Pre-implementation of the System	a) Has there been deforestation on the property since 2020?	-	-	-	-	-
	b) Have there been any burning practices on the property in the past three years?	-	X	-	X	X
	c) How are machines used in soil preparation?	-	-	-	-	-
IAG2.	a) What types of fertilizers are used?	-	-	-	-	X
	b) How is ant control carried out?	X	-	X	-	X

System Implementation	c) What type of seed/seedling did you plant?	X	X	-	-	X
	d) How is the initial planting done?	-	-	-	-	X
	e) How is the crop layout organized?	-	-	-	-	X
IAG3. System Maintenance I	a) How is soil cover managed?	-	-	X	-	X
	b) How is weed management carried out in the cultivation area?	-	X	X	X	X
	c) How is organic matter managed in the soil?	-	X	-	-	X
IAG4. System Maintenance II	a) How is fertilization carried out?	-	-	-	-	X
	b) How are pests and diseases managed?	-	X	-	X	X
	c) What is the relationship with the use of machinery in crop management?	-	-	-	-	X
	d) How is irrigation performed?	-	-	-	-	-
IAG5. Soil Structure	a) How is the soil compaction?	-	-	-	-	-
	b) How is the aggregation of soil particles?	-	-	-	-	-
	c) How is the presence of soil animals (earthworms, pill bugs, various types of ants and spiders)?	-	-	-	-	-
IAG6. Harvest and Post-Harvest	a) How is your harvest carried out?	-	-	-	-	-
	b) How are solid post-harvest residues (husks) disposed of?	-	-	-	-	-
	c) Is washing or water use involved in the post-harvest process?	-	-	-	-	-

Legend: Indicators and questions of the agronomic dimension of the MSI-CFSM, with correspondence to socio-environmental certifications: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM), and the Organic Management Plan (OMP).

3.1.5 Governance Dimension

The governance dimension of the MSI-CFSM consists of six indicators and ten questions and was developed to assess aspects related to production organization, information management, transparency in decision-making, and participation in collective structures. These requirements show strong alignment with the certifications analyzed, further bringing the index in line with internationally recognized standards and consolidating it as a tool capable of translating the reality of smallholder farming within a broader context.

As shown in Table 5, practices such as data management, production traceability, and engagement in social organizations are widely required by certification protocols. In fact, these actions are part of the routine for farmers seeking to professionalize their operations and access more demanding markets (Ferrón Vilchez et al., 2017; Kalfagianni et al., 2020). However, during the participatory workshops, coffee farmers emphasized other equally important practices that are not always addressed by certification standards. These included the active participation of family members in decision-making regarding the farm and transparent access to information shared by associations and cooperatives. These elements were incorporated into the indicator IG6 – Transparency, which aims to reflect these values—recognized by producers

as fundamental pillars of sustainability in smallholder coffee farming. Such values help ensure autonomy, trust, and a sense of belonging in the production process, thereby reinforcing family and community bonds.

Table 5 – Indicators and questions of the Governance Dimension of the MSI-CFSM and their correspondence with certification standards

Indicators	Questions	4C	RFA	FT	CM	OMP
IG1. Data/Information Management	a) Do you have a management and production plan (e.g., planted quantity, practices, pruning, expected harvest, growth stages and seasons, inputs used, and/or others)?	X	X	X	X	X
	b) Do you identify and label plots and stored production?	-	-	-	X	X
	c) Do you record the property's income and expenses?	X	X	-	-	-
IG2. Production Traceability	a) Do you keep updated notes, a field notebook, and/or other records to ensure traceability?	X	X	X	-	X
IG3. Certifications	a) Do you hold any certification related to good socio-environmental practices (e.g., Fair Trade, Organic, etc.)?	X	X	X	X	X
IG4. Supply Chain Control	a) Do you consider socio-environmental responsibility criteria when selecting your suppliers?	X	X	-	-	-
IG5. Participation in Social Organizations	a) Does any member of your family participate in an association, cooperative, union, etc.?	-	X	X	X	X
	b) Do you take part in decisions and votes within the group (association and/or cooperative) you belong to?	-	-	-	X	-
IG6. Transparency	a) Are decisions regarding the farm made by the family?	-	-	-	-	-
	b) Do you have access to the information shared by your group (association and/or cooperative, etc.)?	-	-	X	-	-

Legend: Indicators and questions of the governance dimension of the MSI-CFSM, with correspondence to socio-environmental certifications: 4C Services (4C), Rainforest Alliance (RFA), Fairtrade (FT), Certifica Minas Café (CM), and Organic Management Plan (OMP)

In general, during the participatory workshops, a strong sense of belonging and receptiveness was observed among smallholder farmers regarding the methodology presented. The open and dialogical environment allowed them to feel comfortable expressing their opinions, sharing their experiences, and, most importantly, actively contributing to the collective development of the MSI-CFSM. In this way, the index stands out by breaking away from top-down and technocratic approaches that often overlook cultural practices, local knowledge, and specific territorial contexts.

It is worth noting that the participatory construction of the MSI-CFSM also contributes to strengthening farmers' autonomy in assessing their own sustainability, thereby challenging the imposed logic of universal and generalized certification models. Moreover, by bridging international sustainability requirements with the daily experiences of farming families, the index is consolidated as a tool for dialogue between the different worlds that shape agri-food systems: production, science, public policy, and the market.

3.2 Prioritization of the MSI-CFSM

The results of the prioritization of the MSI-CFSM dimensions are presented in Table 6 and reveal a clear overview of what, in the producers' own view, should be prioritized in measuring and promoting sustainability in their contexts.

The highest weight was assigned to the environmental dimension, highlighting an increasing awareness among farmers regarding the impacts of coffee farming on aspects such as water resource conservation, proper waste management, and biodiversity protection—topics that emerged during the workshops as central concerns. It is inferred that this prioritization may be related to the growing exposure of smallholder farmers to sustainable markets and their demands for environmental responsibility, which, in turn, reflects an alignment between local practices and global standards.

