

A CAFEICULTURA DO CAPARAÓ

RESULTADOS DE PESQUISA VIII



João Batista Esteves Peluzio
João Batista Pavesi Simão
Telma Machado de Oliveira Peluzio
Mayra da Silva Polastrelli Lima
Alessandra Cunha Lopes
Guilherme José Vicente Ferbek
Núbia Henrique Guimarães Martins

A CAFEICULTURA DO CAPARAÓ:

Resultado de Pesquisas VIII

2025
Vitória
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

A CAFEICULTURA DO CAPARAÓ: *Resultado de Pesquisas VIII*

Ifes Campus de Alegre

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo
Rodovia ES 482, km 47, Cx. Postal-47, Distrito de Rive, Alegre-ES
Telefone: (28) 3552-8131 www.alegre.ifes.edu.br

Capa: Guilherme José Vicente Ferbek

Diagramação: Telma Machado de Oliveira Peluzio

Revisão Técnica: João Batista Esteves Peluzio – Ifes campus de Alegre

João Batista Pavesi Simão – Ifes campus de Alegre

Maurício Novaes de Souza – Ifes campus de Alegre

Jéferson Luís Ferrari – Ifes campus de Alegre

Editoração Eletrônica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – O livro é gratuito podendo ser impresso. A violação dos direitos autorais (Lei no 9.610/98) é crime (art. 184 do Código Penal). Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto no 1.825, de 20/12/1907. Os autores são seus professores, respeite-os, sempre citando seus nomes em possíveis publicações.

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Monsenhor José Belloti - Ifes campus de Alegre

P393c Peluzio, João Batista Esteves.

A cafeicultura do Caparaó [recurso eletrônico]: resultado de pesquisas VIII / João Batista Esteves Peluzio ... [et al.] (organizador). – Alegre, ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Espírito Santo, 2025.

170 p.: il. color.; 30 cm.

Vários autores.

ISBN: 978-65-5331-006-3

Formato: e-book PDF (livro digital)

1. Cafeicultura. 2. Pesquisa agrícola. 3. Café - Qualidade. I. Simão, João Batista Pavesi, org. II. Peluzio, Telma Machado de Oliveira, org. III. Lima, Mayra da Silva Polastrelli, org. IV. Lopes, Alessandra Cunha, org. V. Ferbek, Guilherme José Vicente, org. VI. Martins, Núbia Henrique Guimarães, org.

CDD: 633.73

Bibliotecário/a: Natália Gomes de Souza Mendes – CRB6/ES nº 993

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Campus de Alegre.

Ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura.

À empresa Caparaó Júnior.

Aos produtores rurais.

Em especial, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste livro.

PREFÁCIO

A cafeicultura do Caparaó, mais do que uma atividade agrícola, é um testemunho vivo da relação entre o saber tradicional, o conhecimento científico e o espírito colaborativo de uma região que se reinventa a cada safra. Este oitavo volume da série A Cafeicultura do Caparaó: Resultado de Pesquisas é uma celebração dessa construção conjunta, fruto do empenho de discentes e docentes do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura do Ifes – Campus de Alegre, em parceria com cafeicultores que, com sua experiência, dedicação e visão de futuro, ajudam a escrever uma nova história para a cafeicultura regional.

Mais do que reunir dados e análises, este livro traduz vivências, práticas e descobertas que dialogam com os desafios reais do campo, com a busca por sustentabilidade e com o fortalecimento da identidade territorial do café produzido na região do Caparaó. Os capítulos aqui reunidos mostram como a pesquisa acadêmica, aliada ao protagonismo dos agricultores, pode transformar paisagens, melhorar processos produtivos e agregar valor aos cafés especiais da região.

Logo no primeiro capítulo, somos conduzidos a refletir sobre a utilização de flora ruderal e PANCs como plantas apícolas em consórcio com o cafeeiro, ampliando a biodiversidade funcional nas lavouras e incentivando práticas agroecológicas de grande valor ambiental e econômico. O segundo capítulo resgata a tradição e a criatividade local na construção de terreiros suspensos com bambu, tecnologia simples, eficiente e alinhada à sustentabilidade da cafeicultura.

A agricultura sintrópica, tema do terceiro capítulo, é abordada a partir da experiência do Sítio Recanto dos Tucanos, em Alto Caparaó (MG), destacando o potencial regenerativo e produtivo dessa abordagem inovadora. O quarto capítulo aprofunda a análise da variabilidade espacial do relevo e das características agronômicas — como [exemplos poderiam ser inseridos aqui, se disponíveis] — de uma lavoura de café arábica no Sítio Caiamba (ES). Essa análise é realizada com o apoio de geotecnologias como o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Sensoriamento Remoto, ferramentas que têm se consolidado como fundamentais para o manejo agrícola mais preciso e adaptado às especificidades de cada propriedade cafeeira.

No quinto capítulo, o olhar se volta para os ritmos da natureza, com um estudo sobre a fenologia do cafeeiro conilon e a ocorrência de líquens em troncos dos cafeeiros, importantes

bioindicadores de qualidade ambiental. O sexto capítulo apresenta uma avaliação detalhada sobre a origem, pontuação e perfil sensorial dos cafés do Caparaó, analisados no Ifes – Campus de Alegre, no ano de 2021, revelando o potencial de qualidade que justifica o reconhecimento crescente dos cafés da região em premiações nacionais e internacionais.

Os desafios da mecanização em áreas montanhosas são abordados no sétimo capítulo, que compara a eficiência de diferentes anteparos na colheita de café conilon, tema essencial para a viabilidade econômica e operacional da atividade. No oitavo capítulo, o uso de geotecnologias volta a se destacar na identificação de áreas de cultivo de café nas regiões do Alto Noroeste e Serrana do estado do Rio de Janeiro, contribuindo para o planejamento territorial e a valorização de novas origens produtoras.

Por fim, o nono capítulo se debruça sobre a análise sensorial de cafés especiais armazenados sob diferentes tempos de congelamento, contribuindo com informações relevantes para a conservação da qualidade do produto ao longo do tempo.

Este volume, como os anteriores, é mais do que um compilado de pesquisas: é o reflexo de uma caminhada conjunta entre instituições de ensino, campo e comunidade. Representa o compromisso com a formação de profissionais críticos, com a ciência aplicada e com a construção de soluções que respeitam a realidade e as potencialidades do território. A todos que contribuíram para esta obra – pesquisadores, produtores, alunos e parceiros –, nosso sincero reconhecimento.

E a você, leitor, que compartilha o interesse por esse campo fértil de conhecimento e tradição, desejamos uma leitura instigante e inspiradora. Que esta obra ajude a semear novas ideias, fortalecer práticas sustentáveis e manter viva a essência da cafeicultura do Caparaó.

Boa leitura!

Professor Jéferson Luiz Ferrari

ORGANIZADORES

João Batista Esteves Peluzio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus de Alegre

Endereço eletrônico: jbpeluzio@ifes.edu.br

João Batista Pavesi Simão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus de Alegre

Endereço eletrônico: jbpavesi@ifes.edu.br

Telma Machado de Oliveira Peluzio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus de Alegre

Endereço eletrônico: tmpeluzio@ifes.edu.br

Mayra da Silva Polastrelli Lima

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: maypolastrelli@gmail.com

Alessandra Cunha Lopes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus de Alegre

Endereço eletrônico: alessandra.lopes@ifes.edu.br

Guilherme José Vicente Ferbek

Analista em desenvolvimento de sistemas.

Endereço eletrônico: gui.ferbek10@gmail.com

Núbia Henrique Guimarães Martins

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus de Alegre

Endereço eletrônico: nhgmartins@ifes.edu.br

AUTORES

Adriano Gabriel Robles

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: robles.ag@gmail.com

Alecsander Bravin Andrade

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: bravin999@gmail.com

Alessandra Cunha Lopes

Engenheira Ambiental. Doutora em Ciências Florestais

Professora do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: alessandra.lopes@ifes.edu.br

Alexandre Cristiano Santos Júnior

Nutricionista. Doutor em Ciência Animal

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: alexandre.cristiano@ifes.edu.br

Amanda Evaristo Lacerda

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: amandaevaristo2014@gmail.com

Ana Lídia Chaves Gomes

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: alcgomess@gmail.com

Atanásio Alves do Amaral

Biólogo. Doutor em Aquicultura.

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: atanasio.amaral@ifes.edu.br

Bernardo Nasser Lamas

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: bernardo.nasser.lamas@gmail.com

Bianca dos Santos

Estudante de Tecnologia em Cafeicultura

Endereço eletrônico: biancacafeicultura@gmail.com

Débora da Cruz Fernandes

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: dcfernandes@gmail.com

Dislaine Rocha Estevão

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: rochadislaine@gmail.com

Douglas Guidinelle de Melo

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: douglasgmelo2000@gmail.com

Jéferson Luiz Ferrari

Licenciado em Ciências Agrícolas. Doutor em Produção vegetal.

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: ferrarijlui@gmail.com

João Batista Esteves Peluzio

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Melhoramento e Genética de Plantas

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: jbpeluzio@gmail.com.

João Batista Pavesi Simão

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas)

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: jbpavesi@gmail.com

Jose Francisco Lopes

Licenciado em Ciências Agrícolas. Doutor em Produção vegetal.

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: jflop@ifes.edu.br

Leandro Heitor Rangel

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: lhrangel@gmail.com

Lorena Aparecida Paulúcio

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: lapaulucio@gmail.com

Luciana Almada Thomas Gorini

Engenheira Agrônoma. Doutora em Produção Vegetal.

Professora do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: lathomas@ifes.edu.br

Marcelo Faria da Silva

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: faria-silva@bb.com.br

Mariana da Silva Borges

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: mariannasilvaborges123@gmail.com

Matheus Ribeiro Franco

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: matheuzin.rf@gmail.com

Maurício Novaes Souza

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Engenharia de água e solos

Professor do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Mayra da Silva Polastrelli Lima

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: maypolastrelli@gmail.com

Núbia Henrique Guimarães Martins

Pedagoga. Técnica administrativa do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: nhgmartins@ifes.edu.br

Rafael Nunes de Almeida

Bacharel em Ciências Biológicas.

Endereço eletrônico: rnalmeida@gmail.com

Telma Machado de Oliveira Peluzio

Engenheira Florestal. Doutora em Ciências Florestais.

Professora do Ifes Campus de Alegre

Endereço eletrônico: tmpeluzio@ifes.edu.br

Tércio da Silva de Souza

Químico. Doutor em Produção Vegetal.

Professor do Ifes.

Endereço eletrônico: tssouza@ifes.edu.br

Thais Ferreira da Silva

Tecnóloga em Cafeicultura

Endereço eletrônico: thaisf018@gmail.com

Vinicius Ribeiro de Souza

Tecnólogo em Cafeicultura

Endereço eletrônico: vrsouza@gmail.com

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

UTILIZAÇÃO DE FLORA RUDERAL E PANC COMO PLANTAS APÍCOLAS EM CONSÓRCIO COM ESPÉCIES DO GÊNERO COFFEA.....	12
--	----

CAPÍTULO 02

CARACTERIZAÇÃO DOS TERREIROS SUSPENSOS CONFECCIONADOS COM BAMBU NA CAFEICULTURA DO CAPARAÓ..	27
--	----

CAPÍTULO 03

AGRICULTURA SINTRÓPICA NA CAFEICULTURA DO SÍTIO RECANTO DOS TUCANOS ALTO CAPARAÓ, MG.....	49
---	----

CAPÍTULO 04

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DO RELEVO E DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM LAVOURA DE CAFÉ ARÁBICA NO SÍTIO CAIAMBA, REGIÃO DO CAPARAÓ, ESPÍRITO SANTO.....	71
--	----

CAPÍTULO 05

ESTUDO DA FENOLOGIA DO CAFEIEIRO E A OCORRÊNCIA DE LÍQUENS EM UMA LAVOURA DE CAFÉ CONILON A PLENO SOL: UM ESTUDO DE CASO.....	94
---	----

CAPÍTULO 06

ORIGEM, ASPECTOS GERAIS, PONTUAÇÃO E PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS DO CAPARAÓ, ANALISADOS NO IFES – CAMPUS DE ALEGRE NO ANO 2021.....	113
---	-----

CAPÍTULO 07

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ANTEPAROS PARA A COLHEITA DE CAFÉ CONILON EM CAFEZAL DE MONTANHA.....	131
--	-----

CAPÍTULO 08

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE CULTIVO DE CAFÉ NA REGIÃO ALTO NOROESTE E SERRANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	141
---	-----

CAPÍTULO 09

ANÁLISE SENSORIAL DE CAFÉS ESPECIAIS ARMAZENADOS SOB DIFERENTES TEMPOS DE CONGELAMENTO.....	152
---	-----

CAPÍTULO 01

UTILIZAÇÃO DE FLORA RUDERAL E PANC COMO PLANTAS APÍCOLAS EM CONSÓRCIO COM ESPÉCIES DO GÊNERO COFFEA

Ana Lídia Chaves Gomes

Maurício Novaes Souza

Jéferson Luiz Ferrari

João Batista Esteves Peluzio

Telma Machado de Oliveira Peluzio

RESUMO: A cafeicultura é uma importante atividade agrícola no Brasil e, em algumas situações, são cultivados em consórcio com outras culturas. Diante disso, para valorização de plantas ruderais (plantas que nascem em ambientes antropizados) e as PANC (Plantas Alimentícias Não Convencionais), tal trabalho propõe a utilização das mesmas em consórcio com espécies do gênero *Coffea*, visando a atração de polinizadores e visitantes florais, resultando em aumento de fecundação da planta e produtividade. A metodologia utilizada, além de experiências pessoais, trata-se de uma revisão bibliográfica. Como resultados, identificou-se que 28 espécies possuem potencial apícola e que a *Apis mellifera* é a espécie que mais visita a cultura do café. Também, observa-se que as lavouras que recebem a visita da *Apis mellifera*, tiveram aumento de 39,2% na produtividade. Sendo assim, constata-se a necessidade de incentivar a utilização de espécies apícolas, ruderais e PANC, para potencializar serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Botânica. *Coffea*. PANC. Plantas ruderais. Plantas apícolas.

1.0 INTRODUÇÃO

A cafeicultura tem notória relevância cultural e econômica para o Brasil, sendo o maior produtor e exportador de café e o segundo maior consumidor do produto (CONAB, 2023). O café é nativo de regiões tropicais da África, tanto a variedade arábica (*Coffea arabica* L.) como a variedade robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner); evoluíram como espécies de sub-bosque em sua origem, com características edafoclimáticas diversas.

A espécie *Coffea arabica* chegou ao Brasil pelo estado do Pará em 1727, vindo da Guiana Francesa (Nagay, 1999). No decorrer do tempo foi ganhando destaque pelo país, onde atualmente está presente destacadamente na região Sudeste, com crescente expansão na região norte com o cultivo de café robusta, mais especificamente no estado de Rondônia.

Apesar de serem usuais monocultivos de cafés, o que representa a utilização de apenas uma cultura no sistema agrícola em quase todo o país, é comum aos cafeicultores consorciar o café com outras culturas convencionais, tais como o milho, feijão, amendoim, frutíferas e capim braquiária. Como exemplo, tem-se o estado do Espírito Santo, sendo atualmente o maior produtor de café robusta do país, especialmente em pequenas e médias propriedades (INCAPER, 2024).

Nessas propriedades, evidencia-se o plantio dessas culturas nas entrelinhas dos cafezais, visando o aperfeiçoamento, o uso mais racional do solo e propiciando um incremento na produção alimentícia, permitindo assim, um melhor nível de subsistência e a geração de renda com possível redução de custo no processo produtivo.

Além disso, observa-se que, sendo uma *commodity*, têm-se registros de oscilações no preço do café no mercado. Visando minimizar este comportamento de instabilidade, assim como maximizar a segurança dos cafeicultores, tal diversificação se faz necessária, onde o cultivo por intermédio dos consórcios vem a ser uma estratégia para manter e, ou, melhorar o equilíbrio econômico da propriedade rural.

Além desses fatores, o aumento na produtividade e a melhoria na qualidade da cultura são fatores que sempre estarão presentes no desenvolvimento da produção agrícola de café. Sendo assim, pensar em estratégias que beneficiem o processo produtivo, levando em consideração a conservação e a biodiversidade do meio ambiente, fazem-se necessários.

Desse modo, a utilização de flora apícola nas produções cafeeiras surge como uma

estratégia para se alcançar modelos que visem a produtividade em sintonia com a conservação do ecossistema.

Além do conhecimento da fauna, faz-se necessário identificar as espécies botânicas que ocorrem nos talhões de café, principalmente as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC). Permite-se assim, que sejam manuseadas e utilizadas de forma adequada, podendo ser aliadas não só a produção em relação ao potencial apícola, mas também utilizadas como indicadoras de fertilidade do solo, utilizadas para a adubação verde, como também para geração de renda extra e no combate à insegurança alimentar no campo (Tuler *et al.*, 2019).

Conhecer os efeitos negativos das PANCs também é fundamental no sentido de que nem

todas são beneficiárias, podendo causar prejuízos aos cultivos por intermédio da alelopatia, serem tóxicas no sentido alimentar ou serem hospedeiras de pragas e doenças (Tuler *et al.*, 2019).

Assim, o presente trabalho busca identificar as plantas ruderais e as PANCs que podem ser inseridas no consorciamento com café, com potencial apícola, podendo causar na produção agrícola, impacto positivo.

2.0 METODOLOGIA

Quanto ao procedimento, foram realizadas pesquisas bibliográficas para identificação e levantamento de informações sobre as plantas ruderais e as PANCs que apresentaram características apícolas e alimentícias que podem ser utilizadas em consórcios com espécies do gênero *Coffea*.

Em relação ao objetivo, o método de pesquisa utilizado foi o descritivo, onde, para o levantamento de dados, busca-se estabelecer o estado da arte sobre o assunto. Para aperfeiçoar o levantamento das espécies florais, foram levadas em consideração as características em potenciais: alimentícia e apícola que foram identificadas pelo nome científico e popular. Ruiz (1996, p.44) relata que:

A pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e redigida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela ciência. É o método de abordagem de um problema em estudo que caracteriza o aspecto científico de uma pesquisa. Existem diversas espécies de pesquisa científica,

sendo que para cada uma delas existe a metodologia mais indicada.

O começo de um projeto se dá pela escolha de um problema ou assunto para estudar. Ao selecionar o problema, geralmente pouco conhecido, deve ser feita a sua delimitação, identificando a parte que será focalizada. Essa etapa consiste de uma pesquisa exploratória, cujo objetivo é a caracterização inicial do problema, a sua classificação e a sua reta definição. A partir desse momento, é iniciado o projeto de pesquisa. Constitui, dessa forma, o primeiro estágio de toda pesquisa científica, não tendo por objetivo resolver de imediato um problema, mas detectá-lo e caracterizá-lo (Souza, 2018).

Como o número de publicações científicas vem sofrendo um aumento exponencial, nas décadas recentes, torna-se necessário que qualquer cientista procure saber a literatura disponível relacionada ao assunto do seu problema de pesquisa. Para isso, na fase inicial da sua elaboração, é necessário fazer a revisão bibliográfica do assunto (Sena, 2003).

De acordo com esse mesmo autor, fazer uma boa revisão bibliográfica exige certa experiência e familiaridade com a área pesquisada, principalmente com os autores que mais publicam sobre o assunto investigado, suas instituições e os principais periódicos onde divulgam suas pesquisas.

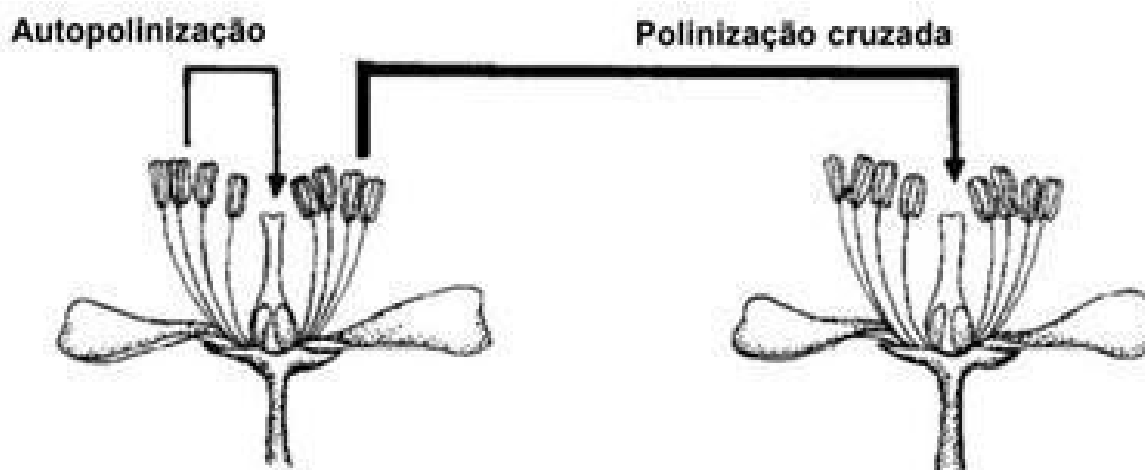
A pesquisa bibliográfica consiste no exame do manancial de livros, artigos e documentos, para levantamento e análise do que já se produziu sobre determinado assunto que é assumido como tema da pesquisa científica (Ruiz, 1996, p.80). O presente trabalho se trata, além de experiências pessoais, um trabalho de revisão bibliográfica, respeitados os cuidados ora discutidos.

3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

Aproximadamente 75% das culturas utilizadas para a alimentação humana no mundo dependem da polinização animal (Klein *et al.*, 2007, *apud* Silva, 2019). Em cafés, a polinização pode ocorrer de duas formas: autopolinização, no café arábica; e polinização cruzada, em café robusta. Neste último, ocorre a transferência dos grãos de pólen dos estames de uma flor para o pistilo de outra flor da mesma espécie, mas de plantas diferentes (Figura 1).

Figura 1. Ilustração de polinização em flores



Fonte: Almeida *et al.* (2003, p.9).

A polinização cruzada, também é denominada de alogamia – pois permite novas combinações gênicas entre os indivíduos, assegurando uma alta variabilidade genética: com isso, podem se formar plantas mais vigorosas e produtivas (Corbet *et al.*, 1991, *apud* Silva, 2019). Assim, a polinização representa um serviço ecossistêmico de fundamental importância para muitas culturas, em relação a produção agrícola.

Para isso, a identificação das espécies florais que podem ser consorciadas aos cultivos e o conhecimento das relações entre as plantas utilizadas e seus polinizadores são importantes para a elaboração de estratégias que melhorem a produção, conservação e o manejo cultural.

Dentre os processos existentes para ocorrência da polinização, a que é realizada por agentes vivos, tais como pássaros, morcegos e insetos, é denominada de polinização biótica. Entre os animais polinizadores, as abelhas representam 87% do serviço ecossistêmico; os besouros 3%; as vespas 2%; as moscas também 2%; e outros 6% (Giannini *et al.*, 2015, *apud* Silva, 2019).

As abelhas são as que mais fornecem serviços de polinização. De acordo com Silva (2019), os visitantes mais frequentemente observados, são as espécies *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes* e *Paratrigona subnuda*, que podem ser consideradas agentes polinizadores na cafeicultura.

No geral, as abelhas realizam visitas às flores para suprirem suas necessidades nutricionais. Quando há ocorrência de flora apícola em determinado local, a incidência

de abelhas tende a aumentar e, como consequência, a ocorrência de melitofilia (trata-se especialmente da polinização realizada pelas abelhas). Para tal, a flora apícola deve apresentar atrativos como pólen proteico e néctar rico em glicose.

Assim, é fundamental o bom desenvolvimento vegetativo, que depende de bons níveis nutricionais e da qualidade da biota do solo para proporcionar uma boa florada. Além desses, existem outros fatores que são determinantes para a verificação da flora apícola a ser implantada em determinado local, uma vez que podem se diferenciar de região para região e sofrerem influências externas ligadas ao clima. Nesse âmbito, é importante levar em consideração o conhecimento popular sobre as plantas que são mais adaptadas nos locais.

No geral, muitos agricultores, em especial os que preferencialmente se beneficiam do manejo em sistemas agroecológicos, são favorecidos direta ou indiretamente pelos serviços ecossistêmicos que as abelhas proporcionam. Porém, ainda existe comumente no campo e na academia a impercepção de plantas com potencial apícola, alimentício e econômico.

3.2 PLANTAS RUDERAIS E AS PANCS

Em ciências agrárias, existem diversas plantas que são chamadas de ervas daninhas, pragas, plantas espontâneas ou invasoras. São espécies que possuem importância econômica e ecológica, além de muitas serem espécies potencialmente alimentícias. O conceito de erva daninha pode ser considerado como “planta que interfere em algum propósito humano” (Ranieri, 2021).

Essas ervas também podem ser chamadas de plantas ruderais: referem-se às plantas que coevoluiram com as intervenções humanas, ocorrendo facilmente em ambientes antropizados, muitas delas sendo, atualmente, consideradas também como PANC.

O termo plantas espontâneas, que também coincide com o termo erva daninha, diz respeito às plantas que crescem espontaneamente em ambientes antropizados. De modo geral, muitas dessas plantas são consideradas plantas ruderais, espontâneas ou invasoras e até alimentícias. Para nomeá-las como tal, leva-se em consideração sua utilização ou o nível de interferência/relação no ambiente em que está presente.

Segundo Hassemer (2012), “plantas ruderais são entendidas como plantas nativas ou naturalizadas que ocorrem espontaneamente, sem auxílio humano, em ambientes

antrópicos”. Um conceito que muito fortaleceu a ideia de que as plantas espontâneas ou ruderais são ervas daninhas, em conotação negativa, é a ideia de que o ambiente para produção agrícola deve estar “limpo” no sentido do solo estar exposto, sem “interferências” que poderiam influenciar na cultura.

Em grande parte do Brasil, esse modelo de produção foi o que perdurou durante anos de processos produtivos, pois significava cuidado com o ambiente, com a lavoura, o que de fato, elimina qualquer possibilidade de plantas espontâneas (daninhas, invasoras ou ruderais) surgirem, conferindo a ideia negativa às diversas espécies.

“Ampliando o conceito, culturalmente chamam-se de mato ou erva daninha tudo aquilo que não se sabe o nome, não se dão importância ou não se veem nenhuma utilidade” (Ranieri, 2021). Esse fato pode ser denominado como “cegueira botânica”.

Ursi e Salatino (2022, p.1) relatam que:

A cegueira botânica é entendida como a incapacidade de perceber as plantas ao nosso redor, a desconsideração sobre a importância das plantas na biosfera e na nossa vida, e a incapacidade de reconhecer os atributos estéticos e biológicos característicos das plantas. Acrescente-se a tudo isso o equívoco antropocêntrico de situar as plantas em uma condição de inferioridade em relação aos animais, a ponto de se julgar as plantas como indignas de nossa consideração. Apesar disso, esse conceito de impercepção das plantas está contido culturalmente na sociedade, e se torna ainda mais grave quando se fala em plantas que estão em nosso cotidiano e não são convencionais, algumas que são conhecidas como invasoras, também podem ser denominadas de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) ou Plantas Alimentícias Negligenciadas e Subutilizadas (PANS).

De acordo Kinupp e Lorenzi (2021, p.13 e 14)

‘Plantas alimentícias’ *sensu lato* são aquelas que possuem uma ou mais partes (ou derivados destas partes) que podem ser utilizados diretamente na alimentação humana, tais como: raízes tuberosas, tubérculos, bulbos, rizomas, cormos, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes ou ainda látex, resinas e goma, ou indiretamente quando são usadas para obtenção de óleos e gorduras alimentícios. Inclui-se neste conceito também as especiarias, substâncias condimentares e aromáticas, assim como plantas que são utilizadas como substitutas do sal, como edulcorantes (adoçantes), amaciantes de carnes, corantes

alimentícios e aquelas utilizadas no fabrico de bebidas, tonificantes e infusões.

Neste sentido, PANC são plantas que possuem alguma característica alimentar e não são comumente comercializadas ou não são de conhecimento da população de determinada região, uma vez que o que pode ser PANC em certo local, pode ser usual em outro.

Diante desse fato, alguns autores preferem conceituar essas plantas como PANS, onde se referem às plantas que são negligenciadas e subutilizadas (Ranieri, 2021). Isso porque o termo convencional pode gerar confusão dependendo de quem o recebe. No geral, os dois termos citados definem as plantas que são cultivadas, ou não e possuem algum teor alimentar. Essas culturas podem ainda ser consideradas aquelas que já foram utilizadas para subsistência em certas comunidades, mas caíram em desuso devido o desenvolvimento genético e agrônômico. Neste sentido, além do potencial alimentício, podem ser consideradas patrimônio cultural em certos locais.

As plantas que se encaixam nesses conceitos citados, no geral, possuem um papel importante em relação à segurança alimentar, apropriação de renda e contribuições ao agroecossistema em que estão inseridas. “Em relação ao seu cultivo, devido à rusticidade de muitas espécies, a necessidade de uso de agrotóxicos é mínima ou até dispensável” (Madeira *et al.*, p.155 *apud* Soares 2017).

As espécies de plantas ruderais se comportam ou simplesmente são conhecidas como ervas daninhas, pois são colonizadoras de ambientes antropizados. São plantas que podem ser facilmente identificadas em lavouras, inclusive cafeeiras, devido à característica do ambiente, além de terem a característica de fácil dispersão e crescimento, devido à rusticidade e grande potencial de adaptabilidade.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados possibilitaram a identificação de 28 espécies florais que têm as características apícolas e alimentícias, para serem utilizadas em consorciamento com café, além de apresentarem benefícios no que diz respeito à potencialização da cobertura de solo com deposição de matéria orgânica. Como afirma Calegari (2016) e Souza (2023), o uso de plantas de cobertura favorece o controle de erosão, proteção do solo, reciclagem e fornecimento de nutrientes, incremento na infiltração de água no solo e a recarga de aquíferos, ganhos na produtividade, entre outros.

De antemão, a utilização de consórcios é um importante componente dos sistemas

agrícolas no âmbito sustentável: diz respeito ao desenvolvimento de desenhos com as espécies utilizando combinações de duas ou mais culturas em uma mesma área de plantio. Os desenhos podem apresentar diversos formatos de acordo com o local ou o interesse de aplicação, podendo ser rotacionais dependendo das culturas que foram adicionadas ao plantio principal ou mesmo permanentes (Xavier *et al.*, 2023).

Na cafeicultura é comum a utilização de consórcios nos formatos de bordaduras nas lavouras, pois além de protegerem as plantas de eventuais interferências, por exemplo, ocorrências climáticas, contaminações químicas com lavouras vizinhas, controle de pragas e doenças, também são benéficas no sentido de proporcionarem mais diversidade aos cultivos. “Além disso, a consorciação contribui para a estabilidade da atividade rural, assegurando colheitas escalonadas e possibilitando renda adicional para o produtor” (Altieri, 2017 *apud* Soares, 2017).

Para implementação da flora apícola por meio dos consorciados, a classificação da mesma é um fator fundamental, sendo essa classificada quanto à produtividade, segundo Almeida *et al.* (2003): “flora principal, florada constante; flora de manutenção, plantas que produzem pouco néctar e pólen; flora terciária, as floradas eventuais e flora quaternária, representadas pelas culturas”.

Pode-se notar que a flora apícola, mesmo em menores proporções de produção de néctar e pólen, como assim classificada, possui a capacidade intrínseca de atrair as abelhas polinizadoras em questão, sinalizando assim a presença de algum recurso que gere interesse às mesmas - sejam por meio de suas cores, formato ou fragrância.

Assim, caracteriza-se a relação entre as plantas apícolas como fonte para alimentação das abelhas, sendo uma relação indispensável em si. Devido a essa realidade, as abelhas, em geral, visitam grande quantidade de flores, realizando a polinização de muitas espécies.

De acordo com Almeida *et al.* (2003) “diversos autores demonstram os excelentes resultados na utilização de abelhas polinizadoras em diversas culturas.” Inclusive em cafés, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Aumento da produtividade de culturas utilizando *Apis mellifera* na polinização

Nome comum	Nome científico	Aumento na produtividade (%)
Abóbora	<i>Curcubita máxima</i>	76,9
Café	<i>Coffea arábica</i>	39,2
Cebola	<i>Allium cepa</i>	89,3
Maçã	<i>Pirus malus</i> (Wealthy)	75,0
Maçã	<i>Pirus malus</i> (Jonathan)	94,4
Pêssego	<i>Pirus pêsica</i>	94,0
Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (Hamlin)	36,3
Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (natal)	15,53

Fonte: Almeida *et al.* (2003, p.10).

Assim, segundo Silva (2019), o fato de determinado animal visitar uma planta, não o torna um polinizador da espécie em questão. Para ser classificado como tal, dependem de condições como a frequência e fidelidade à planta, o tamanho e comportamento para remoção do pólen ou néctar, as realizações de visitas às flores, além da habilidade da rota de voo entre as flores da mesma espécie.

Apesar de essas características serem fator relevante para ocorrência da polinização, nota-se que a espécie *Apis mellifera*, possui conhecida eficiência na polinização de muitas espécies florais, sendo amplamente recomendadas para polinização de espécies do gênero *Coffea* e demais espécies florais, devido às suas habilidades comportamentais e eficiência na dispersão de pólen. Além disso, ainda podem fornecer mel, se o produtor optar também pela apicultura na propriedade rural, o que pode auxiliar na complementação econômica e nutricional dele.

Segundo Klein *et al.* (2020, p. 36)

...vários estudos em diferentes locais no mundo, incluindo na América do Sul e Brasil, mostraram que muitas variedades comuns de café Arábica produzem mais frutos quando as flores são visitadas por abelhas. Foi mostrado também que as abelhas sociais contribuem efetivamente para a produção de café, mas muitas dessas abelhas sociais silvestres dependem de recursos das florestas tropicais para viver. Por isso, a produção de café pode ser bastante melhorada quando se tem florestas tropicais preservadas na vizinhança da plantação.

Ainda, segundo Klein *et al.* (2020), são apresentados os visitantes florais e polinizadores das espécies do gênero *Coffea* (Tabela 2). E de posse dos dados, foi feito o levantamento de flora apícola, que recebe visita principalmente da *Apis mellifera*, que são consideradas como plantas ruderais e PANC e que podem ser efetuadas nos consórcios com café. Os

resultados apontam para as espécies apresentadas na Quadro 1.

Tabela 2. Visitantes florais das espécies do gênero *Coffea*

Nome comum	Nome científico	Sociabilidade
Abelha melífera	<i>Apis melífera</i>	Eusocial
Abelha mamangava do chão	<i>Bombus brevivillus</i>	Social
Abelha mamangava do chão	<i>Bombus morio</i>	Social
Abelha sem ferrão	<i>Cephalotrigona capitata</i>	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Geotrigona subterranea</i>	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Tetragonisca angustula</i>	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Trigona Amalthea</i>	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Trigona spinipes</i>	Eusocial
Abelha coletora de óleo	<i>Centris aenea</i>	Solitária
Abelha coletora de óleo	<i>Centris descolorata</i>	Solitária
Abelha coletora de óleo	<i>Centris flavifrons</i>	Solitária
Abelha coletora de óleo	<i>Centris tarsata</i>	Solitária
Abelha mamangava pequena	<i>Ceratina chloris</i>	Solitária
Outra abelha	<i>Exomalopsis iridipennis</i>	Solitária
Abelha mamangava de toco	<i>Xylocopa grisescens</i>	Solitária
Abelha sem ferrão	<i>Paratrigona</i> sp.	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Plebeia</i> sp.	Eusocial
Abelha sem ferrão	<i>Trigona</i> sp.	Eusocial
Outra abelha	<i>Augochlora</i> sp.	Solitária/Eusocial
Outra abelha	<i>Augochloropsis</i> sp.	Solitária/Eusocial
Abelha coletora de óleo	<i>Centris</i> sp.	Solitária
Abelha mamangava pequena	<i>Ceratina</i> sp.	Solitária
Abelha mamangava de toco	<i>Xylocopa</i> sp.	Solitária

Fonte: Klein *et al.* (2020).

Quadro 1. Flora ruderal e as PANC com potencial apícola

Nome Científico	Nome Popular	Família
<i>Antigonon leptopus</i>	Amor-agarradinho	Polygonaceae
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Aroeira; Aroeira pimenteira	Anacardiaceae
<i>Bauhinia purpurea</i> L. <i>Bauhinia variegata</i> L.	Unha de vaca; Pata de vaca	Caesalpiniaceae
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	Begônia; Azedinha	Begoniaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.; <i>Bidens alba</i> (L.) DC.; <i>Bidens subalternans</i> DC.; <i>Bidens cybapiifolia</i> Kunth.	Picão preto; Amor seco	Asteraceae
<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	Bixaceae
<i>Cajanus indicus</i> Spreng.; <i>Cytisus cajan</i> L.; <i>Cajanus luteus</i> Bello	Guandu; Andu; Guandeiro; Ervilha do congo	Fabaceae / Papilonoideae
<i>Commelina erecta</i> L.; <i>Commelina diffusa</i> Burm; <i>Commelina villosa</i> C.B. Clarke ex Chodat & Hassl.	Trapoeraba omum; Andacá; Marianinha.	Commelinaceae
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	Cosmos amarelo; Picão da praia; Picão grande	Asteraceae
<i>Eugenia tomentosa</i>	Cabeludinha	Myrtaceae
<i>Eugenia edulis</i>	Cereja do Rio Grande	Myrtaceae
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Vinagreira	Malvaceae
<i>Handroanthus hrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê amarelo	Bignoniaceae
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.; <i>Leonotis leonurus</i> (L.) R. Br.	Cordão de frade	Lamiaceae
<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.	Bucha; Bucha lisa; Esponja	Cucurbitaceae
<i>Malvaviscus arboreus</i>	<i>Malvavisco</i>	<i>Malvaceae</i>
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	Rutaceae

<i>Musa X paradisiaca</i>	Bananeira	Musaceae
<i>Oxalis barrelieri</i> L.	Trevo	Oxalidaceae
<i>Passiflora caerulea</i> L.	Maracujá	
<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Araçá	Myrtaceae
<i>Punica granatum</i>	Romã	Lythraceae
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	Asteraceae
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H. Rob.	Assa peixe; cambará guaçu	Asteraceae
<i>Turnera subulata</i> Sm.	Chanana; Albina; Bom dia	Turneraceae

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de uma variedade de polinizadores e visitantes florais é importante para garantir a reprodução de diferentes espécies vegetais, tal como o café. Cada polinizador tem preferências específicas por certas flores: seja pela forma, cor, odor ou recompensas oferecidas pelas plantas, tais como néctar e pólen. Essa diversidade de polinizadores e suas preferências resultam na polinização cruzada entre diferentes espécies de plantas, promovendo a variabilidade genética e contribuindo para a biodiversidade.

De fato, as espécies de polinizadores e visitantes florais são componentes fundamentais para manutenção da biodiversidade global, oferecendo serviços ecossistêmicos imprescindíveis na produção agrícola. Porém, a manutenção e sobrevivência de tais espécies requerem sua preservação e, consequentemente, a preservação dos ambientes em que estão inseridos. Para tal, é necessário que os locais sejam propícios a recursos alimentares diversos que promovam a manutenção de néctar, pólen e demais necessidades das espécies.

No entanto, nos últimos anos, tem havido preocupação com a diminuição das populações de polinizadores em todo o mundo, devido a fatores como perda de habitat, uso intensivo de pesticidas, mudanças climáticas e doenças. Essa redução na diversidade e abundância

dos polinizadores pode ter consequências negativas para a biodiversidade das plantas e, por consequência, para os ecossistemas em geral, incluindo os serviços ecossistêmicos relacionados à polinização.

Portanto, a conservação e proteção dos polinizadores e visitantes florais são de extrema importância para a manutenção da biodiversidade global, a segurança alimentar e a sustentabilidade dos ecossistemas. Medidas como a criação de áreas protegidas, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, a redução do uso de pesticidas e o incentivo à diversificação de plantas em paisagens urbanas e rurais, podem ajudar a preservar e promover a saúde desses importantes agentes polinizadores.

Para melhoria dos ambientes agrícolas, a efetivação e extensão rural dos conhecimentos ecossistêmicos aqui tratados, como a utilização das plantas ruderais e as PANC, são necessários incentivos às interações ecológicas, a capacidade de reconhecer variedades com características aproveitáveis e divulgação ao uso das plantas ruderais e as PANC de forma a aproveitar o potencial das espécies aqui tratadas para incorporá-las à produção agrícola.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. *et al.* **Plantas visitadas por abelhas e polinização**. Série Produtor Rural. Ed. esp. Serviço de Produções Gráficas – USP/ESALQ, Piracicaba, 2003.

ALTIERI, M. **Agroecologia** - Bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Expressão Popular, 2012.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura**. Manual Técnico de Plantas de Cobertura. Ed. Projeto Solo Vivo, 2016.

CONAB. **Primeiro levantamento da safra 2023 de café indica uma produção de 54,94 milhões de sacas**. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4890-primeiro-levantamento-da-safra-2023-de-cafe-indica-uma-producao-de-54-94-milhoes-de-sacas#:~:text=Mercado%20%E2%80%93%20Nas%20an%C3%A1lises%20do%20mercado,compara%C3%A7%C3%A3o%20com%20o%20ano%20anterior>>. Acesso em: 14 jul.2023.

HASSEMER, G.; TREVISAN, R. Levantamento florístico de plantas vasculares espontâneas em ambientes antrópicos no campus da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p.75-96, setembro, 2012.

INCAPER. **Café**. 2024. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/Search?q=caf%C3%A9&culture=pt-BR>>. Acesso em: 10mar.2025.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)**

no Brasil. Ed. 2. Jardim Botânico Plantarum. Nova Odessa, 2021.

KLEIN, A. M. *et al.* **A Polinização Agrícola por Insetos no Brasil.** Nature Conservation and Landscape Ecology. Ed. Scribus. Albert-Ludwigs University Freiburg, 2020.

NAGAY, J. H. C.; Café no Brasil: dois séculos de história. **Formação Econômica**, Campinas, n. 3, p.17-23, junho de 1999.

NETO, M. J.; MALUF, A. C. D.; BOSCAINE, T. F. Plantas ruderais com potencial para uso alimentício. **Revista ABA de Agroecologia**. Dourados, v. 11, n. 2, p. 1-12. Agroecol 2016.

PINHEIRO, M. Polinização por abelhas. In: RECH, André *et. al.* (Org.) **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014.

RANIERI, G. R. **Matos de Comer**. Ed. 1. Ed. do Autor. São Paulo, 2020.

RUIZ, J. A. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. São Paulo: Atlas, 4.ed., 1996. 177 p.

SENA, L. S. **Metodologia científica: métodos e técnicas de pesquisa**. Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM. Disponível em: Acesso em: 1 out. 2003.

SILVA, M. **Ocorrência de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas produtoras de café**. 2019. 88 p. Tese (Doutorado em Entomologia). Programa de Pós- Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

SOARES, F. I. **Desempenho de hortaliças não convencionais em consórcio sob sistema orgânico de produção**. 2017. 34 p. Monografia (Graduação em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, v.1000. 376 p., 2018.

TULER, A.C. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**. 70: e01142018. 2019. Disponível em: <<http://rodriguesia.jbrj.gov.br> DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201970077>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

URSI, S.; SALATINO, A. É tempo de superar termos capacitistas no ensino de biologia: “Impercepção botânica como alternativa para “cegueira botânica”. **Boletim de Botânica USP**, São Paulo, v. 39, p. 1-4, 2022.

XAVIER; S. A. B. *et al.* Agroecologia aplicada aos procedimentos de recuperação de áreas degradadas. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c3>.

CAPÍTULO 02

CARACTERIZAÇÃO DOS TERREIROS SUSPENSOS CONFECCIONADOS COM BAMBU NA CAFEICULTURA DO CAPARAÓ

Adriano Gabriel Robles

Douglas Guidinelle de Melo

Jéferson Luiz Ferrari

Luciana Almada Thomas Gorini

Maurício Novaes Souza

Telma Machado de Oliveira Peluzio

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo caracterizar os terreiros suspensos feitos com bambu na cafeicultura do Caparaó, região localizada na divisa entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, Brasil. Foram feitas visitas em quatro propriedades rurais e observados e levantados diversos dados sobre as características físicas, geométricas, construtivas e de emprego do bambu para a construção dos terreiros suspensos. Verificaram-se que o uso dos terreiros suspensos feitos com bambu, na região do Caparaó, é relativamente recente e que esses não apresentam um padrão definido em função do tipo de material, tamanho e de constituição. Notaram-se ainda que os terreiros suspensos feitos com bambu estão sendo utilizados para a secagem dos grãos e a produção de cafés especiais.

Palavras-chave: Autonomia no processo de pós-colheita. Construções rurais. Secagem de grãos. Terreiro suspenso.

1.0 INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Brasil, historicamente, sempre foi destaque na economia nacional. Como destaca Moreira *et al.* (2018): “A cafeicultura tem importância histórica no Brasil e se mantém como importante cultura geradora de divisas e empregos”. No estado do Espírito Santo, apresenta-se como uma grande fonte de renda e vem conquistando destaque nacional e internacional, por conta da sua excelência na produção de cafés de alta qualidade. Como afirma Dias *et al.* (2020, p. 19) “os cafés especiais das Montanhas do Espírito Santo vêm ganhando cada vez mais destaque no mercado mundial graças às suas características sensoriais e organolépticas peculiares”.

A produção de cafés, no estado do Espírito Santo, segundo dados da Embrapa Café, referentes a safra 2021, tem grande representatividade no cenário do agronegócio nacional, quando aponta o estado, como segundo maior produtor de café do país, e afirma que: “[...] destaca-se o Espírito Santo, com volume físico de 14,16 milhões de sacas, que equivalem a 29,6% da safra brasileira de 2021” (EMBRAPA, 2021, p. 1).

São duas as principais espécies de café cultivadas comercialmente no estado, *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Destas, a espécie arábica, apresenta notáveis atributos, que lhe conferem grande complexidade sensorial, e com isso, maior valor comercial para venda.

A grande variação nas condições edafoclimáticas, com altitude variando de 500 m a 1.200 m, grande diversidade de solos, relevo acidentado e cultivo em diferentes faces de exposição ao sol influenciam na temperatura, umidade relativa do ar, níveis de irradiação e precipitação. Isso altera a fisiologia da planta, afetando o tempo de maturação e a constituição química dos frutos e, conseqüentemente, a qualidade final de bebida. O resultado das interações desses fatores com as cultivares, manejo da cultura e práticas de colheita e pós-colheita cria terroirs característicos com diversidades de aromas e sabores. (Dias *et al.*, 2020, p.19).

Neste sentido, o cafeicultor, que busca por tecnologias, de produção de cafés de qualidade superior, ditos cafés especiais, obtém maiores lucros.

Dentre as práticas necessárias para a produção de cafés especiais, o processo de secagem é determinante para atingir bons resultados ou a depreciação do produto final. Corroborando com essa afirmação, Rezende (2017, p. 11): “Considerando toda a cadeia produtiva do café, o processamento, a secagem e o armazenamento mal conduzido são as principais

etapas que reduzem a qualidade do café e aumentam o risco sanitário”.