Table 6 – Prioritization of MSI-CFSM Dimensions according to the coffee farmers participating in the participatory workshops

Ranking	Dimension	Assigned Weight
1st place	Environmental	0,40
2nd place	Social	0,25
3rd place	Economic	0,14
4th place	Agronomic	0,11
5th place	Governance	0,10

Legend: Prioritization of the MSI-CFSM dimensions carried out by the coffee farmers who participated in the workshops, based on the relative importance they assigned to each dimension for assessing sustainability on their farms.

Regarding the Social dimension, which received the second-highest weight, it is possible to observe the importance attributed by coffee farmers, particularly to labor relations and family succession. This scenario may reflect recent reports of labor conditions analogous to slavery in the region, especially in the coffee sector (Alves & Lindner, 2020; Ministry of Labor and Employment, 2024), which has mobilized farmers to differentiate their practices and

reinforce their commitment to labor responsibility. In addition, these smallholder farmers place immense value on the continuation of agricultural activities by their children, as highlighted in rural sociology studies such as those by Suess-Reyes & Fuetsch (2016) and Bavorová et al. (2024).

The fact that the Governance dimension received the lowest weighting can be understood in light of the current organization of producers in the region, where most are already part of cooperatives or associations. This level of organization provides them with a certain degree of maturity in practices related to management and traceability, for instance (Wright et al., 2024). In this context, governance is no longer perceived as a priority precisely because it has already been integrated into the daily routines of coffee farmers. This analysis becomes even more consistent when compared to the prioritization process of the MSI carried out in the Chico Mendes Extractive Reserve, where governance was considered the most important dimension. According to Lima et al. (2023), in that context, governance represents a key economic survival strategy, as the absence of collective organization and efficient management directly compromises the extractivists' ability to market their products with added value and greater efficiency. Therefore, this contrast highlights how the MSI-CFSM is sensitive to territorial differences and enables a context-specific interpretation of sustainability.

3.3 Proxy of the MSI-CFSM

The application of the MSI-CFSM to the 23 smallholder coffee farmers who participated in the workshops resulted in an average sustainability compliance score of 76%, according to the criteria established by the methodology. This value represents the sustainability proxy of smallholder coffee farming in the region and classifies the properties as “sustainable,” based on the classification scale proposed by Mangabeira et al. (2021) and described in the methodology section of this document.

This score was obtained through the weighted average of the aggregated indices from the five dimensions of the MSI-CFSM - Environmental, Social, Economic, Agronomic, and Governance - across all participating properties, calculated using Equation 04 of this methodology. This calculation incorporates the weights assigned by the smallholder farmers during the dimension prioritization process. It is important to note that each dimension is composed of a set of indicators, whose scores were normalized on a 0 to 10 scale using Equation 02 and subsequently aggregated according to Equation 03, resulting in a Performance Index (PI) for each dimension. Table 7 presents these values.

When analyzing the level of sustainability of smallholder coffee farming in Southern Minas Gerais through the application of the MSI-CFSM, it is possible to observe a scenario that reflects both the progress already achieved by the region's farmers and the ongoing challenges faced in certain dimensions. To facilitate the visualization and interpretation of these results, figure 2 presents the average Performance Indices (PI) for each dimension, reflecting the sustainability proxy obtained from the coffee farmers who participated in the workshops.

Table 7 – Sustainability Proxy Results for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, Brazil, according to the MSI-CFSM

Dimension	Performance Index (PI)	Priority Weight	Contribution to MSI-CFSM
Environmental Aggregated Index (IEA)	7.3	0.40	2.92
Social Aggregated Index (ISA)	8.0	0.25	2.00
Economic Aggregated Index (IECA)	7.8	0.14	0.99
Agronomic Aggregated Index (IAGA)	8.4	0.11	0.92
Governance Aggregated Index (IGA)	7.5	0.10	0.75
MSI-CFSM (proxy)			7.58 / 10 = 0.76

Legend: Summary of average sustainability performance by dimension, based on weighted contributions to the MSI-CFSM, reflecting the sustainability proxy for smallholder coffee farming in Southern Minas Gerais

It is noteworthy that the Environmental dimension, despite not having the highest Performance Index (PI) score (7.3), had the greatest influence on the final MSI-CFSM value, contributing 2.92 points due to its high weight of 0.40 assigned during the prioritization phase. As discussed, this emphasis on environmental issues may be related to the direct contact many of these farmers maintain with sustainable markets, which encourage such practices.

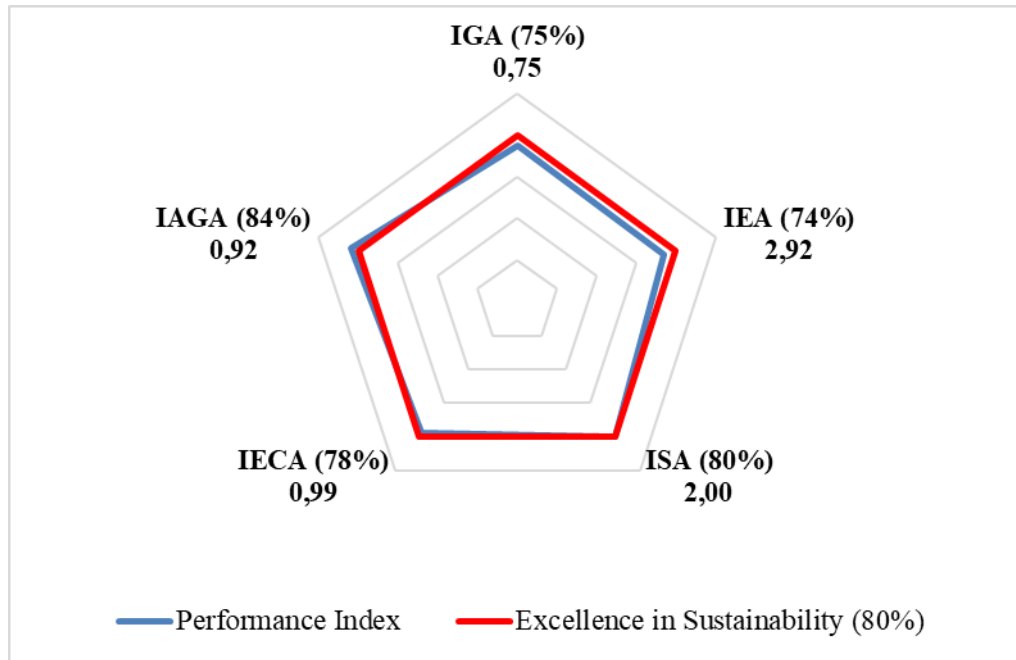


Figure 2 - Sustainability Proxy Radar for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, measured based on the MSI-CFSM – Performance by Dimension

Legend: IEA: Environmental Aggregated Index; ISA: Social Aggregated Index; IECA: Economic Aggregated Index; IAGA: Agronomic Aggregated Index; IGA: Governance Aggregated Index. The percentage values (%) represent the average performance in each dimension without weighting, while the numerical values below indicate the weighted contribution of each dimension to the final sustainability index (MSI-CFSM), according to the priority weights assigned during the hierarchy process.

The Agronomic dimension, on the other hand, presented the highest PI among all dimensions (8.4) but made a more modest contribution to the MSI-CFSM proxy (0.92), due to its lower assigned weight (0.11). These findings suggest that although smallholder coffee farmers demonstrate a high level of sustainability in their agronomic practices, these are somewhat naturalized by these actors and therefore were likely not prioritized during the weighting process.

Overall, according to the classification proposed by Mangabeira et al. (2021), all dimensions are categorized as sustainable, as they fall within the 61% to 80% compliance range with the MSI-CFSM criteria. This represents a major achievement for the sustainable development of the sector and reinforces what several authors have highlighted regarding the significant contributions of smallholder farming practices to socio-environmental balance (Berchin et al., 2019; Clark & Tilman, 2017; Hajjar et al., 2019; Maguire-Rajpaul et al., 2020; Schiavon et al., 2022; Utrilla-Catalan et al., 2022; Wienhold & Goulao, 2023).

However, it is important to note that the Economic dimension, with a Performance Index (PI) of 7.1, was the most critical in terms of performance, even though it received an intermediate weight (0.14). During the workshops, farmers frequently reported that the intense

focus on coffee cultivation limits their ability to grow food for household consumption, thereby weakening their economic resilience. According to the farmers themselves, this situation is directly related to the limited participation of their children in agricultural activities, which places the entire workload on the parents - who are often of advanced age. This scenario, combined with challenges in financial planning and the lack of rural credit lines tailored to the realities of smallholder farming, highlights a context of economic vulnerability. In this light, the urgency of implementing policies such as Payments for Socio-Environmental Services - applied through a multicriteria index, as proposed by Maciel et al. (2024) - becomes even more evident. Such policies represent a concrete strategy to strengthen the financial sustainability of small producers and, as expected, help secure the much-desired generational succession, which farmers consistently mention as a fundamental condition for remaining in the countryside.

Finally, it is assumed that the methodology based on Value-Focused Thinking, as proposed by Keeney (1992), was essential for the development of this Multicriteria Index, as it enabled the capture of a meaningful snapshot of the dimensions deemed most relevant by those who live and face the daily challenges of coffee production in Southern Minas Gerais. Although, in this specific case of the MSI-CFSM proxy, the Performance Indices (PIs) across dimensions showed relatively similar values, in scenarios where the Index is applied at the individual farm level, which is the core focus of the methodology, the assignment of differentiated weights becomes even more strategic. This is because it prevents strong performance in lower-priority dimensions from offsetting weaknesses in areas considered critical by the farmers, thus ensuring a more accurate and value-aligned diagnosis of the territory.

The results obtained through the application of the MSI-CFSM demonstrate its methodological validity and practical relevance as a multicriteria assessment tool for sustainability in smallholder coffee farming. It is worth noting that the Index successfully translated farmers' knowledge and priorities into qualitative and operational metrics

4. Conclusion

This study achieved its main objective by developing, through a participatory approach, the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM), incorporating both the local reality and globally recognized criteria. The results confirmed the hypothesis that adapting the methodology of Mangabeira et al. (2021) and Lima

et al. (2023) to the smallholder coffee farming chain would result in indicators more consistent with territorial specificities, without losing alignment with the demands of sustainable markets.

In this regard, it is concluded that the MSI-CFSM is a methodologically robust instrument with strong potential for practical application, especially as a basis for public policies aimed at valuing sustainability, such as Payments for Socio-Environmental Services. Its participatory construction, combined with its ability to transform farmers' values into operational metrics, reinforces its relevance as a strategic tool. Provided that contextual adaptations are respected and active engagement of stakeholders is ensured, the MSI-CFSM is replicable in other territories and value chains, and can directly contribute to strengthening family farming, enhancing sustainable and regenerative practices, and offering concrete support for the formulation of more just and contextually aligned public policies.