Uma das explicações para que isso ocorra, está na estrutura interna dos frutos, propícia para a ocorrência de transformações bioquímicas, como expõe Borém, Reinato e Pereira (2003, p.1):

Devido à alta umidade no momento da colheita (60% a 70% b.u.) os frutos do café, apresentam condições favoráveis a alterações deteriorativas em decorrência da respiração, oxidações, fermentações e desenvolvimento de fungos e bactérias.

As chamadas “fermentações indesejáveis”, que podem ocorrer na secagem, podem ser minimizadas com o uso de terreiros suspensos, já que não há contato direto com o solo, onde se encontram microrganismos decompositores. Em terreiros suspensos, outro ponto positivo é que, a troca de calor e umidade com o ar, acontece tanto por baixo quanto por cima, promovendo com isso, uma secagem mais efetiva e homogênea dos frutos.

Os tabuleiros suspensos, também conhecidos como terreiros suspensos ou secador de mesa, podem ser uma alternativa para secagem dessa categoria de frutos. Além de não ser necessário gastos com energia, o produto não entra em contato direto com o chão, o que reduz os riscos de contaminação por microrganismos indesejáveis e outras injúrias. (Coelho, 2019, p. 12).

Contudo, grande parte dos produtores, por diversos motivos, não possuem em suas propriedades terreiros suspensos dentre as suas estruturas de secagem de café. Uma pesquisa realizada por Paschoa *et al.* (2017), no IV Encontro de Cafeicultores do Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes campus de Alegre, apontou que, do público participante, apenas 4% possuíam um terreiro suspenso.

A popularização e a promoção ao acesso a essa tecnologia, consiste na democratização dos saberes técnicos e na efetivação dos objetivos maiores da produção de conhecimento nas academias, que é a sua aplicação para benefício da sociedade.

Os terreiros suspensos podem ser construídos de diversas formas; porém, o uso de materiais renováveis e de baixo custo, por exemplo, o bambu, surge como uma estratégia muito interessante para a produção cafeeira. O bambu é usado há milênios em todo o mundo, como matéria-prima de fácil acesso, abundante e de grande versatilidade e está presente na confecção de cadeiras, mesas, casas, cercas e até pontes (Aureliano *et al.* 2020, p. 43).

Usado em construções, o bambu representa redução nos custos, com excelente desempenho em qualidade e durabilidade. Um material de propriedades tão positivas, certamente pode e deve ser usada na cafeicultura moderna, que objetiva melhores práticas socioambientais citação da literatura.

Assim, evidenciou-se que os produtores cafeeiros também têm atuado com enfoque social, o que é uma das características dele confirma que a ruralidade tem estreita relação, devido aos impactos das mudanças climáticas e ambientais e pela visibilidade destas empresas para as comunidades locais (Martin, McNeill e Warren-Smith, 2013, p. 79, citado por Pereira et al., 2018).

Sugere-se que a construção de terreiros suspensos, com bambus, pode reduzir custos, promover e o acesso a essa tecnologia. Com isso, permitir aos produtores o uso de um método de secagem, que pode influenciar positivamente, na qualidade do café que produzem.

Esta pesquisa busca explicitar uma alternativa ambiental, social e economicamente viável, além de promover a melhoria da qualidade da produção de cafés na região, objetivando o uso do bambu, na construção de terreiros suspensos na cafeicultura do Caparaó.

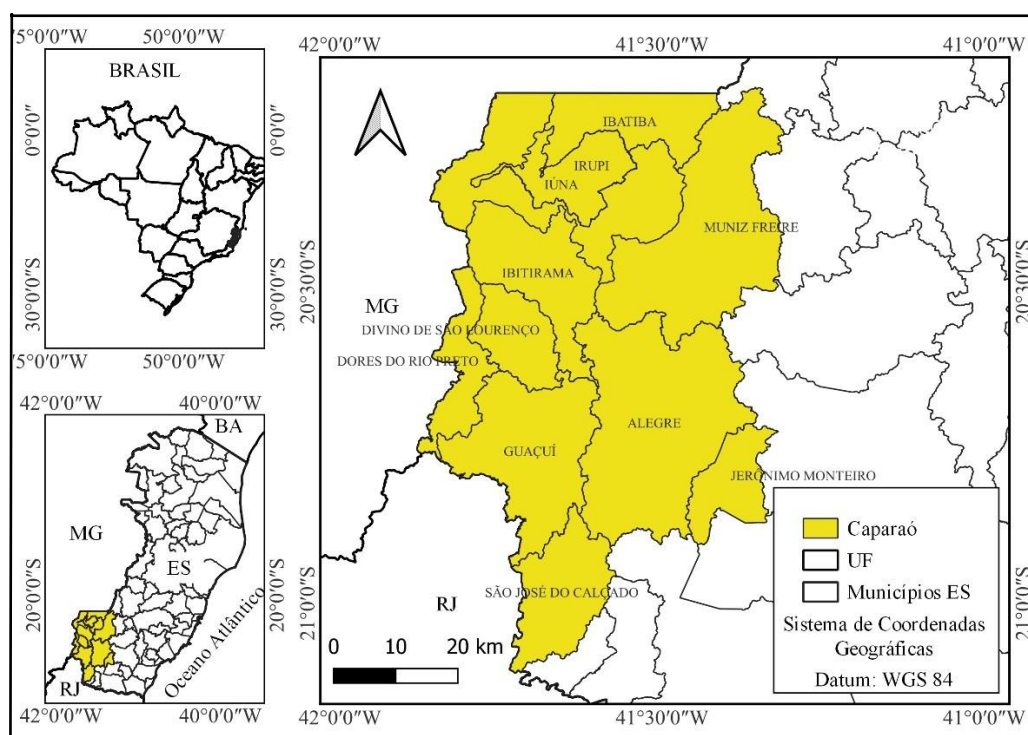
2.0 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 A ÁREA DE ESTUDO

A região do Caparaó fica localizada no Sul do Estado do Espírito Santo, com divisa com o estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). Ela é conhecida por sua diversidade natural e pela presença do Pico da Bandeira, o segundo ponto mais alto do Brasil.

A região apresenta variação no relevo, com a ocorrência de áreas montanhosas e vales, onde desenvolve-se a cafeicultura do sul do estado do Espírito Santo. A região possui 3.899,85 km² de extensão e um relevo marcado por uma topografia do tipo montanhosa com altitudes que variam de 100 m a 2.892,30 m (Peluzio *et al.*, 2020).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

No ano de 2021, a região teve o reconhecimento de Denominação de Origem (DO) para o café arábica, conferida pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI, 2021), uma conquista obtida por meio da articulação de diversos atores (APEC, 2019; Souza *et al.*, 2021).

O clima da região é bem diverso, a saber: Am - sem período de seca; CFa – com verão quente sem estação seca; CFb – com verão brando e sem seca; Cwa – com verão quente e com seca no inverno (Köppen; Geiger, 1928).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho se configura como estudo de caso (Gil, 2008; Pereira *et al.*, 2018), baseado em pesquisa bibliográfica e levantamento de dados *in loco*.

A coleta de dados foi feita por meio de visitas a campo, aplicação de um roteiro de observação, medições e registros fotográficos. As visitas a campo foram realizadas durante o mês de agosto de 2021, nas quais foram observados os seguintes itens: nome e localização da propriedade, área ocupada com a cafeicultura, espécie e variedades de café cultivadas, idade, espaçamento, formas de cultivo, produtividade, modo de colheita e

método de secagem, números e dimensões dos terreiros suspensos feitos com bambu, data de construção, materiais utilizados, procedência e tipo do bambu empregado, etapas do processo construtivo, utilização do bambu em outras construções e equipamentos rurais.

Além disso, foram também coletados dados sobre o uso dos terreiros suspensos associado à produção de café especial, bem como, recomendações para a preservação do bambu, recomendações para a construção de terreiros, vantagens e desvantagens da utilização do terreiro suspenso, entre outras observações importantes.

A localização geográfica das propriedades visitadas, que possuíam terreiro suspenso feitos com bambu, foi determinada por meio de um aplicativo de localização no celular dos pesquisadores. As coordenadas geográficas, incluindo latitude e longitude (em graus, minutos e segundos), foram referenciadas no Datum WGS 84.

As medições das estruturas de secagem (terreiros suspensos) foram feitas com o auxílio de uma trena de fibra de vidro com 30 m de comprimento. Os registros fotográficos das estruturas e dos equipamentos feitos com bambu foram também realizados e, esse procedimento, foi feito com o uso de uma câmera digital também presente no celular dos pesquisadores.

Os dados foram tabulados em uma planilha eletrônica, para facilitar a apresentação e interpretação dos resultados. Foram elaborados tabelas, figuras e o mapa de localização da área de estudo. Esse último procedimento foi feito com o auxílio do sistema de informação geográfica, QGIS, versão 3.16.8 (QGIS, 2021), utilizando os dados geoespaciais das Unidades Federativas Brasil e dos Municípios do ES, ambos no formato vetorial, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Imagens de satélites do Google Earth foram também utilizadas para checar a localização geográfica das propriedades e para a obtenção das altitudes das mesmas (GOOGLE EARTH, 2021).

Na Figura 2 são apresentados alguns registros fotográficos relacionados aos procedimentos realizados.

Figura 2. Registro fotográfico de alguns procedimentos realizados para a caracterização dos terreiros suspensos feitos com bambu, na região do Caparaó: A. Coleta de dados; B. Medição dos terreiros; C. Observação dos materiais dos terreiros



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas a localização geográfica das propriedades visitadas com terreiro suspenso feitos com bambu. Observa-se que, dentro do universo amostral estudado, foram identificados quatro (4) terreiros suspensos fabricados com bambu, distribuídos em três (3) propriedades localizadas no estado do Espírito Santo e uma (1) no estado de Minas Gerais.

Tabela 1. Localização das propriedades visitadas, com terreiro suspenso feitos com bambu, na região do Caparaó

Propriedade	Município/Estado	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)	Altitude (m)
Sítio Areia Branca	Guaçuí /ES	20°48'31"S	41°37'25"O	673
Sítio Recanto do Cedro	Guaçuí/ES Dores do Rio Preto/ES	20°42'08"S	41°48'08"O	835
Sítio Forquilha do Rio	Dores do Rio Preto/ES	20°31'41"S	41°48'27"	1.152
Sítio Soberano Grãos Especiais	Espera Feliz/MG	20°36'22"S	41°51'40"O	938

GMS = Graus, minutos e segundos.

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Nota-se também que as propriedades estão localizadas em diferentes altitudes, que variam de 673 a 1.152 m, o que indica uma amplitude altimétrica de 479 m, revelando condições climáticas díspares. Tais características sugerem o tempo de secagem dos grãos e a atividade microbiana pode variar em função desse fator topográfico, como nos mostra Martins (2019, p. 22-23): “[...] o crescimento microbiano bem como a sua atividade metabólica também é diretamente afetado pela altitude bem como pelos fatores abióticos tais como temperatura, oxigênio, acidez e alcalinidade do ambiente”.

A atividade microbiana no fruto do café, por sua vez, está diretamente relacionada com a qualidade da bebida: “Como já mencionado, os microrganismos presentes no grão influenciam na qualidade da bebida; portanto, é importante estudar a relação do seu crescimento com o ambiente em que se encontram” (Martins, 2019, p. 22).

Portanto, a observação e o controle dos processos de secagem são determinantes para se obter bons resultados na produção de cafés de qualidade “Portanto, a etapa de lavagem e secagem deve ser realizada de forma a reduzir as condições ideais que favoreçam a deterioração dos grãos e consequentemente perda da qualidade” (Carvalho; Oliveira *et al.*, 2021).

Neste sentido, os cuidados para se evitar fermentações indesejadas, promovidas pela ação de microrganismos decompositores, exige tecnologias avançadas e com comprovação de eficácia.

O uso de terreiros suspensos promove uma troca de calor mais homogênea com o ambiente, posto que está ocorre por cima e por baixo, além de promover estabilidade na

temperatura da massa de grãos, permitindo ainda, a troca de umidade com o ar, Bruel (2008) corrobora com a afirmação, salientando que:

“Terreiro de tela suspensa atualmente vem sendo muito recomendado, pois consiste em uma estrutura suspensa, que evita o contato do café com o solo, recebe maior aeração tanto por cima, como por baixo, impede o ataque de microrganismos e garante um produto com secagem uniforme e de melhor qualidade” (Bruel, 2008, pág. 17).

Outro fator importante é a ação dos microrganismos na saúde humana, notadamente, dos fungos com efeitos tóxicos, as micotoxinas, por exemplo, a ocratoxina A. Sabe-se que esse fungo, altamente prejudicial a saúde humana, pode estar presente no café, inclusive, como nos lembra Batista e Chalfoun (2007, p. 805):

“A principal micotoxina estudada em café é a ocratoxina A, e sua presença tem sido atribuída principalmente ao fungo *Aspergillus ochraceus* e espécies relacionadas” (Joosten *et al.*, 2001; Urbano *et al.*, 2001; Chalfoun; Batista, 2003; Prado *et al.*, 2004; Suárezquiroz *et al.*, 2004a;). Ordem numérica....

Esses mesmos autores lembram ainda que muitos países estão protegendo sua população dos riscos inerentes aos efeitos tóxicos da ocratoxina A, por meio de legislações e regras sanitárias que delimitam os níveis máximos de concentração dessa toxina nos alimentos, incluindo no café.

[...] vários países têm elaborado legislações que permitem a concentração máxima de ocratoxina A em produtos agrícolas e derivados. Estes limites têm por finalidade assegurar a integridade da saúde da população destes países, não expondo assim os consumidores aos efeitos tóxicos causados pela ocratoxina A (Batista; Chalfoun, 2007, p. 805)

Assim, é possível afirmar que o processo de secagem é de suma importância para garantir a qualidade da bebida café. O acesso a meios eficazes de secagem, como os terreiros suspensos, permite ao produtor maior controle, inclusive dos riscos de contaminação do fruto do café. Além de não ser necessário gastos com energia, o produto não entra em contato direto com o chão, o que reduz os riscos de contaminação por microrganismos indesejáveis e outras injúrias (Coelho, 2019, p. 12).

Outro aspecto interessante, diz respeito a classificação ou denominação das propriedades

participantes da pesquisa, todas autodeclaradas como Sítios, uma categoria de dimensionamento de propriedades rurais, que remete a uma área relativamente pequena. De acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2020), os imóveis rurais brasileiros são classificados, quanto ao tamanho, em:

- Minifúndio: imóvel rural com área inferior a Fração Mínima de Parcelamento.
- Pequena propriedade: imóvel com área entre a Fração Mínima de Parcelamento e 4 módulos fiscais.
- Média Propriedade: imóvel rural de área superior a 4 (quatro) e até 15 (quinze) módulos fiscais.
- Grande Propriedade: imóvel rural de área superior a 15 (quinze) módulos fiscais. Ressalta-se, no entanto, que essa classificação leva em consideração o módulo fiscal, uma unidade de medida, em hectares, que varia de acordo com cada município (Brasil, 1993; Brasil, 2017).
- Para fins de esclarecimentos, é importante informar que os valores de módulo fiscal dos municípios que possuem o terreiro suspenso feitos com bambu são $\leq$ a 22 ha (Tabela 2).

Tabela 2. Valor do módulo fiscal, em hectares, dos municípios que possuem o terreiro suspenso feitos com bambu, na região do Caparaó

Município	Estado	Módulo fiscal (ha)
Dores do Rio Preto	ES	20
Guaçuí	ES	20
Espera Feliz	MG	22

Fonte: elaborado pelos autores, de acordo com INCRA (2020).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados relacionados as características da cafeicultura das propriedades visitadas. Permitindo uma análise de aspectos das propriedades participantes do estudo, e suas dinâmicas de produção. Um dado inicial que diz respeito à dimensão da área (ha) produzida, quando relacionado a média de produção de café (sc.), por exemplo, apesar das propriedades dedicarem áreas semelhantes ao plantio de café, produzem quantidades diferentes de sacas por ha. Um indicador dessa conjectura está na opção pela espécie, do tipo arábica que, tradicionalmente na região do Caparaó está associado à produção de bebidas com alta qualidade.

Tabela 3. Características da cafeicultura das propriedades visitadas, com terreiro suspenso feitos com bambu, na região do Caparaó

Propriedade	Área (ha)	Espécie	Variedade	Idade (anos)	Espaçamento (m x m)	Formas de cultivo	Produtividade (sc. ha ⁻¹)	Modo de colheita	Métodos de secagem
Sítio Areia Branca	1	Arábica	Catuaí 44	6	2,8 X 1,1	Monocultivo	63		EST + TSB
Sítio Recanto do Cedro	1	Arábica	Catuaí vermelho	20	3,0 X 1,2	Agrofloresta	3*		TC + TSB
Sítio Forquilha do Rio	4	Arábica	Catuaí 44 Caparaó Amarelo	1-43	3,0 X 1,0	Consortiado	30	Manual (seletiva)	EST + TSB
Sítio Soberano Grãos Especiais	1	Arábica	Catuaí Catucaí	**	2,5 X 1,2	Monocultivo	25		TSB

TC = Terreiro de cimento; EST = Estufa; TSB = Terreiro Suspenso com bambu.

*Recepa em 2019. ** Desconhecida.

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Podem-se citar Pereira (2008), para sustentar a afirmação, quando diz que: “O café arábica se destaca por apresentar atributos de qualidade superior ao café robusta, sendo assim mais valorizado no mercado”. Importante esclarecer que, cafés de outras espécies também produzem bebidas de qualidade, como os cafés conilon (Robusta), tendo o estado do Espírito Santo, reconhecimento nacional e internacional, recebendo, inclusive, importantes premiações.

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021).

A produção de café arábica foi responsável por 65,6% do total da produção brasileira com 30,73 milhões de sacas, número que representa uma diminuição de 37% se comparado a 2020. Enquanto a produção de café conilon, com um aumento de 12,8% em relação ao ano passado, atingiu 16,15 milhões de sacas, volume físico em sacas que representa 34,4% de todo café produzido no Brasil em 2021.

A região sul do estado do Espírito Santo é onde se concentra a maior parte do café arábica. Já o café do tipo conilon tem sua concentração mais expressiva na região norte capixaba (CONAB, 2021).

Observando a Tabela 3, nota-se uma opção comum entre os produtores, a variedade Catuaí. Tal variedade é muito difundida entre os produtores, tendo atributos oriundos de suas características genéticas. “A hibridação realizada em 1949, entre Caturra amarelo e Mundo Novo, deu origem as cultivares Catuaí amarelo e Catuaí Vermelho, que reuniram as características de rusticidade e produção do Mundo Novo e o porte reduzido do Caturra” (CONAB, 2021, p. 15).

Podem-se notar ainda (Tabela 3), que a idade das lavouras se difere, tendo plantas com mais de 40 anos e outras que sofreram poda drástica recentemente, o que influencia diretamente nos números de produtividade.

O espaçamento entre plantas também não é o mesmo. As formas de cultivo, também indicam práticas culturais e de manejo diferentes.

Talvez, o dado mais impactante da Tabela 3 seja disparidade da produtividade, em lavouras com a mesma área de plantio. Onde a quantidade de sacas produzidas pelo Sítio Soberano Grãos Especiais, ultrapassa em muito, a produção de todas as outras propriedades. Dado esse,

confirmado mais de uma vez, pela produtora, que informou os números.

Todos os participantes da pesquisa declaram utilizar o método de colheita seletiva de frutos de café em suas lavouras: uma prática muito comum, entre produtores que tem foco em produzir cafés especiais. Isso demonstra que a atenção aos procedimentos de colheitas e pós-colheita, imprescindíveis para qualidade dos cafés, são valorizados pelos produtores. O uso de terreiros suspensos se apresenta como uma prática valiosa para se obter bons resultados na produção de cafés, sabendo-se de sua importância para a secagem dos cafés de forma efetiva.

Na Tabela 4 são apresentadas as características dos terreiros suspensos feitos com bambu, na região do Caparaó.

Tabela 4. Características dos terreiros suspensos feitos com bambu, na região do Caparaó

Propriedade	Número	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Data da construção	Espécie de bambu	Procedência e idade do bambu	Modo de colheita
Sítio Areia Branca	1	7,17	1,87	1,00	2020	Guadua	Nativo (NI)	Manual
Sítio Recanto do Cedro	1	10,25	1,50	1,00	2011	Guadua e	Plantio 20 anos	
Sítio Forquilha do Rio	2	6,85	1,03	0,92	2020	Mirim Guadua	Nativo (NI)	
Sítio Soberano Grãos Especiais	1	6,00	2,00	1,00	2018	Guadua	Nativo (NI)	

TC = Terreiro de cimento; EST = Estufa; TSB = Terreiro Suspenso com Bambu. NI = Não Informado.

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao observar os números da Tabela 2, com atenção e, cruzando com os dados da segunda coluna da Tabela 3, percebe-se que a produtividade, apesar de diferente em cada sítio, apresenta números que não condizem com a capacidade dos terreiros suspensos presentes nas propriedades. Esse é um fato que nos remete a refletir que, a secagem nestes terreiros pode ser destinada, exclusivamente, a pequenos lotes de café. Não seria pretencioso inferir que, os terreiros suspensos feitos em bambu, possam estar sendo utilizados com a finalidade de produzir pequenas porções de café, visando maior acurácia na secagem, em busca de maior qualidade, por meio da produção dos conhecidos nano lotes.

As construções dos terreiros, de modo geral são orientadas de forma bastante intuitiva, nota-se isso no fato de que as dimensões dos terreiros, apresentam consideráveis variações. Contudo, a altura é bem parecida em todos eles, podendo indicar, uma preocupação com a ergonomia do trabalhador, encarregado de manipular o café sobre o terreiro suspenso. O uso do mesmo tipo de bambu foi observado nas propriedades, sendo extraídos manualmente, pelo próprio produtor, indicando o fácil acesso e a eliminação do custo com aquisição da matéria-prima. Contudo, não se podem furtar a observação de que, mesmo em busca de qualidade e rigor técnico nos procedimentos de secagem de café, ainda há pontos a serem aperfeiçoados, uma vez que se encontra uma ausência de critérios na construção dos terreiros suspensos feitos em bambu, encontrados nas propriedades estudadas.

Não há um padrão comum entre eles, seja nas medidas ou mesmo no material utilizado em suas construções, exceto pelo tipo de bambu e pela altura.

Diversos são os materiais e as técnicas construtivas empregadas pelos produtores (Figura 3). Os materiais utilizados na construção dos terreiros variam em cada propriedade, desde os tipos de pregos, lonas, arames e telas. Grande parte dos terreiros suspensos são construídos com material reciclado, ou seja, já existiam na propriedade, impossibilitando precisar o custo final da obra. Comum também a variação nas dimensões, posto que em quase todos os casos, exceto nos terreiros suspensos do Sítio Forquilha do Rio, a construção foi realizada com base em uma visita realizada a Colômbia, onde conheceu a tecnologia em uma propriedade produtora de café.

Na propriedade Sítio Areia Branca (Figura 3 B), o terreiro suspenso possui como matéria-prima, além do bambu, madeira de eucalipto e cedro. A construção possui cobertura, esta foi confeccionada com o uso de barras de ferro do tipo vergalhão soldável nervurado 10 mm,

revestido com mangueira $\frac{3}{4}$ plástica flexível em PVC preta, formando arcos que dão sustentação a lona plástica transparente de polietileno, que cobrem o terreiro suspenso (Figura 2 C). Foi usado ainda uma tela de polietileno em monofilamento, popularmente conhecida como “sombrite”, para forrar o fundo do terreiro suspenso, onde descansam os frutos de café em processo de secagem.

O custo final estimado pelo produtor, gira em torno de R\$ 200,00.

Figura 3. Registro fotográfico dos terreiros suspensos feitos com bambu, na região do Caparaó: A. Vista frontal de um terreiro suspenso + Estufa; B. Vista interna de um terreiro suspenso + Estufa; C. Fundo do terreiro suspenso feito com bambu e tela de arame; D. Fundo do terreiro suspenso feito com bambu e madeira de eucalipto; E. Café em processo de secagem sobre o sombrite



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

No Sítio Recanto do Cedro, a construção do terreiro suspenso apresenta também diversificação na matéria-prima, materiais e dimensões em relação ao primeiro apresentado

neste trabalho. Juntamente com o bambu, a madeira braúna foi usada na obra, constituindo esteios e caibros que sustentam a cobertura, também em lona plástica transparente de polietileno.

Foram utilizados ainda arames galvanizados maleáveis, para amarrar parte das estruturas do terreiro e da cobertura, assim como pregos metálicos de diferentes tipos e tamanhos. O produtor relata que não teve orientação externa e que criou o seu projeto contando com suas habilidades e criatividade. O custo estimado pelo produtor, considerando 12 dias de trabalho e materiais adquiridos, foi de R\$ 1.000,00.

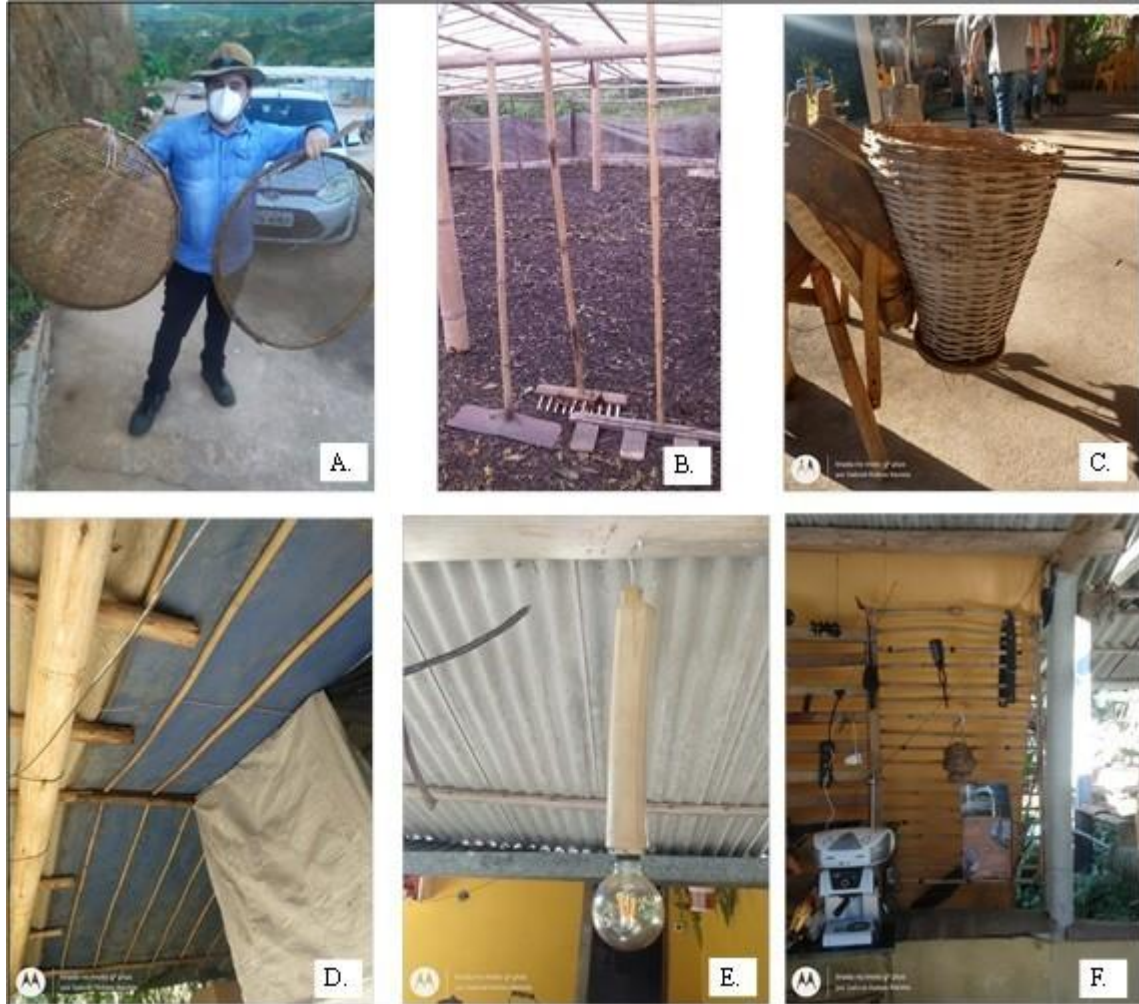
A experiência de construção do produtor do Sítio Forquilha do Rio, foi inspirada em uma visita a um país mundialmente conhecido pela qualidade na produção de cafés especiais, a Colômbia. Na oportunidade, o produtor pôde conhecer um terreiro suspenso utilizado na secagem de café, de onde surgiu sua inspiração para construir o seu. Com isso, sua obra foi conduzida com um direcionamento específico, posto que já possuía um modelo como base. Em sua construção, foi possível encontrar um padrão, observado inicialmente nas dimensões com proporções exatamente iguais nos 2 terreiros suspensos que possui.

Também há semelhança nos materiais utilizados, desde pregos, lonas e telas, até a madeira e o tipo de bambu que constituem a obra. Notou-se, ainda, que os materiais utilizados foram comprados novos. Possuindo, durabilidade e tempo de uso também semelhantes em ambos os terreiros suspensos. Foram utilizados pregos com cabeça em tamanhos variados, arames galvanizados maleáveis, para amarrar parte das estruturas do terreiro e da cobertura, lona plástica transparente de polietileno para cobertura e caibros em madeira não especificada. Para forrar a parte interna do terreiro suspenso foi utilizado sombrite.

A pesquisa revelou também que os produtores têm utilizado o bambu para a fabricação de ferramentas e uso nas construções rurais relacionadas a cafeicultura (Figura 4). Tais como peneiras, rodos, rastelos, balaies, tulhas e outros acessórios.

Por ser uma gramínea de ocorrência em diversas partes do planeta, o bambu tem muitos estudos para classificação e testagem de seus usos. O Projeto Bambu, por exemplo, iniciado no ano de 1990 na Unesp/Campus de Bauru, produziu uma gama de estudos sobre a planta demonstrando suas características botânicas, reprodutivas, de colheita, de preservação após a colheita e usos, como relata Pereira (1997). Esse mesmo autor ainda apresenta a montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu.

Figura 4. Registro fotográfico equipamentos e construções feitos com bambu, na região do Caparaó: A. Peneira; B. Rodo e rastelo; C. Balaio; D. Detalhe da tulha; E. Protetor do bucal; F. Rack



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

O bambu apresenta grande diversidade de espécies e sua distribuição é ampla ao redor do planeta, contando com uma grande variedade de espécies. A pesquisa “Bambus nativos (Poaceae, Bambusoideae) no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil” capitaneada por Shirasuna e Filgueiras do Instituto de Botânica de São Paulo/SP (Shirasuna; Filgueiras, 2013, p. 1), apresenta a seguinte definição:

“Poaceae (Gramineae) é uma das famílias de angiospermas mais amplamente distribuídas em todo o mundo. Cerca de 40% da cobertura vegetal no mundo é composta principalmente por gramíneas (Gibson *et al.*, 2009). É a quarta maior família em número de espécies no mundo, totalizando 668 gêneros e 11.160

espécies (Stevens, 2012). No Brasil, registra-se a ocorrência de 210 gêneros e 1.413 espécies de Poaceae (Filgueiras *et al.*, 2012)”.

Os autores afirmam ainda, que a incidência do bambu no Brasil tem proveniência de plantas nativas e importadas: “Está representada no Brasil por 34 gêneros e 252 espécies nativas, representando 16,6% de todas as espécies de bambus do mundo. Desse total, 9 gêneros e 159 espécies são endêmicos do Brasil (Filgueiras *et al.*, 2012)”.

Com segurança, podem-se afirmar que o bambu tem grande representatividade no cotidiano das pessoas no Brasil e nas propriedades visitadas nesse estudo, sendo matéria prima para diversos tipos de construções e muito usado com finalidades funcionais, estéticas e artística.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos terreiros suspensos feitos com bambu, na região do Caparaó, observando-se o universo amostral, indica que seu uso é relativamente recente, remontando pouco mais de 10 anos. Não há um padrão comum entre eles, seja nas medidas ou mesmo no material utilizado em suas construções, exceto pelo tipo de bambu e pela altura.

O dimensionamento dos terreiros suspensos é feito de maneira empírica pelos cafeicultores e não há uma descrição precisa e tampouco o controle de custo. Fazem-se necessários novos estudos para mais informações técnicas sobre essa importante tecnologia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos produtores José Sebastião Faria, Sebastião Borges, José Alexandre Lacerda e o Sr. José Itamar Estevão e sua filha Dislaine Rocha Estevão, que aceitaram gentilmente abrir as porteiras de suas propriedades, para nos receber e, partilhar sua íntima relação, com a natureza e suas lavouras, oportunizando a nós, estudantes, aprender com suas ricas experiências, que a lida diária da roça lhes traz.

REFERÊNCIAS

- APEC. **Elementos que identificam a influência do meio geográfico na qualidade ou característica do produto incluindo fatores naturais e humanos da Denominação de Origem “CAPARAÓ” para o café.** Disponível em: <Dossiê%20DO%20Café%20do%20Caparaó%20-%20FINAL.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- AURELIANO, S. de C. *et al.* Uso do bambu na elaboração de luminária automatizada. **Revista Fatecnológica** – Fatec Jahu – ISSN 1980 – 8526, v. 13, n. 1, 2020.
- BATISTA, L. R.; CHALFOUN, S. M. Incidência de ocratoxina a em diferentes frações do café (*Coffea arabica* L.): boia, mistura e varrição após secagem em terreiros de terra, asfalto e cimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 804-813, maio/jun., 2007.
- BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Alterações na bebida do café despulpado secado em terreiro de concreto, lama asfáltica, terra, leite suspenso e em secadores rotativos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, 2003, Porto Seguro, BA, **Anais...** Porto Seguro, 2003. p. 155.
- BRASIL. **Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993.** Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária. Disponível em: <<https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- BRASIL. **Lei nº 13.465 de 2017.** Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal. Disponível em: <<https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- BRUEL, D. A. **Qualidade do café seco em terreiro de terra nua e revestido de lona plástica.** 2008. 25 f. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, MG, 2008.
- CARVALHO OLIVEIRA, F. de P. C. *et al.* Tempo Médio de Secagem de Café em Terreiros: Estudo de Caso no Município de Muzambinho, Sul de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.6, p. 54958-54965 jun. 2021.
- COELHO, A. P. de F. **Produção de café (*Coffea arabica* L.) em pergaminho oriundo de frutos verdes após armazenamento em água.** 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira.** Café - Safra 2021 – 4º Levantamento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 8 fev. 2022.
- DIAS, R. A. das *et al.*, Indicação geográfica: café das montanhas do Espírito Santo. **INCAPER EM REVISTA.** Indicações geográficas e certificação na agropecuária capixaba. Vitória: Incaper, v. 11 e 12, jan. a dez. 2021. 115p. Disponível em:

<<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/4275>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

EMBRAPA. **Safra dos Cafés do Brasil totaliza 47,71 milhões de sacas de 60kg**. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67320399/safra-dos-cafes-do-brasil-totaliza-4771-milhoes-de-sacas-de-60kg>>. Acesso em: 04 fev. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GOOGLE EARTH. **Imagens históricas**. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 20 set. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Download:

Geociências – Organização do Território. Disponível em:

<<https://downloads.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

INCAPER. **Cafeicultura**, [s.d.]. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>>. Acesso em: 9 jun. 2021.

INCRA. **Módulo Fiscal**, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

INPI. Indicações Geográficas – Seção IV. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 2613, p. 11-42, 2021.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cm x 200cm.

MOREIRA, P. C. *et al.* Produtividade e economia de fatores de produção na cafeicultura brasileira. **Revista Política Agrícola**, Ano XXVIII – Nº 2. 2019.

PASCHOA, R. P. *et al.* Compreensão e adoção de itens de conformidade visando rastrear cafés do Caparaó. In: SIMÃO, J. B. P. *et al.* (Org.). **Cafeicultura do Caparaó: resultados de pesquisas**. Alegre-ES, Ifes, p. 54-67, 2017.

PELUZIO, T. M. O. *et al.* Uso da geotecnologia para o mapeamento da cafeicultura no Caparaó Capixaba. **Revista Ifes Ciência**, n. 6, v. 4, p. 92-104, 2020.

PEREIRA, L. L. **O Perfil da organização produtiva dos cafeicultores nas regiões Serrana e Caparaó do Espírito Santo: uma abordagem neo-marshalliana**. 2012.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes. 2012. Disponível em:

<<https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-producao/wpcontent/uploads/sites/13/2013/04/DISSERTA%C3%87%C3%83O-LUCAS-LOUZADA-PEREIRA.pdf>>

Acesso em: 9 jun. 2021.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica** [recurso eletrônico] / Adriana Soares Pereira ... [et al.]. – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PEREIRA, M. A. dos R. O uso do bambu na irrigação montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu, 1997. **Anais...** Congresso Brasileiro de Engenharia – Conbea 1997, Campina Grande, PB. Disponível em: < <https://wwwp.feb.unesp.br/pereira/Irriga%E7%E3o%20com%20Bambu.pdf> >. Acesso em: 18 nov. 2021.

PEREIRA, M. M. O. *et al.* Eco Inovação e internacionalização: evidências na cafeicultura da Região do Cerrado Mineiro. **Revista de Negócios**, v. 23, n. 4, p. 70-90, 2018.

QGIS.org. **QGIS Geographic Information System**. QGIS Association, 2021. Disponível em: <<http://www.qgis.org>>. Acesso em: 10 out. 2021.

SHIRASUNA, R. T.; FILGUEIRAS, R. de S. Bambus nativos (Poaceae, Bambusoide- ae) no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 2, p. 315-359, 2013.

SOUZA, M. A. de. *et al.* Denominação de Origem Caparaó para Café Arábica. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 11 e 12, p. 49-60, jan. 2020/dez, 2021.

CAPÍTULO 03

AGRICULTURA SINTRÓPICA NA CAFEICULTURA DO SÍTIO RECANTO DOS TUCANOS ALTO CAPARAÓ, MG

Débora da Cruz Fernandes

Dislaine Rocha Estevão

Jéferson Luiz Ferrari

Leandro Heitor Rangel

Maurício Novaes Souza

Telma Machado de Oliveira Peluzio

RESUMO: A agricultura sintrópica visa produzir alimentos de forma sustentável, em sinergismo com todos os elementos da paisagem. Objetivamos neste trabalho caracterizar a agricultura sintrópica praticada no Sítio Recanto dos Tucanos, localizado em Alto Caparaó – MG. Para os estudos foram realizadas pesquisas biográficas e uma visita a campo, onde foram feitos registros fotográficos, a localização geográfica das áreas, o levantamento do histórico do Sítio, a identificação das espécies de plantas cultivadas e seus extratos verticais, bem como, as práticas conservacionistas e de manejo. Também, foram coletadas amostras de solo para análise de química e amostras de grãos de cafés para análise física e sensorial. Verificou-se que o Sítio Recanto dos Tucanos passou por um processo de transformação do monocultivo, para a agricultura sintrópica, composta por três áreas distintas e recentes. Esse modelo de agricultura contribui para a regeneração de áreas degradadas e produção de alimentos de qualidade.

Palavras-chave: Café. Sintropia. Conservação.

1.0 INTRODUÇÃO

Com o início da revolução industrial e posterior surgimento da revolução verde, o meio ambiente sofreu modificações de grande impacto negativo, tais como a contaminação de nascentes, compactação e degradação (Felix, 2018).

Tendo em vista que a revolução verde penetrou no Brasil com o lema de erradicar a fome, aumentar a produção e modernizar a agricultura (Lazzari; Souza, 2017), foram introduzidas sementes modificadas, que necessitavam de fertilizantes e agrotóxicos, além de maquinário pesado, que associado a práticas imprudentes e inadequadas do agronegócio, vem cada vez mais afetando os recursos naturais (Gregio, 2020).

A respeito da ampla degradação do ecossistema, existem iniciativas contrárias à monocultura, que visam compatibilizar produção agrícola com conservação ambiental, dentre elas a agricultura sintrópica, desenvolvida pelo agricultor suíço Ernst Götsch. Esse modelo integra conceitos teóricos e práticos, incorporando processos naturais às práticas agrícolas, como a conservação do solo, o uso sustentável de recursos naturais e a aplicação de compostos orgânicos (Andrade, 2019).

Os princípios dessa prática se resumem em um consórcio de culturas com diferentes extratos e sucessão ecológica, reproduzindo um sistema florestal natural (Rebello, 2018). Assim ocorre a redução das incidências solares sobre o solo, diminui a erosão, aumenta a infiltração de água, ocorre a reciclagem de nutrientes, promove o aumento da matéria orgânica, aumenta o nitrogênio por fixação biológica e promove a biodiversidade e a produção de alimentos saudáveis (Baleeiro, 2018).

Na agricultura sustentável, onde se encaixa diretamente a sintropia, tem como foco nos alimentos e matérias-primas por intermédio da atividade agrícola nas propriedades e com a inter-relação solo planta (Peneireiro, 1999).

Nessa perspectiva, o proprietário do Sítio Recanto dos Tucanos, localizado em Alto Caparaó, MG, adota a agricultura sintrópica na cafeicultura, associando a produção de alimentos diversificados em menor escala com um foco na qualidade. Além disso, ele desenvolve atividades que contribuem para a preservação do meio ambiente e do agroecossistema de sua propriedade.

É fundamental reconhecer que a agricultura praticada no Sítio Recanto dos Tucanos

contribui para a regeneração de áreas degradadas e promove um ambiente equilibrado, no qual diversas espécies coexistem em harmonia com a produção de alimentos saudáveis e de qualidade. Destaca-se que essa prática agrícola gera benefícios tanto para o produtor, ao garantir um solo fértil para o cultivo, quanto para o consumidor, que recebe alimentos de origem sustentável.

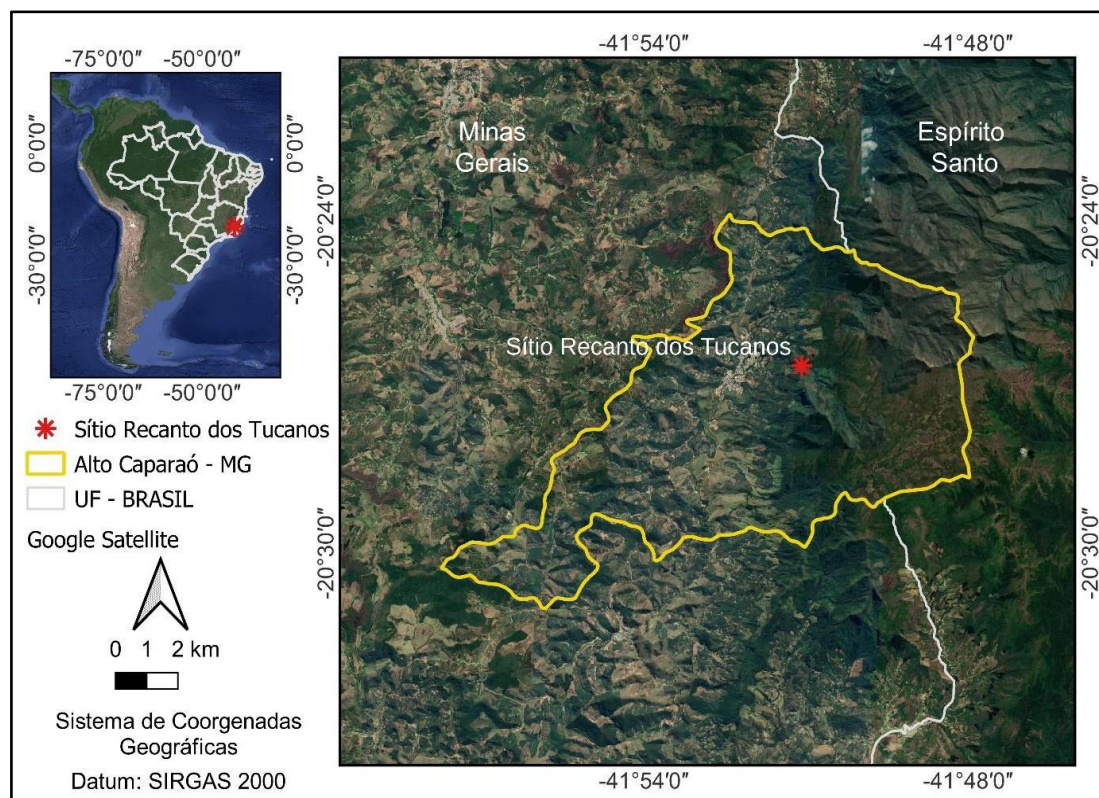
Diante disso, este trabalho teve como objetivo caracterizar a aplicação da agricultura sintrópica na cafeicultura desenvolvida no Sítio Recanto dos Tucanos, em Alto Caparaó – MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Sítio Recanto dos Tucanos fica localizado no município de Alto Caparaó, no Estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: os autores (2022).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho se configura como um estudo de caso (Gil, 2008; Pereira *et al.*, 2018), baseado em pesquisa bibliográfica realizada na rede mundial de computadores, e levantamento de dados *in loco*.

O levantamento de dados *in loco* foi feito no dia 30/09/2021. Foi utilizado um roteiro de observação para facilitar a coleta de dados. Entre as observações destacam-se: as espécies cultivadas, os estágios fenológicos, os extratos verticais da vegetação, o histórico do uso e ocupação do solo, as práticas e o manejo adotado, os produtos gerados, a mão de obra empregada, a gestão da atividade, e o uso efluentes domésticos e agroindustriais.

Foi realizado o registro fotográfico das áreas visitadas, utilizando a câmera de um aparelho celular, e a verificação da existência de ambientes heterogêneos.

Após identificar três áreas distintas em relação ao nível de biodiversidade e ao estágio de desenvolvimento da sintropia, foram realizadas a caracterização dos desenhos agroecossistêmicos, bem como a coleta e a análise química do solo em cada uma delas.

A análise das práticas e manejos sintrópicos observados no Sítio Recanto dos Tucanos considerou os oito princípios propostos por Ernst Götsch, essenciais para o funcionamento agroflorestal (Rebello, 2018). Esses princípios estão interligados e possuem igual importância, abrangendo: maximização da fotossíntese; sucessão natural e estratificação; solo coberto e plantios adensados; capina seletiva e podas; concentração de energia e geração eficiente de biomassa; ecofisiologia das plantas e suas funções ecofisiológicas; sincronização dos plantios e a valorização do que cada ser contribui positivamente.

As amostragens de solo foram realizadas conforme a metodologia de Arruda, Moreira e Pereira (2014). O local foi subdividido em três talhões, caracterizados pela homogeneidade em relação à vegetação, topografia, tempo de uso e produtividade.