References

- Alves, F. D., & Lindner, M. (2020). AGRONEGÓCIO DO CAFÉ NO SUL DE MINAS GERAIS: territorialização, mundialização e contradições. *OKARA: Geografia Em Debate*, 433–452. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2020v14n2.54246>
- Bana e Costa, C. A. (1993). *Processo de apoio à decisão: actores e acções, estruturação e avaliação* (Vol. 13). Publicação CESUR.
- Bavorová, M., Ullah, A., Garcia, Y. A., & Cavicchioli, D. (2024). Factors influencing farm succession decisions: evidence from coffee farmers of Colombia. *Environment, Development and Sustainability*, 27(6), 13215–13234. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04433-0>
- Berchin, I. I., Nunes, N. A., de Amorim, W. S., Alves Zimmer, G. A., da Silva, F. R., Fornasari, V. H., Sima, M., & de Andrade Guerra, J. B. S. O. (2019). The contributions of public policies for strengthening family farming and increasing food security: The case of Brazil. *Land Use Policy*, 82(December 2018), 573–584. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.043>
- Böhringer, C., & Jochem, P. E. P. (2007). Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices. *Ecological Economics*, 63(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.03.008>
- Brazil, Lei 11.428 - Lei da Mata Atlântica, Pub. L. No. Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006 (2006). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Brazil, Lei 12.651 - Código Florestal Brasileiro, (2012). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Brundtland, G. H. (1989). Global Change and Our Common Future. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 31(5), 16–43. <https://doi.org/10.1080/00139157.1989.9928941>
- CEPEA, C. de E. A. em E. A. (2025). *PIB do Agronegócio Brasileiro*. CEPEA-ESALQ/USP. https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx?utm_source=chatgpt.com
- Clark, M., & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, 12(6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>
- CONAB. (2023). Acompanhamento da Safra Brasileira. *Boletim Da Safra 2023*, 10(2), 45. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>

- CONAB. (2024). *Portal de Informações Agropecuárias*. Preços Mínimos. <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/precos-minimos>
- Daly, H., & Farley, J. (2016). *Ecological Economics* (A. C. e M. Ambiente (ed.); 1st ed.). Annablume.
- Donovan, J., Blare, T., & Peña, M. (2020). Multiple certification uptake by coffee businesses: Evidence of functions and benefits from Central America. *Business Strategy and Development*, 3(3), 264–276. <https://doi.org/10.1002/bsd2.93>
- Erlandsson, J., Bergmark, P., & Höjer, M. (2023). Establishing the planetary boundaries framework in the sustainability reporting of ICT companies – A proposal for proxy indicators. *Journal of Environmental Management*, 329, 117032. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117032>
- Ferrón Vilchez, V., Darnall, N., & Aragón Correa, J. A. (2017). Stakeholder influences on the design of firms' environmental practices. *Journal of Cleaner Production*, 142(October 2017), 3370–3381. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.129>
- Gibson, R. B. (2011). Application of a contribution to sustainability test by the Joint Review Panel for the Canadian Mackenzie Gas Project. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29(3), 231–244. <https://doi.org/10.3152/146155111X12959673796209>
- Giller, K. E., Delaune, T., Silva, J. V., Descheemaeker, K., van de Ven, G., Schut, A. G. T., van Wijk, M., Hammond, J., Hochman, Z., Taulya, G., Chikowo, R., Narayanan, S., Kishore, A., Bresciani, F., Teixeira, H. M., Andersson, J. A., & van Ittersum, M. K. (2021). The future of farming: Who will produce our food? *Food Security*, 13(5), 1073–1099. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01184-6>
- Hajjar, R., Newton, P., Adshead, D., Bogaerts, M., Maguire-Rajpaul, V. A., Pinto, L. F. G., McDermott, C. L., Milder, J. C., Wollenberg, E., & Agrawal, A. (2019). Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 206, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.102>
- Hung Anh, N., Bokelmann, W., Thi Thuan, N., Thi Nga, D., & Van Minh, N. (2019). Smallholders' Preferences for Different Contract Farming Models: Empirical Evidence from Sustainable Certified Coffee Production in Vietnam. *Sustainability*, 11(14), 3799. <https://doi.org/10.3390/su11143799>
- IBGE. (2017). Censo Agropecuário 2017. In *IBGE*. <https://doi.org/https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>
- ICO. (2023). The Coffee Report and Outlook (CRO). *International Coffee Organization*, 1–39.
- Instituto Nacional de Tecnologia. (2021). *Guia Plano de Manejo Orgânico : produção primária vegetal* (1st ed.). Governo do Brasil. <https://www.gov.br/int/pt-br/servicos-tecnologicos/guia-pmo-1o-edicao-29out2021.pdf>
- IPCC. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. In P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan (Eds.), *Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Kalfagianni, A., Partzsch, L., & Beulting, M. (2020). Governance for global stewardship: can private certification move beyond commodification in fostering sustainability transformations? *Agriculture and Human Values*, 37(1), 65–81. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-09971-w>
- Keeney, R. L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. Harvard

University Press.

- Lima, L. F., Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Romeiro, A. R., Tôsto, S. G., Maciel, M. D. A., Sarcinelli, O., Oliveira, O. F., & Pereira, L. C. (2023). Índice Multicritério de Sustentabilidade (IMS) na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre-Brasil. In *Texto para Discussão*. <https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD457.pdf>
- Lima, L. F., Romeiro, A. R., Abreu, L. S. d., Mangabeira, J. A. d. C., & Tôsto, S. G. (2025). Virtuous and Vicious Circles in Organic Agriculture: A Comparative Typology Between Denmark and Brazil. *Agriculture*, 15(23), p. 2429-2449. Doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture15232429>.
- Maciel, R. C. G., Mangabeira, J. A. C., Lima, L. F., & Romeiro, A. R. (2024). A valoração e o pagamento por serviços socioambientais na Reserva Extrativista Chico. *Texto Para Discussão*, 464.
- Maguire-Rajpaul, V. A., Rajpaul, V. M., McDermott, C. L., & Guedes Pinto, L. F. (2020). Coffee certification in Brazil: compliance with social standards and its implications for social equity. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 2015–2044. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0275-z>
- Mangabeira, J. A. de C., Pinto, D. M., & Scarazatti, B. (2021). Guia Metodológico: geração de indicadores de desempenho e índice multicritério de sustentabilidade para agricultura familiar no bioma Amazônia. In Embrapa Territorial (Ed.), *Embrapa Territorial* (1º, Vol. 1, Issue 138). <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133822/guia-metodologico-geracao-de-indicadores-de-desempenho-e-indice-multicriterio-de-sustentabilidade-para-agricultura-familiar-no-bioma-amazonia>
- Mangabeira, J. A., Lima, L. F., Cláudio, R., Maciel, G., Filho, F. N., Romeiro, A. R., Kassai, J. R., Rocha, G. A., Ângela, T., Bimbati, V., Andrade, M. R. De, Coelho, R. S., Júnior, R. H., Trivellato, C., De, R., Tiezzi, O., Bueno, S., Godoi, C., Oliveira, D. C., ... Kassai, J. R. (2025). Protocolo Padrão de Agricultura Regenerativa Sustentável no Brasil. *Texto Para Discussão - Instituto de Economia UNICAMP*, 483, 55. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1177864/1/6354.pdf>
- Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil. (2024). *Entidades assinam pacto pelo trabalho decente na cafeicultura no Brasil*. Governo Do Brasil. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Maio/entidades-assinam-pacto-pelo-trabalho-decente-na-cafeicultura-no-brasil>
- Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil. (2025). Cadastro de Empregadores que tenham submetido trabalhadores a condições análogas à de escravo. In *SIT-Inspeção do Trabalho (Portaria Interministerial MTPS/MMIRDH nº 4 de 11/05/2016)*. http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SIT/CADASTRO_DE_EMPREGADORES.pdf
- Panhuysen, S., & Vries, de F. (2023). *Coffee Barometer 2023*. <https://coffeebarometer.org/>
- Pearce, D. W. , & Pretty, J. N. (1993). *Economic values and the natural world* (MIT Press (ed.)).
- Richardson, J., Steffen W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Fetzer, I. et al. 2023. Earth beyond six of nine Planetary Boundaries. *Science Advances*, 9, 37. Doi: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Robert, K. W., Parris, T. M., & Leiserowitz, A. A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00139157.2005.10524444>
- Rocha, G. A., Viviani, M. J., Ferreira, M. A., Zaro, E. S., Cunha, A. R. da, & Tiezzi, R. de O. (2025). Sustainability certifications in Brazilian coffee: a multidimensional comparative analysis. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 60. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94782338>

- Rockström, J. et al. (2020). Planetary boundaries: A compass for investing for the common good. In *Sustainable Investing Sustainable Investing A Path to a New Horizon* (1st ed., pp. 109–128). Routledge.
- Romeiro, A. R. (2012). Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos Avançados*, 26(74), 65–92. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>
- Rossi Moda, L., Eugênio Spers, E., Florêncio de Almeida, L., & Mara de Alencar Schiavi, S. (2022). Brazilian Coffee Sustainability, Production, and Certification. In *Sustainable Agricultural Value Chain* (Issue September, p. 20). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105135>
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(9), 805–814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>
- Schiavon, O. P., May, M. R., & Mendonça, A. T. B. B. de. (2022). Dynamic capabilities and business model innovation in sustainable family farming. *Innovation and Management Review*, 19(3), 252–265. <https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0136>
- Sesso, P. P., Sesso Filho, U. A., & Pereira, L. F. P. (2021). Dimensionamento do agronegócio do café no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 38(2), 26901. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2021.v38.26901>
- Silva, D. T., Saldanha, C. B., Martins, L. O. S., Lopes, J. M., & Silva, M. S. (2023). Coffee Production and Geographical Indications (GI): An Analysis of the World Panorama and the Brazilian Reality. *Journal of Sustainable Development*, 16(3), 47. <https://doi.org/10.5539/jsd.v16n3p47>
- Suess-Reyes, J., & Fuetsch, E. (2016). The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. *Journal of Rural Studies*, 47, 117–140. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.07.008>
- Utrilla-Catalan, R., Rodríguez-Rivero, R., Narvaez, V., Díaz-Barcos, V., Blanco, M., & Galeano, J. (2022). Growing Inequality in the Coffee Global Value Chain: A Complex Network Assessment. *Sustainability*, 14(2), 672. <https://doi.org/10.3390/su14020672>
- Vatn, A. (2020). Institutions for sustainability—Towards an expanded research program for ecological economics. *Ecological Economics*, 168, 106507. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106507>
- Volsi, B., Telles, T. S., Caldarelli, C. E., & da Camara, M. R. G. (2019). The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE*, 14(7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>
- Wienhold, K., & Goulao, L. F. (2023). The Embedded Agroecology of Coffee Agroforestry: A Contextualized Review of Smallholder Farmers' Adoption and Resistance. *Sustainability*, 15(8), 6827. <https://doi.org/10.3390/su15086827>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, 53(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>

Supplementary Material

This supplementary material is part of the article entitled “MULTICRITERIA SUSTAINABILITY INDEX FOR FAMILY COFFEE FARMING IN SOUTHERN MINAS GERAIS – BRAZIL” and provides the complete set of indicators, questions, and metrics that compose the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais (MSI-CFSM).

The detailed presentation of these elements aims to ensure methodological transparency and enable researchers, public managers, technicians, and other stakeholders to fully understand the structure of the MSI-CFSM. It also encourages potential replication or adaptation of the methodology to other territorial contexts or value chains.

However, as this is an original methodology, developed through a participatory process and based on solid technical and scientific frameworks, it is essential that any use, adaptation, or dissemination of the materials presented here be accompanied by proper citation of the authors. It is also recommended that any applications or customizations be carried out in dialogue with the researchers responsible for developing the index, in order to preserve its conceptual integrity and foster collaborative networks.