Em um padrão de zig-zag, foram coletadas 15 subamostras de cada talhão, com profundidade de 0 a 20 cm, utilizando a sonda. Essas subamostras foram colocadas em uma sacola resistente e trituradas sem contato direto das mãos com o solo, a fim de evitar contaminação. Uma quantidade reduzida de solo foi transferida para uma sacola plástica de 10 x 15 cm, devidamente identificada com os dados do talhão, e então foi formada a amostra composta, que foi enviada ao laboratório de análise química, o Labominas.

Foi feito Georreferenciamento, e a elaboração de representações cartográficas das áreas, denominadas nesse trabalho por áreas A, B e C. O georreferenciamento das áreas foi realizado com o aplicativo de celular, chamado Altímetro (PixelProse SARL, 2019). A altitude foi informada em metros em relação ao nível médio do mar e a localização geográfica estabelecida de acordo com o Sistema de Coordenadas Geográficas, no Datum *World Geodetic System 84*, que foram convertidos para SIRGAS 2000.

A elaboração das representações cartográficas das áreas A, B e C, foi feita por meio de um programa computacional de Sistema de Informação Geográfica, o QGIS Desktop 3.4.5 (QGIS *Development Team*, 2020), tomando como base os dados do levantamento feito a campo e os dados geoespaciais das unidades federativas do Brasil, estado e municípios de Minas Gerais, bem como, uma imagem de satélite, com alta resolução espacial, referente a 19 de maio de 2021, disponibilizada pela *Maxar Technologies* (GOOGLE EARTH, 2021). Também foram coletados dados sobre a espécie, variedade, espaçamento, tipo de colheita e de pós-colheita do café manejado no sistema sintrópico.

Posteriormente, foi coletada uma amostra de café cru (200 g), que foi enviada para análise sensorial no Laboratório de Análise Física e Sensorial de Café do Instituto Federal do Espírito Santo, campus de Alegre. A amostra de café foi torrada, moída e avaliada por três Q-graders (profissionais certificados internacionalmente para avaliar cafés), utilizando os padrões estabelecidos pela *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2008).

Por fim, foram elaborados gráficos e tabelas para facilitar a apresentação e a discussão dos resultados.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

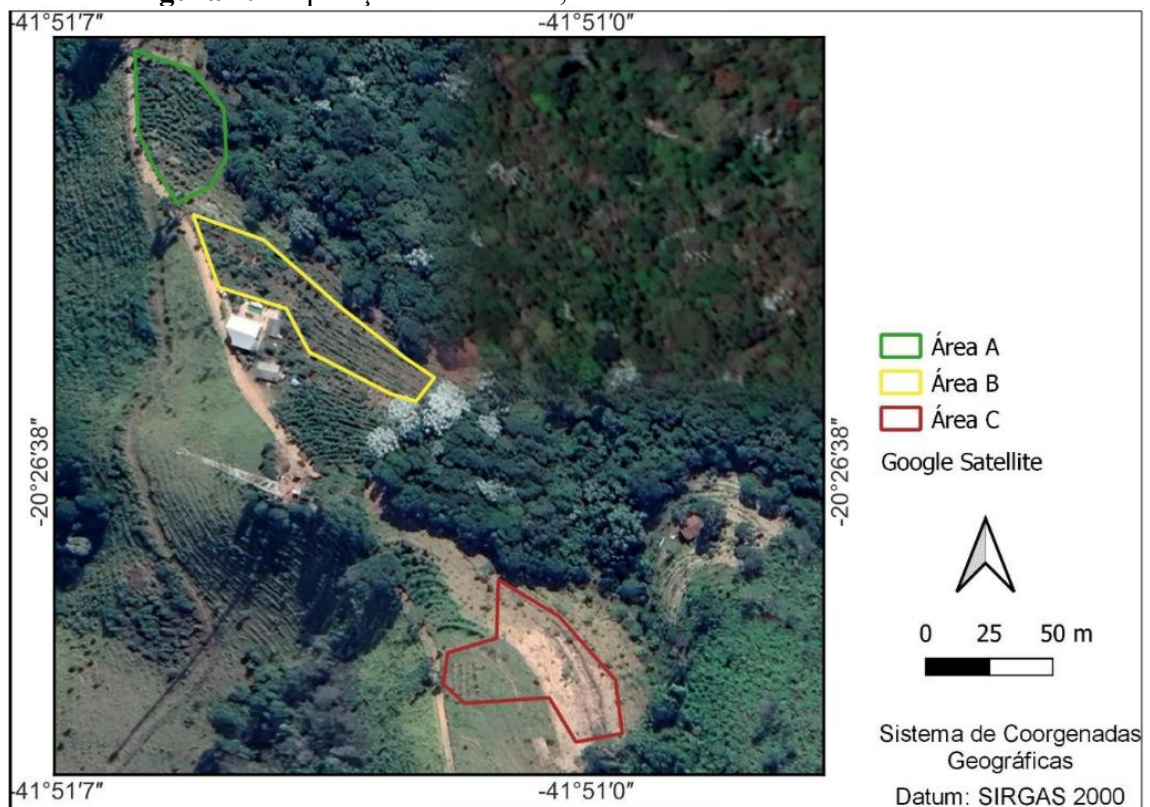
O Sítio possui três áreas com estágios sintrópicos diferentes (Figura 2 e Tabela 1). A área A, de menor extensão, possui dois anos de implantação, a área B, a mais antiga, foi implantada em 2015 (Figura 3); e a área C, a de maior extensão e a mais recente, foi implantada em dezembro de 2019.

O histórico do Sítio (Figura 3) começa nos anos da década de 1980, quando o proprietário ainda não era o atual, era mata nativa que foi derrubada por ele. A seguir são apresentados

fatos importantes que culminam como atual estado da propriedade:

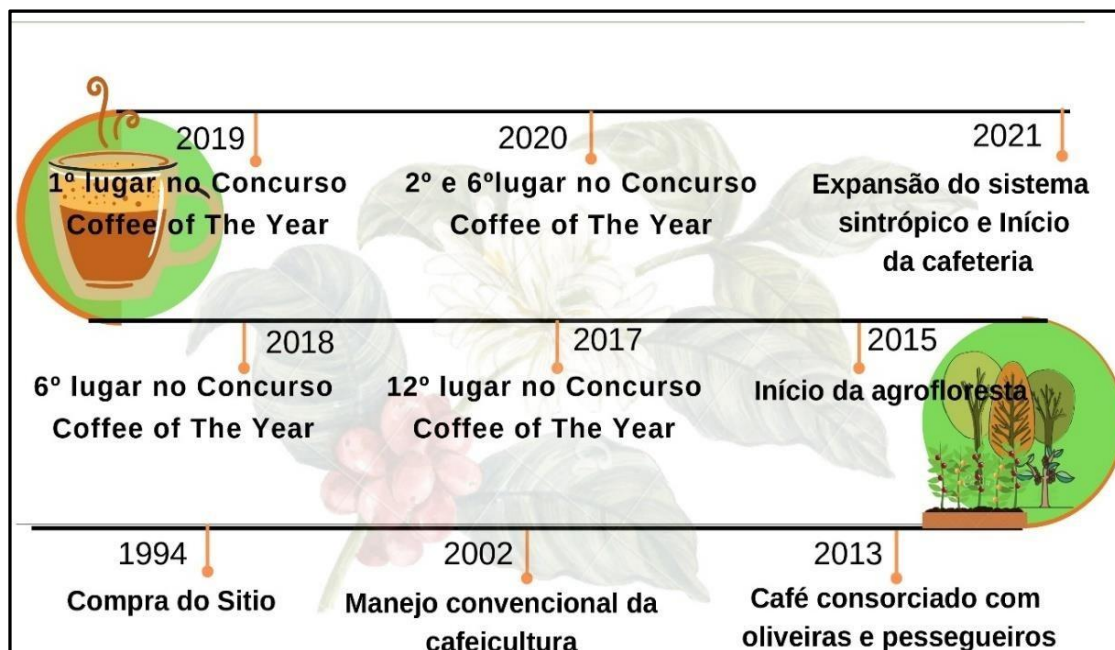
- 1994 - Aquisição do sítio pelo atual proprietário.
- 2002 – Forma de manejo tradicional com uso de agrotóxico.
- 2004 - Último ano de investimento na monocultura de café.
- 2011 – Corte de parte da lavoura de café.
- 2013 - Iniciou o plantio de oliveiras e pessegueiros.
- 2015 – Tentativa de recuperar os cafezais, a propriedade já possuía uma agrofloresta.
- 2017 - Percepção pelo proprietário que os cafezais estavam se recuperando pela nutrição e o manejo já implantado.
- 2017- Classificação em 12º no concurso *Coffee of the year*.
- 2018 - Classificação em 6º no concurso *Coffee of the year*.
- 2019 – Houve um incêndio em parte da área do sítio. Para recuperação da área foi implantada a agrofloresta, como a adoção das práticas de agricultura sintrópica.
- 2019 - Conquistou o 1º lugar no concurso de melhor café do Brasil.
- 2020 - Os cafés ganharam prêmios, e foram classificando em duas categorias: 2º e 6º lugar. Também adotaram o aumento das linhas no manejo de café, aumentando assim, a quantidade de matéria orgânica.
- 2021 - Foram implantadas novas áreas de experimento na propriedade envolvendo novos testes; novas mudas, com espaçamento diferente e variedades diferentes.
- 2021- Construção de cafeteria para expor os produtos.

Figura 2. Disposição das áreas A, B e C no Sítio Recanto dos Tucano



Fonte: os autores (2022).

Figura 3. Histórico da agricultura sintrópica do Sítio Recanto dos Tucanos



Fonte: os autores (2022).

Tabela 1. Localização geográfica e extensão superficial das áreas A, B e C no Sítio Recanto dos Tucanos

ÁREA A	
Característica	Valor
Latitude (GMS)	20°25'49.6935" (S)
Longitude (GMS)	41°57'33.4868" (W)
Altitude (m)	1.315
Área da gleba (m²)	1.566
ÁREA B	
Característica	Valor
Latitude (GMS)	20°25'49.6939" (S)
Longitude (GMS)	41°57'33.4868" (W)
Altitude (m)	1.334
Área da gleba (m²)	2.038
ÁREA C	
Característica	Valor
Latitude (GMS)	20°25'49.6934" (S)
Longitude (GMS)	41°57'33.4868" (W)
Altitude (m)	1.391
Área da gleba (m²)	2.329

Fonte: os autores (2022).

Vale ressaltar que no Sítio Recanto dos Tucanos, são ofertados cursos de agricultura sintrópica, e recebe voluntários que estejam dispostos a buscar mais conhecimento sobre a sintropia e os modos de produção.

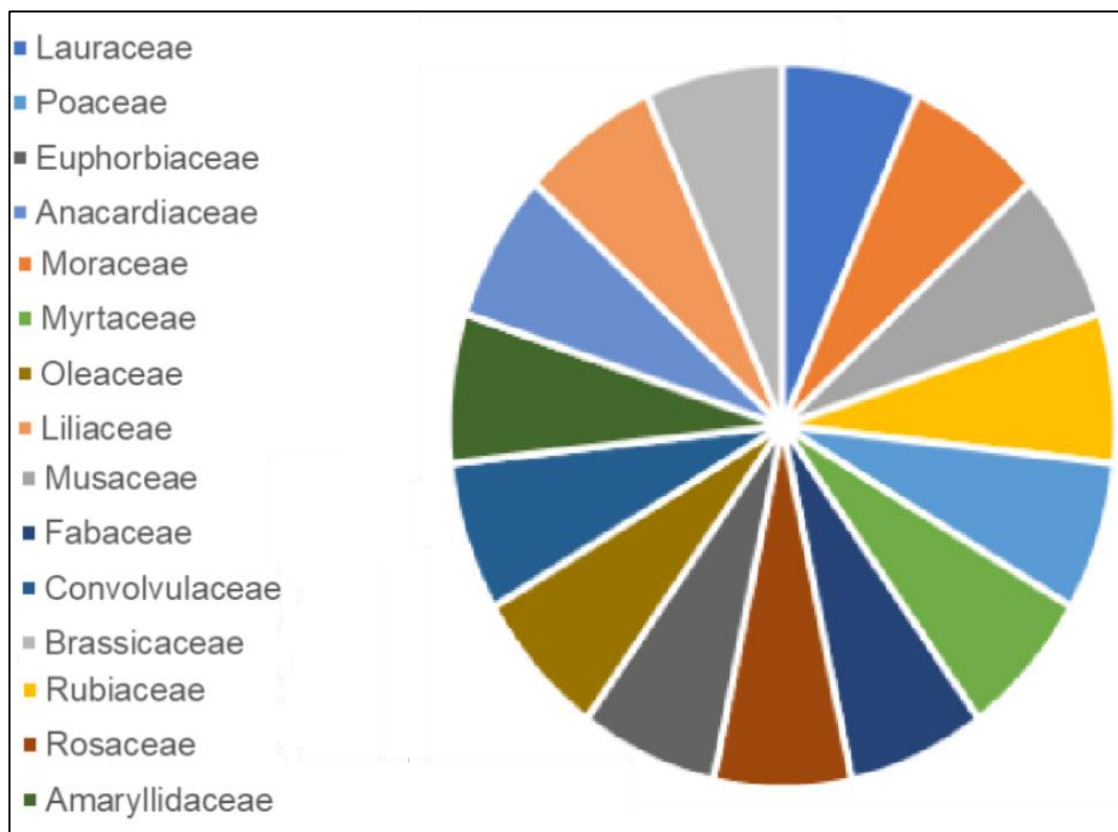
No Sítio existem muitas plantas cultivadas pertencentes a diversas famílias (Figura 4), característica de um agroecossistema biodiversificados. A diversidade de plantas é fundamental para a preservação do equilíbrio ecológico, ao mesmo tempo em que permite o ser humano se beneficiar das suas inúmeras utilizações (Alcaraz, Párraga, 2021).

Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas as plantas cultivadas em cada uma das áreas. É possível verificar que a biodiversidade é representada por espécimes de hortaliças, de culturas anuais e de culturas perenes, frutíferas e lenhosas. A biodiversidade é mais notada na área

A, seguida pelas áreas C e B.

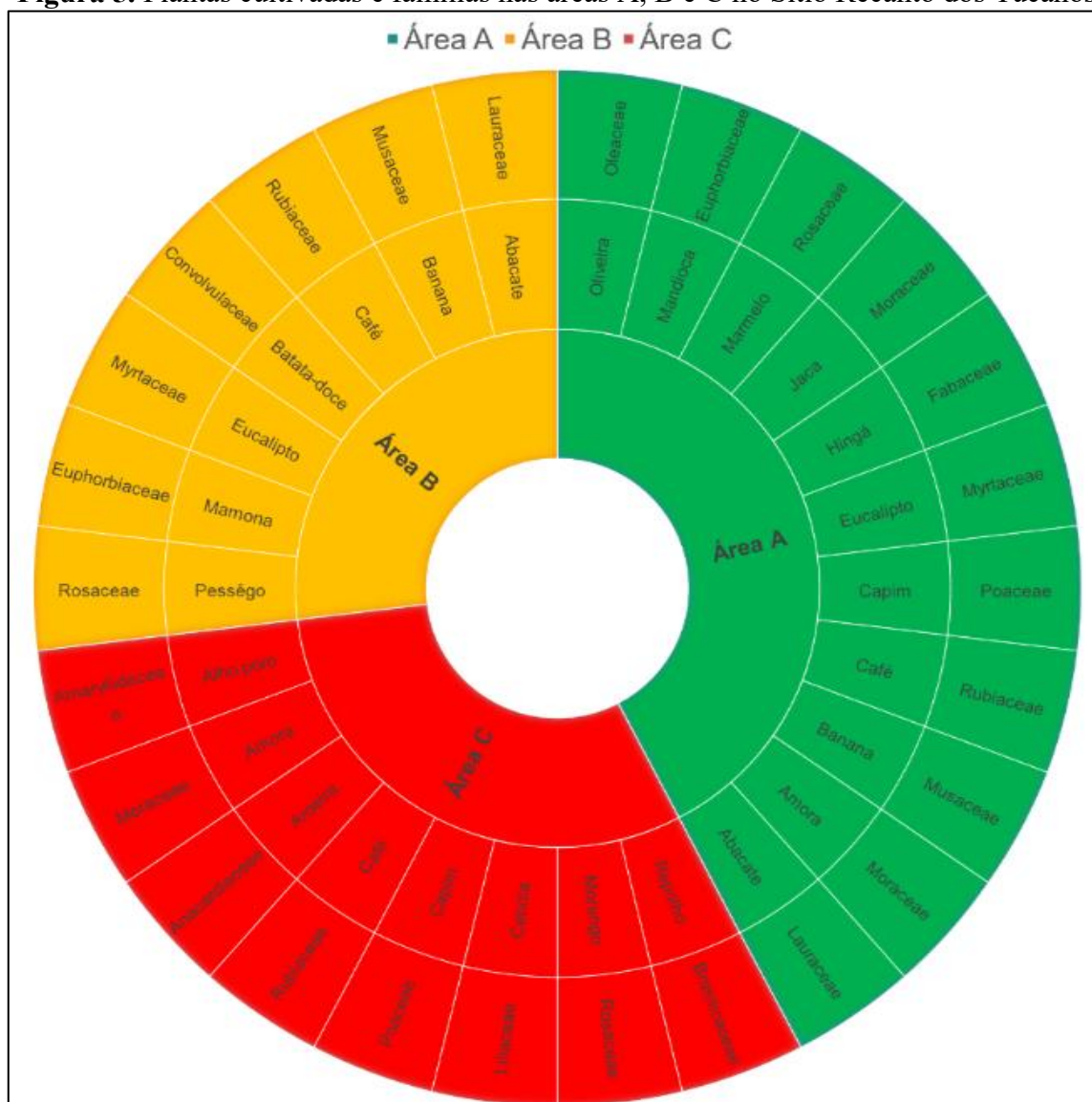
O café está presente em todas as áreas, sendo que ele se encontra mais desenvolvido e em fase de produção na Área B. Nas demais áreas estão recém implantados, com cerca de 2 anos de idade, no máximo.

Figura 4. Famílias de plantas cultivadas no Sítio Recanto dos Tucanos



Fonte: os autores (2022).

Figura 5. Plantas cultivadas e famílias nas áreas A, B e C no Sítio Recanto dos Tucanos



Fonte: os autores (2022).

A sustentabilidade de um sistema Sintrópico se mantém com a variedade de espécies como na sucessão natural, que possuem uma relação de companheirismo entre si (Rosas, 2019). Na Figura 6 mostra algumas espécies que são consorciadas em cada uma das áreas. Para o consócio de espécies vegetais deve se considerar alguns fatores, tais como: tamanho e porte, tolerância a sombra, exigências do solo e a afinidade no tempo de sucessão.

O manejo sucessional acontece por meio de podas, para melhorar a utilização do espaço abaixo e na superfície do solo. Consiste em remover plantas doentes, desbastar galhos velhos e quebrados, poda de raleamento da copa de árvores que estejam fazendo sombra

em excesso para outras plantas.

Figura 6. Registro fotográfico de algumas plantas cultivadas nas áreas A, B e C no Sítio Recanto dos Tucanos



Fonte: os autores (2022).

A poda de formação e estratificação é muito usada no sistema Sintrópico, visa a estruturação da copa da planta, por intermédio do corte de galhos inferiores laterais. É uma forma de sincronizar o sistema, para cultivar plantas menores abaixo da planta podada (Felix, 2018).

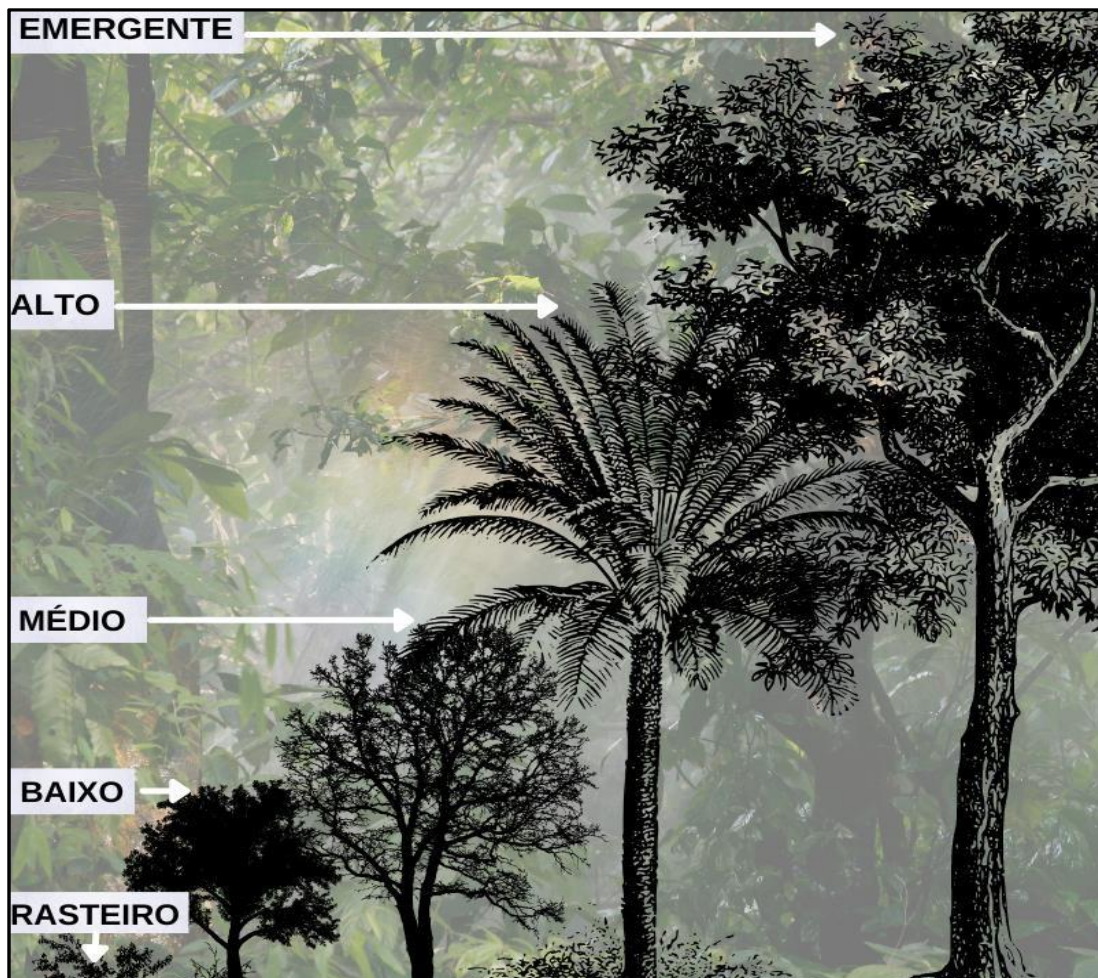
Cada espécie ocupa um estrato (Figura 7), de acordo com sua altura e necessidade de receber luz solar; os estratos são classificados em níveis: rasteiro, baixo, médio, alto e emergente (Peneireiro, 2003; Pasini, 2017). Um sistema sintrópico pode ter ou não o nível rasteiro, enquanto os demais níveis são obrigatórios para o funcionamento do sistema.

Seguindo a exemplificação de estratos de Guimarães e Mendonça (2019), na área A do Sítio Recanto dos Tucanos com: capim, café, banana, oliveira e eucalipto, têm-se um consórcio no qual o capim ocupa o estrato rasteiro; o cafeeiro, o baixo; a bananeira, médio; a oliveira, o alto; e o eucalipto, o emergente.

Na área B de agricultura sintrópica, pode-se considerar como estrato baixo, a batata doce; médio, o cafeeiro; alto, o pessegueiro; e emergente, o eucalipto.

Já para área C do Sítio, que apresentava ter no momento mais hortaliças, considera se os seguintes estratos: baixo, o alho poró; médio, a cebola; alto, o repolho; emergente, o café.

Figura 7. Estratificação vertical de plantas de um sistema Sintrópico



Fonte: os autores (2022).

O manejo apresenta diferentes práticas relacionadas ao uso e aproveitamento de água da chuva, ao controle da vegetação espontânea e do porte arbustivo, à irrigação e às práticas de conservação do solo e da água.

O aproveitamento de água da chuva possibilita armazenar a água, para que em um período de estiagem ela possa ser utilizada, tanto para fins domésticos quanto para a produção (Araújo, 2019). Essa ação confere a autossuficiência hídrica de um empreendimento, seja rural ou urbano.

Visando trabalhar a vida e o fluxo de processos naturais, o controle da vegetação dá-se também pelo consórcio com outras plantas. Em cada área encontram-se plantas

espontâneas de espécies diferentes e são vetores de sistemas ecossistêmicos. A riqueza dessas espécies se dá pelo tipo de manejo e com maior cobertura viva (Rocha *et al.*, 2017).

Usa-se como forma de controle a roçada, que tem se tornado uma prática muito comum para controle de plantas invasoras, ajuda na preservação do ecossistema presente em cada área, auxilia na sustentabilidade da produção de alimentos, reduz nos custos de produção em comparação a produtos químicos, e possui menor impacto para o meio ambiente, além de acrescentar matéria orgânica para o solo devido à decomposição da cobertura provida do mato depositado ao solo (Brighenti; Oliveira; Filho, 2018).

O porte das plantas é observado para que haja intercalação entre elas, de forma que ambas sejam beneficiadas. São implantadas plantas distintas com portes diferentes, as plantas menores são protegidas pelas de porte maior, que oferece sombra, e em troca recebe nutrientes. Após seu ciclo se completar, são podadas e servem para matéria orgânica voltando novamente em um novo período. A sucessão das culturas é realizada de acordo com a exigência das espécies das condições edafoclimáticas e com seu ciclo de vida (Sandes, 2019). Portanto, é importante destacar que as plantas presentes nas áreas pesquisadas do Sítio são renovadas de acordo com o avanço e necessidade do sistema.

A irrigação é praticada pelo uso do método localizado, com o sistema de gotejamento para diversas culturas, café, morango, hortaliças. Este método possibilita o uso eficiente da água, dispondo a água no local correto e na quantidade adequada, atendendo as exigências da cultura (Bernardo *et al.*, 2019). Práticas de manejo conservacionistas são utilizadas para abastecer e enriquecer a parte superficial do solo com material orgânico, a fim de diminuir a degradação dos solos, devido ao manejo inadequado que provoca o desequilíbrio do ecossistema (Souza *et al.*, 2018).

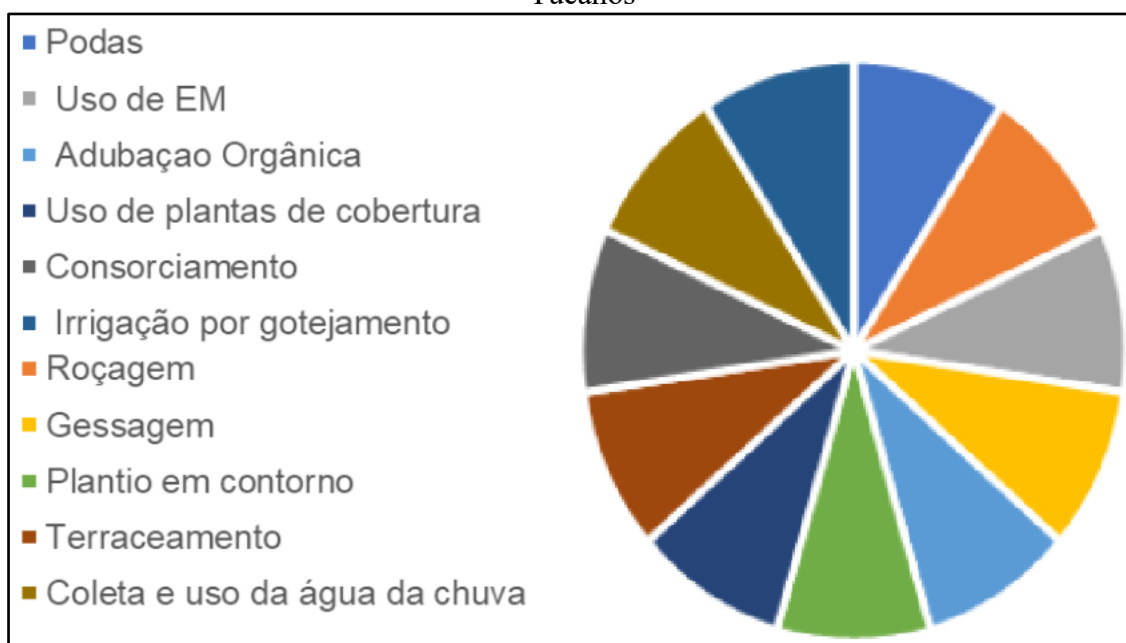
Os húmus e minerais essenciais provêm da cobertura natural vegetal depositada no solo. A ciclagem de nutrientes ocorre com o retorno da matéria produzida pela natureza. No ciclo envolve transferência de elementos do ecossistema, seja interno ou externo. Quando ocorre perda de nutrientes, são devolvidos pela natureza via a circulação de matéria, deposição de serapilheira que é a principal via de reposição da matéria orgânica, composta por carbono, nitrogênio, fósforo, cálcio, além de outros minerais (Reis, 2017).

A decomposição desse material é influenciada pelos fatores climáticos, geográficos, edáficos, antrópicos e fisiológicos. Os solos de baixa fertilidade são os primeiros

beneficiados com a deposição desses nutrientes. Sua composição é constituída por materiais vegetais que são inseridos na superfície, tais como folhas, cascas, galhos, frutos, flores e dejetos de animais. Sua função é de grande valia para a estruturação e fertilidade do solo, principalmente para áreas de sucessão ecológica (Carvalho *et al.*, 2016).

As práticas de conservação estão integradas (Figura 8), compreendendo técnicas de natureza vegetativa, mecânica e edáfica. Elas são utilizadas principalmente quando implantadas culturas em locais inadequados favorecendo os processos de erosão; são para fins de impedir a perda de solo, nutrientes e água.

Figura 8. Práticas adotadas no manejo da agricultura sintrópica no Sítio Recanto dos Tucanos



Fonte: os autores (2022).

A prática vegetativa tem como intuito a utilização da vegetação a fim de evitar processos de erosões do solo e aumentar a interceptação das chuvas; como exemplo, é utilizado cordões de vegetação permanente e o consórcio de culturas. (Junior *et al.*, 2013). As formas de conservação de caráter mecânico, auxiliam impedindo que o processo de voçorocamento avance causando mais danos em áreas em processo de recuperação. São exemplos dessa prática o terraço, irrigação e drenagem (Macedo *et al.*, 1998).

A alternativa edáfica, como forma de conservação está diretamente ligada ao solo e as formas de manejo realizado no ambiente. Tem como foco, a melhoria da fertilidade do solo, e para tal, deve-se realizar uma análise do solo, para que seja feita a adubação e calagem

em doses corretas. Como exemplo dessas práticas em questão, tem-se a adubação química, adubação orgânica e calagem (Brito; Almeida, 2010). No caso da agricultura sintrópica praticada no Sítio, não se usa a adubação química e sim a orgânica.

A análise química (tabela 2), indicou que os solos das áreas estudadas possuem acidez média (Área C), e fraca (Áreas A e B); teor alto de matéria orgânica, acima de 3%; CTC total média (Área C) e alta (Áreas A e B); e valor de saturação por bases baixo (Área C) e médio (Áreas A e B) (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999; Prezotti; Garçoni 2013). Esses resultados revelam que os solos das áreas A e B apresentam melhor condição de fertilidade em relação a área C.

Tabela 2. Resultados da análise química do solo nas áreas A, B e C do Sítio Recanto do Tucano, referente a camada de 0 – 0, 2 m, do dia 14/10/2021

DETERMINAÇÕES	ÁREA A	ÁREA B	ÁREA C
pH em H ₂ O	6,4	6,2	5,9
Ca (cmol dm ⁻³)	5,8	5	2,5
Mg (cmol dm ⁻³)	2	2	1
K (mg dm ⁻³)	98	86	96
P (mg dm ⁻³)	13,9	9,7	4,4
Zn (mg dm ⁻³)	4,3	3,4	1,9
B (mg dm ⁻³)	0,6	0,7	0,5
Cu (mg dm ⁻³)	0,5	0,3	0,6
Fe (mg dm ⁻³)	36	31	35
Mn (mg dm ⁻³)	14,1	17	13,5
Matéria Orgânica (uni.)	4,1	4,3	3,5
Soma de Bases (cmol dm ⁻³)	8,05	7,22	3,75
C.T.C. (mg dm ⁻³)	12,75	12,72	9,96
Sat. Bases (%)	63,1	56,8	37,7

Fonte: os autores (2022).

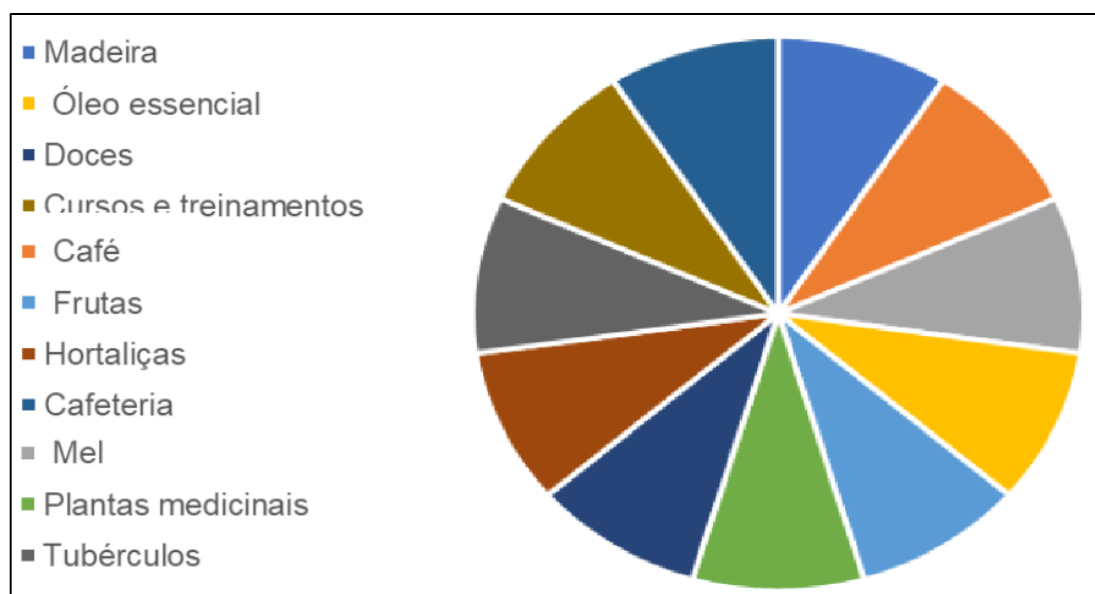
Vale ressaltar que o processo sintrópico da área C é o mais recente e teve origem com o sistema convencional. Essa área apresenta a presença da planta espontânea samambaia (*Pteridium aquilinum*), indicadora de solo com altos teores de alumínio (Al), (Pereira; Melo, 2008), o que desencadeia em uma baixa saturação por bases. Com a calagem e a continuidade do processo sintrópico resultará em uma melhor qualidade do solo.

O planejamento do sistema sintrópico proporciona colheitas, desde o primeiro ano de implantação, de modo que, o agricultor consiga ter rendimentos advindos das culturas anuais, hortaliças e frutíferas de ciclo curto; enquanto espera a evolução das espécies florestais e frutíferas de ciclo longo. Desse modo, tem-se a maximização de produtos disponíveis para a comercialização em diferentes épocas e ao longo do ano (Armando *et al.*, 2002).

O Sítio gera diversos produtos e serviços (Figura 9). No setor da produção nota-se desde as plantas medicinais até as essências florestais. No setor da agroindústria, de óleos essenciais a doces e cafés especiais. No setor de extensão, cursos relacionados à agricultura sintrópica.

Essa diversificação corrobora com a sustentabilidade econômica do empreendimento, pois é possível gerar renda com diferentes produtos e épocas do ano (Miccolis *et al.*, 2016).

Figura 9. Produtos e serviços gerados no Sítio Recanto dos Tucanos



Fonte: os autores (2022).

Em relação à produção de cafés, destaca-se que o proprietário produz cafés especiais e conquistou cinco prêmios no concurso *Coffee of the year* (2º e 6º lugar em 2020; 1º em 2019; 12º em 2018 e 6º em 2017).

No Sítio é cultivada a espécie de café arábica, no espaçamento de 2,5 x 1,2 m (Tabela 3). Nas áreas são utilizadas variedades diferentes.

De acordo com o Consórcio Pesquisa Café (2011), cada variedade possui característica distinta. A variedade caturra possui porte baixo, de maturação precoce, é suscetível a ferrugem e nematoide, possui vigor vegetativo médio, alta produtividade e excelente

qualidade de bebida. A variedade Catucaí possui porte de baixo a médio, época de maturação média, moderadamente resistente a ferrugem, alto vigor, alta produtividade e boa qualidade de bebida. A cultivar Arara possui porte baixo, alto vigor vegetativo, maturação tardia, excelente resposta a poda, alta produtividade, possui resistência a ferrugem e a mancha aureolada, possui bebida de boa qualidade, peneira alta e é tolerante ao frio. Já as cultivares do grupo Catucaí apresentam boa capacidade de rebrota, elevado vigor vegetativo e alta produtividade, apresentam bebida de boa qualidade.

Em um sistema sintrópico é importante analisar as particularidades das cultivares de café, e buscar principalmente, por aquelas que apresentam alto vigor vegetativo, resistência a doenças e tolerância as condições climáticas. Dessa forma, terão resposta positiva a podas, não terão necessidade de combate a algumas doenças e caso elevação das temperaturas em função das mudanças climáticas, não sofrerão alto impacto.

Outros atributos relevantes são: a qualidade de bebida e a época de maturação das variedades. O Sítio possui variedades de maturação precoce, média e tardia, essa estratégia permite que o produtor colha o café em períodos diferenciados sem que ocorra a saturação da estrutura de pós-colheita.

Tabela 3. Variedades e espaçamentos dos cafeeiros nas áreas A, B e C no Sítio Recanto dos Tucanos

Área	Variedade	Espaçamento (m)
A	Caturra, Catucaí 2 SL	2,5 X 1,2
B	Arara	
C	Catuaí IAC 44	

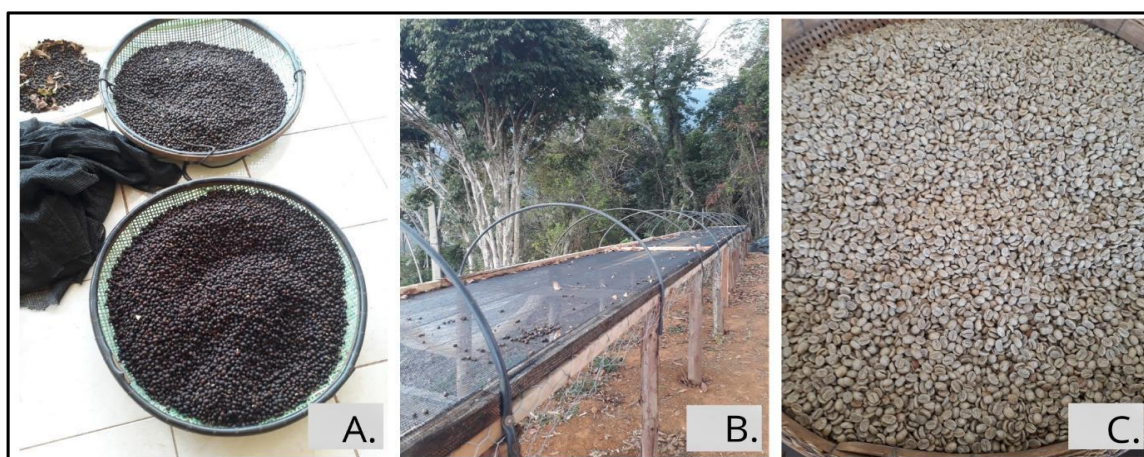
Fonte: os autores (2022).

Verificou-se que o café é colhido de forma seletiva usando a peneira (Figura 10 A), uma prática muito utilizada pelos produtores de região montanhosa. O produto final serve para venda e para o próprio consumo na propriedade. Os grãos de café passam por um processo de coleta feito na lavoura, com ponto de maturação ideal, são selecionados somente grãos maduros, onde o produtor utiliza o terreiro suspenso (Figura 10 B) para secagem dos frutos.

O revolvimento, feito de 10 a 15 vezes durante o dia, juntamente com o vento ajuda na evaporação dos líquidos (mucilagem, hidro gel solúvel e coloidal), que estão presentes no mesocarpo (polpa). Os frutos apresentam elevado teor de umidade no início da secagem,

cerca de 44 a 55%, onde se inicia a desidratação do exocarpo (casca), até a umidade diminuir para aproximadamente 30%, que é a pré-secagem. O processo permanece até que a casca e a polpa estejam com teor de umidade entre 18 a 20%. Quando os grãos estiverem entre 10,5 e 11,5% de umidade, são processados separados da casca e do pergaminho (Figura 10 C) para serem armazenados e já estão prontos para o consumo (Mesquita *et al.*, 2016).

Figura 10. Registros fotográficos do sistema de colheita (A.), pós-colheita (B.) e grãos de café beneficiados (C.) no Sítio Recanto dos tucanos



Fonte: os autores (2022).

Na análise sensorial realizada nos grãos de café da área B, verificou-se que obteve uma pontuação equivalente ao café especial (Tabela 4). Em que a junção dos atributos xícara limpa, doçura, corpo e acidez qualificaram o café com pontuação acima de 80 pontos, qualidade superior ao café convencional (Cezar, 2021).

Tabela 4. Resultado da classificação sensorial dos grãos de café da área B, do Sítio Recanto dos Tucanos, referente a 08/11/2021

Atributos	Resultados
Fragrância/Aroma	8,00
Sabor	8,25
Finalização	8,00
Acidez	8,50
Corpo	8,38
Uniformidade	10,00
Xícara limpa	10,00
Doçura	10,00
Balanço geral	8,38
Pontuação média final	87,9

Fonte: os autores (2023)

O manejo, tratos culturais, altitude, umidade relativa do ar, temperatura e região são fatores que interferem nas características físicas e químicas dos cafés, interligadas com fatores da natureza, tais, como; genética, fatores ambientais, nutricionais, colheita e preparo são responsáveis para a descrição dos atributos encontrados a até o resultado (Mesquita *et al.*, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sítio Recanto dos Tucanos apresenta três áreas com estágios sintrópicos diferentes e recentes. O sistema também possibilita a replicabilidade em demais ambientes, desenhos novos podem ser construídos com a flexibilidade apresentada pela consorciação. As práticas e manejos sintrópicos estão de acordo com os princípios da agricultura sintrópica.

A, área A apresenta melhor estruturação de um sistema sintrópico em relação às demais áreas. A continuidade do manejo sintrópico e práticas conservacionistas realizadas no sítio favorece a melhora da fertilidade e dos níveis de nutrientes no solo.

O principal produto no sítio é o café especial, onde o foco não é a alta produtividade, mas sim a qualidade do produto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter nos proporcionado chegar até aqui.

A nossas famílias por toda dedicação e paciência, contribuindo diretamente para que pudéssemos ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos.

Agradecemos aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e a contribuir para um melhor aprendizado, em especial nosso professor orientador, Jéferson.

Ao Ifes campus de Alegre, por ter nos dado à chance e todas as ferramentas que permitiram chegar ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

Ao proprietário do Sítio Recanto dos Tucanos.

E a todos que de certa forma contribuíram para a nossa pesquisa, de maneira especial a Caparaó Jr., por ter patrocinado as análises químicas do solo e sensorial de café.

REFERÊNCIAS

ALCARAZ-PÁRRAGA, P. **Unidad didáctica “entre plantas: biodiversidad y funciones vitales en plantas”** para e.s.o. con visitas a eco-huerto y jardín botánico. Universidad de Jaén - Centro de Estudios de Postgrado, 2021.

ANDRADE, D. V. P. **Agricultura, Meio Ambiente e Sociedade: um estudo sobre a adotabilidade da agricultura sintrópica**. Universidade Federal do Rio de Janeiro Professor Aloísio Teixeira, Campus UFRJ-Macaé, 2019.

ARAÚJO, D. R. D. **A captação da Água de Chuva para Regularizar a Vazão de Irrigação da Agricultura Familiar**. Pombal, 2019.

ARMANDO, M. S. *et al.* **Agrofloresta para Agricultura Familiar**. Brasília - DF, 2002.

ARRUDA, M. R.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. **Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014.

BALEEIRO, A. V. F. **Interação Termodinâmica- Ecologia e Discussão das Bases Científicas da Agricultura Sintrópica**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás - UFG, 2018.

BERNARDO, S. *et al.* **Manual de Irrigação**. 9 ed. – Viçosa Ed: UFV, 2019.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA; M. F.; FILHO, S. A. C. Controle de plantas daninhas por roçada articulada e eletrocussão. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, v. 1, p. 1-36, 2018.

BRITO, L.; ALMEIDA, A. B. **Manejo Ecológico do Solo e Práticas Conservacionistas**. Faculdade de Ciências Agrônômicas Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus de Botucatu – SP, 2010.

CARVALHO, D. C. *et al.* **Ciclagem de nutrientes de um plantio de eucalipto em regeneração de espécies nativas no sub-bosque**. Espírito Santo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFET-ST, 2016.

CEZAR, J. **Tipos de Café, Ensino e Aprendizado, Padronização do Café Especial**. Andradas – MG, 2021. Disponível em: <<https://www.tostati.com.br/tag/protocolo-sca/>>. Acesso em 20 dez. 2021.

CFSEMG. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação** / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V. Editores. - Viçosa, MG, 1999. 359p.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. **Cultivares de Café**, 2011. Disponível em: <consorciopesquisacafe.com.br>. Acesso em: 29 dez. 2021.

FELIX, D. B. **Sistemas agroflorestais como alternativa para conservação ambiental: Uma Revisão Bibliográfica**. João Pessoa – PB, 2018.

GREGIO, J. V. Da degradação à floresta: A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas fazendas Olhos d'Água e Santa Teresinha, Piraí do Norte/BA. **Ambientes**. 2, n. 2, p. 106-143, 2020.

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GOOGLE EARTH. **Imagens históricas**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 20 set. 2021.

GUIMARÃES, L. A. de O. P.; MENDONÇA, G. C. Agricultura sintrópica (agrofloresta sucessional): fundamentos e técnicas para uma agricultura efetivamente sustentável. **Incapem em Revista**, Vitória, v. 10, p. 6-21, 2019.

ICMBio-MMA. **Parque Nacional do Caparaó**, 2021. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

JUNIOR, P. R. R.; SILVA, V. M.; Guimarães, G. P. **Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação**. Universidade Federal do Espírito Santo; ALEGRES, 2013.

LAZZARI, F. M.; SOUZA, A. S. **Revolução Verde: impactos sobre os conhecimentos tradicionais**. Santa Maria: UFSM - Universidade Federal de Santa Maria. 2017.

MACEDO, J. R. *et al.* **Revegetação da Área de Contribuição e Estabilização de Voçorocas Através de Práticas Mecânicas e Vegetativas**. Jardim Botânico, Rio de Janeiro- RJ, 1998.

MESQUITA, C. M. *et al.* **Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.)**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. il.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção.** Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

QGIS Development Team, (2020). **QGIS Geographic Information System.** Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 20 set. 2021.

PASINI, F. dos S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: História, Fundamentos e seu Nicho no Universo da Agricultura Sustentável.** Rio de Janeiro, 2017.

PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional.** In: II Simpósio de Agrofloresta Sucessional, Aracaju., 2003.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão Natural: Um estudo de Caso.** Piracicaba; Estado de São Paulo. Junho de 1999.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica** [recurso eletrônico] / Adriana Soares Pereira ... [et al.]. – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. de. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças.** Brasília, DF Julho, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/34841/1/ct_62.pdf>. Acesso em 23 dez. 2021.

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

REBELLO, J. F. dos S. **Princípios de Agricultura Sintrópica segundo Ernst Götsch,** 2018.

REIS, A. C. **Manejo de Solo e Plantas.** Grupo A. Porto Alegre: Mariana Belloli, 2017. 89 p.

ROCHA, F. I. *et al.* **Vegetação** espontânea e o controle de espécies competidoras: Efeitos de tipos de capina e cobertura viva em um gradiente de densidade florestal. Brasília- DF, 2017.

ROSAS, I. A. **Avaliação do Uso da Agricultura Sintrópica na Recuperação de Solos Degradados e na Função Ecológica do Meio Ambiente.** Anápolis-GO, 2019.

SANDES, W. A. S. **Implantação da Agricultura Sintrópica na Escola Superior Agrária de Coimbra – ESAC.** COIMBRA, 2019.

SCAA. **Cupping Protocols,** 2008. Disponível em: <http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCAA_CuppingProtocols_TSC_DocV_RevDec08_Portuguese.pdf>. Acesso em 23 dez. 2021.

SOUZA, M. S. *et al.* **Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas de Pastagens Tropicais.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada – PE, 2018.

CAPÍTULO 04

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DO RELEVO E DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM LAVOURA DE CAFÉ ARÁBICA NO SÍTIO CAIAMBA, REGIÃO DO CAPARAÓ, ESPÍRITO SANTO

Bernardo Nasser Lamas

Marcelo Faria da Silva

Jéferson Luiz Ferrari

João Batista Esteves Peluzio

Maurício Novaes Souza

Telma Machado de Oliveira Peluzio

RESUMO: Estudos mostram que a análise da variabilidade espacial possibilita aprimorar o manejo da prática agrícola. Este trabalho teve como objetivo analisar a variabilidade espacial do relevo e de características agronômicas em uma lavoura de café arábica no Sítio Caiamba, localizada na Região do Caparaó, Espírito Santo. Foi realizada uma amostragem sistemática georreferenciada considerando o espaçamento de 10 x 10 m, totalizando 68 pontos amostrais. Em cada ponto amostral, foram coletados a altitude do terreno, a altura da planta, o número de ramos plagiotrópicos, o diâmetro do caule no terço inferior da planta, o diâmetro da copa, a produtividade dos cafeeiros por planta e a porcentagem de grãos verdes e maduros, e boia. Em seguida, os dados foram analisados usando estatística descritiva, correlação linear de Pearson e geoestatística. Zonas de manejo também foram determinadas. Em termos médios, verificou-se os seguintes valores: altitude (716,57 m); altura da planta (2,17 m); número de ramos plagiotrópicos (65,60 unid.); diâmetro da copa (99,66 cm); diâmetro do caule (39,48 mm); produtividade (4,08 L planta⁻¹); porcentagem de verdes e maduros (75,91%); e porcentagem de boia (24,09%). Notou-se correlação linear positiva e significativa entre a altura da planta e número de ramos plagiotrópicos com a produtividade; e correlação linear positiva e significativa entre altura da planta, o número de ramos plagiotrópicos, o diâmetro do caule e o diâmetro da copa. Foi constatada a existência de dependência espacial em todas as características analisadas, o que possibilitou o mapeamento da dispersão espacial das mesmas por meio dos modelos Linear com patamar (altitude, altura da planta e número de ramos plagiotrópicos), Gaussiano (altura da planta, diâmetro de caule e produtividade), e Esférico (porcentagem de verdes e maduros e porcentagem de boias), e formação de duas zonas de manejo.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Cafeicultura de Precisão. Geoestatística.

1.0 INTRODUÇÃO

Devido à diversidade de regiões de cultivo, o Brasil produz uma ampla variedade de grãos de café para atender a várias preferências de sabor e orçamentos. Isso permite a criação de diversos *blends*, incluindo cafés naturais, despulpados, descascados, com notas suaves, ácidas, encorpados, além de cafés aromáticos e especiais (MAPA, 2022).

No País são cultivadas, comercialmente, duas espécies, *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta ou conilon), e acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2023), o Brasil é o principal produtor e exportador de café, sendo o segundo maior consumidor da bebida no mundo. As exportações brasileiras de café em 2022, realizadas para 122 países, obtiveram receita cambial recorde de US\$ 9,233 bilhões, apresentando um substancial crescimento de 46,9% na comparação com os US\$ 6,285 bilhões registrados no ano anterior.

Na safra de 2023, a produção de café no Brasil deverá apresentar um aumento de 7,5% em comparação ao ciclo anterior. Neste período, a colheita é projetada para alcançar 54,74 milhões de sacas beneficiadas, em contraste com as 50,92 milhões de sacas colhidas em 2022. Este resultado positivo é antecipado, mesmo em um ano de bienalidade negativa, conforme indicado pelo segundo relatório da cultura divulgado em 18 de janeiro pela CONAB (2023). Se compararmos a estimativa para este ano com a quantidade colhida na safra de 2021, que também foi um ano de bienalidade negativa, observa-se um incremento de impressionantes 14,7% (CONAB, 2023).

A produção de café arábica está concentrada nos estados de Minas Gerais, como o maior produtor, seguido por São Paulo, Espírito Santo e Bahia. Esses quatro estados respondem por aproximadamente 85% da produção nacional dessa espécie (CONAB, 2023). O café robusta é cultivado principalmente no Espírito Santo, Bahia e Rondônia, concentrando cerca de 95% da produção nacional (MAPA, 2022).

No estado do Espírito Santo, a cafeicultura é a principal atividade agrícola, sendo praticada em todos os municípios capixabas, exceto em Vitória, capital do estado (INCAPER, 2023). No município de Guaçuí, região do Caparaó, Sul do Espírito Santo, a situação não é diferente. A cafeicultura é a principal atividade agrícola econômica (INCAPER, 2023) e ocupa uma área de 58,51 km² (Peluzio *et al.*, 2020), o que representa 12,47% do território do município.

A cafeicultura no município de Guaçuí é desenvolvida em 1.189 propriedades rurais, com predomínio de estabelecimentos da agricultura familiar (INCAPER, 2023), como é o caso do Sítio Caiamba. O Sítio possui uma área total de 24 hectares, sendo que sete hectares são destinados somente para a cultura do café (café arábica). Nele são cultivadas seis variedades diferentes: Catuaí vermelho IAC 44, Catucaí 2SL, Arara, Acauã novo, Catucaí vermelho 785/15, e Catucaí 24/137.

A necessidade de modernizar a produção agrícola tem incentivado os produtores rurais a adotarem uma nova abordagem de práticas agrícolas conhecida como Agricultura de Precisão - AP (Dong; Vuran; Irmak, 2012). Segundo Ferraz *et al.* (2012c), a aplicação da AP no setor do café é referida como Cafeicultura de Precisão (CF), compreendendo um conjunto de técnicas e tecnologias que auxiliam os cafeicultores na gestão de suas plantações, com base na variação espacial das características do solo e das plantas. O objetivando racionalizar o manejo, maximizar o lucro, aumentar a eficiência das práticas de adubação, pulverização e colheita, resultando em um aumento da produtividade e na melhoria da qualidade final do produto (Ferraz *et al.*, 2012b).

Para tal, tem sido comum o uso da Geoestatística, uma área da estatística que lida especificamente com a análise de dados espaciais ou georreferenciados. A Geoestatística desempenha um papel crucial na análise de dados na AP. Conforme observado por Vieira (2000).

O propósito da aplicação da Geoestatística na AP é avaliar a extensão da variação espacial dos atributos do solo e das plantas, com a criação de mapas por meio do método de estimação conhecido como Krigagem. Essa abordagem se baseia no princípio da variação espacial, permitindo a identificação das interações desses atributos no espaço e, se relevante, também no tempo.

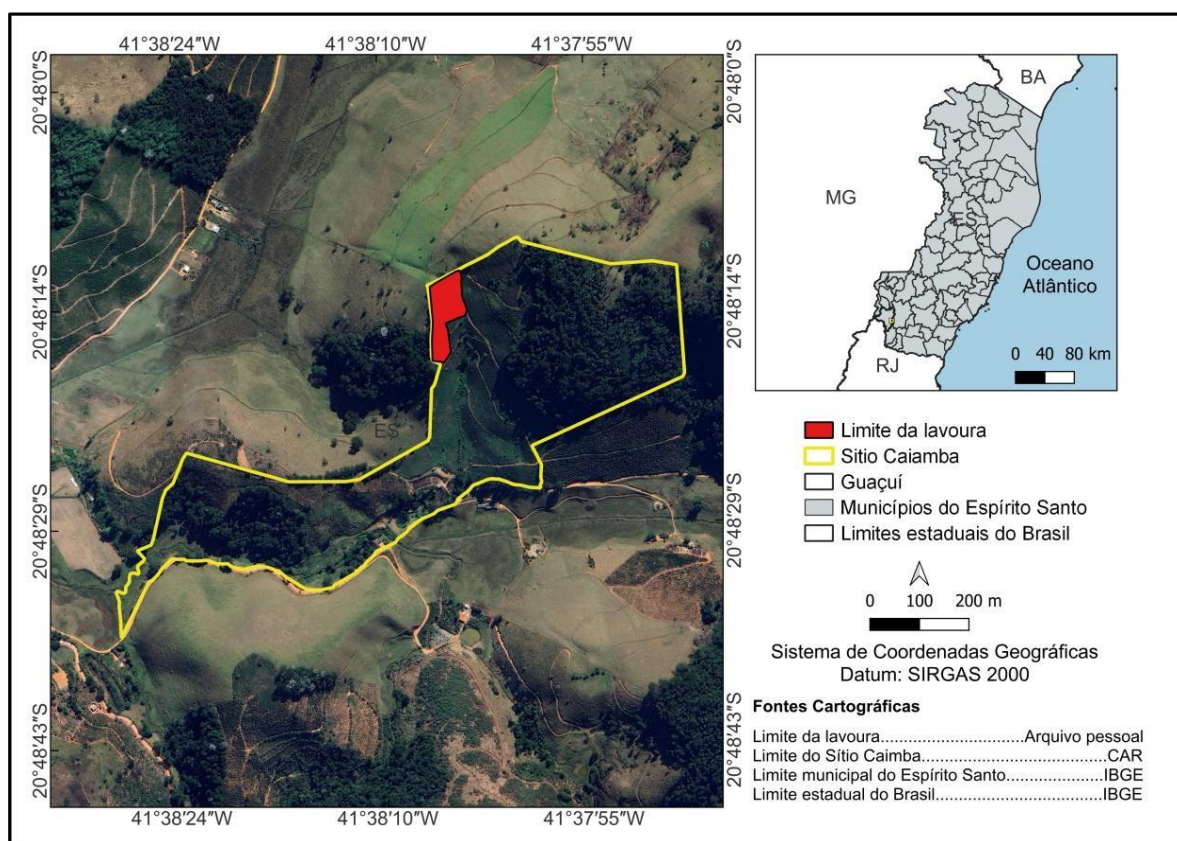
Pelo exposto objetivou-se, analisar a variabilidade espacial do relevo e das características agronômicas dos cafeeiros da lavoura de Catucaí 2SL, no Sítio Caiamba, por intermédio de técnicas da cafeicultura de precisão.

2.0 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado numa lavoura de café variedade Catucaí 2SL, no Sítio Caiamba, no município de Guaçuí, ES (Figura 1).

Figura 1 – Localização lavoura de café, variedade Catucaí 2SL, no Sítio Caiamba, município de Guaçuí, ES



Fonte: os autores (2022).

Conforme a Classificação Climática de Köppen e Geiger, datada de 1928 e revisada por Álvares *et al.* em 2014, a cidade de Guaçuí é categorizada sob o padrão climático "Cfa". Essa designação indica a presença de um clima temperado quente, caracterizado pela ausência de uma estação seca durante o inverno. No cenário climático "Cfa", a temperatura média do mês mais quente supera os 22°C, enquanto a temperatura média do mês mais frio fica abaixo dos 18°C. Além disso, a precipitação média durante o mês menos chuvoso ultrapassa os 60 mm (INCAPER, 2023).

A lavoura possui 3.000 plantas e foi plantada no espaçamento de 2,8 m x 1,0 m, totalizando

uma área de 0,8 ha. Possui 05 anos de idade e é cultivada a pleno sol e, sem irrigação e são feitas 3 adubações com adubos convencionais de NPK (20-06-09), na proporção de 150 gramas por planta (27 sacos de 50 kg, no total), a partir de análise química do solo, que foi feita através de uma amostragem composta constituída de 15 subamostras coletadas aleatoriamente em toda lavoura (Tabela 1), realizada no mês de julho do ano de 2023.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo na lavoura de Catucaí 2SL realizada no mês de julho, no Sítio Caiamba, Guaçuí, Espírito Santo

Características	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	P-rem
	(dag dm ⁻³)	(unid)	(mg dm ⁻³)				(cmol dm ⁻³)		(%)	PPM
Valores	2,5	5,55	8,25	132	2,95	0,85	0,1	5,05	45	14,1

Nota: MO= matéria orgânica, pH= potencial hidrogeniônico P= Fósforo, K= Potássio, Ca= Cálcio, Al= Alumínio, H+Al= Acidez potencial, V= Saturação de base, p-rem= fósforo remanescente.

Fonte: os autores (2022).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada uma amostragem sistemática georreferenciada dos cafeeiros na referida lavoura de café, considerando uma densidade amostral de 85 amostras por hectare, com espaçamento de 10 x 10 m. O espaço de amostragem foi estabelecido com auxílio de uma imagem de satélite, obtida pelo *pugin* HCMGIS e o *software* QGIS Desktop 3.16.12 with GRASS 7.8.5 (QGIS, 2023) (Figura 2), e considerou uma bordadura de 03 m, a partir do limite da lavoura, para maior representatividade.

Dentro da área resultante de amostragem, foram georreferenciados 68 pontos, sendo que cada ponto compreendeu três plantas de café (subamostras), totalizando a coleta de dados de 204 plantas.

No dia 18 de março de 2023, o plano amostral previamente mencionado foi implementado na área de estudo. Para isso, utilizou-se equipamentos específicos, incluindo uma trena de fibra de vidro com 30 m de comprimento e um receptor GNSS configurado para o sistema (GPS+GLONASS) e formato de posição (*Datum* WGS 84 e sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM).

Figura 2. Plano amostral realizado na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, Espírito Santo



Fonte: os autores (2022).

Cada ponto na lavoura foi materializado seguindo o procedimento de estender a trena de 10 em 10 m, respeitando uma bordadura de 3 m, e, em seguida, marcado e etiquetado com sua numeração correspondente.

No período de 18 de março a 03 de junho de 2023, foram coletados os seguintes dados, em cada ponto amostral: altitude do terreno, altura da planta, número de ramos plagiotrópicos, diâmetro do caule no terço inferior da planta, diâmetro da copa, produtividade por planta, e porcentagem de grãos (verdes, maduros e boias). Para tal procedimento foram utilizados os instrumentos e recursos mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Instrumentos e recursos empregados para a coleta dos dados dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, Espírito Santo

Variáveis	Instrumentos e recursos
Altitude (m)	Receptor GNSS, com precisão de ± 3 m
Altura da planta (m)	Estadia topográfica de 4 m, com precisão de mm
Número de ramos plagiotrópicos (uni.)	Contagem
Diâmetro da copa (cm)	Estadia topográfica de 4 m, com precisão de mm
Diâmetro do caule (mm)	Paquímetro digital
Produtividade de grão por planta ($L\ planta^{-1}$)	Coletor de PVC, com precisão e 1 L
Porcentagem de grãos verdes e maduros (%)	Coletor de PVC, com precisão e 1 L e recurso matemático
Porcentagem de grãos boia (%)	Coletor de PVC, com precisão e 1 L e recurso matemático

PVC: Policloreto de vinila.

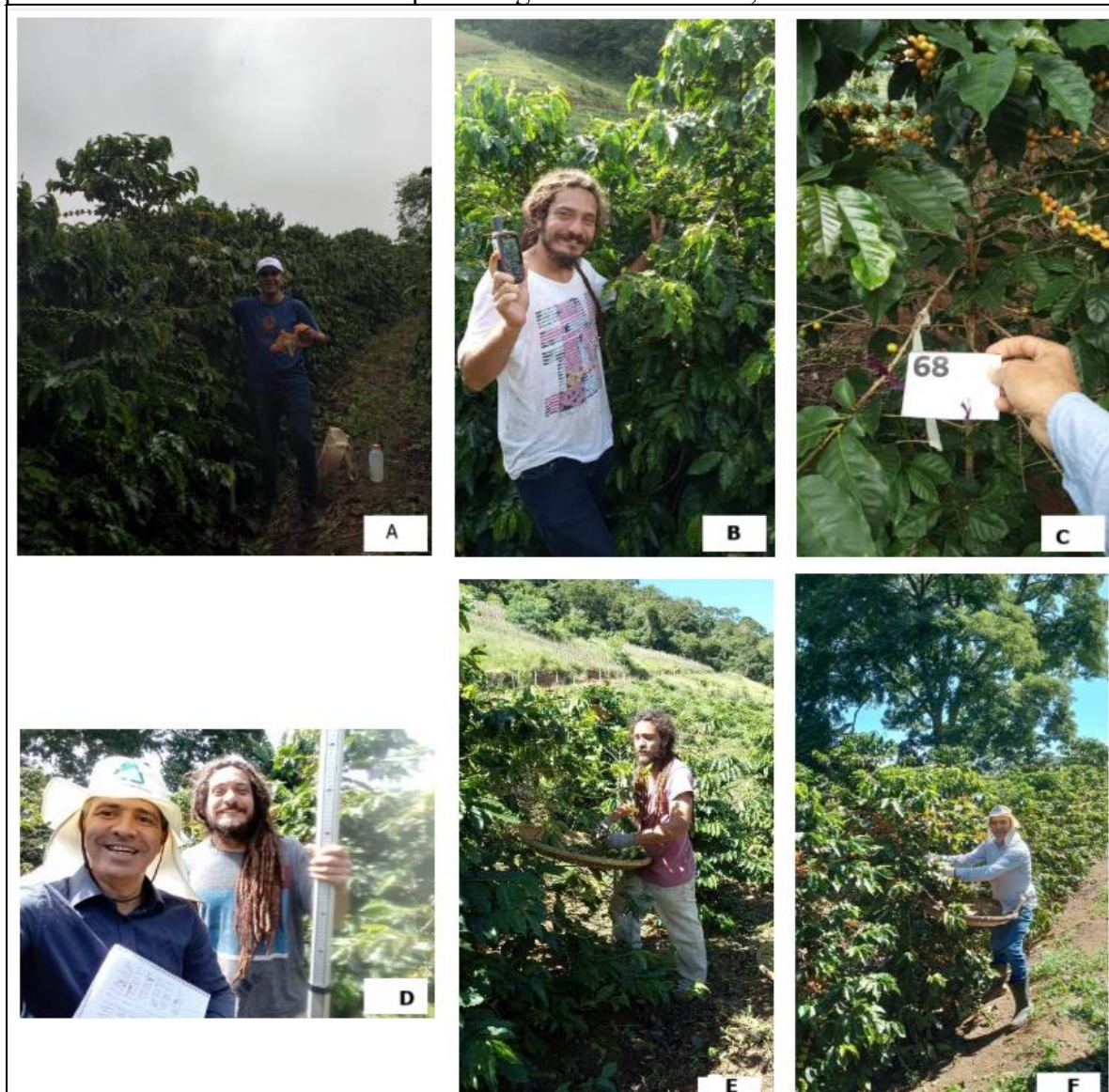
Fonte: os autores (2022).

Para a coleta dos dados referentes aos cafés boias, verdes e maduros foi utilizada uma amostra composta, formada por três plantas, para cada ponto. As amostras compostas foram encaminhadas para o setor de beneficiamento do sítio, e foi realizada a separação das frações pelo método de lavagem ou flotação. Posteriormente, foram calculadas a porcentagem de grãos verdes e maduros (%) e a porcentagem de grãos boia (%).

Na Figura 3 são apresentados alguns registros fotográficos dos procedimentos realizados para a coleta de dados.

De posse dos dados, foi feito a digitação dos mesmos em uma planilha eletrônica utilizando o programa gratuito *Libre Office Cal* (Figura 4) e, em seguida, foi realizada a análise estatística descritiva e Geoestatística dos referidos dados.

Figura 3. Registros fotográficos dos procedimentos realizados a campo para a coleta dos dados dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES: A – Implantação da malha de 10 x 10 m; B – Georreferenciamento dos pontos amostrais; C – Identificação dos pontos amostrais; D – Coleta dos dados da altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro do caule; E e F – Colheita dos grãos de café para o levantamento da produtividade dos cafeeiros e das porcentagens de café verdes, maduros e boia



Fonte: os autores (2022).

Figura 4.– Recorte da planilha eletrônica utilizada para organizar os dados dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Ponto	Rep	Datum e Fuso	UTM_N	UTM_E	ALTITUDE	ALT_m	NRP_Unid	DCOPA	DCAULE	PROD	BOIA_%	VERDMAD_%
2	A 1	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697335	225718	709	2,2	78	98	33,85	11	20,83	79,17
3	A 1	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697335	225718	709	2,08	67	107	35,72	13	20,83	79,17
4	A 1	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697335	225718	709	2,44	31	93	43,05	0	20,83	79,17
5	A 2	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697343	225728	711	2,37	95	104	40,37	10	32,15	67,85
6	A 2	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697343	225728	711	2,64	78	98	39,41	8	32,15	67,85
7	A 2	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697343	225728	711	2,14	52	93	33,55	10	32,15	67,85
8	A 3	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697321	225720	711	2,12	68	107	28,79	3	16,67	83,33
9	A 3	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697321	225720	711	2,64	74	114	24,8	0,5	16,67	83,33
10	A 3	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697321	225720	711	2,98	62	112	32,71	2,5	16,67	83,33
11	A 4	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697328	225728	711	2,88	64	126	35,66	2	23,81	76,19
12	A 4	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697328	225728	711	2,17	70	118	34,27	12	23,81	76,19
13	A 4	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697328	225728	711	2,24	75	120	34,21	7	23,81	76,19
14	A 5	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697335	225734	711	2,3	83	112	39,56	9	21,43	78,57
15	A 5	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697335	225734	711	2,22	62	92	37,47	1	21,43	78,57
16	A 5	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697335	225734	711	2,23	79	101	33,77	4	21,43	78,57
17	A 6	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697343	225740	712	2,68	80	77	30,25	5	21,43	78,57
18	A 6	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697343	225740	712	2,31	88	124	36,3	6	21,43	78,57
19	A 6	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697343	225740	712	2,08	63	101	26,89	3	21,43	78,57
20	A 7	1	WGS 84 – Fuso 24 K	7697349	225745	712	2,27	90	115	37,04	5	31,25	68,75
21	A 7	2	WGS 84 – Fuso 24 K	7697349	225745	712	2,17	61	106	30,22	2	31,25	68,75
22	A 7	3	WGS 84 – Fuso 24 K	7697349	225745	712	1,86	54	99	29,56	1	31,25	68,75

Nota: UTM_N: Coordenadas Universal Transversa de Mercator norte; UTM_E: Coordenadas Universal Transversa de Mercator leste; ALT_m: Altura da planta; NRP_Unid: Número de ramos plagiotrópicos; DCOPA: Diâmetro da Copa; DCAULE: Diâmetro do Caule; PROD: Produtividade; BOIA_%: grãos de café suspenso em água; VERDMAD_%: grãos de café verdes e maduros.

Fonte: os autores (2022).

Na estatística descritiva foram gerados os histogramas e utilizadas as medidas de posição (média e mediana) e a medidas de dispersão (desvio-padrão, coeficiente de variação, limite máximo e mínimo), além das medidas de assimetria e curtose. O coeficiente de variação foi analisado de acordo com Gomes (2009) em categorias: baixo (menor que 10%), médio (10% a 20%), alto (20% a 30%), e muito alto (acima de 30%).

Foi analisada a correlação linear de Pearson entre as variáveis visando identificar a existência, a magnitude e a significância da relação entre a altitude do relevo, as características agrônômicas e de produtividade. A interpretação das correlações foi feita de acordo com Figueiredo Filho; Silva Junior (2009) (Tabela 3) e a significância das correlações foi examinada por meio do teste t – Student ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado para tais procedimentos foi o Infostat, versão gratuita (Di Rienzo *et al.*, 2011).

Tabela 3. Interpretação da correlação entre as características agronômicas, do relevo e de produtividade dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES

Valor de r (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação bem fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: Figueiredo Filho; Silva Junior (2009).

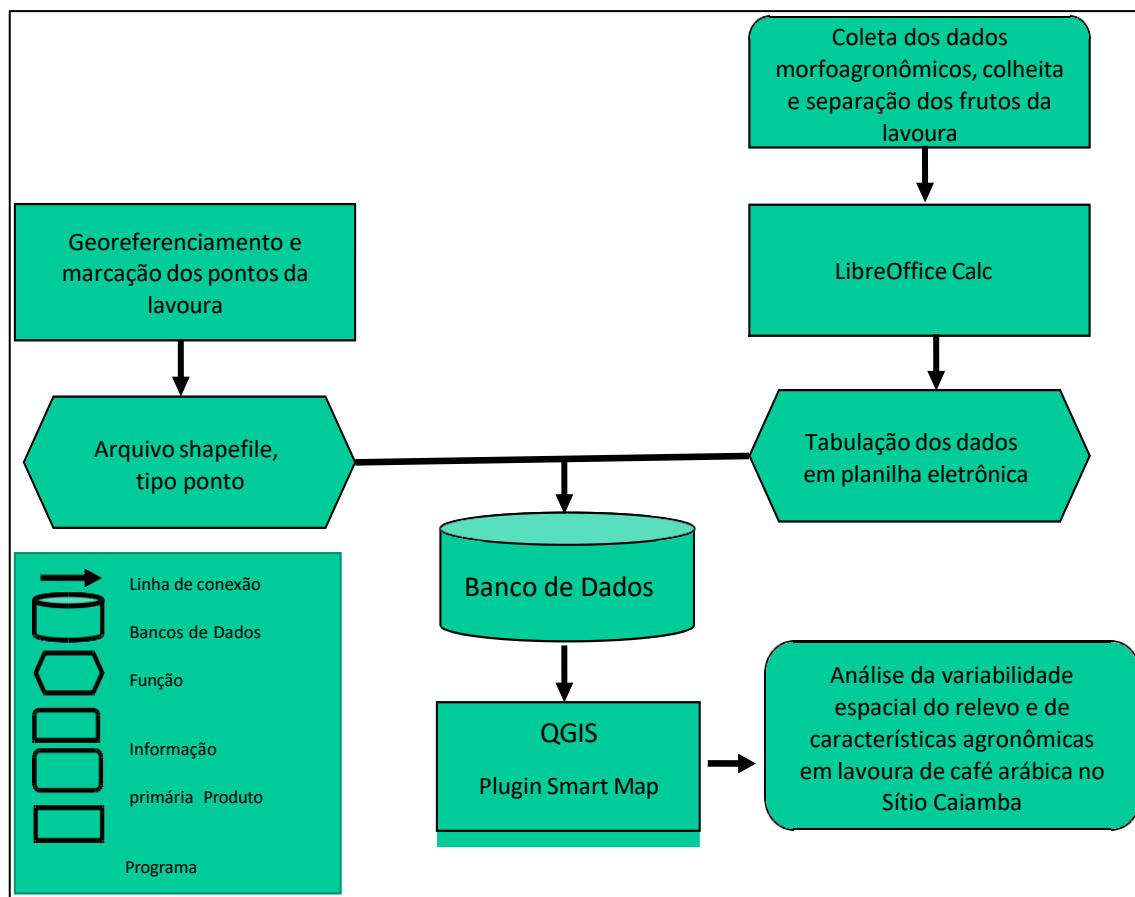
A análise Geoestatística foi feita por meio do aplicativo *Smart-Map* (Pereira *et al.*, 2022), *plugin* disponível no QGIS versão 3.22, um *software* gratuito e de código fonte aberto (QGIS, 2023). Para essa ação foi realizada, inicialmente, a adição da camada de dados, armazenados na planilha eletrônica (Figura 4), seguida da exportação e da reprojeção dos dados para o Sistema de Referência de Coordenadas SIRGAS 2000, UTM Zona 24 Sul.

No *Smart-Map*, foram eliminados os valores discrepantes dos conjuntos de dados (*outliers*), calculados os variogramas e ajustados e analisados os seguintes modelos matemáticos para caracterizar a continuidade espacial das características agronômicas, do relevo e de produtividade dos cafeeiros: Linear, Linear com Patamar, Exponencial, Esférico e Gaussiano. Os melhores modelos foram escolhidos considerando os seguintes critérios: maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e menor valor do Erro Médio Quadrático da Raiz ou *Root Mean Squared Error* (RMSE) e o menor valor do RMSE da validação cruzada. Em seguida foi calculado o Índice de Dependência Espacial (IDE) de cada modelagem e realizadas as interpolações.

Para análise do IDE, foi utilizada a relação $C1 / (C0 + C1)$ e os intervalos propostos por Zimback (2001) que considera: dependência espacial fraca ($IDE < 25\%$); moderada ($25\% \leq IDE < 75\%$) e forte ($IDE \geq 75\%$).

Na Figura 5 é mostrado um fluxograma que sintetiza todos os procedimentos metodológicos.

Figura 5. Fluxograma dos procedimentos metodológicos



Fonte: os autores (2022).

Por fim, foram delineadas zonas de manejo visando o gerenciamento da cultura de forma mais adequada. As variáveis escolhidas foram aquelas que apresentaram correlação linear positiva e significativa com a produtividade dos grãos. Para a definição do número ideal de classes das zonas de manejo foram utilizados os índices: Índice de Performance *Fuzzy* (FPI) e Entropia de Classificação Normalizada (NCE) (SONG et al., 2009). O número máximo de interações foi 100 e o Coeficiente *Fuzzy* foi 1,25.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, foram apresentados os resultados da estatística descritiva.

Tabela 4. Resumo da análise da estatística descritiva dos dados coletados das características agronômicas, do relevo e de produtividade dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES

Variável	M	DP	CV (%)	Mín	Má x.	Medi	As	Cur
Altitude (m)	716,57	4,17	0,58	705,67	723,44	716,48	-0,10	-0,78
Altura da planta (m)	2,17	0,29	13,53	1,21	3,10	2,18	0,07	0,71
Número de ramos plagiotrópicos (Unid.)	65,60	18,53	28,24	14,00	105,00	66,00	-0,36	-0,29
Diâmetro da copa (cm)	99,66	19,42	19,49	00,00	143,00	102,00	-1,69	6,19
Diâmetro do caule (mm)	39,48	9,65	24,45	17,00	71,00	39,54	0,42	0,69
Produtividade de grãos por planta (L/planta)	4,08	4,17	102,04	00,00	17,00	3,00	1,34	1,03
Porcentagem de grãos boia (%)	24,09	11,31	46,94	6,67	64,52	21,83	1,52	3,05
Porcentagem de grãos verdes e maduros (%)	75,91	11,31	14,90	35,48	93,33	78,17	-1,52	3,05

Nota: M= Média; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação (%); Mín. = Valor mínimo; Máx. = Valor Máximo; Medi= Mediana; AS= Assimetria; Cur= Curtose.

Fonte: os autores (2022).

Verifica-se que a maioria das características exibiu média e mediana similares, indicando uma distribuição de dados que se aproxima da normalidade, mesmo para aquelas com discrepâncias ligeiras em termos de assimetria e curtose em comparação com a distribuição normal (Tabela 4).

O valor da altitude média do relevo foi de 716 m, com pequena variação altimétrica de 17,77 m. O valor encontrado está de acordo com a recomendação da Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária para o cultivo da espécie de café estudada, que exige altitude superior a 500 m (EMBRAPA, 2021).

Ao analisar a altura média das plantas (2,17 m) com a altura média das plantas da variedade Catucaí 2 SL, reportada pelo Consórcio Café (Consórcio café, 2016), percebe-se que os valores foram próximos. De acordo com esta fonte, a altura média das plantas da variedade

Catucaí 2 SL varia de 2 a 2,3 m. Tais valores facilitam a realização dos tratos culturais do café, principalmente durante a colheita, pois proporcionam maior conforto para o apanhador de café ou para a colhedora de café, aumento no rendimento da colheita e minimização de danos às plantas, contribuindo para a preservação da arquitetura da planta.

Quanto ao diâmetro da copa dos cafeeiros, o valor médio e o valor máximo encontrados na lavoura (99,66 cm e 143 cm, respectivamente) são menores do que os valores relatados pelo Consórcio Café (2016), que variam de 180 a 200 cm. O valor médio encontrado no número de ramos plagiotrópicos na lavoura foi de 65,60 e se observa uma grande variação nessa característica agrônômica, pois a diferença entre o menor e o maior valor foi de 91 ramos. Analisando o diâmetro do caule pode-se observar que o valor médio das plantas foi de 39,48 mm. Nota-se também uma variação grande entre o menor e o maior valor encontrado (54 mm).

As amplitudes encontradas no número dos ramos plagiotrópicos e no diâmetro do caule podem estar relacionadas às diferenças de fertilidade do solo (Tabela 1) e podem, por consequência, impactar os resultados da produtividade da lavoura, pois nos ramos plagiotrópicos, por exemplo, é que as flores dos cafeeiros se desenvolvem e, se forem polinizadas com sucesso, darão origem aos frutos de café, que contêm os grãos. Dessa forma, a adubação dos cafeeiros com base na análise do solo é fundamental, pois possibilita vários efeitos benéficos, como crescimento vigoroso das plantas de café, resultando em plantas mais robustas e produtivas (IAPAR 2002).

Quanto a produtividade de grãos por planta, percebe-se que o valor médio foi de 4,08 L/planta. Considerando que a idade da lavoura é de 5 anos, que a lavoura tem 3.000 plantas e que ocupa uma área de 0,8 ha, verifica-se que a produção da lavoura seria de 12.240 litros de café; e considerando que 480 litros de café (grãos maduros) equivalem a 1 saca beneficiada, constata-se que a produtividade da lavoura seria de 25,5 sacas. Esse valor encontra-se abaixo do valor reportado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, para essa variedade, que é de 48,9 sacas por hectare (2018). Porém, é importante ressaltar que essa é uma estimativa aproximada e os valores reais podem variar.

Deve-se levar em consideração a qualidade dos grãos e as práticas de beneficiamento utilizadas na região.

As porcentagens médias de grãos bóia e de grãos verdes e maduros foram de 24,09% e

75,91%, respectivamente. Ambas com amplitudes de 57,85%. Os resultados encontrados estão de acordo com a época e o período da colheita que foi de 27 maio a 3 de junho, antes que os grãos de café secassem na planta, resultando em um aumento na porcentagem de grãos verdes e maduros.

Os coeficientes de variação variaram de baixo ($<10\%$) a muito alto ($>30\%$). A menor dispersão dos dados ocorreu na Altitude e a maior dispersão na Produtividade de grãos por planta, seguida pela Porcentagem de grãos boa, ambas muito alta. O Número de ramos plagiotrópicos e o Diâmetro do caule apresentaram alta dispersão; a Altura da planta, a Porcentagem de grãos boa e o Diâmetro da copa apresentaram dispersão média (Gomes, 2009). O coeficiente de variação é uma medida estatística útil para expressar a variabilidade relativa de uma distribuição de dados em relação à média e é amplamente utilizado em diversas áreas para fornecer uma perspectiva da dispersão dos dados.

Os resultados da análise de correlação linear de Pearson entre as características agrônômicas, do relevo e de produtividade dos cafeeiros são mostrados na Tabela 5 e, na Tabela 6, os resultados da análise de dependência espacial delas.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Person (r) entre as características agrônômicas, do relevo e de produtividade dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES

Variável	Altitude (m)	Altura da planta (m)	Nº de ramos plagiotrópicos (unid)	Diâmetro do caule (mm)	Diâmetro da copa (cm)	Produtividade de grãos (Litros/planta)	Porcentagem de verdes e maduros (%)	Porcentagem de grãos boia (%)
Altitude (m)	1,0	0,003 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,33**	0,18*	-0,11 ^{ns}	-0,21*	0,21*
Altura da planta (m)		1,00	0,56**	0,58**	0,62**	0,18*	-0,12 ^{ns}	0,12
Nº de ramos plagiotrópicos (unid)			1,00	0,37**	0,51**	0,34**	-0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Diâmetro do caule (mm)				1,00	0,49**	0,09 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Diâmetro da copa (cm)					1,00	0,09 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Produtividade (Litros/planta)						1,00	0,20 ^{ns}	-0,20 ^{ns}
Porcentagem de grãos verdes e maduros (%)							1,00	-1,00**
Porcentagem de grãos boia (%)								1,00

Nota: * Correlações de Pearson significativa testada por meio do teste t – Student a nível de 5% de probabilidade, ** Correlações de Pearson significativa testada por meio do teste t – Student a nível de 1% de probabilidade, ns Correlações não significativas.

Fonte: os autores (2022).

Tabela 6 – Medidas da análise de dependência espacial das características agrônômicas, do relevo e de produtividade dos cafeeiros na lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES

Variável	I. Moran	Modelo	Co	Co +C	A	RMSE	R ²	IDE	Dependência
Altitude (m)	1,00**	Linear com patamar	0,000	25,140	50,589	48,278	0,945	100,00	Forte
Altura da planta (m)	0,598**	Gausiano	0,039	0,074	56,829	0,000	0,933	47,30	Moderada
Nº de ramos plagiotrópicos (unid)	0,598**	Linear com patamar	168,513	273,785	56,779	3139,812	0,767	38,45	Moderada
Diâmetro do caule (mm)	0,495**	Gausiano	54,275	86,878	42,099	205,004	0,867	37,52	Moderada
Diâmetro da copa (cm)	0,441**	Linear com patamar	170,671	241,453	56,743	391,235	0,923	29,31	Moderada
Produtividade de grãos por planta (Litros/planta)	0,456**	Gausiano	10,181	13,236	20,666	5,309	0,633	23,08	Fraca
Porcentagem de grãos verdes e maduros (%)	1,00**	Esférico	14,987	70,472	21,701	259,171	0,899	78,73	Forte
Porcentagem de grãos boa (%)	1,00**	Esférico	14,987	70,472	21,701	259,171	0,899	78,73	Forte

Nota: C0: Efeito Pepita; C0+C1: Patamar; a: Alcance (m); RMSE: *Root Mean Squared Error* OU Raiz Quadrada do Erro-Médio; R² : Coeficiente de Determinação; IDE: Índice de Dependência Espacial (%).; significativa testada por meio do teste t – Student a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: os autores (2022).

Verifica-se na Tabela 5 que não houve correlação linear de Pearson muito forte. Os maiores valores de correlação (grifados em negrito) ocorreram entre Altura da planta e Diâmetro de copa, Altura da planta e Diâmetro de caule, Altura da planta e N° de ramos plagiotrópicos, Diâmetro de copa e Número de ramos plagiotrópicos, Diâmetro de copa e Diâmetro de caule. Todas essas correlações foram positivas e significativas, sendo classificadas como moderadas (Figueiredo Filho; Silva Júnior, 2009).

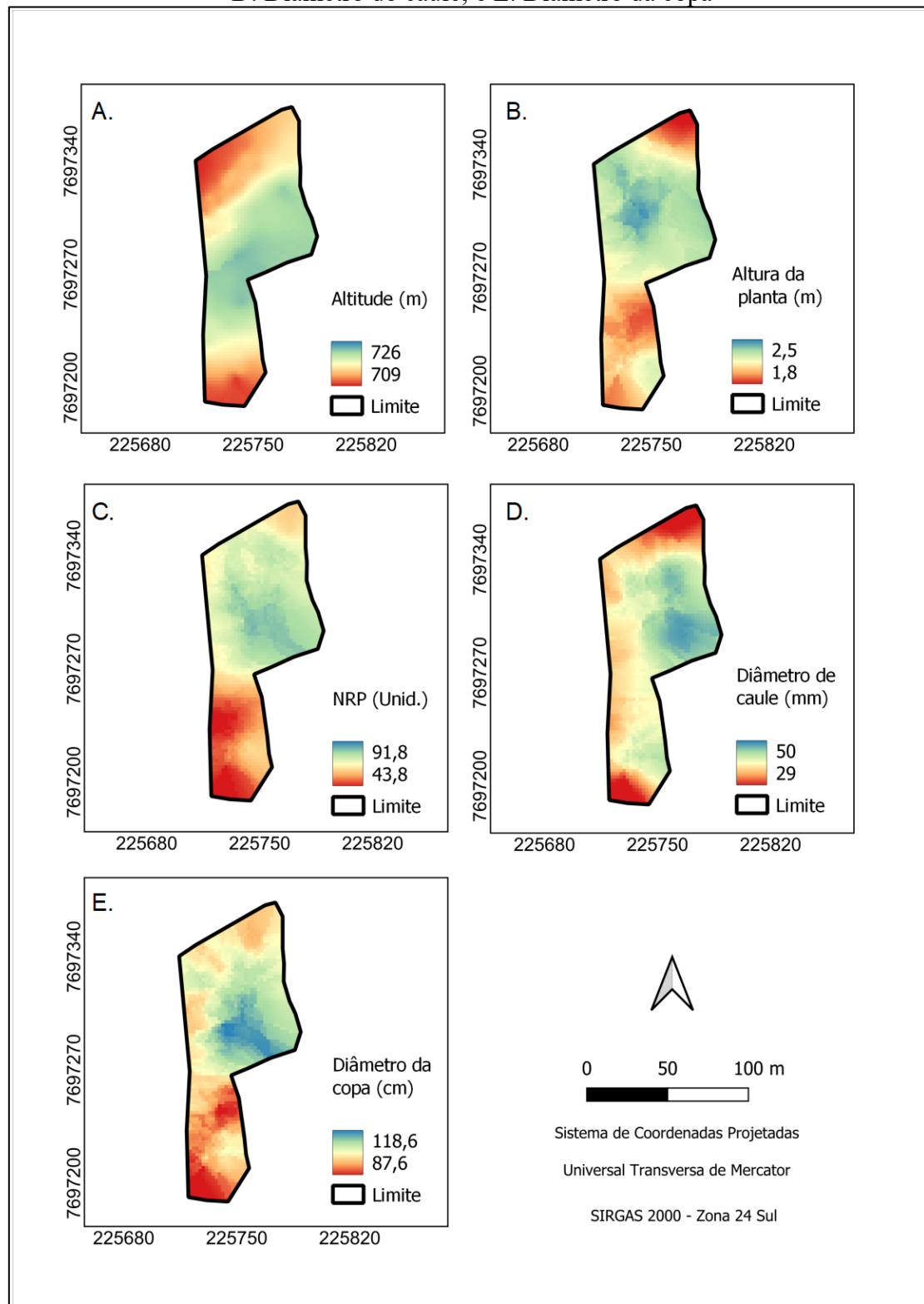
Nota-se correlação linear positiva e significativa entre a Altura da planta e Número de ramos plagiotrópicos com a produtividade, indicando que quanto maior a Altura da planta e o Número de ramos plagiotrópicos maior a Produtividade de grãos de café por planta. Esses resultados concordam com as discussões realizadas anteriormente sobre a relação entre o Número de ramos plagiotrópicos e a produtividade de café. Porém, deve-se destacar que as correlações encontradas nesse trabalho foram consideradas fracas, apesar de significativas (Figueiredo Filho; Silva Júnior, 2009).

Ao observar a Tabela 6, constata-se a existência de dependência espacial em todas as características analisadas, como pode ser notado pelos valores do Índice de Moran, positivos e significativos (Fonseca, 2012), e pelos valores e interpretação do IDE (Zimback, 2001). As dependências variaram de Fraca a Forte. A menor dependência espacial ocorreu na Produtividade de grãos por planta e as maiores dependências ocorreram na Altitude e Porcentagem de grãos verdes e maduros e Porcentagem de grãos boia.

Os valores de alcance variaram de 20,666 m, para a Produtividade de grãos por planta, até 56,829 m para a Altura da planta. De modo geral, quanto maior o alcance, maior é a continuidade espacial da variável de estudo, o que favorece a obtenção de estimativas mais confiáveis com interpolação por Krigagem (Souza *et al.*, 2008). Áreas acima do alcance são consideradas independentes, de acordo com estes mesmos autores. Os valores de alcance obtidos nesta pesquisa podem fornecer suporte para o desenvolvimento de novas estratégias de amostragem a serem aplicadas na mesma lavoura do Sítio Caiamba.