The information is organized by dimension (Environmental, Social, Economic, Agronomic, and Governance), with a detailed description of each indicator, the guiding questions used for assessment, and the respective metrics, presented on an ordinal sustainability scale.

Table 01. Indicators, questions, and metrics of the environmental dimension of the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, Brazil.

Indicators	Question	Metric 1	Metric 2	Metric 3
IE1. Biodiversity	a) Do you observe small animal species on the property? (e.g., hares, rodents, agoutis, etc.)	I do not observe their presence	I occasionally observe their presence	I always observe their presence
	b) Do you observe medium-sized animal species on the property? (e.g., anteaters, ocelots, wild cats, primates, etc.)	I do not observe their presence	I occasionally observe their presence	I always observe their presence
	c) Do you observe large animal species on the property? (e.g., pumas, jaguars, primates, etc.)	I do not observe their presence	I occasionally observe their presence	I always observe their presence
	d) Do you observe insects and pollinators on your property? (e.g., bees, butterflies, beetles, etc.)	I do not observe their presence	I occasionally observe their presence	I always observe their presence
	e) Do you observe birds on your property? (e.g., hummingbirds, hawks, toucans, etc.)	I do not observe their presence	I occasionally observe their presence	I always observe their presence
IE2. Conservation	a) If there is a Legal Reserve (LR) and/or Permanent Preservation Area (PPA), is it located near or surrounding the cultivation systems?	I do not have Legal Reserve (LR)/Permanent Preservation Area (PPA)	I have LR/PPA, but it is not near or surrounding the cultivation or pasture systems	I have LR/PPA, and it is near and surrounding the cultivation or pasture systems
	b) What actions are taken to conserve, restore, and enhance biodiversity?	I don't do anything	I do some of these actions: use of organic fertilizers, preservation of watercourses, cultivation of pollinators	I do all of these actions: use of organic fertilizers, preservation of watercourses, cultivation of pollinators
	c) Are there measures in place for biodiversity conservation and for the prevention and containment of deforestation?	I don't do anything	I do some of these actions: firebreak maintenance, fencing for conservation, compliance with and preservation of APP areas, fire brigade training, vegetation monitoring	I do all of these actions: firebreak maintenance, fencing for conservation, compliance with and preservation of APP areas, fire brigade training, vegetation monitoring
	d) Are there practices in place for water conservation and reuse?	They do not exist	I do some of these actions: reuse of greywater, rainwater harvesting, and spring protection	I do all of these actions: reuse of greywater, rainwater harvesting, and spring protection
IE3. Waste Management	a) How do you manage the organic waste generated on the property (coffee husks, animal manure, food scraps)?	I mix it with other waste (recyclables and general trash) and/or dispose of it (municipal collection, take it to the city, discard on the property)	I separate and reuse it for animals on the property or send it to an external composting site	I compost it and/or use it on my property

	<p>b) How is the management of other types of waste handled (recyclables, batteries, light bulbs, etc.)?</p> <p>c) How is the management of hazardous waste and polluting materials carried out (acids, fuels, pesticide containers, solvents, etc.)?</p>	<p>I do not separate the waste, I dispose of it in open areas or burn it</p> <p>I do not manage these materials</p>	<p>I separate recyclables and take them to the city (for municipal collection) and burn the remaining waste</p> <p>Disposal is done together with other waste</p>	<p>I separate recyclables and deliver them to an independent collector or recycling service, and the remaining waste is sent to a sanitary landfill</p> <p>There is proper management and storage of these materials, and when necessary, I ensure correct disposal with records</p>
IE4. Effluent Management	<p>a) How is the domestic sewage from the property's toilet managed?</p> <p>b) How is the domestic wastewater from the kitchen, sinks, and shower managed on the property?</p> <p>c) What is done with the wastewater resulting from the cleaning of machinery and agro-industrial equipment?</p>	<p>There is no treatment; I discharge it directly into the soil/seepage pit, water body, or cesspit</p> <p>There is no treatment; it is discharged directly into the soil/seepage pit, water body, or cesspit</p> <p>There is no treatment; it is discharged directly into the soil/seepage pit, water body, or cesspit</p>	<p>I treat it on my property using non-sealed systems (evapotranspiration basin, biodigester, etc.), but I do not perform regular cleaning or monitoring</p> <p>I treat it on my property using systems without soil impermeabilization (evapotranspiration basin, biodigester, etc.), but I do not perform regular cleaning or monitoring</p> <p>I treat it on my property using systems without soil impermeabilization (evapotranspiration basin, biodigester, etc.) and without separation of oils and grease</p>	<p>I treat it on my property using sealed systems (evapotranspiration basin, biodigester, etc.) and regularly clean the cesspits, or I discharge into the public sewage system</p> <p>I treat it on my property using systems with soil impermeabilization (evapotranspiration basin, biodigester, etc.) and regularly clean the cesspits, or I discharge into the public sewage system</p> <p>There is a decantation separator box on the property, and the wastewater is properly maintained and disposed of</p>
IE5. Water Management	<p>a) Where does the water used for consumption come from?</p> <p>b) What is the quality of the water used for household consumption and for the production process?</p> <p>c) How is water use recorded and managed on the farm?</p>	<p>From artesian well or water utility company</p> <p>The water quality is poor, with taste or color (not suitable for consumption)</p> <p>I am not aware of my water use, and I do not have a permit or a registration for insignificant use</p>	<p>From cistern or stream</p> <p>The water is not good, but basic treatment is performed (chlorination)</p> <p>I have a permit or registration for insignificant use, but I do not monitor or keep records</p>	<p>From natural spring (water mine)</p> <p>The water quality is good, with potability analysis conducted</p> <p>I am aware of and monitor my water use (keep records), and I have a permit or a registration for insignificant use</p>

IE6. Energy Consumption	What is the source of electricity used on the property?	Combustion generator (diesel, gasoline, LPG, firewood, or other)	Power utility and/or combustion using biogas or ethanol	Solar, wind, or small hydroelectric plant
IE7. Input Consumption	What types of cleaning products are used?	Non-biodegradable chemical products and/or I do not distinguish when purchasing	I use both non-biodegradable and biodegradable products	I use biodegradable products

Table 02. Indicators, questions, and metrics of the social dimension of the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, Brazil.