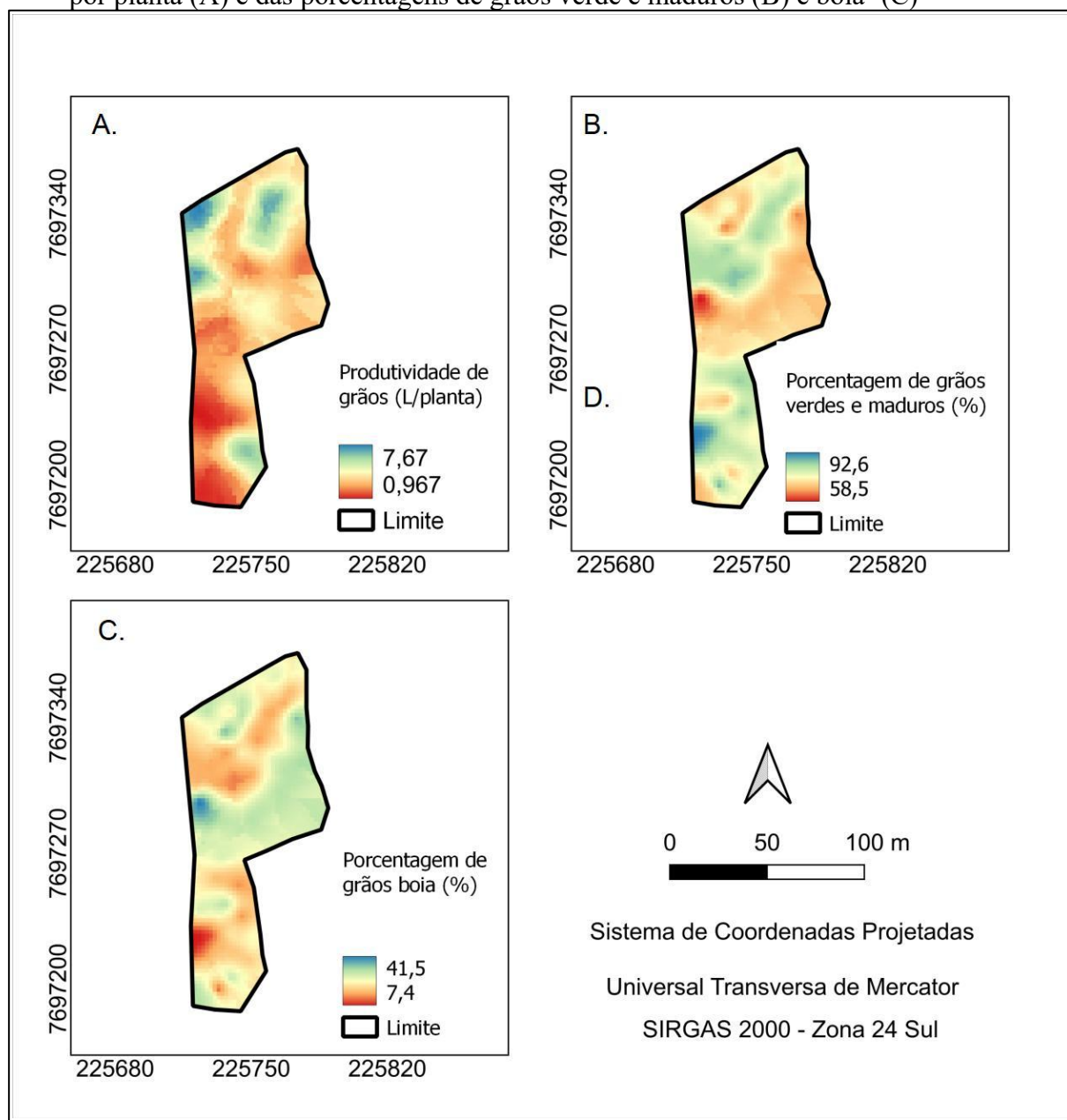
A comprovação da dependência espacial permitiu o mapeamento da dispersão espacial de todas as características pelo método da Krigagem (Figura 6 e 7).

Figura 6. Distribuição espacial da altitude e das características agrônômicas dos cafeeiros: A. Altitude; B. Altura da planta; C. Número de Ramos Plagiotrópicos (NRP); D. Diâmetro do caule; e E. Diâmetro da copa



Fonte: os autores (2022).

Figura 7. Distribuição espacial das variáveis da produtividade de grãos dos cafeeiros por planta (A) e das porcentagens de grãos verde e maduros (B) e boia (C)



Fonte: os autores (2022).

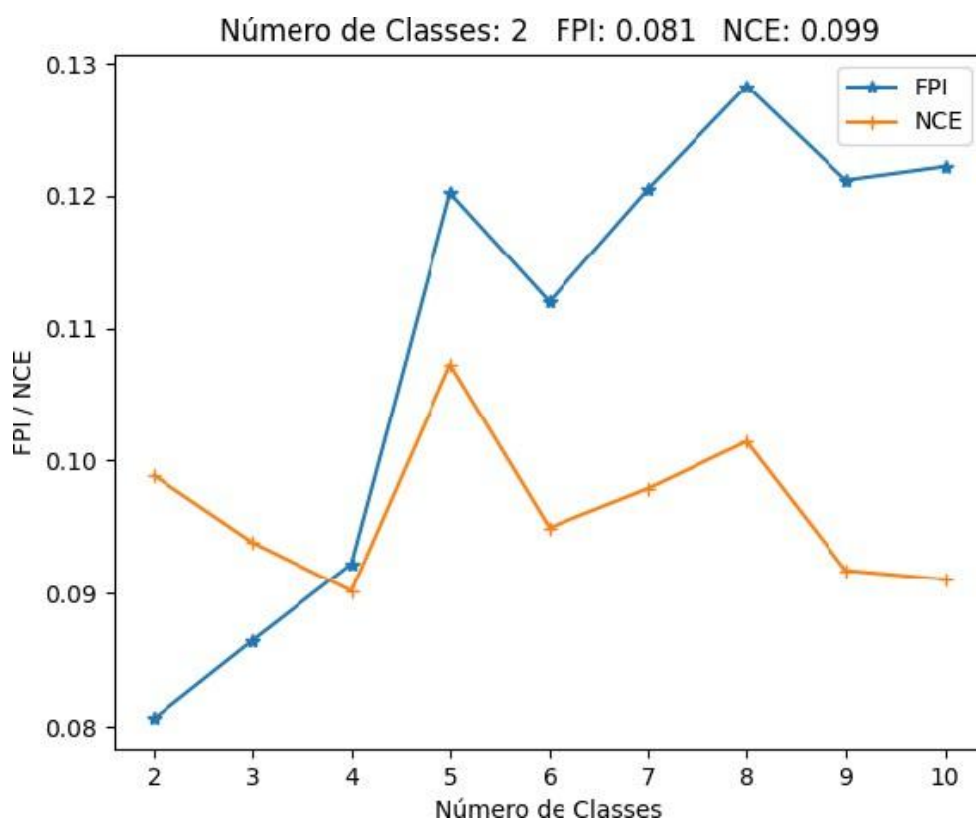
As dispersões espaciais foram feitas usando modelos Lineares com patamar para Altitude, Número de ramos plagiotrópicos e Diâmetro de copa; modelo Gaussiano para Altura da planta, Diâmetro de caule e Produtividade; e modelos Esféricos para Porcentagem de verdes e maduros e Porcentagem de boias.

Através da simbologia de cores, observa-se o comportamento heterogêneo das variáveis na lavoura, onde a cor vermelha representa valores menores e a cor azul, valores maiores. De modo geral, nota-se assim que os menores valores ocorreram na parte inferior dos mapas (parte mais baixa do terreno), exceto para a porcentagem de grãos verde e maduros.

Segundo a 5ª Aproximação Recomendação para o uso de corretivos de fertilizantes de Minas Gerais (1999), o pH da lavoura é considerado bom, que é assim considerado quando o valor se encontra entre 5,5 e 6,0. Com relação a MO o valor encontrado é considerado médio, 2,01 a 4,0 dag/dm³. Em relação ao P o valor encontrado é considerado baixo, que é o valor que se encontra entre 6,1 a 8,3 mg/dm³ de acordo com o p-rem. Com relação ao K a lavoura apresentou um valor que é considerado bom, que varia de 120 a 200 mg/dm³.

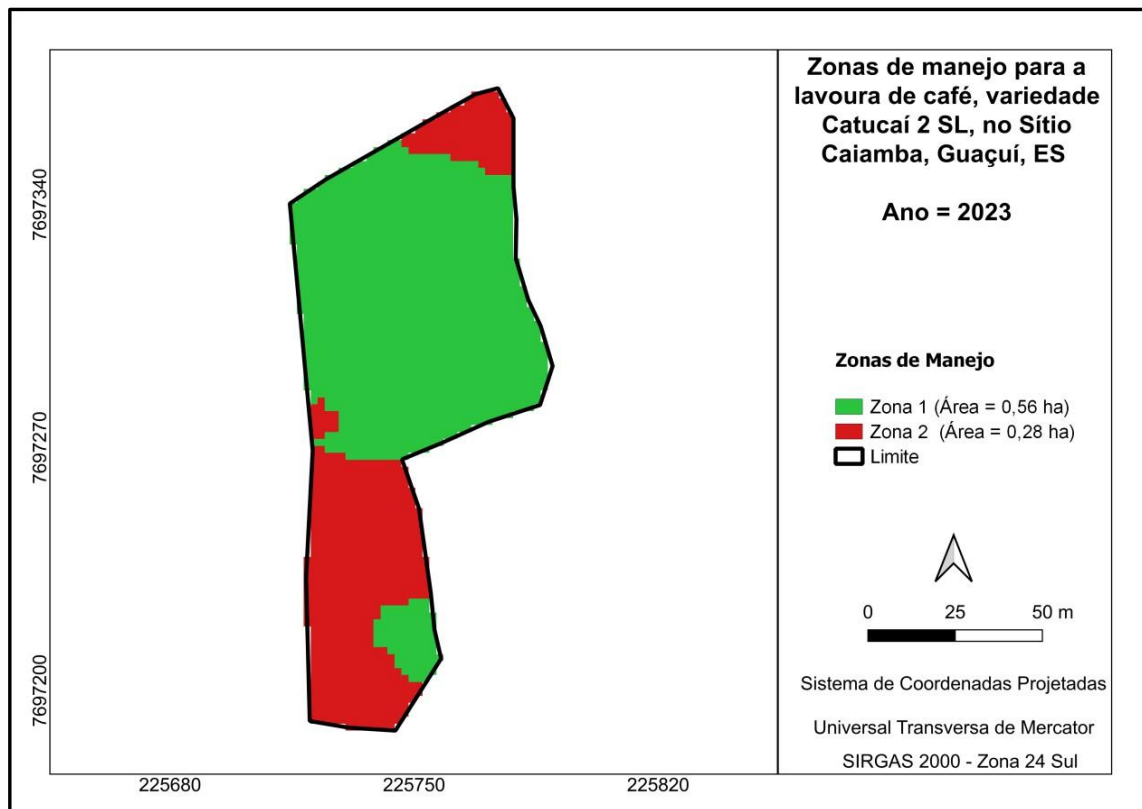
Na Figura 8 é mostrado o gráfico e o resultados dos índices FPI/NCE e, na Figura 9 é mostrado o resultado da delimitação das zonas de manejo para lavoura de café, considerando as variabilidades espaciais e as correlações positivas e significativas entre a produtividade de grãos por planta e as alturas das plantas e o número de ramos plagiotrópicos. Verifica-se a formação de duas zonas de manejo: Zona 1, com 0,56 ha, e a Zona 2, com 0,28 ha. Nessas áreas os valores dessas variáveis são semelhantes onde na zona 2 foi encontrado menores valores de produtividade e tais resultados se constituem uma estratégia interessante para conhecer melhor a lavoura e administrar melhor o manejo dela.

Figura 8. Gráfico da relação entre Índice de Performance *Fuzzy* (FPI) e Entropia de Classificação Normalizada (NCE)



Fonte: os autores (2022).

Figura 9. Delimitação das zonas de manejo para lavoura de café, variedade Catucaí 2 SL, no Sítio Caiamba, Guaçuí, ES



Fonte: os autores (2022).

A identificação das áreas heterogêneas na lavoura pode ser de grande auxílio ao proprietário do Sítio Caiamba, auxiliando-o no entendimento da situação e na tomada de decisões informadas. Recomenda-se também a realização de um novo estudo no Sítio após as intervenções, visando verificar a eficiência da intervenção e otimizar ainda mais o manejo.

Ferraz et al. (2017), ao lidar com produtividade, altura da planta e diâmetro de copa, constataram que o modelo Esférico se mostrou mais adequado para essas variáveis. Isso evidencia a ausência de um modelo matemático padrão para a interpolação das variáveis, ressaltando a necessidade de avaliar cada caso individualmente.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores médios das características analisadas foram Altitude 716,57 m; Altura da planta 2,17 m; Número de ramos plagiotrópicos 65,60 unidades; Diâmetro da copa 99,66 cm; Diâmetro do caule 39,48 mm; Produtividade 4,08 litros/planta; Porcentagem de verdes e maduros 75,91%; Porcentagem de boias 24,09%.

Foi observada a existência de dependência espacial em todas as características analisadas o que permitiu a formação de duas zonas de manejo.

A combinação das ferramentas de estatística descritiva e geoestatística foi fundamental na caracterização da variabilidade espacial do relevo e das características agronômicas em lavouras de café. Esse enfoque possibilitou não apenas compreender de forma abrangente a distribuição espacial dessas variáveis, mas também oferece um importante suporte para a tomada de decisões com foco no aprimoramento da gestão e do planejamento das lavouras de café.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao proprietário do Sítio Caiamba pelo apoio e pela oportunidade de conduzir este trabalho em sua propriedade. Esperamos que os resultados da pesquisa sejam benéficos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. In: Econometria Espacial Aplicada. Editora alínea. 2012. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes 1999 em Minas Gerais - 5ª Aproximação** / Antônio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V. Editores. Viçosa, MG, 1999.

CONAB. **Levantamento da Conab estima produção de café**, 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5003-levantamento-da-conab-estima-producao-de-cafe-em-54-74-milhoes-de-sacas-na-safra-2023>>. Acesso em: 18 out. 2023.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. **Pesquisa Catuai amarelo**, 2016. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/2016-05-27-17-05-35/500-catuai-amarelo>>. Acesso em: 28/09/2023.

DE SOUZA, G. S. *et al.* Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 30, n. 4, p. 589-596, 2008.

DONG, X.; VURAN, M. C.; IRMAK, S. **Autonomous precision agriculture through integration of wireless underground sensor network with center pivot irrigation systems**. *Ad Hoc Networks*, 2012.

EMBRAPA. **Novas cultivares de café arábica são indicadas para o plantio no estado do Espírito Santo**, 2021. Disponível em: <Novas cultivares de café arábica são indicadas para plantio no estado do Espírito Santo - Portal Embrapa>. Acesso em: 22/10/2023.

FERRAZ, G. A. S. *et al.* Agricultura de precisão no estudo de atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira. **Coffee Science**, v. 7, n. 1, p. 59-67, 2012.

FERRAZ, G. A. S. *et al.* Variabilidade espacial e temporal do fósforo, potássio e da produtividade de uma lavoura cafeeira. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 1, p. 140- 150, 2012.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)*. **Revista Política Hoje**, Recife, v. 18, n.3, p. 115-146, 2009.

IAPAR. Instituto agrônomo do Paraná. **Manejo do solo, adubação e calagem, antes e após a implantação da lavoura cafeeira**, 2002.

INCAPER. **PROATER 2020-2023. Guaçuí**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Guacui.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2023.

MAPA. **Café no Brasil e ementário do café**, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira#:~:text=Atualmente%2C%20o%20caf%C3%A9%20%C3%A9%20relevante,ao%20produtor%20e%20sua%20atividade>>. Acesso em: 18 out. 2023.

QGIS. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

PELUZIO, T. M. de O. *et al.* Uso da geotecnologia para o mapeamento da cafeicultura no Caparaó Capixaba. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 4, p. 92-104, 2020.

PEREIRA, G. W. *et al.* Smart-map: an open-source qgis plugin for digital mapping using machine learning techniques and ordinary kriging. **Agronomy**, MDPI, v. 12, n. 6, p. 1350, 2022.

SONG, X. *et al.* The delineation of agricultural management zones with high resolution remotely sensed data. **Precision Agriculture**, v. 10, n. 6, p. 471–487, 2009.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. Tese (Livre-Docência) -Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CAPÍTULO 05

ESTUDO DA FENOLOGIA DO CAFEIEIRO E A OCORRÊNCIA DE LÍQUENS EM UMA LAVOURA DE CAFÉ CONILON A PLENO SOL: UM ESTUDO DE CASO

Thais Ferreira da Silva

Vinicius Ribeiro de Souza

Jéferson Luiz Ferrari

Atanásio Alves do Amaral

Rafael Nunes de Almeida

Mayra da Silva Polastrelli Lima

RESUMO: Os líquens são associações simbióticas entre fungos e algas que possibilitam indicar a qualidade do ambiente e nível de perturbação antropogênia existente no mesmo. Este trabalho teve como objetivo estudar a ocorrência de líquens em uma lavoura de café conilon, conduzida em monocultivo a pleno sol. O estudo foi conduzido no Setor de Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo-Campus de Alegre, Alegre, ES, dentro de um período de um ano (Abril/2018 a Abril/2019). Foram levantadas, nos caules dos cafeeiros (terço inferior) da variedade cultivada Robustão Capixaba, as seguintes características: a presença, a quantidade, o morfotipo e a posição geográfica dos líquens em relação aos pontos cardeais. Foram também realizados o registro fotográfico dos líquens, o levantamento da altura de planta e do diâmetro do caule no terzo inferior dos cafeeiros, e o monitoramento da precipitação pluviométrica mensal e da temperatura do ar. As observações foram feitas considerando um intervalo de 15 dias. Verificou-se que a lavoura de café conilon manejada a pleno sol apresenta quatro morfotipos diferentes de líquens: Verde claro folhoso (em forma de folha), Verde folhoso, Verde escuro crostoso (forma uma crosta no caule) e cinza folhoso. Notou-se também que a estação seca apresentou a maior ocorrência e morfológica. Os morfotipos verde claro folhoso e verde folhoso foram os mais representativos na estação seca; enquanto na estação chuvosa, o morfotipo cinza folhoso representou sozinho cerca de 64% das ocorrências. Em relação aos pontos cardeais, constatou-se maior ocorrência nas faces dos caules voltados para os pontos cardeais leste e oeste, e isso foi observado nas duas estações: seca e chuvosa. As menores ocorrências foram notadas nas faces dos caules voltadas para o ponto cardinal Norte.

Palavras-chave: Bioindicador ambiental. Coffea. Liquenologia. Geoprocessamento.

1.0 INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea* sp.) tem origem da África, onde ocorre espontaneamente como planta de sub-bosque. De acordo com Ferrão *et al.* (2007) há mais de 70 espécies descritas, porém, as mais cultivadas comercialmente são *Coffea arabica*, originária da Etiópia, e *Coffea canephora*, do Congo.

A espécie *Coffea canephora* é a segunda espécie mais cultivada no mundo, incluindo diversas variedades adaptadas a regiões quentes e úmidas (Charrier; Berthaud, 1985). O Espírito Santo, por exemplo, se destaca como o maior produtor brasileiro desta espécie, chamada no Estado como café conilon. O seu cultivo geralmente ocorre em regiões de altitudes abaixo de 500 m e na forma de monocultivo, a pleno sol (Charrier; Berthaud, 1985; Matiello, 1991).

O cultivo de apenas uma cultura em uma mesma área por determinado período de tempo pode acarretar uma série de impactos negativos ao ambiente. Algumas pesquisas têm confirmado que a população de microrganismos em solos de monocultura tem necessidade energética mais elevada (maiores atividades metabólicas específicas) para sua manutenção que aquela de solo sob vegetação nativa que parece não estar submetido a estresse (Baretta *et al.*, 2005; Marchiori Júnior; Melo, 1999).

Na monocultura há uma simplificação da estrutura da paisagem que afeta drasticamente a biodiversidade e o equilíbrio ecológico da mesma. De acordo com Paulo *et al.* (2001), a monocultura gera um efeito negativo sobre a quantidade e diversidade dos organismos da fauna e da flora, e aponta que uma das soluções para minimizar essa situação é o emprego de práticas agroecológicas, como o consórcio de culturas como, por exemplo, café com leguminosas.

Desta forma é fundamental buscar meios para avaliar os impactos da simplificação do agroecossistema ao meio ambiente e uma das formas para se fazer isso é o uso de bioindicadores, ou seja, o estudo de uma espécie ou grupo de espécies que pode refletir o estado biótico ou abiótico de uma área ambiental (Mcgeoch; Chown, 1998).

Dentre os diversos bioindicadores, os líquens são considerados eficientes indicadores qualidade de ar (Nimis; Castello; Perotti, 1990; Garty, 1993; Marcelli, 2006). De acordo com Nash (2008), os líquens são associações simbióticas entre um fungo (micobionte) e uma ou mais algas (fotobionte). Nos líquens, as algas constituem, com raras exceções,

sua massa ou volume variando entre 5-10% de uma parte muito pequena do talo onde são completamente envolvidas pelos tecidos do fungo. Portanto, toda a organização do talo líquênico se deve ao fungo. As algas podem, ou não, estar restritas a uma camada especial do talo e responsabilizam-se totalmente pela fotossíntese (Smith *et al.*, 1987).

Os estudos com líquens em agroecossistemas é considerado escasso até as duas últimas décadas (Marcelli, 1996). Em lavouras de café é pouco encontrado. As poucas estimativas de diversidade existentes vêm de observações e experiências pessoais (Marcelli, 1996, 1997, 1998a), e os números apresentados podem ser igualmente subestimados. Estima-se que por volta de 20% das espécies de fungos sejam conhecidas e quase metade das espécies de ascomicetos sejam liquenizadas (Marcelli, 1996).

Este trabalho teve como objetivo estudar a ocorrência de líquens em uma lavoura de café conilon, conduzida em monocultivo a pleno sol.

2.0 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado em uma lavoura de café (Figura 1) localizada no Setor de Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, Alegre, Sul do Estado do Espírito Santo (latitude 20°45'47"S e longitude de 41°27'22"O).

Figura 1. Lavoura utilizada para o estudo



Fonte: os autores (2019).

A vegetação predominante no município de Alegre é a floresta estacional semidecidual, bioma Mata Atlântica (Veloso; Rangel Filho; Lima, 1991) e o clima é do tipo “Aw”, segundo a classificação de Köppen, com estação seca no inverno, temperatura anual média de 23°C e precipitação anual em torno de 1300 mm (Lima *et.al*, 2008). Com altitude média da área em 123 metros.

A lavoura estudada é formada com a variedade robustão capixaba “EMCAPA 8141”. Essa variedade é tolerante a seca, de porte baixo. Essa lavoura foi implantada em maio 2009, ou seja, possui 10 anos idade, com 369 plantas, no espaçamento de 3 x 1,10 m. No ano de 2018 a lavoura começou a ser manejada com poda programada de ciclo, apresentando de 4 a 6 hastes por planta. Também foram feitas análises químicas de solo (Tabela 1 e 2) no ano de 2017 e 2018 na área de estudo, para verificar os teores de nutrientes presentes naquele solo. O manejo da vegetação é realizado com roçada, mas é utilizado também a capina química. A irrigação é feita durante os períodos de estiagem por meio de aspersores.

Tabela 1- Resultado da análise química do solo, referente ao ano de 2017

Característica	Descrição	Unidade	Valor
pH	pH em (CaCl ₂) –Relção de 1:2.5		5,32
pH	(água-Relação 1:2.5)	H ₂ O	5,63
P	(Mehlich-1)	mg/dm ³	40,53
K	(Mehlich-1)	mg/dm ³	142,41
Ca	(Kcl-1 mol/L)	cmol/dm ³	2,51
Mg	(Kcl-1 mol/L)	cmol/dm ³	0,67
Al	(Kcl-1 mol/L)	cmol/dm ³	0,00
H	Hidrogênio	cmol/dm ³	1,60
H + Al	(Acetato de cálcio)	cmol/dm ³	1,60
S.B	(Soma de bases)	cmol/dm ³	3,54
t	(Capacidade de troca catiônica efetiva)		3,54
T	(Capacidade de troca catiônica a pH 7 C.T.C)	cmol/dm ³	5,14
V%	(Saturação de bases)	%	68,87
m%	Índice de saturação em alumínio)	%	0,00
%K C.T.C	(% de K na C.T.C)	%	7,09
%Ca C.T.C	(% de Ca na C.T.C)	%	48,83
%MgC.T.C	(% de Mg na C.T.C)	%	13,04
%Al C.T.C	(% de Al na C.T.C)	%	0,00
% H+Al C.T.C	(% de H+Al na C.T.C)	%	31,13

Ca/Mg	-	-	3,75
Ca/K	-	-	6,89
Mg/K	-	-	1,84
M.O	(Matéria Orgânica)	dag/Kg	0,70
P-rem	(Fósforo Remanescente)	mg/ L	45,48
S	(Fosfato Monocálcio ác. Acético)	mg/dm ³	4,80
B	(Água quente)	mg/dm ³	0,49
Zn	(Mehich-1)	mg/dm ³	18,86
Mn	(Mehich-1)	mg/dm ³	49,23
Cu	(Mehich-1)	mg/dm ³	1,62
Fe	(Mehich-1)	mg/dm ³	32,69

Fonte: os autores (2019).

Tabela 2. Resultado da análise química do solo, referente ao ano de 2018

Característica	Descrição	Unidade	Valor
M.O	Mat. Orgânica(Oxi-Red)	Dag/dm ³	0,7
pH	(água-Relação 1:2.5)	unid	5,3
P	(Mehich-1)	mg/dm ³	38,8
K	(Mehich-1)	mg/dm ³	93
Ca	(Kcl-1 mol/L)	cmol/dm ³	1,0
Mg	(Kcl-1 mol/L)	cmol/dm ³	0,3
Al	(Kcl-1 mol/L)	cmol/dm ³	0,20
H + Al	(Acetato de cálcio)	cmol/dm ³	2,50
S.B	(Soma de bases)	cmol/dm ³	1,54
C.T.C	(C.T.C)	cmol/dm ³	4,04
V%	(Saturação de bases)	%	38
%K C.T.C	(% de K na C.T.C)	%	6
%Ca C.T.C	(% de Ca na C.T.C)	%	25
%MgC.T.C	(% de Mg na C.T.C)	%	7
%Al C.T.C	(% de Al na C.T.C)	%	4,9
% H+Al C.T.C	(% de H+Al na C.T.C)	%	62
P (Resina)	-	mg/dm ³	-
P-rem	(Fósforo Remanescente)	mg/ L	32,6
Na	(Mehich-1)	mg/dm ³	-
S	(Fosfato Monocálcio ác. Acético)	mg/dm ³	24
B	(Água quente)	mg/dm ³	0,30
Zn	(Mehich-1)	mg/dm ³	7,0
Mn	(Mehich-1)	mg/dm ³	53,1
Cu	(Mehich-1)	mg/dm ³	2,2
Fe	(Mehich-1)	mg/dm ³	66

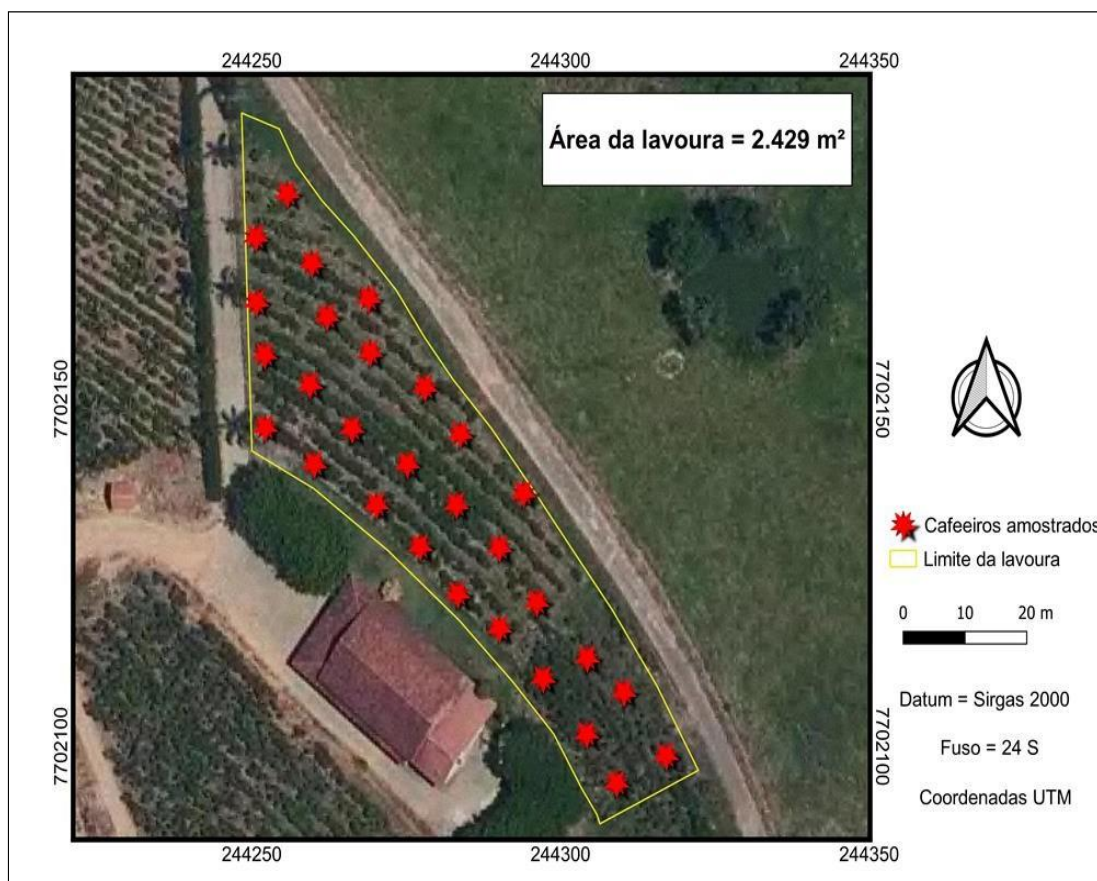
Fonte: os autores (2019).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após o levantamento do perímetro e da área da lavoura, foi feito o delineamento das unidades amostrais considerando como critério a distância de 10 x 10 m, considerando

uma amostragem sistemática. As unidades de amostragem foram representadas pelos cafeeiros desse intersecto e o conjunto das unidades amostrais, a amostra da população. Ao todo foram delineadas e marcadas 27 unidades amostrais (Figura 2).

Figura 2. Plano de amostragem utilizado para o estudo da ocorrência dos líquens



Fonte: os autores. (2019).

Para a realização desse procedimento foi utilizado uma trena de Fibra de vidro redonda Classe Iii de 30 m, um receptor de GPS portátil eTrex Vista® H e fitas plásticas para identificar os cafeeiros a serem amostrados.

Em seguida, foram feitas diversas observações e mensurações, dentro de um período de um ano (13/Abril/2018 a 13/Abril/2019), a saber:

- O levantamento da altura (m) e do diâmetro do caule dos cafeeiros (mm), realizado no terço médio inferior da altura dos cafeeiros;
- O levantamento, nos caules dos cafeeiros (terço inferior), da presença/ausência, da quantidade, do morfotipo e da posição geográfica dos líquens em relação aos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste);

c) O monitoramento da precipitação pluviométrica mensal (mm) e da temperatura do ar (°C); e

d) O registro fotográfico dos líquens e a coleta de algumas amostras de líquens para posterior identificação taxonômica.

Todas essas observações foram feitas considerando uma frequência de 15 em 15 dias, exceto o monitoramento da precipitação pluviométrica mensal e da temperatura do ar, que foi feita diariamente.

No Quadro 1 são apresentados os equipamentos e recursos utilizados para o levantamento supracitado.

Quadro 1. Equipamentos e recursos utilizados para o levantamento de dados no estudo da ocorrência dos líquens

Características observadas	Equipamento/Recurso
Altura da planta (m)	Estadia Trena
Diâmetro do caule (cm)	
Presença e ou ausência	Visual
Morfotipo dos líquens	Visual/Cor/Tonalidade e Textura
Posição geográfica dos líquens	Bússola
Precipitação pluviométrica (mm)	INMET
Temperatura do ar (°C)	
Registro fotográfico	Câmera digital de 13 mega-pixel

Fonte: os autores (2019).

A altura da planta foi medida levando-se em consideração a distância vertical do último par de folhas até a superfície do solo. O diâmetro do caule foi obtido por um processo indireto (Equação 1), a partir da medição da circunferência das hastes de cada planta, no terço inferior da altura da planta.

$$D = 2 * R$$

Equação 1

Em que: D = diâmetro do caule (cm) e R = raio do caule (cm), obtido pela Equação 2.

$$R = \frac{C}{2 * \pi}$$

Equação 2

Sendo que: C = comprimento do caule (cm) e π = Constante matemática (3,14...).

Toda vez que era notado a ocorrência de líquens no terço inferior das hastes dos cafeeiros foi feito um registro fotográfico e realizada a análise visual da cor/tonalidade e da textura dos líquens (talos). Em seguida, foi feita a observação da posição dos líquens em relação aos pontos cardeais e a contabilização das ocorrências.

A análise visual dos líquens a campo foi complementada com o auxílio/uso da ferramenta Zoom do aplicativo Paint versão 6.3 @2013 Microsoft, feita no laboratório. Ressalta-se que identificação dos líquens foi feita de forma preliminar (necessita de avaliação posterior de especialista). A identificação dos indivíduos baseou-se na comparação com fotos de líquens mostradas em diversos trabalhos científicos (Fleig; Medeiros Filho, 1990; Batista; Benatti, 2011).

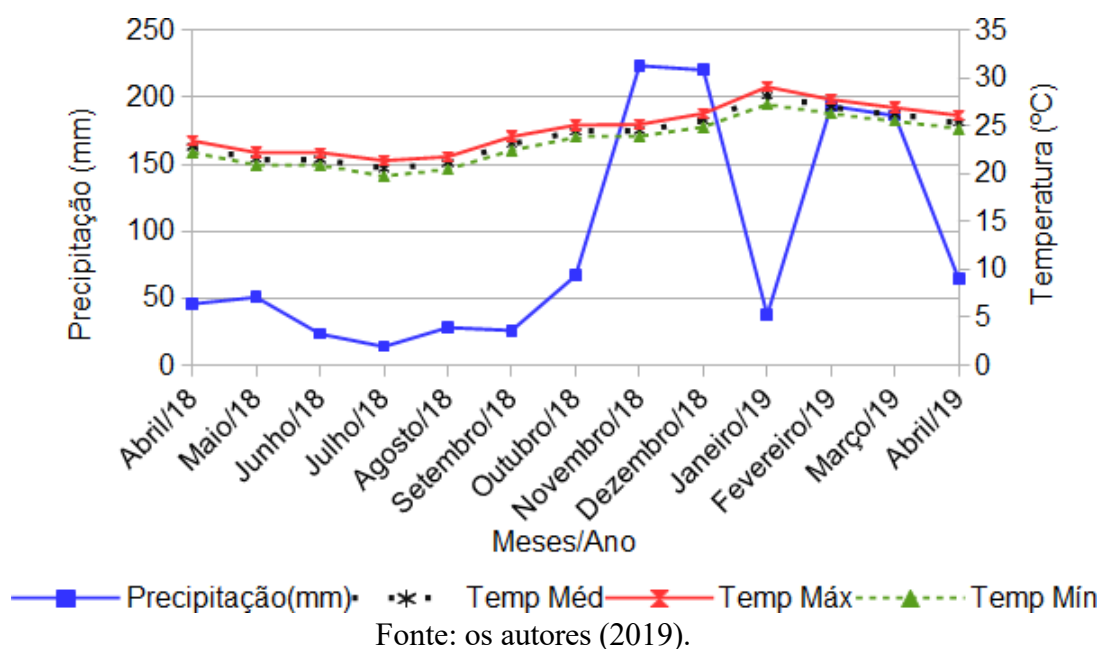
Para o monitoramento de precipitação e temperatura, foram utilizados os dados disponibilizados pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019), coletados pela Estação automática Alegre-A617, Código OMM: 86828.

De posse de todos os dados foi construída uma tabela de atributos no programa computacional da Microsoft Excel® visando facilitar a análise estatística e a elaboração das ilustrações (gráficos). Para a elaboração dessa tabela foi também utilizado o programa computacional *MapSource* (Garmin, 2018) para o descarregamento dos dados armazenados no receptor GPS.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva para determinar as medidas de posição (média), dispersão (valores máximos, mínimos, desvio-padrão e coeficiente de variação) e forma da dispersão (coeficientes de assimetria e curtose) (Pimentel Gomes, 2009).

A estimativa da frequência dos líquens foi baseada na presença/ausência dos morfotipos dos líquens encontrados nas estações seca e chuvosa. Foi definido como estação seca o período de Abril/2018 a Setembro/2018, e chuvosa, de outubro/2018 a Abril/2019 (Figura 3).

Figura 3. Variação da precipitação pluviométrica mensal acumulada e das temperaturas mínima, média e máxima durante o período de estudo



Foram também realizadas análises de correlação de Pearson entre as alturas e os diâmetros dos caules dos cafeeiros, diâmetros dos caules dos cafeeiros e os morfotipos encontrados de líquens, e diâmetros dos caules dos cafeeiros e a posição dos morfotipos encontrados de líquens em relação aos pontos cardeais. Foram apresentados, porém, apenas aquelas que apresentaram correlação maior que 0,4, moderada a muito forte (Pimentel Gomes, 2009). As análises foram feitas no programa computacional gratuito *Libre Office*.

Mapas de densidade também foram elaborados visando analisar o comportamento espacial da comunidade líquênica na lavoura. Foram utilizadas cores diferenciadas para apresentar o resultado da análise. A cor vermelha foi utilizada para indicar as áreas de maior concentração de pontos, e a cor azul, as áreas que representam pouca concentração. O programa computacional utilizado para esse fim foi o QGIS (2019) com *plugin Heatmap*, devidamente instalado.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise estatística descrita das alturas das plantas e dos diâmetros das hastes dos cafeeiros amostrados.

Tabela 3. Resultados da análise estatística dos cafeeiros nas estações seca e chuvosa

Estação seca (Abril/2018 a Setembro/2018)					
Características	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Altura da Planta (m)	1,53	1	2,31	0,38	24,83
Diâmetro do tronco (cm)	13,51	3,82	20,86	4,8	35,53
Estação chuvosa (Outubro/2018 a Abril/2019)					
Características	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Altura da Planta (m)	1,65	1,20	2,48	0,4	21,5
Diâmetro do tronco (cm)	13,75	4,14	21,02	4,8	34,8
Geral = Todo o período					
Características	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Altura da Planta (m)	1,60	1,35	2,65	0,35	19,66
Diâmetro do tronco (cm)	13,63	5,39	21,94	4,63	32,40

Nota| DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

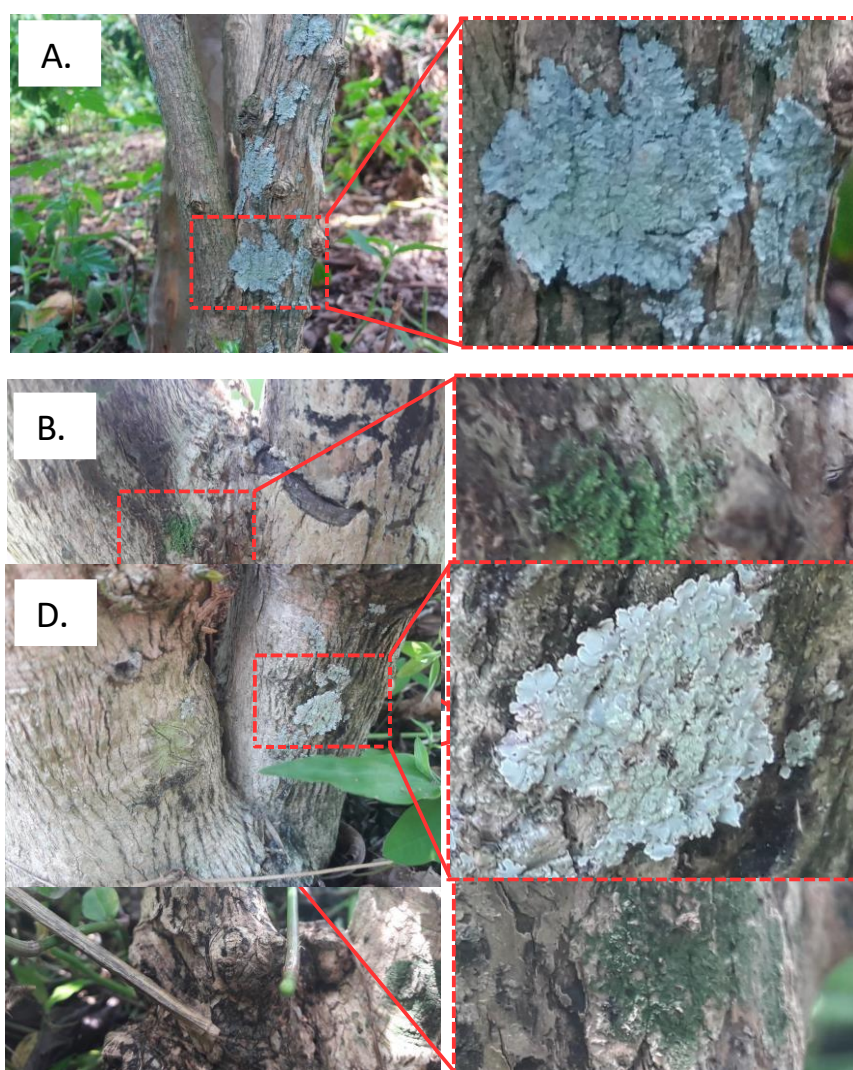
Fonte: os autores (2019).

Apesar de registros de altura máxima da planta de 2,65m, observa-se que as médias das alturas das plantas, apresentaram valores próximos da altura média prevista para variedade que é de 1,75 m (Carvalho, 2008), ou seja, porte baixo, adequado à poda e ao adensamento. Na estação seca (Abril/2018 a Setembro/2018), em média a altura da planta foi 1,53 m e o diâmetro foi de 13,51 cm. Já na estação chuvosa (Outubro/2018 a Abril de 2019), em média a altura da planta 1,65 m e o seu diâmetro foi 13,75 cm. No ano de 2018 começou a ser feito a poda programada de ciclo na lavoura. A poda programada de ciclo é uma técnica eficaz de revigoração adotada no cafeeiro conilon (Dalcolmo, 2013). De acordo Silveira *et al.* (1993) com a poda é uma técnica de manejo muito importante no manejo da cultura, pois proporcionando melhores resultados no aumento da vida útil, melhoria do revigoração das plantas, melhoria do arejamento da lavoura, facilidade nos tratos culturais e fitossanitários, diminui a bienalidade e reduz a altura e o diâmetro da planta. A diversidade dos líquens encontrados é ilustrada na Figura 4. Foram identificados quatro (4) morfotipos diferentes de líquens:

- a) Verde claro folhoso (em forma de folha);
- b) Verde folhoso;
- c) Verde escuro crustoso (forma uma crosta no caule); e
- d) Cinza folhoso.

Afim de facilitar a apresentação dos resultados e discussão preferiu-se denominar esses morfotipos, respectivamente, pelos termos verde-claro, verde, verde-escuro e cinza.

Figura 4. Morfotipos de líquens encontrados na área de estudo: A. verde claro; B. verde; C. verde escuro; e D. cinza



Fonte: os autores (2019).

A quantidade total de ocorrências e a quantidade de cada morfotipo encontrado na lavoura nas estações seca e chuvosa são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Quantidade absoluta e relativa de ocorrências de líquens em relação à coloração, considerando as estações seca e chuvosa
Estação seca (Abril/2018 a Setembro/2018)

Coloração dos líquens	Quantidade absoluta (n)	Quantidade relativa (%)
Verde claro folhoso	1276	30,22
Verde folhoso	1119	26,50
Verde escuro crostoso	967	22,90
Cinza folhoso	860	20,36
Total 1	4222	100

Estação chuvosa (Outubro/2018 a Abril/2019)

Coloração dos líquens	Quantidade absoluta (n)	Quantidade relativa (%)
Verde claro folhoso	51	5,40
Verde folhoso	83	8,80
Verde escuro crostoso	204	21,70
Cinza folhoso	601	64,00
Total 2	939	100
Total geral	5161	100

Fonte: os autores (2019)

A quantidade total de ocorrências e a quantidade de cada morfotipo encontrado na lavoura nas estações seca e chuvosa são apresentadas na Tabela 3.

Uma das explicações para a maior quantidade de líquens na estação seca deve-se ao uso da irrigação no período de estiagem e o uso da capina química (glyphosate) realizada no período chuvoso. Ressalta-se que a irrigação humidifica o local onde ela é aplicada, o que é favorável a vida dos seres vivos de modo geral e não diferente a ocorrência dos líquens. Já o uso de herbicidas como o glyphosate podem provocar efeitos deletérios sobre organismos não alvos, como é o caso dos líquens. Rosa et al. (2010) estudando os efeitos de herbicidas sobre agentes patogênicos verificaram forte ação fungicida com o uso do herbicida glyphosate,

com avaliação “in vitro”, sobre os fungos testados, e os mesmos resultados foram observados nas plantas em condição de campo.

Vale ressaltar que os líquens não prejudicam as plantas. Eles não são parasitas. Os nutrientes que eles utilizam para sobreviver são retirados do ar pelas bactérias (seres fotobiofontes) da associação simbiótica. Através da relação mutualística, os líquens podem ser encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres, desde regiões tropicais até calotas polares e desertos, colonizando pedras, galhos, troncos e solos (Nash, 2008).

A variação da coloração dos líquens pode estar associada aos diferentes níveis de luminosidade proporcionada pela arquitetura e dossel dos cafeeiros. Segundo Baron (1999), a luz é um fator de importância na determinação da viabilidade de líquens, sua forma e sua distribuição.

Apesar da lavoura está a pleno sol, o cafeeiro (*Coffea canephora*) apresenta uma arquitetura caracterizada, porte arbustivo, caule lenhoso, sua folha são maiores com uma coloração verde menos intenso, elípticas, lanceoladas, com bordas bem onduladas e nervuras bem salientes. Seus frutos são de formato variável dependendo do material genético. (Fazuoli, 1986). Além disso, a situação topográfica da lavoura pode criar diversos microambientes favoráveis a ocorrência dos líquens.

Na Tabela 6 podem-se observar as ocorrências dos líquens em relação aos pontos cardeais. Verifica-se que a maior ocorrência se deu nas faces dos caules voltados para os pontos cardeais Leste e Oeste, principalmente para o Leste, e isso foi observado nas duas estações: seca e chuvosa. Na estação seca o total de ocorrências foi de 4273, sendo que 45,01% estavam voltados para Leste e 31,5% para o Oeste. Na estação chuvosa, o número de ocorrência foi menor (888), sendo 53,03% para o Leste e 22,4% para o Oeste. As menores ocorrências foram notadas nas faces dos caules voltadas para o ponto cardinal Norte.

Tabela 6. Quantidade absoluta e relativa de ocorrências de líquens em relação aos pontos cardeais, considerando as estações seca e chuvosa.