Indicators	Question	Metric 1	Metric 2	Metric 3
IS1. Labor Relationship	a) Is there any document that formalizes the relationship with the sharecropper/tenant?	There is no contract	There is a contract, but it is not in effect or not being followed	There is a contract, it is in effect, being followed, and compliant. Or I do not have a sharecropper/tenant
	b) Is there any document that formalizes the labor relationship with service providers and/or volunteers? (*more than 3 days per week)	There is none	There is one, but it does not comply with labor legislation	There is a self-responsibility agreement, or such work relationships do not exist
	c) Is there any formal/legal instrument that establishes the employment relationship for permanent and temporary workers?	There is none	There is one, but it does not comply with labor legislation	There is one and everything is legalized, or I do not have any employees
IS2. Working Conditions	a) Are there adequate tools/equipment/machinery/implements available for carrying out the work?	There is none	Some equipment is available, or it is not in proper working condition	All equipment is available and well-maintained
	b) Is there an appropriate location for separately storing pesticides and/or hazardous substances (such as solvents, fuels, etc.)?	No	Yes, they are stored separately, but not in proper conditions	Yes, they are stored separately and in proper conditions
IS3. Access to Health Services	Do workers and family members have access to healthcare services?	No access	Has access to SUS (Brazilian public health system)	Has access to SUS and a complementary health plan (for situations not covered by SUS)
IS4. Occupational Safety	a) Do all workers have access to and receive training in the use of PPE (boots, leg protectors, hats, gloves, safety goggles, etc.)?	No access to PPE and no training	Has access to PPE, but not in compliance with PGRTR (NR 31) and/or has not received training	Has access to PPE appropriate for the activities performed, in compliance with PGRTR (NR 31), and has received training

IS5. Training and Education	a) Has any family member completed a training course in the past year?	No	Yes, but not consistently or with significant access challenges (logistics, materials, etc.)	Yes, and they are encouraged and supported
	b) Do individuals of school age attend the education system?	No	They attend, but with significant access difficulties (logistics, materials, etc.)	They attend and receive encouragement and support
IS6. Generational Succession	Do you believe that any son, daughter, or potential successor is interested in continuing to work on the farm?	No	I have children or a successor, but I'm not sure if they would want to stay on the farm	Yes, they are interested
IS7. Community Access and Engagement	a) Do you have access to an internet network?	No	We have it, but the signal is poor	We have it and the signal is good
	b) How would you assess the quality of the road leading to your community/property?	The road is always in poor condition	he road is in fair condition depending on the season and maintenance, or even during bad seasons the employer regularly provides transportation for workers to the nearest town/community	The road is always in good/accessible condition

Table 03. Indicators, questions, and metrics of the economic dimension of the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, Brazil.

Indicators	Question	Metric 1	Metric 2	Metric 3
IEC1. Income for Self-Consumption	a) How is the production of proteins (eggs, meat, milk, etc.) for your own consumption on the property?	I do not produce eggs	I produce proteins (eggs, meat, milk, etc.), but it does not fully meet our demand	I produce enough eggs and do not need to buy them externally <i>(if there is no animal protein consumption due to veganism, consider this metric)</i>
	b) How is the production of fruits, vegetables, greens, and grains for your own consumption on the property?	I do not produce fruits	I produce fruits, but it does not fully meet our demand	I produce enough fruits and do not need to buy them externally
IEC2. Income from Production Sales	Is the income from production sufficient to support the family?	I have low production/sell little, which contributes to less than half of my income	Product sales are only enough to support the family	Product sales are sufficient to support the family and still allow for investments and/or savings
IEC3. Financial Balance	a) Do you have any debt related to agricultural production or personal expenses (such as loans, rural credit, etc.)?	Yes, I have debts, and I'm not managing to pay them	Yes, I have debts, and I'm managing to pay them	I don't have any debts

IEC4. Deterioration of Rural Infrastructure and Machinery	a) Does your property require maintenance of infrastructure (house, corral, barn, etc.)?	Yes, a lot	Yes, some	No, I don't need any maintenance
	b) Do you need to repair or replace tools and/or machinery on your property?	Yes, a lot	Yes, some	No, I don't need to
IEC5. Other Sources of Income	Do you have a source of income outside the property?	Não é suficiente e necessito de complementos extras e/ou empréstimos recorrentes	Eu consigo manter a propriedade, porém sem nenhum reserva	Consigo manter a propriedade e gerar reserva

Table 04. Indicators, questions, and metrics of the agronomic dimension of the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, Brazil

Indicators	Question	Metric 1	Metric 2	Metric 3
IAG1. Pre-implementation of the System	a) Has there been deforestation on the property since 2020?	There was deforestation	There was deforestation, but I am already restoring the degraded areas	There was no deforestation
	b) Have there been any burnings on the property in the past three years?	Yes	Yes, but I no longer do it	No, never
	c) How are machines used in soil preparation?	Soil is prepared with heavy machinery every production cycle, regardless of soil condition	I use it only when the soil is degraded	I do not use heavy machinery
IAG2. System Implementation	a) What types of fertilizers are used?	Chemical/synthetic fertilizers	Mineral fertilizers (rock powder) and I add organic matter or organomineral fertilizers (mixed mineral and organic)	I do not use chemical/synthetic fertilizers, only agroecological fertilizers (green manure, compost, etc.)
	b) How is ant control carried out?	I use ant poison	I use natural techniques against ants (ashes, physical barriers, natural solutions, etc.)	I do not perform control, as there is no need for it
	c) What type of seed/seedling did you plant?	Transgenic and/or hybrid seeds	Conventional seeds	Heirloom seeds
	d) How is the initial planting done?	With heavy machinery	Small equipment	Manual
	e) How is the crop layout organized?	Monoculture	Intercropping without trees and/or without natural succession	Intercropping with trees – Agroforestry System (AFS), respecting forest stratification and ecological succession
IAG3. System Maintenance I	a) How is soil cover managed?	There is no cover; the soil is exposed	There is dead cover and/or less than half of the soil is covered with plants or mulch	There is green cover and more than half of the soil is covered with plants or mulch