Estação seca (Abril/2018 a Setembro/2018)

Ponto cardinal	Quantidade absoluta (n)	Quantidade relativa (%)
Norte	326	7,60
Sul	673	15,80
Leste	1927	45,10
Oeste	1347	31,50
Total 1	4273	100

Estação chuvosa (Outubro/2018 a Abril/2019)

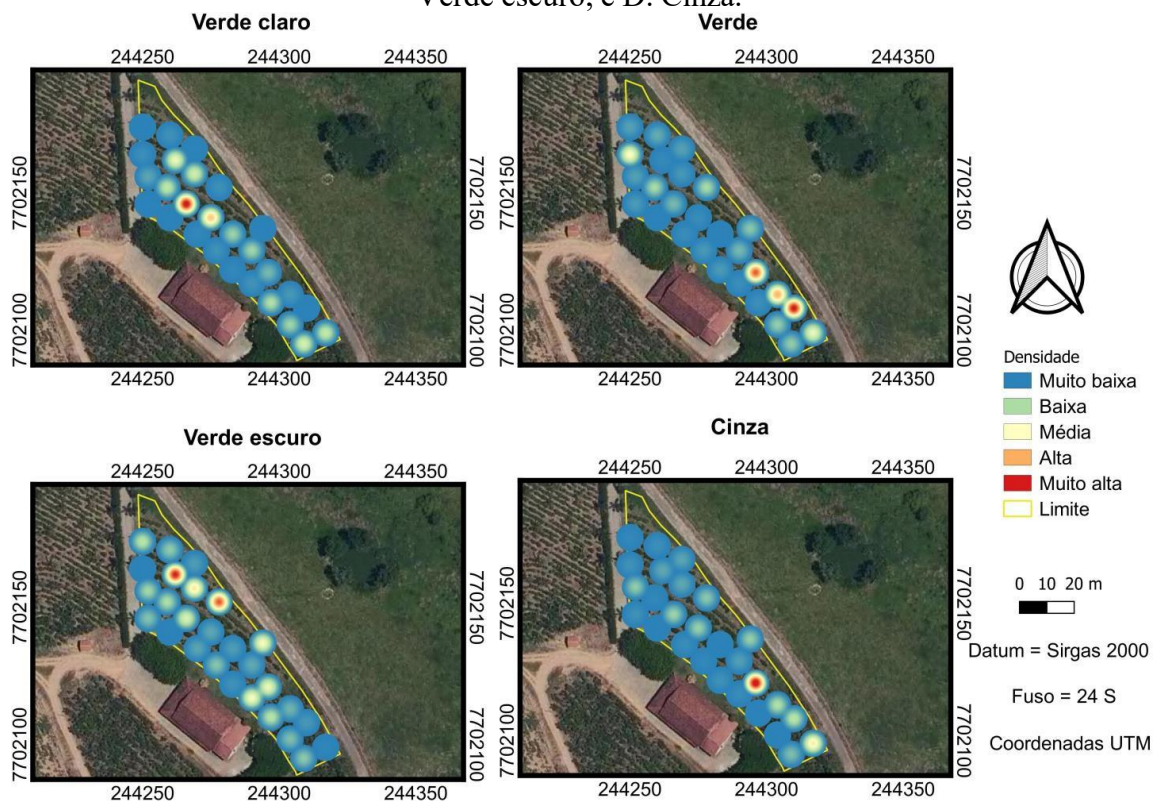
Ponto cardinal	Quantidade absoluta (n)	Quantidade relativa (%)
Norte	46	5,18
Sul	172	19,36
Leste	471	53,06
Oeste	199	22,40
Total 2	888	100
Total geral	5161	100

Fonte: os autores (2019).

A maior ocorrência de líquens nas faces dos caules voltadas para o ponto cardinal Leste, provavelmente se deve a menor exposição solar desta face em relação as demais. Segundo Ferreira *et al.* (2012), no hemisfério Sul (latitude em torno de 20°), a face do caule voltada para o Leste e para o Oeste são mais frias ao longo do dia e do ano, pois recebem os menores valores de radiação solar. Por outro lado, as faces dos caules virados para o Norte que possuem maior exposição, sendo mais quentes.

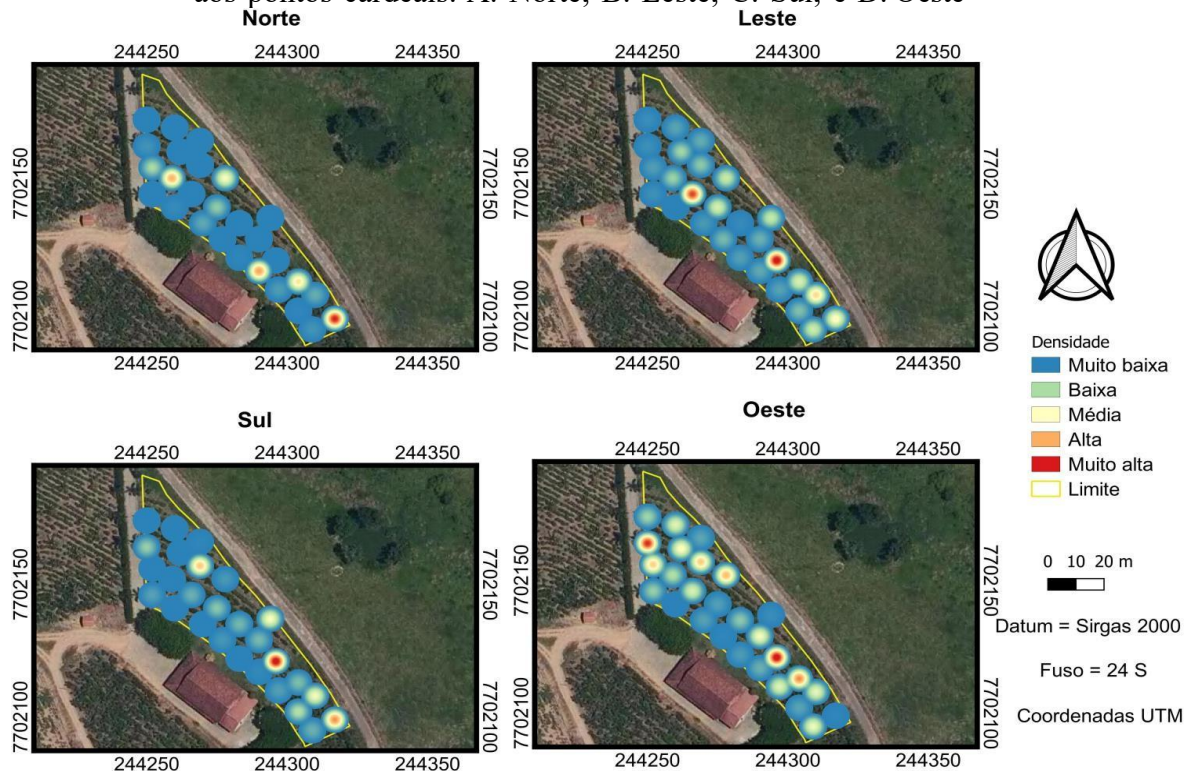
Na Figura 5 e 6 são apresentados os mapas de densidade dos morfotipos de líquens e da sua ocorrência em relação aos pontos cardeais, respectivamente. O mapa de calor mostra a distribuição dos líquens no espaço amostral da lavoura, pode se observar que a maior concentração das ocorrências de líquens é observada na parte interna da lavoura, onde provavelmente possui maior umidade e menor temperatura. As bordas da lavoura estão mais expostas ao calor e aos ventos. Segundo os autores Laurance e Bierregaard, (1997), o efeito de borda é considerado um dos principais fatores que afetam o equilíbrio do ecossistema.

Figura 5. Mapas de densidade dos morfotipos de líquens: A. Verde claro; B. Verde; C. Verde escuro; e D. Cinza.



Fonte: os autores (2019).

Figura 6. Mapas de densidade dos líquens em relação a sua orientação em relação aos pontos cardeais: A. Norte; B. Leste; C. Sul; e D. Oeste

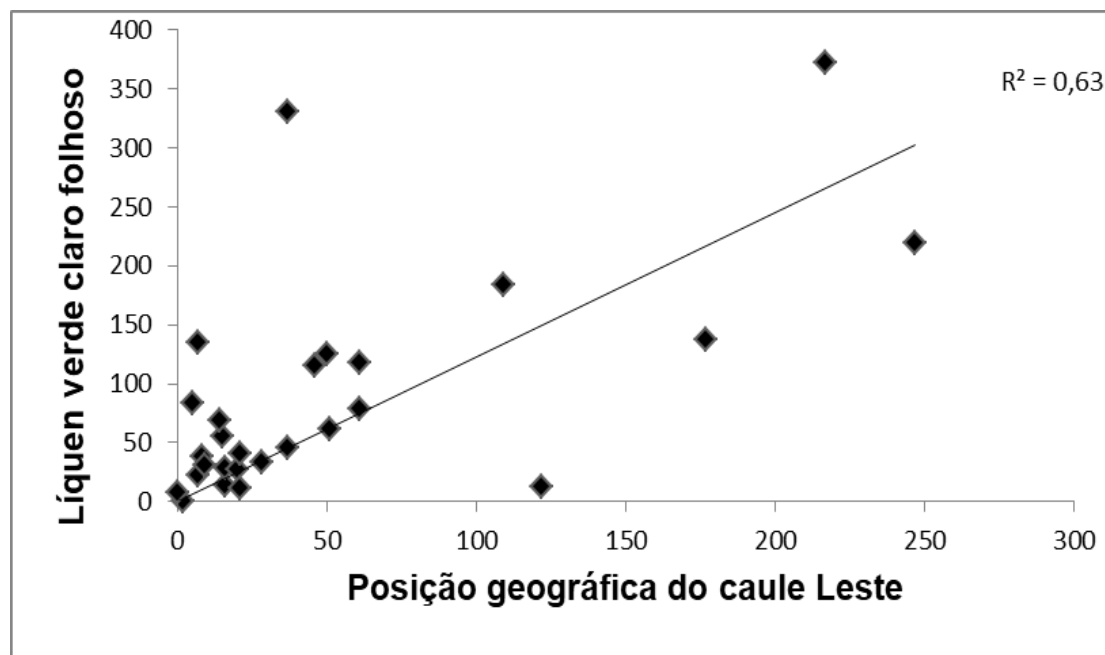


Fonte: os autores (2019).

Na Figura 5 e 6 são apresentados os mapas de densidade dos morfotipos de líquens e da sua ocorrência em relação aos pontos cardeais, respectivamente. O mapa de calor mostra a distribuição dos líquens no espaço amostral da lavoura, pode se observar que a maior concentração das ocorrências de líquens é observada na parte interna da lavoura, onde provavelmente possui maior umidade e menor temperatura. As bordas da lavoura estão mais expostas ao calor e aos ventos. Segundo os autores Laurance e Bierregaard, (1997), o efeito de borda é considerado um dos principais fatores que afetam o equilíbrio do ecossistema.

A Correlação entre posição geográfica leste e a morfotipo verde claro folhoso é apresentada na Figura 7.

Figura 7. Correlação entre posição geográfica leste e a morfotipo verde claro folhoso



Fonte: os autores (2019).

Espera-se que este trabalho possa estimular outros estudos de líquens em lavouras de café, quer seja manejada a pleno sol ou consorciado, como nos sistemas agroflorestais, visando melhor compreender a importância da bioindicação desses seres vivos.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração as condições deste estudo pode-se concluir que:

1 - A lavoura de café conilon manejada a pleno sol apresenta quatro morfotipos diferentes de líquens: Verde claro folhoso (em forma de folha), Verde folhoso, Verde escuro crustoso (forma uma crosta no caule) e Cinza folhoso.

2 - A estação seca apresentou a maior quantidade de ocorrências e a maior quantidade de ocorrências por diversidade morfológica. Os morfotipos verde claro folhoso e verde folhoso foram os mais representativos na estação seca; enquanto na estação chuvosa, o morfotipo cinza folhoso representou sozinho cerca de 64% das ocorrências; e

3 - Em relação aos pontos cardeais, constatou-se que a maior ocorrência se deu nas faces dos caules voltados para os pontos cardeais leste e oeste, e isso foi observado nas duas estações: seca e chuvosa. As menores ocorrências foram notadas nas faces dos caules voltadas para o ponto cardinal Norte.

REFERÊNCIAS

BARETTA, D. *et al.* Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p. 715-724, 2005.

BARON, G. **Understanding Lichens**. The Richmond Publishing Co. Ltda., Inglaterra, 1999.

BATISTA, B. Gêneros de macrolíquens do campus da Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, Município de São Carlos, Estado de São Paulo Brasil **Hoehnea** 38(2): p. 243-255, 2011.

CARVALHO, S. H. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, p 334. 2008.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.) **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Herm, Westport, Conn, 1985. p. 13-47.

DALCOLMO, J. M. **Biometria do crescimento de café conilon após a poda programada de ciclo** Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

FAZUOLI, L. C. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. In: RENA, A. B.;

- MALAVOLTA, E.; ROCHA, N.; YAMADA, J. (Eds). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro*. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1986, p. 87-113.
- FERRÃO, M. A. G. *et al.* **Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora***. In.: FERRÃO *et al.* *Café conilon*. Vitória-ES: Incaper, p. 64-91, 2007.
- FERREIRA, W. P. M. *et al.* **As características térmicas das faces noruega e soalheira como fatores determinantes do clima para a cafeicultura de montanha**. Embrapa Café Brasília, DF 2012. 34 p.
- FLEIG; M. F. **Gêneros DOS LÍQUENS Saxícolas, Corticícolas E Terrícolas do morro Santana, Porto Alegre, RS, Brasil**. 1990 Pag. 75.
- GRAMIN. **Mapsource versão na versão 6.13.7**. Disponível em: <<https://www.garmin.com/en-US/search/?query=mapsource>>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- GARTY, J. Lichens as biomonitors for heavy metal pollution. Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment. p. 193-257. 1993.
- INMET. **Estações automáticas: Alegre – ES**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. The University of Chicago Press, Chicago. 1997.
- LIMA, J.S. de S. *et al.* **Variabilidade mensal da precipitação mensal de Alegre-ES. Revista Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n.2, p.327-332,2008.
- MCGEOCH, M. A., CHOWN, S. L., **Scaling up the value of bioindicators**. Trends Ecol. Evol. 13, 46-47. 1998.
- MARCELLI, M. P. **Biodiversity assessment in Lichenized Fungi: the necessary naïve roll makers**. In: Bicudo, C.E.M. & Menezes, N.A. (eds.). *Biodiversity in Brasil: a first approach*, p. 93-107. São Paulo. 1996.
- MARCELLI, M. P. **Estudo da diversidade de espécies de fungos liquenizados do Estado de São Paulo**. Pp. 1-12. 1997.
- MARCELLI, M. P.; MARK, R. D. (Ed.). **Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications**. CETESP, 1998.
- MARCELLI, M. P. **Fungos Liquenizados**. In: XAVIER FILHO, L. *et al.* *Biologia de Líquens*. Rio de Janeiro, Brasil, 2006. cap. 1. p. 24-74.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.257-263, 1999.
- MATIELLO, J. B. **Clima e solos para o cafeeiro**. In: *O café: do cultivo ao consumo*. São Paulo: Globo, Cap. 2, p. 26-39, 1991.

NIMIS, P. L.; CASTELLO, M.; PEROTTI, M. **Lichens as biomonitors of sulphur dioxide pollution in La Spezia (Northern Italy)**. *The Lichenologist*, v. 22, n. 03, p. 333-344, 1990.

PAULO, E.M. *et al.* Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.195-199, 2001.

PIMENTEL GOMES. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel. 2009.

QGIS. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2019. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

ROSA, D. D. *et al.* Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 379-383, 2010.

SILVEIRA, J.S.M. *et al.* **A poda do café conilon**. Vitória, ES: EMCAPA, 1993. 14p.

SMITH, D. C.; DOUGLAS, A. E.; **The Biology of Symbiosis**; Edward Arnold, London, 1987

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro: 1991, 112 p.

CAPÍTULO 06

ORIGEM, ASPECTOS GERAIS, PONTUAÇÃO E PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS DO CAPARAÓ, ANALISADOS NO IFES – CAMPUS DE ALEGRE NO ANO 2021

Alecsander Bravin Andrade

Matheus Ribeiro Franco

João Batista Pavesi Simão

João Batista Esteves Peluzio

Telma Machado de Oliveira Peluzio

Núbia Henrique Guimarães Martins

RESUMO: O Caparaó é uma denominação de origem já consagrada pela produção de cafés especiais da espécie *Coffea arabica*. A região possui em média produção anual de, aproximadamente, 2,4 milhões de sacas de 60 quilos, em sua totalidade. Para dar suporte à caracterização física e sensorial de café, visando ampliar a oferta de cafés superiores, o Caparaó conta, dentre outros, com o Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café, localizado no Ifes – Campus de Alegre, objetivando caracterizar a origem, aspectos gerais, pontuação e perfil sensorial de amostras de cafés do Caparaó ao longo do ano de 2021. Foram analisadas 532 amostras de café com a obtenção de informações quanto à origem Espírito Santo ou Minas Gerais, município e altitude das lavouras, à umidade, cultivar, processo de pós-colheita e data de recebimento das amostras. Bem como, se a influência da altitude na pontuação final dos cafés. Os resultados apontam para a dominância de cultivares do grupo Catuaí, processamento por via seca, lavouras localizadas entre 700 m e 1.100 m e amostras entre os meses de julho e outubro. Verificou-se correlação positiva entre altitude e qualidade da bebida. Mais de 67% das amostras pontuaram acima de 80 pontos no protocolo SCA. Cafés provenientes de lavouras acima de 1.250m de altitude não apresentaram pontuação abaixo de 80 pontos no protocolo SCA, independentemente do tipo de processamento de pós-colheita.

Palavras-chave: Café. Análise sensorial. *Terroir*. Caparaó.

1.0 INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo destaca-se como o segundo maior produtor nacional de café, atrás somente do estado de Minas Gerais, com oferta de produtos das espécies *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. A se considerar apenas o café arábica, o Espírito Santo fica em terceiro lugar no ranking nacional, atrás de Minas Gerais e São Paulo. São cerca de 400 mil pessoas ocupadas, direta ou indiretamente na cafeicultura, contribuindo com mais de 35% do PIB agrícola do Espírito Santo (INCAPER, 2023). Enquanto o café canéfora predomina nas regiões mais quentes, de cotas mais baixas, o arábica distribui-se pelas áreas mais elevadas, de temperaturas mais amenas, como aqueles encontrados nas regiões de montanha.

No aspecto qualidade, os cafés das Montanhas do Espírito Santo vêm ganhando cada vez mais destaque no mercado, graças às suas características sensoriais e organolépticas peculiares. Na região do Caparaó, situada no sudoeste do Espírito Santo e, também, contando com alguns municípios do estado de Minas Gerais, a espécie *Coffea arabica* vem ganhando visibilidade a cada dia, por meio de premiações, títulos que reconhecem a qualidade da bebida (Souza *et al.* 2021). Há pouco mais de 13 anos essa região é reconhecida como uma das mais consistentes na oferta de cafés especiais.

A grande variação nas condições edafoclimáticas, com altitude variando de 500 m a 1.400 m, grande diversidade de solos, relevo acidentado e cultivo em diferentes faces de exposição ao sol influenciam na temperatura, umidade relativa do ar, níveis de irradiação e precipitação. Isso altera a fisiologia da planta, afetando o tempo de maturação e a constituição química dos frutos e, consequentemente, a qualidade final da bebida. O resultado das interações desses fatores com as cultivares, manejo da cultura e práticas de colheita e pós-colheita reflete-se em *terroir* característico, com diversidades de aromas e sabores (Alves *et al.* 2011; Pereira, 2012; Tristão *et al.*, 2020).

Acompanhando o processo evolutivo da região citada, o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) – Campus de Alegre, edificou e equipou o Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café, que desde o ano de 2016 vêm realizando análises laboratoriais de rotina, bem como apoio ao ensino e à pesquisa, caracterizando cafés de vários estados brasileiros. Os serviços são executados em parceria com a Caparaó Júnior, uma empresa júnior vinculada ao Curso Superior de Tecnologia

em Cafeicultura do campus. Todos os anos, o laboratório recebe, processa e lauda mais de 1,6 mil amostras de café, com predominância da origem Caparaó.

Este trabalho objetivou caracterizar a origem, aspectos gerais, pontuação e perfil sensorial de cafés oriundos da região do Caparaó no ano de 2021.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 QUALIDADE DO CAFÉ ARÁBICA E PERFIL SENSORIAL

O café arábica é destaque nacional nos últimos anos por ser a espécie que iniciou a busca pelo reconhecimento de qualidade. Para produzir café especial, é necessário que se tenha cuidado com o manejo do solo, visando a sustentabilidade, conhecer a topografia, a escolha de cultivar, bem como procedimentos específicos de colheita e pós-colheita que permitam a manutenção ou melhoria de qualidade (Oliveira, 2018; Luiz, 2014).

Para ser considerado especial, o café deve pontuar acima de 80 pontos, após procedimentos de classificação física, e por meio de degustação feita por um painel de degustadores reconhecidos pelo *Coffee Quality Institute*, que seguem protocolo descrito pela *Specialty Coffee Association* (SCAA, 2018). Nele, são avaliados 10 (dez) atributos sensoriais: Fragrância/Aroma, Sabor, Finalização ou Retrogosto, Acidez, Corpo, Uniformidade, Balanço ou Equilíbrio, Xícara limpa (que significa ausência de defeitos), Doçura, e Nota Geral. Cada atributo pode ser assim descrito:

Fragrância (definida como o cheiro do café quando este ainda está seco) e Aroma (o cheiro do café quando em infusão em água quente);

Sabor: representa a principal característica do café, a nota da “fase central” da avaliação, que fica entre as primeiras impressões;

Finalização: é definida como a persistência do sabor, isto é, das características percebidas em sequência no paladar e que permanecem depois que o café é expelido da boca;

Acidez: pode ser agradável ou não, dependendo da natureza do ácido predominante na bebida;

Corpo: consiste na percepção tátil do líquido na boca, especialmente quando percebida entre a língua e o céu da boca;

Equilíbrio: quando os atributos Sabor, Finalização, Acidez e Corpo da amostra acabam trabalhando em sinergia, complementando-se ou se contrastando um do outro. Este efeito também é denominado Balanço;

Doçura: refere-se ao agradável sabor doce, sendo sua percepção resultado da presença de determinados carboidratos. O oposto de doçura, nesse contexto, é a adstringência ou sabores “verdes” e o amargor;

Uniformidade: refere-se à consistência de diferentes xícaras e amostras provadas;

Nota geral: deve refletir total coerência em relação à avaliação feita pelo degustador de cada um dos atributos.

A pontuação máxima de cada atributo é igual à nota dez. A somatória das notas de cada atributo constitui a pontuação do café. Se essa somatória supera 80 pontos, o café é considerado especial. Caso contrário, trata-se de um café comercial, de menor valor.

Além da caracterização do café por pontuação, o provador experiente deve descrever os aspectos sensoriais que relacionam fragrância/aroma, sabor, acidez e corpo. Cada café traz informações sensoriais diversas, mais ou menos complexas e intensas. A impressão sensorial final de um café é fruto de uma interação do ambiente, da genética da planta, do manejo de produção, da colheita e da pós-colheita.

Dada a dimensão continental do Brasil, com seus solos, relevos, climas e culturas, uma mesma cultivar produzida em diferentes localidades pode resultar em bebidas com percepções sensoriais diferentes, pautadas na Roda de Sabores do Provador de Café (BLVD, 2016). Quando há consistência no conjunto sensorial, de percepção ampla dentre diferentes provadores, tem-se o *terroir* da região. O Caparaó, como exemplo, conseguiu o reconhecimento como uma Indicação Geográfica na categoria de Denominação de Origem em fevereiro de 2021, apresentando o perfil sensorial, vinculado ao *terroir*, com aspectos de elevada doçura, remetendo a melaço de cana, açúcar mascavo, rapadura, mel e caramelo, com notas de chocolate ao leite, frutas amarelas, finalização longa e prazerosa, com corpo sedoso e acidez cítrica de laranja (INPI, 2021). No Brasil há, ainda, outras quinze origens de café registradas no INPI, algumas delas também apresentando *terroirs*

específicos (e, por isso, registradas como Denominações de Origem) e outras sem *terroirs* exclusivamente definidos, e por isso registradas como Indicações de Procedência.

2.2 A EVOLUÇÃO DO CAFÉ ARÁBICA NO ESPÍRITO SANTO E NA REGIÃO DO CAPARAÓ

Localizado em terras frias e montanhosas, o café arábica é a principal fonte de renda em 80% das propriedades rurais capixabas. De acordo com o Incaper (2023), os municípios de maior produção de café arábica são: Brejetuba, Iúna, Vargem Alta, Ibatiba, Muniz Freire, Irupi, Afonso Cláudio, Domingos Martins, Ibitirama, Castelo, Mimoso do Sul e Santa Teresa. Segundo a citada referência, existem 160 mil hectares de café arábica em produção no Espírito Santo, em 48 municípios, com 53 mil famílias na atividade.

O nível de sustentabilidade vem aumentando na região com a recomendação de práticas de produção que preservam o meio ambiente e melhoram a vida da sociedade. As propriedades têm sido acompanhadas, utilizando ferramentas desenvolvidas pelo Incaper para monitoramento dos níveis de sustentabilidade, práticas de produção cada vez mais harmônicas com o meio ambiente e a sociedade, não só das lavouras cafeeiras, mas das diversas atividades conduzidas na propriedade rural.

Os cuidados com as lavouras vêm sendo incrementados, com diminuição da área cultivada associada à capacidade de trabalho da mão de obra familiar. A renovação e implantação de lavouras com novas cultivares mais resistentes às doenças ferrugem e phoma e com diferentes épocas de maturação têm sido constatadas em diferentes altitudes, ampliando a capacidade produtiva da cafeicultura familiar. Isso tem possibilitado maior volume de produção de cafés de qualidade superior (INCAPER, 2021)

A produção de cafés especiais nos últimos anos na região do Caparaó vem ganhando destaque no cenário nacional e internacional. A região tem conquistado diversos prêmios em concursos de café, culminado com sua valorização e atingindo consumidores mais exigentes. A título de exemplo, no último concurso denominado *Coffee of the Year*, ocorrido em novembro de 2024, na cidade de Belo Horizonte, a região do Caparaó sagrou-se octacampeã, obtendo ainda seis das dez melhores posições na categoria Arábica.

Hoje, a região do Caparaó é uma importante produtora de cafés especiais no Brasil, e seus produtores são reconhecidos pelo comprometimento com a qualidade e pela busca constante por melhorias em todas as etapas do processo de produção. A história da produção de cafés especiais na região é um exemplo de como a dedicação e a paixão podem levar à produção de produtos de alta qualidade e valor agregado.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA GEOGRÁFICA

O trabalho foi realizado nos meses de março a dezembro de 2021, a partir de amostras de café beneficiado originadas dos dezesseis municípios que compõem a Denominação de Origem Caparaó para café arábica, a saber: no sudoeste do estado do Espírito Santo, municípios de Alegre, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Guaçuí, Ibatiba, Ibitirama, Irupí, Iúna, Muniz Freire e São José do Calçado; em Minas Gerais, na região das Matas de Minas, os municípios de Alto Caparaó, Alto Jequitibá, Caparaó, Espera Feliz, Manhumirim e Martins Soares (Figura 1).

As lavouras de café representadas pelas amostras situam-se em ampla faixa de altitude, variando de 500 m até 1.400 m (INPI, 2021), e constituídas de diversas cultivares da espécie *Coffea arabica*.

DENOMINAÇÃO DE ORIGEM "CAPARAÓ" PARA O CAFÉ

LOCALIZAÇÃO DENOMINAÇÃO DE ORIGEM "CAPARAÓ" PARA O CAFÉ

Legenda

- Parque Nacional do Caparaó
- Denominação de Origem "CAPARAÓ" para o Café
- Limite Municipal
- Limite Estadual

Projeção Geográfica
Datum SIRGAS2000

BASE CARTOGRÁFICA:
Divisão Política-Administrativa do IBGE

LOCAL: Espetro Sudoeste do Rio Preto, Divisão de São Lourenço, Guaiçara, Minas Gerais, Espírito Santo, Marimão, Alto Jequituba e Marimão

ELABORAÇÃO: Instituto de Inovações Tecnológicas Sustentáveis

ÁREA: 4.754,63 km²

ESCALA: 1:600.000

DATA: Março/2019

3.2 PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Todas as amostras foram caracterizadas quanto à origem por estado e município, a umidade, a altitude das lavouras, a cultivar do café, processo de pós-colheita e a data do recebimento no laboratório.

119

submetidas a classificação física, descartando-se grãos defeituosos e impurezas, obtendo-se 120 gramas de grãos apresentando peneira 16 e acima.

Em seguida, os cafés foram torrados em equipamento da marca Probat, modelo TP-2, seguindo um padrão estabelecido pelo laboratório para curva de torra, com temperatura de entrada igual a 185 °C, fluxo de ar de 50% até completar o quarto minuto e fechado a partir desse tempo. As amostras atingiram ponto de torra em 180-190 °C entre 8 e 10 minutos de processamento, até atingir a torra média (equivalente à cor Agtron 55-65).

Após serem torradas, as amostras descansaram por um período de 16-24 horas em potes plásticos, próprios para café, da marca Ogando. Passado o tempo de descanso, os cafés foram preparados para o *cupping* ou teste de xícara (como também é conhecido).

Além da pontuação final de cada amostra de café, os provadores também descreveram os perfis sensoriais, buscando descritores que remetem à orientação dada pela Roda de Sabores do Proveedor de Café (BLVD, 2016).

Todos os dados foram anotados em planilhas e os resultados apresentados por meio de estatística descritiva. As figuras decorrentes dos resultados foram obtidas por meio de planilha eletrônica do MS Excel. De modo a checar a influência da altitude na pontuação final dos cafés, procedeu-se a análises de correlação de Person, utilizando o MS Excel, que também gerou uma figura contendo a equação melhor ajustada e o r^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

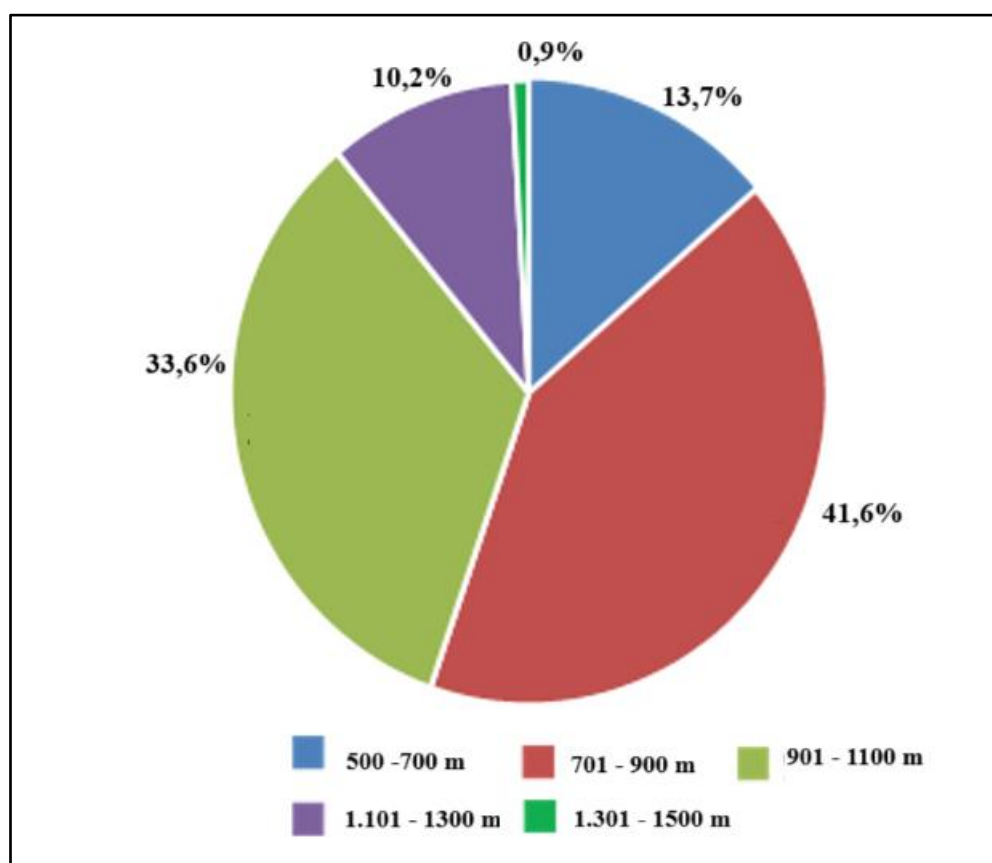
A maioria das amostras de café 59% (314 das amostras analisadas) tiveram como procedência municípios do Espírito Santo. De Minas Gerais foram analisadas 218 amostras (41% do total). Essa proporção maior de amostras capixabas pode se dever à localização do Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, o que facilita para o produtor que tem sua propriedade mais próxima do mesmo, no Espírito Santo.

As faixas de altitude das lavouras apontam para grande participação de glebas localizadas em altitudes entre 700 m e 900 m (41,6% do total) e de 900 m e 1.100 m (33,6% do total) (Figura 2). Juntas essas duas faixas de altitude respondem por mais de 75% das amostras. Para além dessas faixas, houve mais de 10% de amostras entre as cotas 1.100 m e 1.300

m e quase 1% acima de 1.300 m. Esse comportamento confirma a característica da cafeicultura da região, que é predominantemente montanhosa por influência do relevo ao redor do Parque Nacional do Caparaó. Cafés de cotas até 700 m corresponderam a 13,7% do total.

Os autores Bento *et al.* (2021), trabalhando com cafés produzidos no ano 2020 na região, encontraram valores superiores a 57,7% de amostras originárias de lavouras acima da cota de 800 m e isso correlacionou com a qualidade sensorial. Esses autores afirmam que a maior proporção de amostras originárias de ambientes mais elevados se justifica devido ao fato de haver, entre os produtores, maior interesse pela análise de seus produtos.

Figura 2. Altitude das lavouras de café do Caparaó que tiveram amostras analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, em 2021



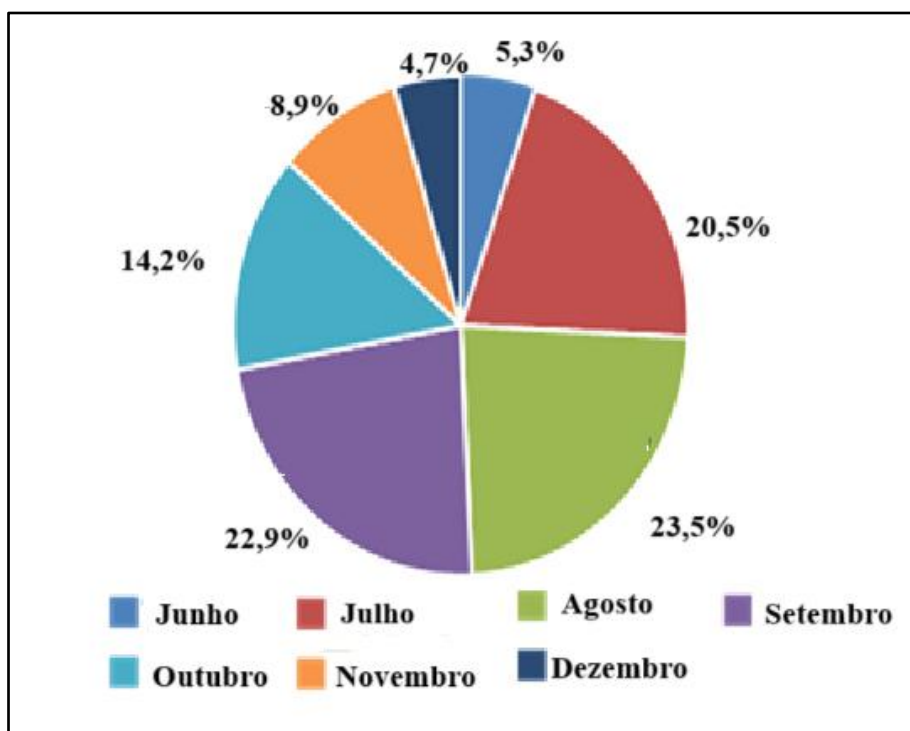
Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Todas as amostras processadas no laboratório foram entregues entre os meses de junho e dezembro, diferente do que ocorreu no ano anterior, segundo registros de Bento *et al.* (2021), que apontaram ser o mês de fevereiro de 2020 o primeiro a registrar entregas de amostras naquele ano. Nesse caso, os autores afirmaram se tratar de amostras colhidas no

ano safra anterior e que não foram desconsideradas para efeito de registros de movimento do referido laboratório.

Em função de as amostras serem majoritariamente de regiões mais altas e, por consequência, de clima mais ameno, houve maior proporção de amostras entregues no segundo semestre de 2021, com destaque para os meses de julho a outubro de 2021, quando foram processadas pouco mais de 81% das amostras do Caparaó em 2021 (Figura 3).

Figura 3. Mês em que as amostras de café foram entregues ao Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, em 2021

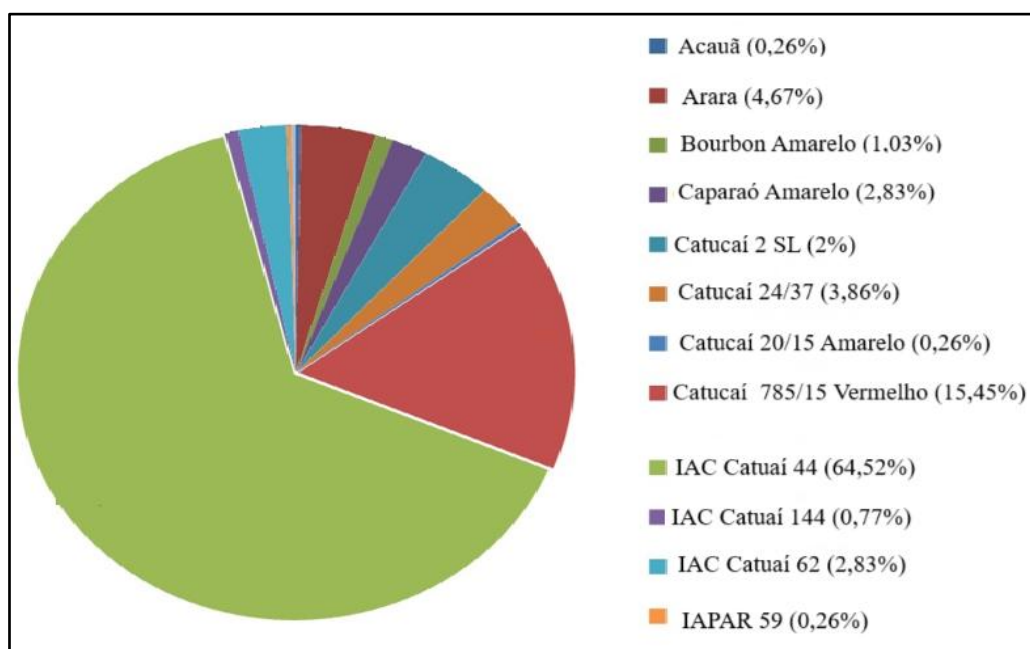


Fonte: elaborada pelos autores.

Como já se esperava, a cultivar predominante de café analisado foi o IAC Catuaí 44, o mais plantado na região. Na Figura 4, é possível perceber que essa cultivar representou, aproximadamente, 64,5% das amostras analisadas em 2021. No ano de 2020, segundo Bento *et al.* (2021), o Catuaí representou 75,65% das amostras analisadas no mesmo laboratório, sem especificar, precisamente, qual cultivar.

Melhorias nos registros da cadeia de custódia do laboratório do Ifes permitiram ampliar o grau de especificação das amostras, o que está sendo registrado pela primeira vez em um trabalho técnico-científico correlato.

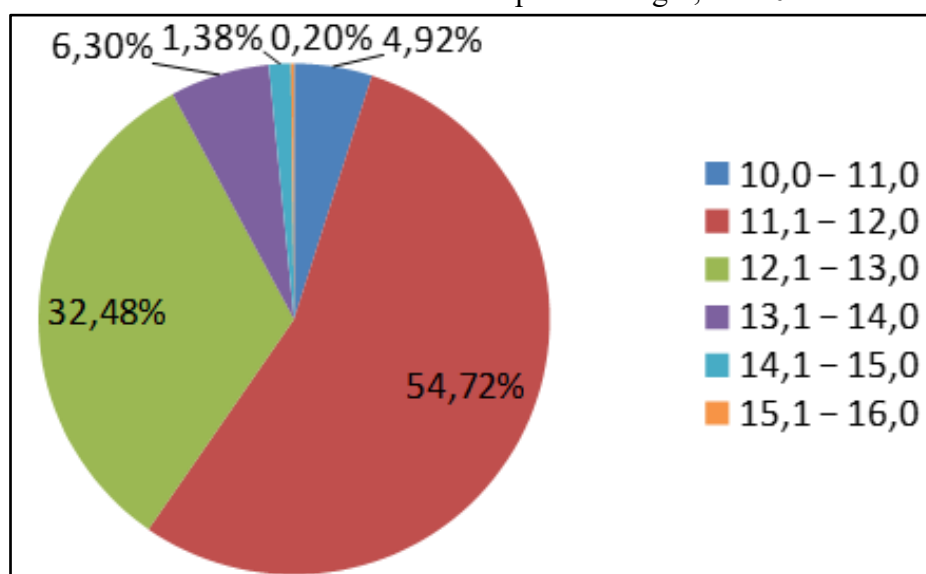
Figura 4. Cultivares de café arábica das amostras analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre



Fonte: elaborada pelos autores.

Na Figura 5, observa-se que praticamente 60% das amostras apresentaram umidade igual ou inferior a 12%, uma evolução em se tratando de resultados verificados no laboratório do Ifes desde o ano 2020, quando as amostras originadas do Caparaó e analisadas no campus de Alegre tiveram, na média, umidade um pouco mais alta, ou seja, cerca de 56,3% das amostras apresentaram umidade até 12%, segundo Bento *et al.* (2021).

Figura 5. Umidade dos cafés que chegaram no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, em 2021

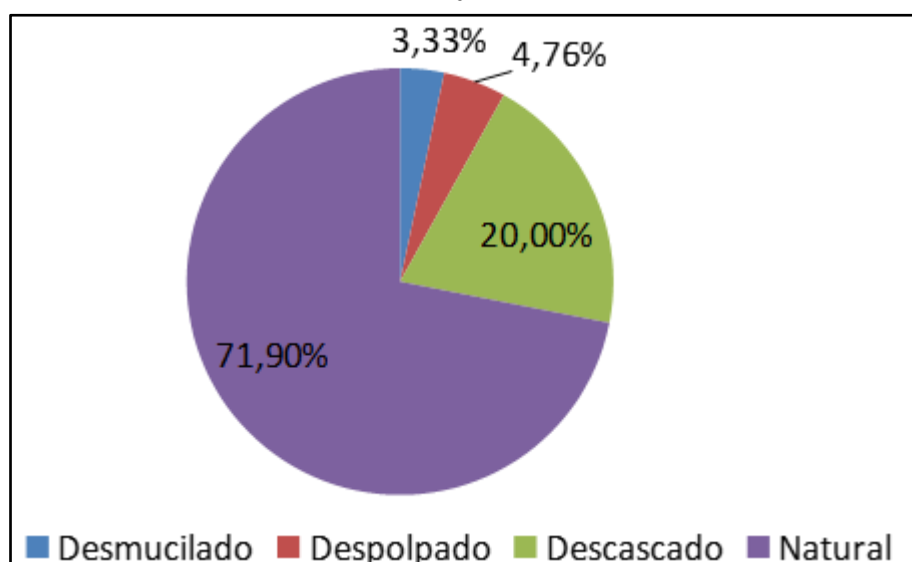


Fonte: elaborada pelos autores.

Desse resultado é possível deduzir que o produtor está conseguindo melhorar a secagem e o armazenamento de lotes com vistas à oferta de cafés superiores. É importante manter a umidade do grão adequada, de preferência entre 11 e 12%, pois cafés armazenados com umidade elevada envelhecem mais rapidamente, com aspectos visuais caracterizados por branqueamento dos grãos e com aspectos sensoriais ruins, que remetem a madeira e sacaria de café (Puzz, 1986).

Entre os resultados apresentados por Bento *et al.* (2021) e os obtidos neste trabalho, percebeu-se aumento na proporção de cafés produzidos por via seca (cafés naturais), ou seja, de 2020 para 2021. Esse processo de secagem por via seca foi majoritária nos últimos dois anos, com valores de 68,20% em 2020 e de 71,90% em 2021 (Figura 6).

Figura 6. Tipo de processamento de pós-colheita das amostras de café analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do IFES – Campus de Alegre, em 2021

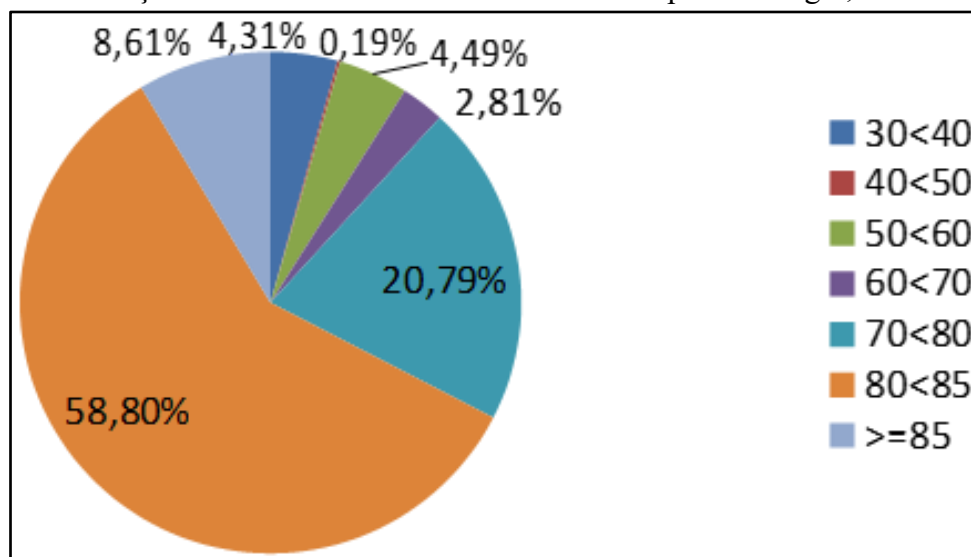


Fonte: elaborada pelos autores.

A secagem natural pode resultar em cafés excelentes, desde que haja controles que impeçam que novamente haja umedecimento e fermentações negativas. Quando esses controles não são possíveis, há fortes riscos de haver redução da qualidade física e sensorial do café. Em ambientes e épocas do ano em que a umidade relativa do ar é alta em, pelo menos, uma parte do dia, é indicado o processamento por via úmida, com a obtenção de cafés descascados.

Na Figura 7, podem-se verificar os resultados das análises sensoriais das amostras de café. Nela, são apresentadas as pontuações finais por faixas. A faixa com maior proporção de amostras é a faixa 80-85 pontos, dentro da categoria de cafés considerados especiais (que pontuam acima de 80 pontos na escala descrita por SCA, 2018), com 58,80% das amostras. Em seguida vem a faixa de 70-80 pontos, cafés categorizados como comerciais finos, com 20,79%. Esses números são melhores que os observados por Bento *et al.* (2021), que obtiveram, respectivamente, 48,42% e 23,33% para as duas faixas descritas acima, na mesma ordem. Trata-se, portanto, de uma evolução dos cafés do Caparaó da safra 2020/21 para a safra 2021/22.

Figura 7. Pontuação das amostras de café analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes Campus de Alegre, em 2021



Fonte: elaborada pelos autores.

O mesmo comportamento nos dois anos foi observado para os cafés pontuados acima de 85 pontos. Neste trabalho, foram enquadradas 8,61% das amostras analisadas no laboratório no ano de 2021, enquanto a publicação de Bento *et al.* (2021) aponta para 6,33%, em 2020.

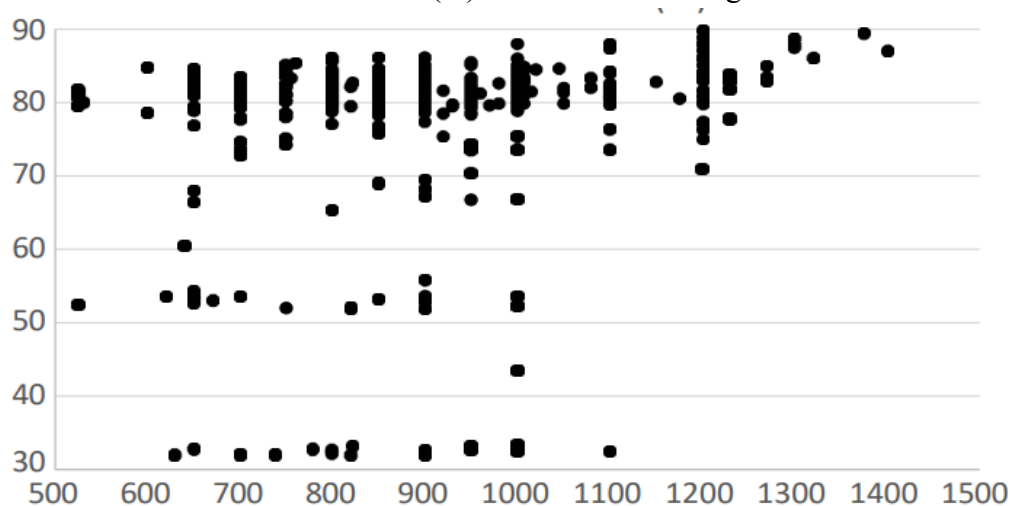
Amostras originadas de lavouras em cotas mais elevadas apresentaram notas finais mais elevadas. A correlação de Pearson aplicada aos dados brutos (532 amostras) apontou para correlação positiva igual a 0,747.

A Figura 8 apresenta a dispersão dos dados ao se correlacionar pontuação final da amostra de café obtida pela média aritmética das notas dadas por provador *Q-grader* pela altitude de cada lavoura correspondente. Nessa mesma figura, é possível perceber que, a partir da

altitude de 1.000 m, somente uma amostra pontua abaixo de 70, e isso se deve à ocorrência de cinco xícaras com defeito forte, levando esse café para pontuação igual a 32, de acordo com o protocolo adotado (SCA, 2018). A ocorrência de xícaras com defeito foi frequente em amostras provenientes de lavouras situadas em cotas mais baixas.

Esse resultado sustenta que, em altitudes mais elevadas, há menor ocorrência de xícaras apresentando defeito e isso pode estar relacionado a questões ambientais, sobretudo à umidade relativa e à temperatura do ar no ambiente de secagem, bem como à diferenciação na microbiota nativa associada ao café e à estrutura de secagem.

Figura 8. Nota final média das amostras de café analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, em 2021, em função da altitude (m) das lavouras de origem

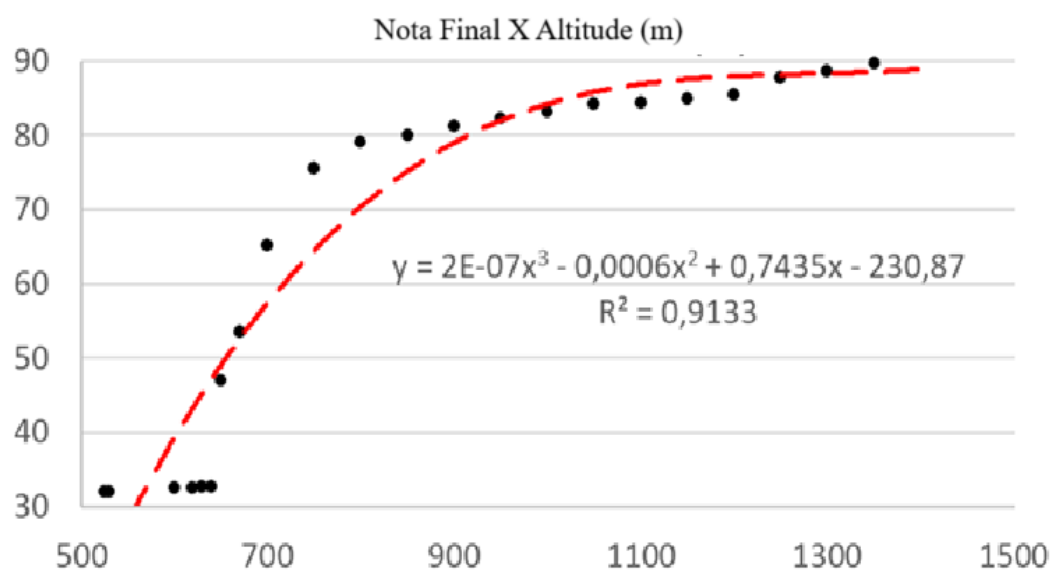


Fonte: elaborada pelos autores.

Silva *et al.* (2008), em um trabalho em que avaliaram a qualidade do café produzido em diversas altitudes, concluíram que em maiores altitudes são produzidos os melhores cafés. Os autores Ferrão *et al.* (2009) obtiveram resultados similares em lavouras de café arábica no Estado do Espírito Santo, além de permitir maior complexidade da bebida.

Após a obtenção dos resultados na dispersão acima, procurou-se avaliar se haveria melhor explicação estatística do efeito da altitude sobre a pontuação final das amostras ajustando-se uma curva com dados médios. O resultado é apresentado na Figura 9. Nela, percebe-se que a equação de terceira ordem justifica muito bem ($r^2 = 0,9133$) a influência da altitude sobre o resultado qualitativo final das bebidas, comprovando essa interdependência nas amostras do Caparaó analisadas em 2021.

Figura 9. Correlação entre a pontuação final média e a altitude (m) das lavouras do Caparaó, analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes Campus de Alegre, em 2021



Fonte: elaborada pelos autores.

Além da pontuação final, as análises sensoriais foram responsáveis pela descrição de aspectos de Fragrância/Aroma e Sabor, parte dos chamados descritores sensoriais. No Quadro 1 são demonstrados esses resultados obtidos do painel de provadores, que realizaram registros individualmente, sendo que a impressão pessoal foi compartilhada, chegando-se aos descritores sensoriais recorrentes por consenso.

À medida que as notas das amostras eram mais altas, maior foi o número de descritores positivos por amostra. Por outro lado, notas baixas estavam relacionadas a descritores negativos, e isso foi mais comum nas amostras de café cuja pós-colheita foi por via seca. Todos esses resultados corroboram aqueles encontrados por Bento *et al.* (2021).

Outro resultado que merece registro é que o perfil sensorial dos cafés especiais (≥ 80 pontos) é semelhante àquele que caracteriza o *terroir* do café arábica do Caparaó, conforme descrito no INPI (2021), independentemente do processo de pós-colheita utilizado. Isso quer dizer que o café apresenta diversos descritores para doçura, como melação de cana, caramelo, açúcar caramelizado e mel.

Quadro 1. Descritores sensoriais recorrentes nas amostras de café analisadas no Laboratório de Classificação Física e Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, em 2021, em função da faixa de pontuação final e processo de pós-colheita.

Faixa de Pontuação	Processo	Ocorrência (%)	Descritores
30-40	Natural	95,0	Fenólico, mofo, terra, poeira, palha de café e polpa de café
	Descascado	5,0	Fenólico, palha de café e polpa de café
50-60	Natural	94,0	Palha de café, polpa de café, herbáceo, imaturo, amêndoas e verde
	Descascado	6,0	Palha de café e polpa de café
60-70	Natural	82,0	Amêndoas, castanhas, chocolate e amadeirado
	Descascado	18,0	Amêndoas, caramelo, herbáceo
70-80	Natural	76,0	Chocolate, amêndoas, castanhas, caramelo, especiarias e herbáceo
	Descascado	24,0	Chocolate, amêndoas, caramelo, amendoim, castanhas, melaço e mel
80-85	Natural	69,0	Chocolate ao leite, açúcar caramelizado, castanhas, frutado, cítrico e melaço
	Descascado	31,0	Caramelo, chocolate ao leite, açúcar caramelizado, amêndoas, frutado e melaço
>85	Natural	62,0	Mel, melaço, açúcar mascavo, açúcar caramelizado, chocolate ao leite e frutado, frutas amarelas, frutas vermelhas, licoroso
	Descascado	38,0	Chocolate ao leite, caramelo, melaço, frutado, mel, açúcar mascavo, frutas cítricas, frutas vermelhas, frutas roxas, frutas amarelas e floral

Fonte: elaborada pelos autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu a caracterização das 532 amostras de café da Denominação de Origem Caparaó, analisadas no Laboratório de Classificação Física de Bebida do Café do Ifes – Campus de Alegre, no ano de 2021.

As amostras provêm de lavouras localizadas majoritariamente no estado do Espírito Santo, em altitudes que variam de 700 m e 1.100 m e, sobretudo da cultivar Catuaí IAC-44 vermelho.

O período de maior fluxo de entrega de amostras é de julho a outubro.

Praticamente 60% das amostras apresentaram umidade igual ou inferior a 12%, mostrando que os produtos estão cientes da importância de manter a umidade ideal para preservar as características do café.

Houve forte correlação positiva entre altitude da lavoura e pontuação final da amostra na análise sensorial.

Defeitos em xícaras foram mais comuns em cafés processados por via seca e em altitudes mais baixas;

Cafés especiais apresentaram perfil sensorial que em muito se aproximou do *terroir* do Caparaó, independentemente do tipo de processamento de pós-colheita.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. M. A. *et al.* **Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p.1-12, 2011
- BENTO, S. G. ALVES, S. T. **Origem, Aspectos Gerais, Pontuação e Perfil Sensorial de Cafés do Caparaó, Analisados no Ifes – Campus De Alegre No Ano 2020.** 2021
- FERRÃO, M. A. G. *et al.* Qualidade do café arábica em diferentes altitudes no Espírito Santo. **Anais...** V Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória, ES. 2009.
- FERRÃO, M. A. G. *et al.* **Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de Coffea canephora.** In.: FERRÃO *et al.* Café conilon. Vitória-ES: Incaper, p. 64-91, 2007.

FERRÃO R. G. *et al.* 2008) **Estado da arte da cafeicultura no Espírito Santo**. In: TOMAZ M. A. *et al.* (Ed). Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura. Alegre, UFES. p. 29-47.

INPI. **Revista da propriedade industrial nº 2613**. 02.02.2021. 2021. 42p.

International Coffee Organization. **Coffee Development Report 2019**. London: ICO. (25–29 March 2019). Country Coffee Profile: Viet Nam. London. Disponível em: <<http://www.ico.org/documents/cy2018-19/icc-124-9e-profile-vietnam.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

INCAPER. **Café**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-arabica>>. Acesso em: 22.03.2023

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986.

PEREIRA, L. L. **O perfil da organização produtiva dos cafeicultores nas regiões Serrana e Caparaó do Espírito Santo: uma abordagem Neommarshallian**. 2012. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Curso em Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

SILVA, A.S. *et al.* **Qualidade do café produzido em diferentes altitudes do Sul de Minas Gerais e processo por via seca**. *Revista em agronegócios e meio ambiente*. v. 1, n. 2, p. 219- 29, 2008.

SOUZA, M. A. *et al.* Denominação de origem Caparaó para café arábica. Incaper em Revista, Vitória, v. 11 e 12, p. 49-60. 2020.

SCA – SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **Protocols and best practices**, 2018. Disponível em: <[SCA-Protocols-_-Best-Practices.pdf](#)>. Acesso em: 08 abr.2025.

TRISTÃO A. F. *et al.* **Cafeicultura sustentável: boas práticas agrícolas para o café arábica**. Vitória, ES: Incaper, 2020.

CAPÍTULO 07

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ANTEPAROS PARA A COLHEITA DE CAFÉ CONILON EM CAFEZAL DE MONTANHA

Lorena Aparecida Paulúcio

Jeferson Luiz Ferrari

Maurício Novaes Souza

Telma Machado de Oliveira Peluzio

Alessandra Cunha Lopes

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes anteparos para a colheita de café em cafezal de montanha. O projeto foi realizado em uma lavoura de café conilon em Jerônimo Monteiro, envolvendo três tipos de anteparos em diferentes declives: Novo Veículo de Colheita Manual (NMA), Pano Manual (PMA) e Peneira (P). Os anteparos foram testados em 4 declives diferentes: 1 (0 a 15%), 2 (16 a 25%), 3 (26 a 35%) e 4 (acima de 35%). Cada um recebeu 3 tratamentos testados em 5 plantas de café. O teste foi repetido 4 vezes. Para avaliar a eficiência da colheita de cada anteparo em cada declive foram mensurados: tempo de colheita do café (s/kg), tempo para ensacar o café (s/kg) e porcentagem do peso total do café ensacado com fundagem (%) e sem fundagem. Pode-se concluir que independente da declividade do terreno a peneira apresentou o maior tempo de colheita.

Palavras-chave: Cafeicultura de montanha. Sustentabilidade econômico-financeira. Eficiência da colheita.

1.0 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é considerada a principal atividade agrícola do estado do Espírito Santo. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o café está presente em praticamente todos os municípios e o estado é o segundo maior produtor nacional de *Coffea arabica* (arábica) e primeiro em *Coffea canephora* (conilon) (CONAB, 2018).

No sul do estado é comum a prática da cafeicultura de montanha, modalidade que submete a atividade cafeeira a uma série de desafios operacionais e econômicos devido as dificuldades de realizar os tratos culturais e a maior exigência de mão de obra.

A etapa de colheita tem disso um dos grandes gargalos na prática cafeeira. A colheita manual é a forma mais comum no Brasil, onde o café é derriçado por total no pano ou na peneira, devendo-se tomar todo cuidado a fim de preservar a qualidade do grão (Inácio, 2018). Esses dois tipos de anteparos, peneira o pano, podem ser empregados na colheita seletiva, realizada normalmente por cafeicultores familiares, onde são colhidos somente os frutos cereja, no ponto ideal de maturação do grão de café. A realização da colheita de maneira seletiva requer um consumo maior de mão de obra devido ao aumento do número de vezes que o cafeicultor deve passar na lavoura.

A derriça dos frutos, feita sobre panos e ou com peneiras, é considerada a fase mais demorada e onerosa no processo de colheita, concentrando a maior demanda de mão de obra (Alves; Costa; Santos, 2015). Considerando que um dos principais obstáculos do cultivo do café no país é a mão de obra, principalmente em regiões montanhosas com dificuldade de mecanização, tem-se a necessidade de desenvolvimento de outras tecnologias para facilitar a colheita e reduzir custos.

Na colheita semimecanizada a operação é realizada por meio de derriçadoras mecânicas, também conhecidas como “mãozinha”, onde é retirado principalmente os frutos maduros e secos. A colheita mecânica é realizada por equipamentos que fazem todo o serviço que antes seria manual, ou seja, derriça, abanação e ensaque. É indicada para plantios não adensados e em terrenos planos ou levemente ondulados (Silva *et al.*, 2016).

A eficiência na hora de colher o café, além de permitir a diminuição dos custos de produção, leva a obtenção de produtos com maior valor agregado. A avaliação da eficiência dos sistemas de colheita pode ser feita levando em consideração os aspectos

técnicos e econômicos, devendo-se também levar em consideração o nível tecnológico do produtor, as características das plantas e a topografia das áreas (Cunha *et al.*, 2016).

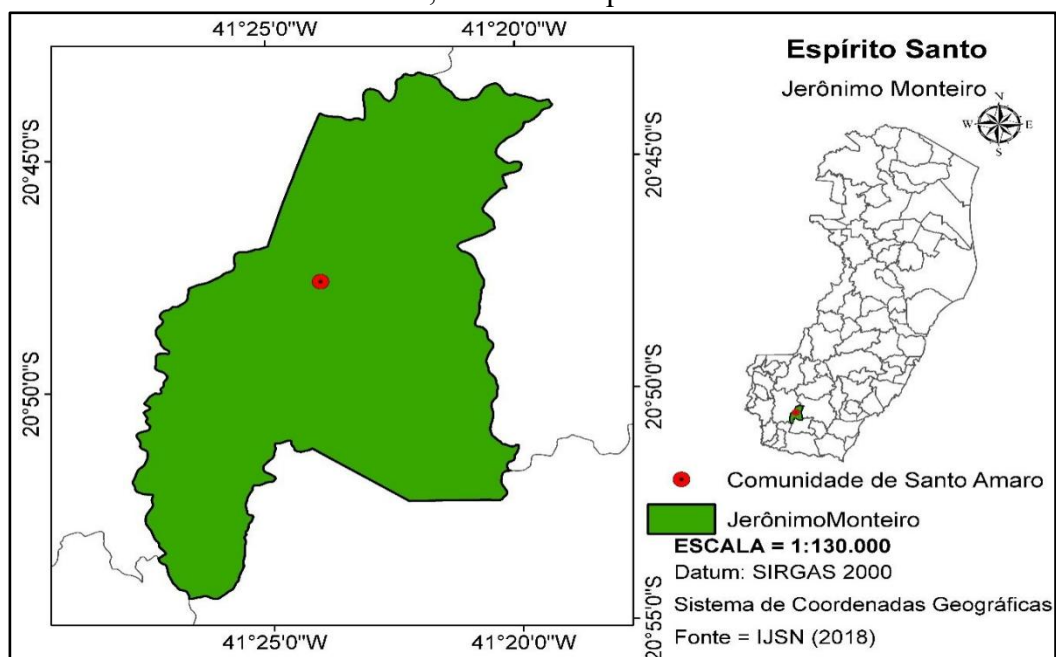
Um método de colheita a ser considerado na região sul do Espírito Santo é Novo Veículo de Colheita Manual (NMA), desenvolvido pelo engenheiro agrônomo Bruno Soares. O método é diferenciado do pano manual por possuir grampos de fixação que evitam o desmonte do anteparo nas operações de colheita tanto no plano como em regiões declivosas, além de possuir uma balsa exclusiva de contenção para o grão derriçado, podendo ser usado tanto na colheita manual como na colheita semimecanizada.

Pelo exposto, este estudado tem como objetivo avaliar a eficiência de diferentes anteparos (panos, peneiras e o NMA para colheita de café conilon em um cafezal de montanha.

2.0 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma lavoura de café conilon localizada comunidade Santo Amaro, no município de Jerônimo Monteiro, nas coordenadas geográficas de latitude 20°12'56" S, longitude 41°23'40" W e a altitude de 160 m (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo em relação ao município de Jerônimo Monteiro, estado do Espírito Santo



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A avaliação da eficiência da colheita do café foi realizada no dia 06 de julho 2017 onde, inicialmente se observou que os grãos de café já tinham atingido o estágio de maturação conhecido como cereja. A lavoura possui 6 anos, possui e foi plantada no espaçamento de 3 x 1 m e é composta por 5000 plantas.

O experimento envolveu três tipos de anteparos em diferentes declives. Os anteparos foram assim denominados: Novo Veículo de Colheita Manual (NMA), Pano Manual (PMA) e Peneira (P) (Figura 2).

Figura 2. Anteparos avaliados na lavoura de café conilon no município de Jerônimo Monteiro, ES: A) Pano Manual (PMA); B) Novo Veículo de Colheita Manual (NMA) e C) Peneira (P)



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Os anteparos foram testados em 4 declives diferentes, sendo: Declividade 1 (0 a 15%), Declividade 2 (16 a 25%), Declividade 3 (26 a 35%) e Declividade 4 (acima de 35%). Cada uma dessas declividades recebeu os 3 tratamentos e foram testados em 5 plantas de café. O teste foi repetido 4 vezes.

Para avaliar a eficiência da colheita de cada anteparo em cada declive, foram mensurados os seguintes parâmetros: tempo de colheita do café (s/kg), tempo para ensacar o café (s/kg) e porcentagem do peso total do café ensacado (%) e porcentagem do peso total de café ensacado da fundagem (fora do anteparo) (%) (Ferreira, 2007).

Para análise estatística foram realizadas análises conjuntas de experimentos. As médias de cada tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey, os modelos de regressão testados utilizando os testes F e os estimadores o teste t. Os modelos de regressão foram construídos a partir do valor médio da declividade representada em cada categoria. Sendo declividade 1 (7,5%), declividade 2 (10%), declividade 3 (30%) e declividade 4 (40%).

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão sintetizados na Tabela 1 que apresenta os valores correspondentes aos autovalores, as porcentagens simples e as porcentagens acumuladas da variância total dos componentes principais no experimento.

No terreno com declividade de 1 (0 a 15%), verifica-se que os tratamentos NMA e PMA formam o primeiro grupo e o P forma o segundo grupo, e que os dois componentes absorveram 99,32% das variações existentes nas características originais.

No terreno com declividade 2 (16 a 25%), nota-se este mesmo comportamento em que os tratamentos NMA e PMA formam o primeiro grupo e o P forma o segundo grupo, e que os dois componentes absorveram 97,36% das variações existentes nas características originais.

No terreno com declividade 3 (26 a 35%), verifica-se que os tratamentos NMA e P formam o primeiro grupo e o PMA forma o segundo grupo, e que os dois componentes absorveram 92,80% das variações existentes nas características originais.

Tabela 1. Componentes principais e seus respectivos autovalores, e porcentagens simples e acumuladas da variância total no experimento

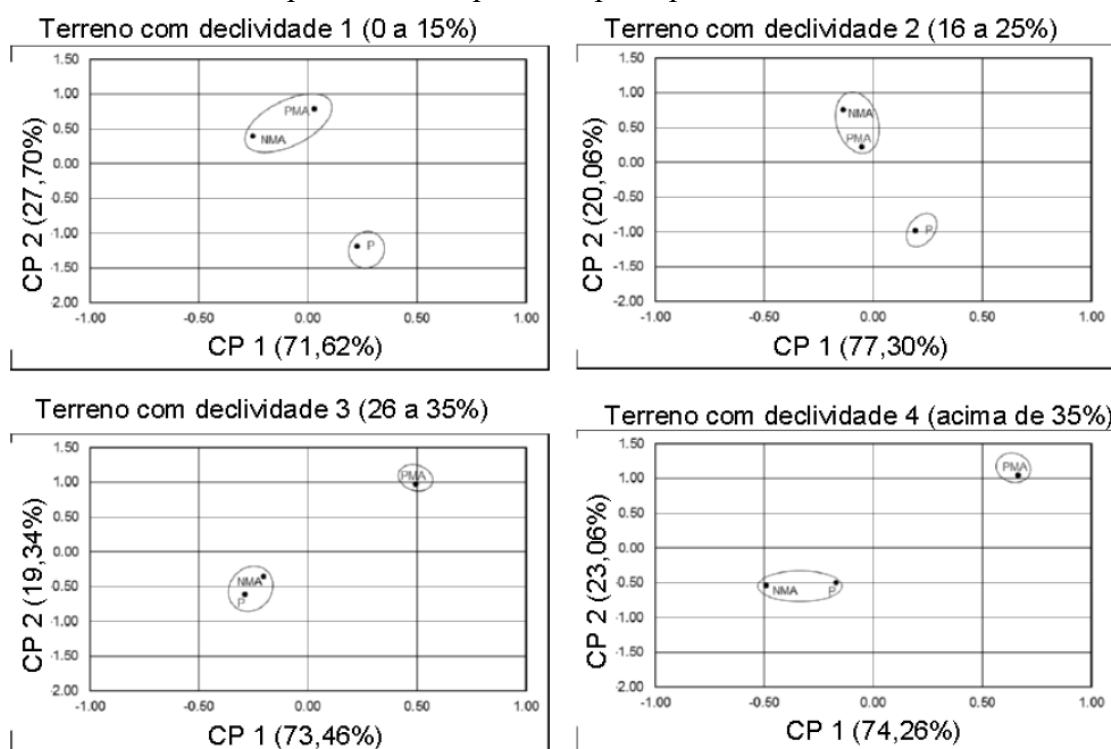
Terreno com declividade 1 (0 a 15%)			
Componente Principal	Autovalores	Porcentagem simples	Porcentagem acumulada
CP1	2,86	71.62	71.62
CP2	1,10	27.70	99.32
Terreno com declividade 2 (16 a 25%)			
CP1	3.09	77.30	77.30
CP2	0.80	20.06	97.36
Terreno com declividade 3 (26 a 35%)			
CP1	2.93	73.46	73.46
CP2	0.77	19.34	92.80
Terreno com declividade 4 (acima de 35%)			
CP1	2.97	74.26	74.26
CP2	0.92	23.06	97.32

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

No terreno com declividade 4 (acima de 35%), constata-se que os tratamentos NMA e P formam o primeiro grupo e o PMA forma o segundo grupo, e que os dois componentes absorveram 97.32% das variações existentes nas características originais (Figura 3). Da mesma forma que na declividade 3, os mesmos grupos se formaram na declividade 4, sendo NMA manual e peneiras iguais entre si e pano manual diferente, tendo agora um agrupamento numa semelhança de 97,3%.

Pode-se dizer então, que em condições de terreno plano, o NMA manual e o pano manual se juntam em um único grupo, porém, em contrapartida, em áreas mais declivosas o grupo é formado por NMA manual e peneira, ficando o pano manual em um grupo a parte.

Figura 3. Dispersão dos tratamentos com base nas respectivas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Na Tabela 2 são apresentadas as médias da característica do tempo de colheita de café s/kg nos três anteparos e nas quatro declividades do terreno.

Tabela 2. Médias da característica do tempo de colheita de café, em s/kg, avaliadas nos três anteparos e em quatro declividades, em 2017

Anteparos	Declividade				Média
	0 a 15%	16 a 25%	26 a 35%	> 35%	
NMA Manual	33,43 a	40,23 b	42,20 b	27,11 b	35,74 a
Pano Manual	36,39 a	29,30 b	49,34 b	51,34 a	41,59 b
Peneira	47,60 a	52,67 a	66,37 a	52,32 a	54,74 a
Média	39.14	40.73	52.64	43.59	

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Em relação à colheita manual, na declividade 1 (plano) o tempo de colheita do café usando NMA manual foi muito próximo ao tempo obtido pelo pano manual e bem distante da peneira, da mesma forma aconteceu com a porcentagem do peso total do café de fundagem. Isso mostra a distribuição dos grupos considerando a declividade 1.

Pode-se observar na primeira coluna, onde mostra a declividade de 0 a 15%, que o tempo gasto para colher conforme peso total de café colhido para cada tratamento, não foi diferente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ou seja, tanto o pano manual quanto o NMA e a peneira tiveram o mesmo desempenho. Analisando a segunda coluna de declividades, a peneira obteve melhor desempenho e diferença significativa em relação ao pano manual, em contrapartida, o NMA manual não se diferenciou do pano manual nem da peneira. Cunha, et al (2016), mostraram em seu trabalho a eficiência do sistema semimecanizado comparado ao sistema manual, em relação à produtividade expressa em volume de café por hora trabalhada, em ambiente pouco declivoso. Eles observaram que o sistema semimecanizado teve um desempenho superior ao sistema manual em 50,6%.

A fim de comparar os diferentes instrumentos de colheita de café em relação a sua eficiência no ambiente de montanha, fizeram-se comparar dois parâmetros: Tempo e declividade, Tabela 3.

Tabela 3. Médias da característica tempo para ensacar café, em s/kg, avaliadas em três anteparos e em quatro declividades, em 2017

Anteparos	Declividade				Média
	0 a 15%	16 a 25%	26 a 35%	> 35%	
NMA Manual	9,25 b	10,71 a	11,92 a	7,31 b	9,80 b
Pano Manual	14,47 a	9,88 a	14,26 a	12,61 a	12,81 a
Peneira	2,05 c	3,12 b	3,20 b	5,96 b	3,58 c
Média	8,59	7,90	9,79	8,62	

¹Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Foi observado na primeira declividade diferença significativa entre os tratamentos. O anteparo de melhor resultado para as duas primeiras declividades foi a peneira, sendo que na segunda e na terceira declividades não houve diferença significativa pelo teste de Tukey entre o pano manual e o NMA manual. Na declividade mais acentuada observou-se um pior desempenho do pano manual, gastando mais tempo para ensacar o café e sem diferença significativa para o NMA manual e a peneira.

O comportamento dos diferentes anteparos de colheita em relação ao tempo gasto para ensacar o café, comparado com as diversas declividades têm se mostrado favorável à

peneira que por sua vez, mostrou maior eficiência numa declividade de 0 a 15 %, gastando apenas 34,5 segundos. Em contrapartida, também numa declividade de 0 a 15 % o anteparo de menor eficiência foi o pano manual gastando 143,75 segundos para ensacar o café. Analisando as diversas declividades se pode observar que para diminuir o tempo para ensacar o café o anteparo de melhor desempenho é a peneira, em todas as declividades, e o de pior desempenho é o pano manual.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração as condições do presente experimento pode-se concluir que a eficiência dos diferentes anteparos para colheita de café conilon, em área de montanha, varia em função da declividade e da variável de interesse, a saber:

- Independente da declividade do terreno, a peneira apresenta o maior tempo de colheita.
- Em terrenos com declives de 16 a 35%, o NMA e o PMA apresentam o mesmo tempo de colheita. Porém em declividades superiores a 35%, o NMA possui melhor rendimento de colheita no que se refere ao tempo.
- Em relação ao tempo para ensacar o café, a peneira é a que apresenta o menor tempo, independentemente da declividade. No entanto, em declives superiores a 35%, a peneira apresenta o mesmo desempenho que o NMA.
- Quando o terreno ultrapassa a 25% de declividade, peso total de café ensacado reduz no PMA, apresentando aumento de peso do café de fundagem.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. A.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F. **Procedimentos de colheita do café**. In: MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. *Café na Amazônia*, p.345 – 358, 2015.

CONAB. **Levantamento de café da Conab mostra produção recorde: 58 milhões de sacas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2373-levantamento-de-cafe-da-conab-mostra-producao-recorde-58-milhoes-de-sacas> Acesso em: 29. Out. 2018.

COSTA, E. B.; GARCIA, R. D. C.; TEIXEIRA, S. M. Custos de produção da cafeicultura de montanha do Espírito Santo em diversos sistemas de produção. In: **Anais:II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. P. 2180-2187, 2001. Acesso em 31. Out. 2018.

CUNHA, J. P. B *et al.* Viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas de colheita do café. **Coffe Science**, v. 11, n. 3, p. 416-425, 2016. Acesso em 18. Set. 2018.

INÁCIO, A. **Custo de produção de café**. 2018. Disponível em: <www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/custo-da-producao-de-cafe/>. Acesso: 26 de Out. 2018.

SILVA, F. M. *et al.* **Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada**. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1212>> Acesso: 23 set 2018.

CAPÍTULO 08

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE CULTIVO DE CAFÉ NA REGIÃO ALTO NOROESTE E SERRANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Bianca dos Santos

Mariana da Silva Borges

Telma Machado de Oliveira Peluzio

João Batista Esteves Peluzio

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo identificar, quantificar e caracterizar as áreas de cultivo de café na região Alto Noroeste e da região Serrana do estado do Rio de Janeiro. Para tal, foram fotointerpretadas as lavouras de café sobre de imagens de satélite obtidas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em aplicativo computacional, utilizando a escala de 1:2000. Para verificação do erro foi utilizado o índice Kappa. Para avaliar a evolução espacial, os dados obtidos na fotointerpretação foram comparados aos da Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB de 2021. Bem como, foram realizadas a interpolação das lavouras de café sob o solo e clima obtidos em base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e do Instituto Nacional de Meteorologia. A fim de identificar o posicionamento das lavouras que possuem cafés com melhor qualidade, foi obtido, as coordenadas geográficas das análises sensoriais dos cafés da região que obtiveram acima de 80 pontos, após análise sensorial realizada no laboratório do Ifes campus de Alegre. Foi observado um aumento na área de cultivo de café tanto na região Alto Noroeste quanto na Serrana, quando comparados com os dados da CONAB de 2021.

Palavras-chave: Cafeicultura. Fotointerpretação. Qualidade do café. Produtividade.

1.0 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se na produção mundial de café, a safra de 2024, é estimada em aproximadamente 58,1 milhões de sacas de 60 quilos, sendo 43,18 milhões de café arábica (*Coffea arabica*) e 14,52 milhões de café robusta ou conilon (*Coffea canephora*) (CONAB, 2024).

A história da busca por cafés de qualidade no Brasil remonta à década de 90, quando os concursos de qualidade da Illy Café e os concursos regionais realizados por cooperativas deram início a esse movimento (Mendes *et al.*, 2018). Além disso, a criação da Associação Brasileira de Cafés Especiais do Brasil (BSCA) em 1991 foi um marco crucial para a inserção do Brasil no mercado global de cafés especiais. A partir de então, uma série de concursos nacionais e internacionais foram organizados, como o primeiro concurso de qualidade de café no Brasil pela BSCA em 1996 e o primeiro *Cup of Excellence* em 1999, que contou com a participação de produtores de diversas regiões do país (Silva, 2020).

Esses concursos impulsionaram a projeção internacional dos cafés brasileiros, atraindo compradores de café de todo o mundo. Além disso, várias regiões brasileiras buscaram e obtiveram reconhecimento por suas características únicas de produção de café, como o Cerrado Mineiro, Serra da Mantiqueira de Minas Gerais, Norte Pioneiro do Paraná, Alta Mogiana, região do Pinhal, Oeste da Bahia, Campos das Vertentes, Matas das Minas, Caparaó, Montanhas do Espírito Santo e Matas de Rondônia (EMBRAPA, 2021).

Esse reconhecimento da origem dos cafés pressupõe características específicas que os tornam únicos e vinculados ao seu meio geográfico. Essa diferenciação tornou-se uma vantagem competitiva diante das preferências dos consumidores. Portanto, a valorização nacional e internacional desses produtos é impulsionada pela diferenciação das regiões produtoras (MESQUITA *et al.*, 2016). A rastreabilidade e confiança associadas a esses cafés agregam valor ao produto.

Nesse contexto, em 2020 o SEBRAE Nacional contratou uma empresa para realizar diagnósticos em todo o território brasileiro em produtos com potencial para obtenção do reconhecimento como Indicação Geográfica (IG) (SEBRAE, 2020). No Estado do Rio de Janeiro, 19 diagnósticos foram realizados, incluindo as três regiões produtoras de café.

Dentre elas, a região Serrana e Alto Noroeste apresentou potencial para obter o reconhecimento na modalidade Denominação de Origem (DO) (SEBRAE, 2020).

Dentre as várias técnicas de identificação do uso e ocupação da Terra, em especial pela cafeicultura, destaca-se a fotointerpretação, em vários estudos conforme relata Peluzio *et al.* (2020).

Além disso, o estudo destaca a relevância da análise química dos cafés realizada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) em parceria com a Caparaó Jr., bem como, a necessidade de levantamentos e estudos para confirmar a fotointerpretação das propriedades previstas neste projeto. Essas etapas auxiliarão na continuidade do processo de obtenção da IG para os cafés do Rio de Janeiro.

Pelo exposto, objetiva-se identificar, quantificar, caracterizar e mapear as lavouras de café da região Serrana (municípios de Bom Jardim, Duas Barras, São José do Vale do Rio Preto e Trajano de Moraes), e da região do Alto Noroeste (municípios de Varre Sai, Porciúncula, Bom Jesus do Itabapoana e Natividade) do estado do Rio de Janeiro, por intermédio de fotointerpretação de imagens de satélites em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

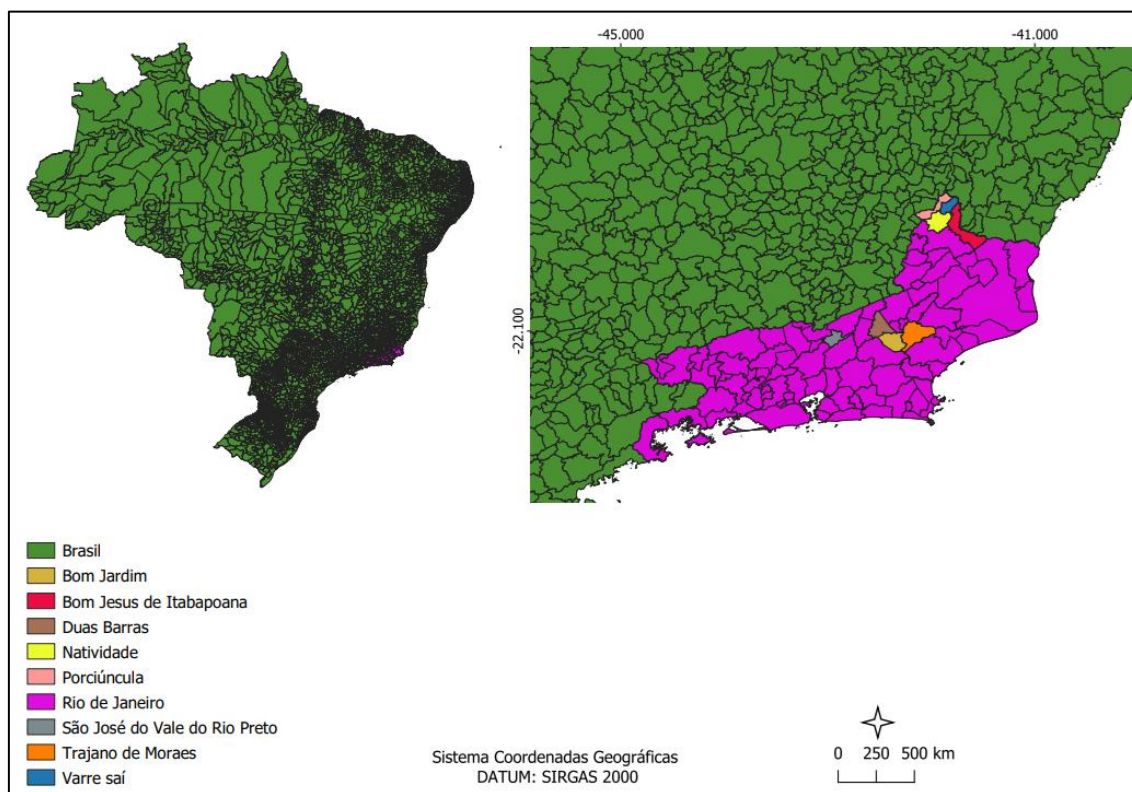
2.0 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na região Serrana e Alto Noroeste do estado do Rio de Janeiro, onde foram avaliados 4 municípios de cada região. Dentro da região Serrana foram fotointerpretados os municípios de: Bom Jardim, Duas Barras, São José do Vale do Rio Preto e Trajano de Moraes, entre as coordenadas geográficas 21°00'00'' e 23°00'00'' S, e 41°00'00'' e 44°00'00'' O. A região Serrana apresenta relevo acidentado. O clima segundo a classificação Köppen Geiger é o tropical de altitude, em que algumas regiões podem variar a subtropical úmido, com temperatura média anual de 18°C, e precipitação média anual de 2.174 mm (INPE, 2019).

Na região Alto Noroeste foram fotointerpretados os municípios de: Varre Sai, Porciúncula, Bom Jesus do Itabapoana e Natividade, entre as coordenadas geográficas 21°00'00'' e 23°00'00'' S, e 41°00'00'' e 44°00'00'' O. A região apresenta um relevo diversificado, com predomínio de relevo acidentado. Já o clima da região, segundo a

classificação Köppen Geiger é tropical com o inverno seco, cujos valores médios anuais de temperatura e pluviosidade são respectivamente, 22.8 °C e 1.228 mm (INPE, 2023).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: os autores (2024).

O estudo foi realizado em etapas: levantamento e leitura de referencial teórico; aquisição e tratamento de imagens de satélite; fotointerpretação das lavouras cafeeiras em ambiente SIG, evolução espacial e temporal da área de plantio, caracterização do solo e clima da região e análise estatísticas dos dados.

a) Fotointerpretação das lavouras cafeeiras - Foram utilizadas imagens do satélite CBERS-4A, adquiridas junto à divisão de geração de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2023). As imagens adquiridas foram pré processadas, calibradas, os valores foram transformados em radiância e posteriormente em reflectância conforme os dados e estudos de Pinto *et al.* (2016).

Para esse fim, foi necessário o recorte das imagens contendo o município da região Alto Noroeste e da região Serrana, a partir dos dados vetoriais disponíveis no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2019) em formato *shapefile* (shp), nas quais, foram fotointerpretadas apenas as feições relacionadas à

cultura do café, na escala 1:2000, conforme metodologia empregada por Santos *et al.* (2010), em aplicativo computacional.

Após a fotointerpretação todos os polígonos foram editados e agrupados, o que possibilitou a posterior quantificação da área de café, via calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo vetorial no QGIS (versão 3.40.1) disponível no laboratório do Instituto do Ifes, Campus Alegre, ES).

Com intuito de verificar a qualidade da fotointerpretação e promover correções, utilizou a amostragem aleatória por município, cuja verificação da fotointerpretação foi realizada por foto interpretador independente, sobre os quais foi calculado o Índice Kappa (BRITO *et al.*, 2007).

A checagem das coordenadas geográficas das lavouras de café foi realizada pela empresa Caparaó Jr. in loco, utilizando o aparelho receptor GPS 64S da Garmin.

Vale ressaltar que, todos os arquivos utilizados, tanto raster como vetorial foram padronizados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum SIRGAS 2000.

b) Evolução espacial da área de plantio – Após a fotointerpretação e identificação da área de cultivo de café da região Serrana e Alto Noroeste, foi realizada a comparação da área de plantio com os dados obtidos junto a Companhia Nacional de Abastecimento em formato *shp*. (CONAB, 2022).

c) Caracterização do solo e clima da região – Após a identificação das lavouras de café, foi realizada a interpolação sobre os dados de solo, obtidos junto ao banco de dados da EMBRAPA (2021), e os dados de temperatura e precipitação, obtidos no INMET (2023).

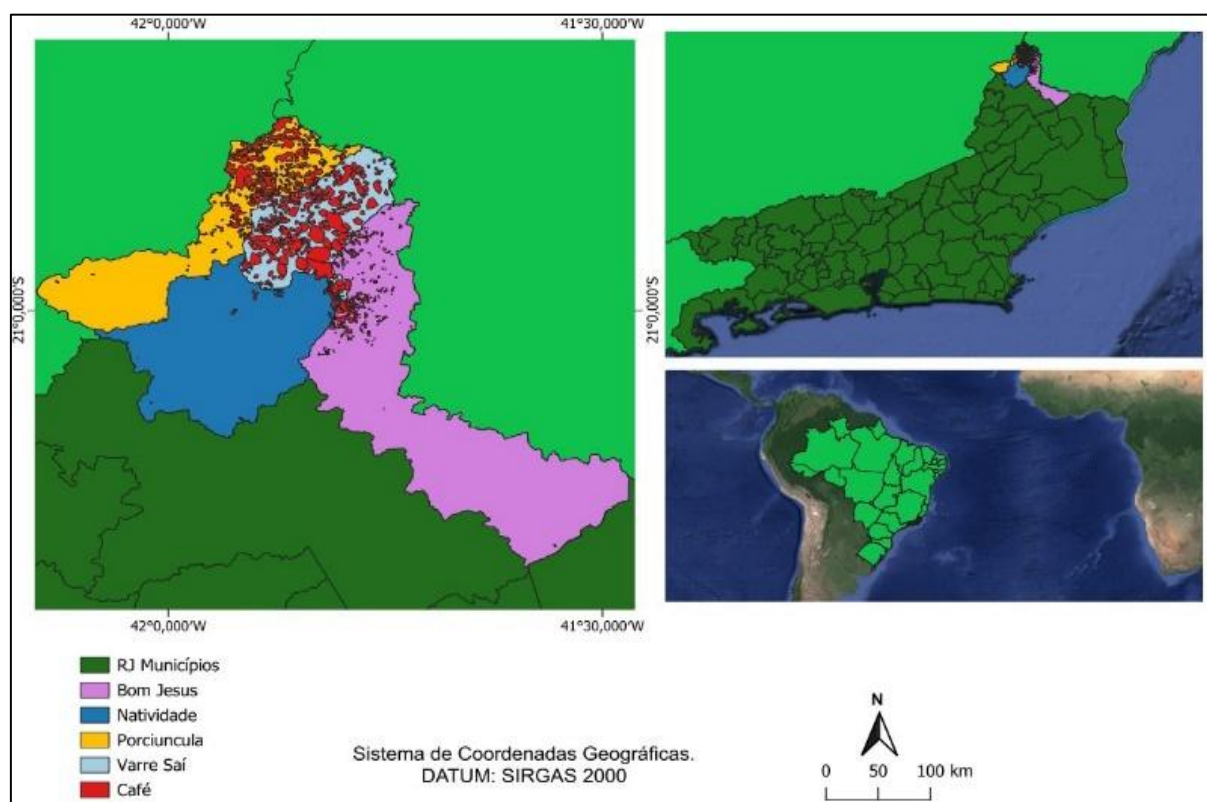
d) Análise estatística dos dados - Foi aplicada a estatística descritiva, entre os municípios, em seguida dentro da região e entre as regiões Serrana e Alto Noroeste.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Região Alto Noroeste

A Figura 2, apresenta a área de estudo e a fotointerpretação das lavouras de café da região Alto Noroeste-RJ e na Tabela 1 a área ocupada por café, por município.

Figura 2. Fotointerpretação da área de cultivo de café da região Alto Noroeste do estado do Rio de Janeiro



Fonte: os autores (2024).

A verificação da fotointerpretação pelo método Kappa verificou que houve 100% de acerto, o que é ótimo, conforme Jensen (2011).

Tabela 01. Quantificação e percentual da área de cultivo de café

Município	Área total km ²	Área total (ha)	Total Café (ha)	*Área ocupada (%)
Varre – Saí	201,938	20193,8	8.899,29	44,06
Natividade	387,073	38707,3	397,997	1,02
Bom Jesus	598,4	59840	1.270	2,12
Porciúncula	302,201	30220,1	8.283,01	27,40
Total	1489,61	148961,2	18850,3	12,66

*Área total em termos percentuais pela cultura de café.

Fonte: os autores (2024).

O cultivo de café ocupa em média 18,65% da área de estudo, e apresenta um desvio padrão de 18,07%. Além disso, em relação a área fotointerpretada com café, há áreas que possuem café recepado, e áreas prontas para fazer o plantio.

A evolução espacial da área de plantio contendo a comparação do banco de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), é apresentada na Tabela 2, e na

Tabela 3, é apresentado a caracterização do solo e clima da região Alto Noroeste- RJ.

Tabela 02. Comparação da área de plantio de café da região Alto Noroeste-RJ, entre os dados da CONAB (2021), e o fotointerpretado em 2023.

Municípios	Dados de 2021 (ha)	Dados de 2023 (ha)	*Variação (%)
Varre- Saí	3.089,4	8.899,29	188,05
Natividade	155,8	397,997	155,45
Bom Jesus	581,7	1.270	118,32
Porciúncula	2.808,1	8.283,01	194,96
Total	6635	18850,3	184,10

*Para análise da variação, considerou o ano de 2021 como 100%.

Fonte: os autores (2024).

A fim de ser analisado de melhor os perfis dos cafés da região Alto Noroeste, foi feito a sua caracterização em relação ao solo e clima (Tabela 03).