	b) How is weed management carried out in the cultivation area?	With use of herbicide	Manual weeding	Mowing is performed
	c) How is organic matter managed in the soil?	No addition of Organic Matter (OM)	OM is added, but it comes from external sources	Promotes the addition of OM through local management (pruning and mowing within the system; green manuring and others)
IAG4. System Maintenance II	a) How is fertilization carried out?	Chemical/synthetic fertilizers	Mineral fertilizers (rock dust), and I add organic matter or organomineral fertilizers (a mix of mineral and organic)	I do not use chemical/synthetic fertilizers, only agroecological fertilizers (green manuring, compost, etc.) Has an established natural control system (<i>natural regulators of life-optimizing processes</i>) and/or uses bio-inputs produced on the property
	b) How are pests and diseases managed?	Uses pesticides (agricultural chemicals)	Implements Integrated Pest Management (IPM) and uses mineral inputs in liquid solutions	
	c) What is the relationship with the use of machinery in crop management?	Uses large machinery (tractor)	Uses small implements (small machinery, walking tractor, power tiller, etc.)	Uses individual equipment (brush cutters, hoe, etc.)
	d) How is irrigation performed?	Sprinkler or flood irrigation	Drip irrigation	Natural system (rainfed)
IAG5. Soil Structure	a) How is the soil compaction?	I can't insert the machete/rod into the soil (compacted soil)	I can insert the machete/rod just a little (about 20 cm) or with difficulty (slightly compacted soil)	I can insert the machete/rod deeply (about 40 cm) into the soil (non-compacted soil)
	b) How is the aggregation of soil particles?	The soil is loose, dusty, and does not form aggregates (soft and malleable clods)	The soil forms some aggregates, which break easily when pressed by hand	The soil forms well-structured aggregates that are hard to break when pressed by hand
	c) How is the presence of soil animals (earthworms, pill bugs, various types of ants and spiders)?	I rarely see earthworms, spiders, pill bugs, etc. in the soil	I see a few earthworms and pill bugs, with limited variety of ants and spiders	I see many earthworms and pill bugs, with a wide variety of ants and spiders
IAG6. Harvest and Post-Harvest	a) How is your harvest carried out?	Harvesting with large machinery (harvesters, tractors, etc.)	Use of small-scale equipment for harvesting (mechanical strippers, blowers, etc.)	Manual harvesting
	b) How are solid post-harvest residues (husks) disposed of?	Always disposed of improperly	Occasionally disposed of improperly	Always properly disposed of, such as through composting, for example
	c) Is washing or water use involved in the post-harvest process?	Water is used and disposal is inappropriate (<i>water contaminated with pesticides or chemicals is improperly discarded</i>)	Water is used, but the crop management process is agroecological with no chemicals, although the water is not reused	Water is not used and/or is reused appropriately

Table 05. Indicators, questions, and metrics of the governance dimension of the Multicriteria Sustainability Index for Smallholder Coffee Farming in Southern Minas Gerais, Brazil

Indicators	Question	Metric 1	Metric 2	Metric 3
IG1. Data/ Information Management	a) Do you have a management and production plan (e.g., planted quantity, practices, pruning, expected harvest, growth stages and seasons, inputs used, and/or others)?	I do not have one	I have one, but it's not very easy to understand	I have one and understand it very well
	b) Do you identify and label plots and stored production?	I don't do it	Yes, for most plots/products	Yes, for all plots/products
	c) Do you record the property's income and expenses?	I don't keep records	Yes, but I don't record everything	Yes, I keep records and understand all of them well
IG2. Production Traceability	Do you keep updated notes, a field notebook, and/or other records to ensure traceability?	I don't have it	I have it, but not with complete records and/or with local access only	I have complete records and a system for external access
IG3. Certifications	Do you hold any certification related to good socio-environmental practices (e.g., Fair Trade, Organic, etc.)?	I do not have any	Yes, I have at least one certification	Yes, I have more than one certification
IG4. Supply Chain Control	Do you consider socio-environmental responsibility criteria when selecting your suppliers?	I don't consider this when purchasing inputs	Yes, I have criteria, but I don't always buy from certified suppliers or follow my criteria, and I don't require my supplier to be certified	Yes, I have criteria and buy from suppliers certified in good socio-environmental practices
IG5. Participation in Social Organizations	a) Does any member of your family participate in an association, cooperative, union, etc.?	No one participates	Some of us are members, but we do not participate actively	All of us participate actively
	b) Do you take part in decisions and votes within the group (association and/or cooperative) you belong to?	Decisions are not discussed as a group; managers centralize the decision-making	Decisions are partially discussed, and managers decide without full agreement	Decisions are discussed and made by consensus with everyone's input
IG6. Transparency	a) Are decisions regarding the farm made by the family?	Decisions are not discussed by the family	Decisions are partially discussed, but are usually made by one person without requiring everyone's agreement	Decisions are discussed and made by consensus, considering everyone's opinion
	b) Do you have access to the information shared by your group (association and/or cooperative, etc.)?	I cannot access the information	The information is not very accessible; the group's leaders do not share much about what is going on	The information is very accessible; everyone in the family knows what is happening