Tabela 03. Caracterização do solo e clima da região Alto Noroeste- RJ

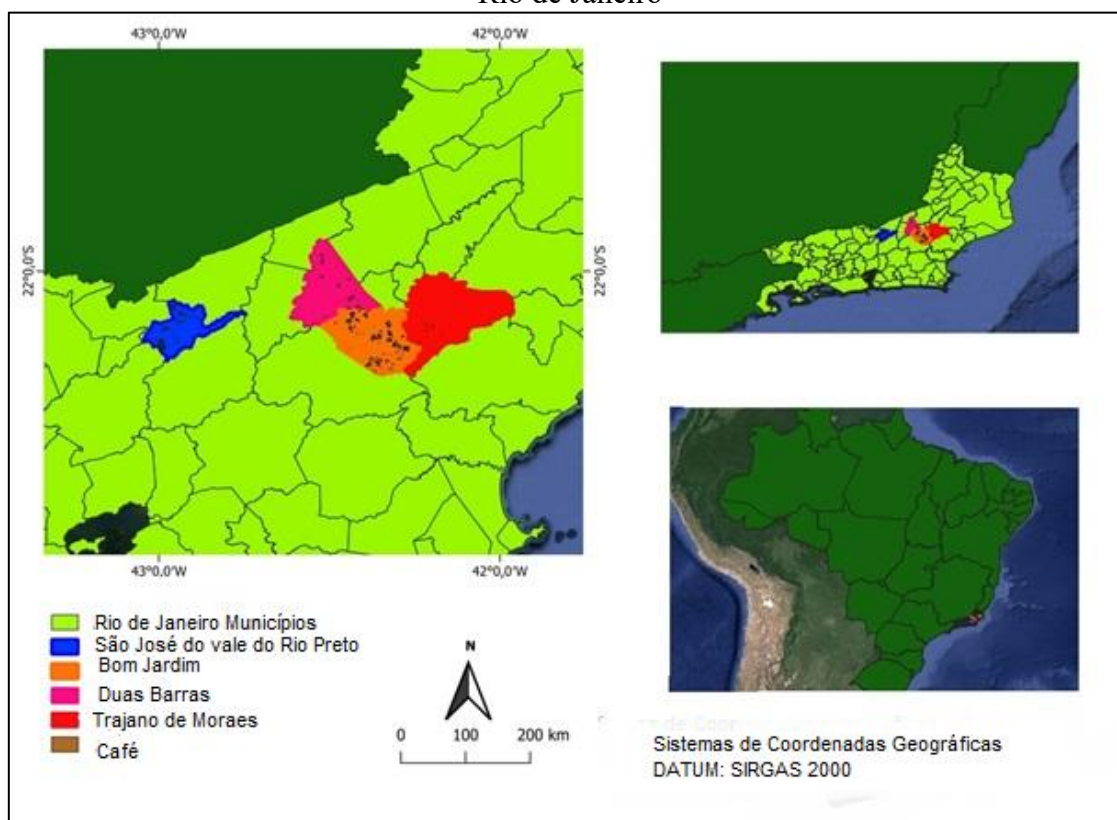
Município	Solo	Clima	Temperatura Média anual(°C)	Precipitação média anual(mm)
Varre- Saí	Latossolo vermelho amarelo	Tropical de altitude	22,33	1669
Natividade			26,79	1621
Bom Jesus			23,75	1359
Porciúncula			22,91	1426

Fonte: Embrapa (2022), INMET (2023).

3.2 Região Serrana

A Figura 03, apresenta a área de estudo e a fotointerpretação das lavouras de café da região Serrana, e na tabela 04 a quantificação do café em relação a cada município.

Figura 03. Fotointerpretação da área de cultivo de café na região Serrana do estado do Rio de Janeiro



Fonte: os autores (2024).

Tabela 04. Quantificação da área de cultivo de café nos municípios da região Serrana do estado Rio de Janeiro

Município	Área total (ha)	Área total de café (ha)	*Porcentagem (%)
Bom Jardim	38.243,00	956,75	2,5
Duas Barras	37.961,9	425,54	1,1
São José do Vale do Rio Preto	22.017,8	513,26	2,33
Trajano de Moraes	59.115,1	9,717	0,016
Total	157.337,8	1.905,27	1,21

*Área total em termos percentuais pela cultura de café.

Fonte: os autores (2024).

Na tabela 05, é apresentado a comparação entre o café fotointerpretado e a base de dados disponibilizada no site da CONAB para estado do RJ (CONAB, 2021).

Tabela 05 Comparação da evolução espacial do café da região Serrana, RJ

Municípios	Dados de 2021 (ha)	Dados de 2023 (ha)	*Variação (%)
Bom Jardim	956,75	960,3	0,37
Duas Barras	288,8	425,54	47,33
São José do Vale do Rio Preto	213,4	513,26	140,48
Trajano de Moraes	9,71	32,7	236,63
Total	1468,66	1931,8	131,53

*Para análise da variação, considerou o ano de 2021 como 100%.

Fonte: Dados de 2021 da CONAB (2021).

A comparação entre os dados fotointerpretados e as bases de dados disponibilizadas pela CONAB (2021), evidenciou o aumento da área de plantio de café. Isso pode ter ocorrido por vários fatores, tais como: diversificação da cultura agrícola, preço da saca de café, busca de valorização da cultura por intermédio de incentivos públicos, na busca de produtos com Denominação de Origem (DO), dentre outros.

A caracterização do solo e do clima, acompanhado da precipitação e da temperatura média da região Serrana (Tabela 06), contribuem para um melhor entendimento dos fatores ambientais que podem influenciar no cultivo de café da região em estudo.

Tabela 06. Caracterização do solo e do clima da região Serrana do estado do RJ

Municípios	Solo	Clima	Temperatura Média anual (°C)	Precipitação média anual(mm)
Bom Jardim	Argissolo	Tropical Central	19,25	1670
Duas Barras	Vermelhos		17,22	1215
São José do Vale do Rio Preto	Latossolo Vermelho		23,33	1873
Trajano de Moraes	Latossolo Vermelho-Amarelo		25,58	1335

Fonte: Embrapa, INMET (2023).

Carmo (2014), afirma que conhecer os atributos do solo interferirá no potencial produtivo, quanto nos valores agregados ao produto final de qualquer prática.

Além disso, o clima desempenha um papel crucial na determinação do sucesso da produção de café. As plantas de café são sensíveis a variações climáticas, e condições

como temperatura, precipitação, umidade e incidência de luz solar afetam seu crescimento, floração e maturação dos frutos. Regiões com climas estáveis e bem definidos, como aqueles encontrados em altitudes específicas em países tropicais, muitas vezes oferecem condições ideais para o cultivo do café e produção de grãos de alta qualidade.

Como afirmado por Borello (2019) renomado agrônomo especializado em café: “A caracterização detalhada do solo e do clima em uma região de cultivo de café é essencial para maximizar o potencial produtivo e a qualidade dos grãos. Esses fatores influenciam diretamente a saúde das plantas e sua capacidade de expressar todo o seu potencial aromático e gustativo.”

Portanto, compreender e monitorar cuidadosamente tanto o solo quanto o clima são fundamentais para os produtores de café. A análise contínua desses fatores permite a implementação de práticas de manejo adequadas e a tomada de decisões informadas, contribuindo para a sustentabilidade e rentabilidade a longo prazo das plantações de café.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia utilizada possibilitou a identificação e quantificação da área de cultivo de café da região Alto Noroeste do RJ, para o município de Bom Jesus se observou 1.270 ha de café, em Natividade 397,997 ha, em Porciúncula 8.283,01 ha, e Varre Sai 8.899,29 ha. Também pode ser observar o aumento na área de café em comparação com a área de 2021 em Bom Jesus um aumento de 118,32%, Natividade 155,45%, Porciúncula 194,96% e Varre Sai 188,05%. Para a região Serrana, também houve aumento na área de cultivo, mas não foi tão expressivo na Alto Noroeste.

A metodologia em questão pode ser utilizada em outros locais de estudo, bem como para outras cultivares permanentes.

REFERÊNCIAS

BRITO, A. D. *et al.* Avaliação da acurácia do “mapeamento da flora nativa e dos reflorestamentos do Estado de Minas Gerais”. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...**São José dos campos: INPE, 2007, p. 1615–

1617.

CARMO, D.A.B. do. **Cor do solo na caracterização de áreas específicas de manejo para cultura do café. 2014. 62 f.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Estadual Paulista, , 2014.

CONAB. **Conab conclui mapeamento da safra 2021 de café no Rio de Janeiro.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4762-conab-conclui-mapeamento-da-safra-2021-de-cafe-no-rio-de-janeiro>. Acesso em: 16 dez. 2024.

CONAB. **Atual estimativa traz produção de café em 58,81 milhões de sacas na safra 2024.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5547-atual-estimativa-traz-producao-de-cafe-em-58-81-milhoes-de-sacas-na-safra-2024>. Acesso em: 16 dez. 2024.

CORDEIRO, D. R. *et al.* A dependência dos municípios do Estado do Rio de Janeiro em relação aos repasses federal e estadual. **CDF**, v.1, n. 26, p. 1-24, 2024.

EMBRAPA. **Embrapa Café.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cafe>. Acesso em: 16 fev. 2024.

INMET. **Dados históricos.** 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em 16 dez. 2024.

INPE. **Catálogo de Imagens.** 2023. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 16 dez.2024.

INPI. **INPI concede Denominação de Origem para café do Caparaó.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-concede-denominacao-deorigem-para-cafe-do-caparao>. Acesso: 16 dez. 2024.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2011.

MESQUITA, C. M. *et al.* **Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.).** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.

PELUZIO, T. M. O. *et al.* Geotecnologia no mapeamento da cafeicultura no Caparaó capixaba. **Revista Ifes Ciência**, v.6, n.4, p. 92-104, 2020.

PINTO, C. *et al.* First in-flight radiometric calibration of MUX and WFI on-board CBERS-4. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 1–22, 2016.

SANTOS, A.R. dos *et al.* **ArcGis 9.3 Total: aplicações para dados espaciais.** Alegre, ES: CAUFES, 2010.

SEBRAE. **Café no estado do Rio de Janeiro.** 2020. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/noroeste-do-rio-de-janeiro-se-destaca-na-producao-de-cafes-especiais,eaa7d281b12a5810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em:16 dez. 2024.

Capítulo 09

ANÁLISE SENSORIAL DE CAFÉS ESPECIAIS ARMAZENADOS SOB DIFERENTES TEMPOS DE CONGELAMENTO

Amanda Evaristo Lacerda

João Batista Esteves Peluzio

Jeferson Luiz Ferrari

José Francisco Lopes

Telma Machado de Oliveira Peluzio

RESUMO: O mercado de cafés especiais tem crescido ao longo da última década, proporcionando maiores ganhos econômicos aos produtores e às regiões produtoras. Um dos desafios nessa oferta é a manutenção da qualidade entre a colheita e o consumidor final, sendo que há um espaço temporal entre os dois, chegando a meses, especialmente quando se trata de exportação para outros países. Estudos têm investigado e modelado essa prática, usando café torrado com grãos inteiros ou moídos, demonstrando que o armazenamento a baixa temperatura preserva a composição de alguns compostos voláteis quando comparado ao armazenamento à temperatura ambiente. A presente proposta de trabalho objetivou estudar sensorialmente grãos crus armazenados em condições de congelamento. Os cafés utilizados foram coletados no estado do Espírito Santo, no município de Dorcas do Rio Preto, distrito de Pedra Menina, na comunidade Forquilha do Rio. Foram trabalhadas amostras de café Caparaó Amarelo (material genético não registrado e de uso regional) e ‘Catuaí Vermelho IAC 44’. Cada genótipo foi colhido em lona no estádio cereja e separado fisicamente no descascador. O café descascado passou por secagem em superfície cimentada sob estufa e após esta etapa, foram retiradas amostras que foram acondicionadas em sacos plásticos impermeáveis “GrainPro” e armazenadas em congelador horizontal na propriedade, cuja temperatura de equilíbrio foi de -18 °C. Foram trabalhados os seguintes tempos de congelamento: 0; 90; 180; 270 e 360 dias. Em cada tempo, foram coletadas subamostras que passaram por três dias à temperatura e umidade ambientes antes da torra para análise. Todas as subamostras foram avaliadas sensorialmente segundo a metodologia da *Special Coffee Association*, realizadas no laboratório de classificação física e Sensorial de café do Ifes - campus de Alegre. Os dados coletados foram tabulados e analisados considerando estatística descritiva e inferencial, sendo observadas mudanças positivas nos aspectos sensoriais no quesito nota final, com ápice aos 180 dias. Assim, a metodologia de congelamento conferiu manutenção da qualidade sensorial por seis meses.

Palavras-chave: evolução temporal, baixas temperaturas, qualidade, perfil sensorial.

1.0 INTRODUÇÃO

O mercado de cafés especiais tem crescido ao longo das últimas décadas, proporcionando maiores ganhos financeiros aos produtores e às regiões produtoras. Um dos desafios na oferta desses cafés é a manutenção da qualidade durante o período de armazenamento, especialmente nas exportações, uma vez que estas apresentam seus tempos, distanciando o consumo da colheita.

O armazenamento é uma prática importante na cadeia produtiva do café uma vez que todo café destinado ao consumo é obrigatoriamente armazenado na fase de pós-colheita até chegar ao consumidor final. Quanto maior o tempo de armazenamento, maiores as chances de alterações físico-químicas e consequentemente, sensoriais.

É comum o decaimento da qualidade do café a partir de seis meses de armazenamento. Por este motivo, diversas estratégias e tecnologias foram desenvolvidas e são aplicadas pelos produtores e compradores. Uma dessas, envolve a sacaria a ser utilizada, constituída por diversas camadas de diferentes materiais (GRAINPRO, s.d).

No entanto, dependendo das condições de armazenamento, as características iniciais do café podem sofrer alterações, mesmo quando armazenadas em sacas especiais. As mudanças na qualidade dos grãos são mais evidentes em café cru, o mais exportado pelo Brasil, principalmente na composição química, uma vez que se tem um produto vivo, sujeito a ações enzimáticas, influenciadas por variações genótípicas, ambientais e da interação entre ambas.

Algumas pesquisas encontram-se em andamento buscando metodologias que possam prolongar a vida qualitativa dos grãos de café, principalmente em se tratando de produtos diferenciados. O uso de acondicionamento de produtos agropecuários em câmara fria tem sido aplicado em diversos produtos, especialmente nos de origem animal; mas também há aplicações intensas na exportação de hortaliças, frutas e flores *in natura*.

Em café, pouquíssimos são os estudos envolvendo resfriamento de grãos crus. Assim, o presente trabalho buscou avaliar o efeito de diferentes tempos de congelamento sobre a análise sensorial de grãos de café considerando dois genótipos.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 QUALIDADE SENSORIAL DO CAFÉ

O Brasil, mercadologicamente, não é considerado um produtor de cafés de qualidade. Porém, na última década, o volume produzido de cafés especiais cresceu, com reflexos no consumo interno e nas exportações, o que tem contribuído para a mudança da capacidade nacional de ofertar produtos diferenciados em termos de qualidade (Embrapa, 2018), posicionando o país como um futuro fornecedor de cafés especiais em diversidade e quantidade.

É importante lembrar que a qualidade de um produto envolve diversos aspectos, sendo que em café destacam-se as características físicas e sensoriais (U.Coffee, 2019a). Também se tem de considerar, separadamente, as espécies envolvidas, que apresentam notas sensoriais próprias que os inserem como cafés diferenciados (U.Coffee, 2019b).

A análise sensorial utiliza a avaliação das características sabor, doçura, acidez, fragrância/aroma, equilíbrio, uniformidade, finalização, corpo e xícara limpa (Rehagro, 2022). A soma das notas das características individuais compõe uma nota final. Tais características são evoluídas durante o processo de torra, utilizando a composição presente no grão cru (Ribeiro *et al.*, 2016). Fica patente que proteger o grão cru das transformações bioquímicas é proteger a qualidade sensorial da bebida.

São também avaliados na análise sensorial os gostos estranhos tais como os de terra, mofo, azedo, chuvado, avinagrado, fermentado e enfumaçado (Brasil, 2003). Também são considerados sabores e odores conectados com a memória do degustador, compondo o perfil sensorial do produto final (Debona, 2019). As metodologias utilizadas para análise sensorial no Brasil são as apresentadas pela Classificação Oficial Brasileira (COB) e pela Associação Americana de Cafés Especiais (*Specialty Coffee Association of América ou SCAA*) (Lingle, 2011).

2.2. QUALIDADE E VALOR AGREGADO

Os cafés especiais representam cerca de 30% do volume do mercado internacional de café, sendo crescente a demanda por esse tipo de produto (Uai Agro, 2021).

Segundo o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (Cecafé, 2022a) considerando apenas cafés diferenciados no período de janeiro a março de 2022, houve a exportação de 1,6 milhão de sacas, sendo 98,62% de arábica e 1,38% de canéfora. É importante destacar que em 2021, o país exportou 40,6 milhões de sacas totais (Cecafé, 2022b).

O preço médio dos cafés especiais é sempre superior ao do café “*commoditie*”, podendo atingir valores ainda maiores dependendo do perfil sensorial, pontuação e da forma de comercialização.

A produção e comercialização de cafés especiais tornou-se uma forma de ampliar o ganho financeiro de toda a cadeia produtora e comercial de café, sem que seja necessário aumentar a área cultivada (Pereira *et al.*, 2010).

2.3 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE SENSORIAL DO CAFÉ

Diversos são os fatores que afetam a composição química dos grãos de café, grãos crus, sendo conhecidos e estudados os relativos a cultivares (Mendonça, 2007), solos, nutrição, manejo cultural, graus de maturação (Malta, 2003), fermentações (Rehagro, 2022), exposições ao sol, armazenamento (Silva *et al.*, s.d).

Para o plantio de café é necessário analisar muitos fatores, tais como a localidade onde as mudas serão plantadas, a declividade do terreno, a fertilidade do solo, a escolha de variedade adequada, o clima, dentre outros.

Depois de todo o processo do plantio, no momento da colheita, é importante selecionar os grãos maduros, deixando os verdes no pé para passarem pelo processo de maturação, e assim não perder a qualidade.

Indo para o pós-colheita, o café pode ser seco de diferentes formas: via seca, onde o café é seco em sua forma natural (com casca), dando origem aos cafés denominados “coco” ou “natural”; via úmida, onde se retira a casca e a polpa/mucilagem do café, que são substratos que favorecem o desenvolvimento de microrganismos que podem causar a ocorrência de fermentação prejudicial à qualidade final do produto (Malta, 2011). Também é possível inserir processos artificiais de secagem (Reinato *et al.*, 2012).

No armazenamento, o café pode sofrer alterações ao longo do tempo, podendo remeter

notas negativas, tais como amadeirado, o que é consequência de vários fatores, porém o principal é o mau armazenamento (Silva; Silva, 2019a).

2.4 EFEITOS DO CONGELAMENTO NA ANÁLISE SENSORIAL DE GRÃOS

Curiosamente, alguns consumidores armazenam os cafés torrados em baixas temperaturas, com a finalidade de preservar o aroma. Vários estudos têm investigado essa prática usando café preparado (López, 2006), e grãos de café moídos (Brohan, 2009) como modelos, e mostraram que o armazenamento a baixa temperatura preserva a concentração de alguns compostos voláteis quando comparado ao armazenamento à temperatura ambiente.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, com o grão cru sendo armazenado em baixas temperaturas, teoricamente, o congelamento irá manter as propriedades químicas do grão, não deixando assim o café envelhecer com o passar do tempo, porém ainda há poucos estudos químicos envolvendo este assunto (Abreu, 2015).

Em baixas temperaturas todos os processos fisiológicos nos grãos ocorrem lentamente esperando-se, desta forma, que o congelamento de café evite ou diminua a velocidade das reações químicas que ocorrem ao longo do tempo. O Dr. Christopher Hendon, professor assistente do Departamento de Química e Bioquímica da Universidade de Oregon, conduziu uma extensa pesquisa sobre o impacto da temperatura na qualidade e extração do café e relata que, “para cada 10°C que você resfria algo, a maioria dos processos que ocorrem no grão ocorre pela metade”. O professor explica no artigo “Criogenia e os benefícios do congelamento do café verde e torrado”, que o café mantido em resfriamento preservará por mais tempo suas propriedades físicas e sensoriais (Hendon, Christopher 2018).

3.0 METODOLOGIA

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento considerou grãos de café coletados em lavouras localizadas no município de Dores do Rio Preto, distrito de Pedra Menina, na comunidade “Forquilha do Rio”, no

estado do Espírito Santo. O ambiente de produção encontra-se dentro da área delimitada pela Denominação de Origem-DO, identificada por “Caparaó”.

Foram utilizados frutos coletados em lavouras com altitude variando de 1.130 a 1.422 m, expostas à face noruega, na propriedade do Sr. Afonso Lacerda, experiente produtor que já incorporou mais de 70 títulos de qualidade de café ao seu portfólio, envolvendo concursos municipais, regionais, estaduais e nacionais.

3.2 MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS

Utilizou-se frutos separados de duas cultivares de café. Uma delas, nacionalmente conhecida e utilizada, ‘Catuaí Vermelho IAC - 44’ enquanto a outra, muito utilizada na Região e localmente conhecida por ‘Caparaó Amarelo’.

A colheita foi realizada em outubro de 2021, utilizando processo semimecanizado de derriça sobre pano, com posterior descascamento e lavagem, compondo um “café cereja descascado e desmucilado de forma mecânica”.

Em ato contínuo, o café descascado foi espalhado sobre piso cimentado sob estufa, permanecendo sob constante movimentação até atingir umidade de armazenamento. Esta etapa do processamento durou 20 dias, com umidade final entre 11 e 12%.

O armazenamento foi realizado em duas etapas. A primeira, envolveu café seco em sacos de juta, até acúmulo de quantitativo que permitiu o processamento para retirada do pergaminho e início de nova etapa, a segunda, realizada em sacos “GrainProTM” revestidos por sacos de juta.

Aproximadamente 20 dias após a etapa final do armazenamento, foram coletadas amostras de café para o presente estudo.

3.2 CONGELAMENTO E DESENHO EXPERIMENTAL

Em cada genótipo de café coletou-se oito kg de grãos que foram acondicionados em sacos “GrainPro” e colocados em um congelador horizontal, na propriedade, à temperatura de equilíbrio de 18°C. Já o restante do café se manteve armazenado em tulha

fechada, acondicionado em sacaria “GrainPro™” revestida por sacaria de Juta.

Foram realizadas subamostragens de 150 g a cada 90 dias, à partir do tempo zero, totalizando 360 dias, ao longo do experimento. Cada subamostra foi retirada do freezer e mantida à temperatura ambiente na sombra por três dias, antes da torra e análise sensorial. Foram realizadas subamostragens de 150 g a cada 90 dias, à partir do tempo zero, totalizando 360 dias, ao longo do experimento. Os tempos considerados foram: 0, 90, 180, 270 e 360 dias.

A cada tempo de congelamento, foram realizadas análises sensoriais segundo metodologia da *Specialty Coffee Association* – SCAA (2003). O desenho experimental envolveu um fatorial em parcela subdividida com dois fatores, material genético (dois níveis) e tempo de congelamento (com 5 níveis, subparcelas), com duas repetições. Os dados foram avaliados por análise de variância, com teste de médias, Tukey, (Barbin, 2013) para as cultivares do fator material genético e análise de regressão, para os níveis do fator tempo de congelamento.

3.2.1. Análise física

A classificação do grão de café possui dois objetivos importantes: definir os *blends* que melhorem cada lote e identificar a qualidade do produto a ser comercializado. O preço do café é interligado por meio dessas análises físicas e sensoriais (Campo e Negócios, 2022a).

O café foi enviado para o Laboratório de Análise Física e Sensorial de Café do Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes, *campus* de Alegre, onde passou por uma classificação física para a retirada de todos os defeitos encontrados na amostra, levando ele a ser tipo 2 na tabela de classificação COB (Campo e Negócios, 2022b). Logo após a cata, foram retiradas subamostras de 150 g dos dois cafés para a primeira análise sensorial, sendo esta a base para a comparação da pontuação e do perfil sensorial. O restante dos cafés foi colocado separadamente em sacaria “GrainPro™”, lacrada e armazenada no freezer, de uso exclusivo.

3.2.2 Análise sensorial

As amostras foram identificadas e processadas conforme metodologia COB. Após a torra, o café teve 72 horas de descanso para iniciar o procedimento de análise sensorial, sendo realizado por profissionais com certificado de *Q- Grader*, utilizando o protocolo SCA , que avalia 11 atributos (fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, equilíbrio, uniformidade, xícara limpa, doçura, geral e resultado final). Cada atributo foi pontuado individualmente em uma escala de no mínimo 6 e no máximo 10 pontos; após a pontuação de cada atributo, pelo somatório desses, obteve-se a nota final (Tostati, 2021). Durante o processo de avaliação, os profissionais descreveram os perfis sensoriais, chegando à pontuação final dos cafés.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto de dados foi avaliado quanto à homogeneidade das variâncias dos tratamentos pelo teste de Hartley (Dias; Barros, 2009), mostrando-se homocedásticas nas características estudadas.

O resumo da Análise de Variância do experimento (ANAVA) encontra-se no Quadro 1. Neste, observa-se que houve efeito simples das variáveis cultivar e tempo, não ocorrendo interação. As cultivares influenciaram a característica finalização, enquanto os tempos de congelamento influenciaram as características fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, geral e total. A característica finalização foi influenciada individualmente pelas variáveis estudadas. Não houve interação entre os fatores.

Quadro 1. Resumo da análise de variância experimental considerando os fatores cultivar (C), tempo de congelamento (T), a interação entre eles (C X T) e os resíduos (Ra e Rb) bem como as características fragrância/aroma (FRAR), sabor (SABO), finalização (FINA), acidez (ACID), corpo (CORP), balanço (BALA), geral (GERA) e total (TOTA). Também se encontram os valores dos coeficientes de variação (CV) e das médias de cada característica

FV	Quadrados Médios (QMs)							
	FRAR	SABO	FINA	ACID	CORP	BALA	GERA	TOTAL
C	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{**}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,01 ^{ns}
R(a)	0,05	0,03	0,00	0,08	0,10	0,13	0,04	2,05
T	0,18 ^{**}	0,22 ^{**}	0,32 [*]	0,27 ^{**}	0,25 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,19 [*]	10,56 [*]
C X T	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,09 ^{ns}	2,26 ^{ns}
R(b)	0,02	0,05	0,03	0,06	0,08	0,06	0,05	1,88
CV(%)	18,75	27,94	24,76	32,31	35,94	31,28	28,82	16,34
Média	7,89	7,75	7,49	7,74	7,70	7,69	7,64	83,88

*, **, ns - respectivamente, significativo a 5%, a 1% e não significativo pelo teste F.

Fonte: os autores (2022).

Os coeficientes de variação mostraram-se elevados no experimento (Quadro 1), muito em função do número de repetições, duas, sendo necessário maior número de avaliadores para aumentar a segurança nos resultados obtidos.

A característica que apresentou diferença significativa para cultivar (C) foi estudada por teste de médias, sendo obtidos os resultados que se encontram no Quadro 2. Neste, observa-se maiores valores para a cultivar 'Caparaó Amarelo', cultivar não registrada, mas cultivada historicamente na Região do Caparaó, especialmente em altitudes maiores que 1.000 m. Apesar disto, não houve diferença estatística entre as cultivares.

Quadro 2. Teste de médias para a característica finalização (FINA) considerando as cultivares 'Catuaí Vermelho' IAC - 144 e 'Caparaó Amarelo' (sem registro)

CULTIVARES	FINA
'Catuaí Vermelho' IAC - 44	7,45 a
'Caparaó Amarelo'	7,53 a

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: os autores (2022).

Para o fator tempo de congelamento, realizou-se a análise de regressão considerando os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo este último o de melhor ajuste em praticamente todas as características estudadas cuja análise de variância mostrou-se significativa (Quadro 1). A ANAVA da regressão e demais informações encontram-se nos Quadros 3 e 4.

Os valores de ajustamento encontrados foram baixos para todas as características (Quadro 3), explicando pouco do observado em função do tempo de congelamento.

Quadro 3- Resumo da análise de variância (ANAVA) da regressão no modelo cúbico das características fragrância/aroma (FRAR), finalização (FINA), geral (GERA) e total (TOTA) em função dos tempos (T) de congelamento

FV	QUADRADOS MÉDIOS					
	FRAR	SABO	FINA	ACID	GERA	TOTAL
Regressão	0,14ns	0,14ns	0,29ns	0,21ns	0,16ns	6,46 ns
Indep. Regre.	0,05	0,07	0,07	0,09	0,08	3,25
R ² ajustado (%)	15,20	14,74	24,47	18,32	14,61	13,49

* e ** - respectivamente, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: os autores (2022).

Quadro 4- Equações de regressão considerando o modelo cúbico nas características (CARACT) fragrância/aroma (FRAR), sabor (SABO), finalização (FINA), acidez (ACID), geral (GERA) e total (TOTA) em função do fator tempo de congelamento (T)

CARACT	EQUAÇÕES
FRAR	$FRAR = 7,3875 + 0,428571T^* - 0,0714286T^{2*}$
SABO	$SABO = 6,9375 + 1,24554T^{ns} - 0,457589T^{2ns} + 0,046875T^{3ns}$
FINA	$FINA = 7,4625 + 0,188393T^{ns} - 0,0491071T^{2ns}$
ACID	$ACID = 6,425 + 1,91369T^* - 0,700893T^{2*} + 0,0729167T^{3*}$
GERA	$GERA = 6,575 + 1,4881T^{ns} - 0,522321T^{2ns} + 0,0520833T^{3ns}$
TOTA	$TOTA = 77,625 + 8,91964T^{ns} - 3,14286T^{2ns} + 0,3125T^{3ns}$

*, **, ns - respectivamente, significativo a 5%, a 1% e não significativo pelo teste F.

Fonte: os autores (2022).

Em função da baixa representatividade do ajustamento das equações com os dados reais, buscou-se apresentar as informações obtidas de forma gráfica para melhor compreensão do ocorrido.

Nas Figuras 1 e 2, tem-se a avaliação sensorial dos cafés 'Caparaó Amarelo' e 'Catuaí

Vermelho' - IAC 44, respectivamente, ao longo do período de congelamento. Em todos os quesitos avaliados, considerando o tempo de congelamento (dias) inicial, 0 dias, e o final, 360 dias, percebe-se que houve piora na qualidade da bebida. Exceção se apresenta para 'Catuaí Vermelho' - IAC 44, no quesito fragrância/aroma.

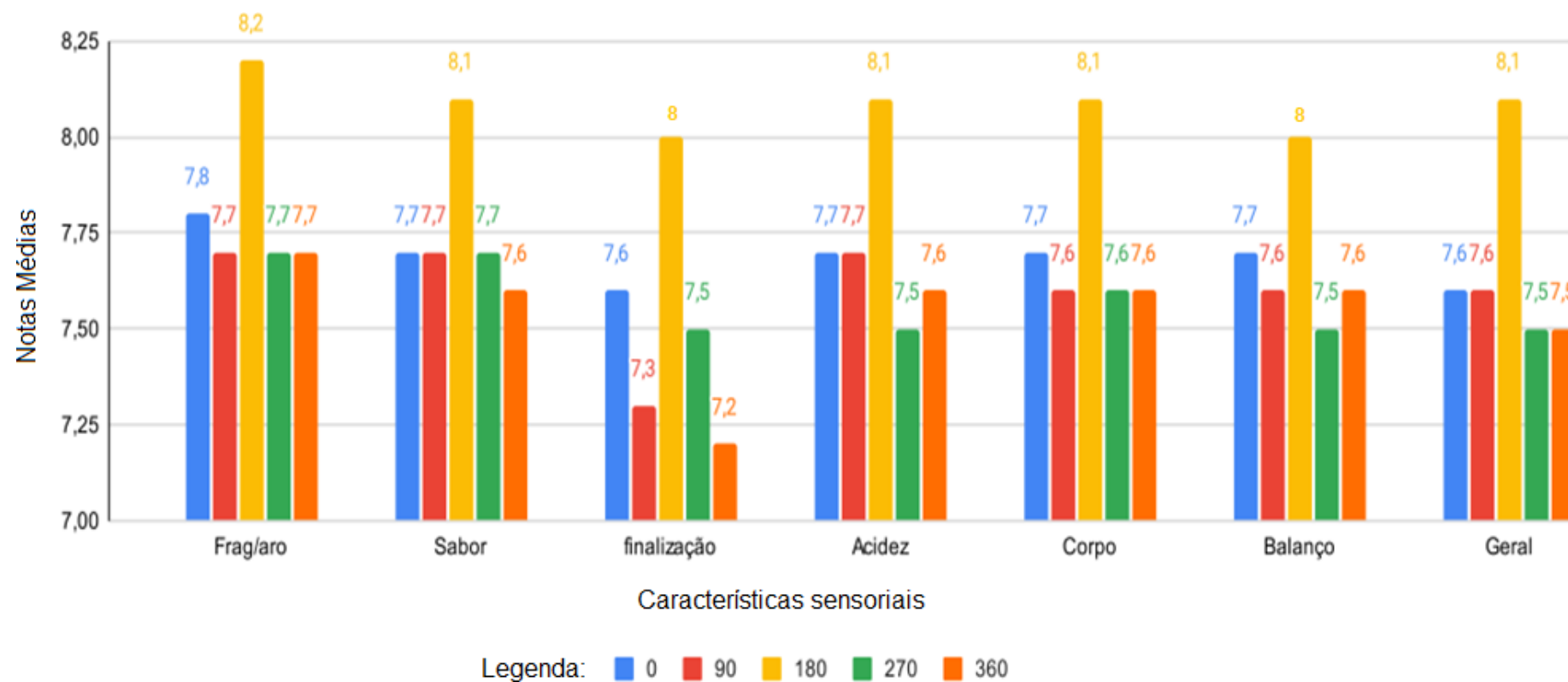
Apenas em 'Caparaó Amarelo', ao longo de doze meses de congelamento, verificou-se um decaimento médio percentual na qualidade, considerando os extremos de tempo em cada característica, de 2,06%. A maior perda ocorreu em finalização e a menor, na geral.

Em 'Catuaí Vermelho' - IAC 44, a média geral de perda foi de 2,35%, sendo que ocorreu melhora no quesito fragrância/aroma, com 1,71%. A maior perda também ocorreu em finalização e a menor, de forma igual, foi verificada em acidez, corpo e balanço.

É possível imaginar que o congelamento esteja afetando diferentes substâncias armazenadas nos grãos de café, promovendo diferentes equilíbrios entre estas ao longo do período, o que se verifica na análise sensorial.

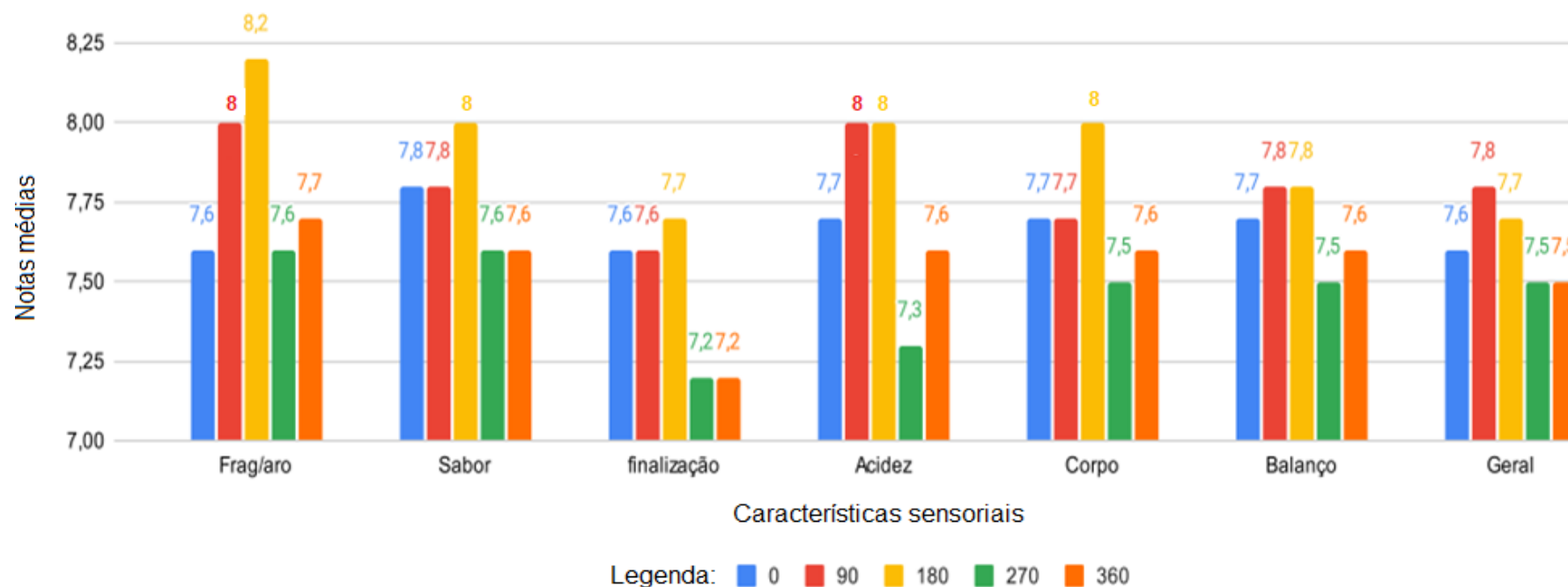
A ocorrência de perdas na qualidade sensorial de café armazenado sob temperaturas negativas também foi observada em trabalho realizado na *Dedan Kimathi University* (Perfect Daily Grind, 2022).

Figura 1. Atributos sensoriais médios, características, avaliadas no genótipo 'Caparaó Amarelo', considerando dias de congelamento (0, 90, 180, 270 e 360)



Fonte: os autores (2022).

Figura 2- Atributos sensoriais médios, características, avaliadas no genótipo 'Catuaí Vermelho' - IAC 44, considerando dias de congelamento (0, 90, 180, 270 e 360)



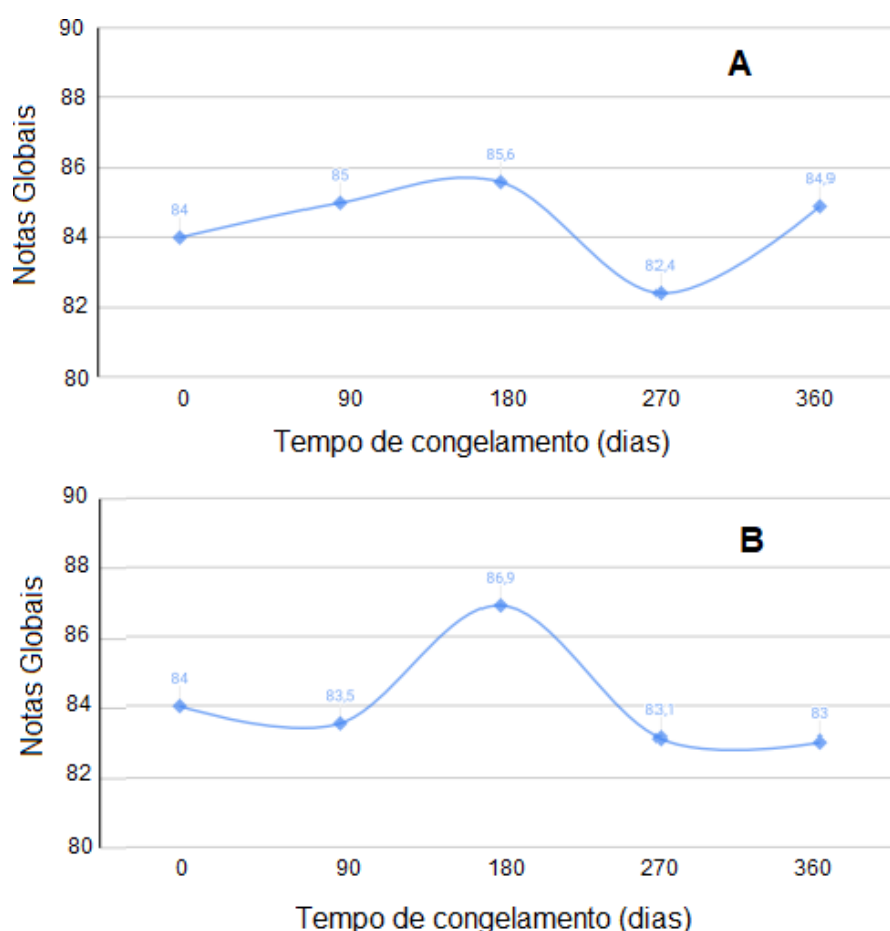
Fonte: os autores (2022).

Situação diferenciada verificou-se aos seis meses de congelamento, quando diversas características se apresentaram aumentadas em relação aos demais períodos, em ambos os cafés (Figuras 1 e 2). No 'Catuaí Vermelho'- IAC 44, se observou aumentos aos 90 dias de congelamento para as características acidez, balanço e geral, sendo que nesta última, o maior valor observado foi aos 90 dias (Figura 2).

É importante destacar que o congelamento promove a formação de cristais que perfuram as membranas e paredes celulares, permitindo, mesmo lentamente, o encontro e reação de substâncias que estavam compartimentalizadas, o que pode provocar reações enzimáticas e a destruição desproporcional de componentes que em quantidades diferentes alteram as percepções sensoriais (Santos, 2020).

Além das notas médias individuais das características, tem-se também as notas médias globais do café, em cada tempo de congelamento, como se pode verificar na Figura 3.

Figura 3. Notas globais dos cafés 'Caparaó Amarelo' (A) e 'Catuaí Vermelho' - IAC 44 (B), ao longo do período de congelamento



Fonte: os autores (2022).

Verifica-se que ambos os cafés são especiais (Coffee; Joy, 2016), com notas globais iguais de partida, oscilando ao longo do tempo (Figura 3) e atingindo um máximo aos seis meses. Ainda se percebe novo crescimento na nota geral para 'Catuaí Vermelho'- IAC 44 aos 12 meses.

É possível avaliar também que diferentes genótipos se comportaram de forma diferente quanto ao armazenamento sob congelamento.

Qualquer tentativa de explicação demandaria estudo da composição química do café, que fugiu ao objetivo do presente trabalho que se centrou na análise sensorial. No Quadro 5, tem-se o perfil sensorial dos cafés ao longo do tempo de congelamento. Neste, fica evidente a variação de perfis, destacando-se aos 180 dias frutas vermelhas e açúcar mascavo, que não estavam presentes no tempo zero e também não se apresentam no tempo 360.

Tal variação de perfil pode se dar em função de "acréscimo" de determinada(s) substâncias, oriundas de reações facilitadas pelo congelamento e, ou, também pela mudança na relação entre substâncias existentes, onde a redução de uma ou mais, pode promover maior e melhor avaliação de outra(s).

Quadro 5. Perfis sensoriais dos cafés 'Caparaó Amarelo' e 'Catuaí Vermelho' - IAC 44, ao longo do tempo de congelamento

Tempo (dias)	Perfis Sensoriais	
	'Caparaó Amarelo'	'Catuaí Vermelho'- IAC 44
0	Frutas amarelas. Frutas cítricas. Melaço	Frutas amarelas. Chocolate amargo. Avelã. Floral
90	Especiarias. Frutado. Chocolate ao leite. Caramelo.	Melaço. Caramelo. Chocolate ao leite. Frutado. Açúcar mascavo.
180	Frutas vermelhas. Melaço. Leite. Açúcar mascavo. Floral.	Frutas vermelhas. Açúcar mascavo. Melaço. Caramelo.
270	Mel. Chocolate ao leite. Avelã. Melaço.	Castanhas. Baunilha. Avelã.
360	Chocolate ao leite. Mel. Castanhas. Amêndoas.	Mel. Caramelo. Frutado. Frutas maduras.

Fonte: os autores (2022).

Nota-se que no tempo 0, o "Caparaó Amarelo", obteve percepções remetentes às frutas, sendo uma finalização curta, porém com corpo sedoso e acidez cítrica. Já no tempo 90, com um corpo cremoso remetendo às especiarias e um sabor adocicado. No tempo 180

dias foi uma explosão de sabores e aromas, com finalização e acidez mais agradáveis ao paladar, apresentando o diferencial do floral, que traz suavidade e delicadeza na percepção olfativa. Porém no tempo 270 dias, o café houve uma queda, levando as notas básicas, no entanto, doces, seguindo a linha de avelã e chocolate e acidez cítrica. Já no tempo 360 dias o café se manteve na mesma linha do adocicado, sendo consistente com o tempo 270 dias (Figura 3).

No ‘Catuaí Vermelho’- IAC 44 foi observado no Tempo 0 dias, um corpo licoroso lembrando avelãs, finalizando curto porém com uma acidez cítrica. Já nos tempos

90 e 180 dias se assemelham bastante, o café se expressou mais adocicado, lembrando açúcar mascavo, caramelo, um corpo sedoso e intenso. Porém tempo 270 dias o café sofreu perdas significativas, quando comparado ao tempo 180 dias, trazendo notas comuns, como baunilha e castanhas, remetendo aos cafés mais básicos, porém ainda na linha de especial. Já no tempo de 360 dias, o café obteve novamente uma alta no perfil sensorial, trazendo notas de mel, caramelo, frutas maduras, corpo sedoso e delicado com finalização agradável.

Tendo em vista as duas variedades, é notório que o ‘Catuaí vermelho’- IAC 44 obteve maior resistência ao congelamento quando comparado ao Caparaó Amarelo, apesar de ter tido notas menores, ele se manteve contínuo, e resistente.

Na análise feita com as amostras de 360 dias sem o congelamento, foi observado que os cafés sofreram alterações negativas, trazendo em seu sensorial notas de amadeirado, saindo da linha de café especial.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O congelamento promoveu alterações nas características sensoriais de finalização, sem que houvesse diferença estatística entre os cafés estudados.

Os tempos de congelamento promoveram alterações sensoriais nos cafés estudados.

Não houve interação entre os cafés e os tempos de congelamento, demonstrando serem independentes os fatores estudados.

As perdas gerais nas características sensoriais avaliadas ficaram próximas a 2%, em

ambos os cafés.

Maiores notas das características fragrância/aroma, corpo, sabor, acidez, balanço, finalização e geral foram verificadas aos seis meses de congelamento em café 'Caparaó Amarelo'.

Maiores notas das características fragrância/aroma, corpo, sabor e finalização foram verificadas aos seis meses de congelamento em café 'Catuaí Vermelho' - IAC 44.

Ocorreram alterações nos perfis sensoriais ao longo do tempo de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. F. **Aspectos sensoriais, fisiológicos e bioquímicos de grãos de café armazenados em ambiente refrigerado**, 2015. Disponível em: Giselle Figueiredo de Abreu - Protegido (UFV.BR). Acesso em: 27. nov. 2022.
- BARBIN, D. Testes de comparações múltiplas (ou testes de comparações de médias) In: BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Ed. Mecenas, Londrina, 2ª ed. 2013.
- BRASIL. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado e de café verde. **Instrução Normativa n. 8 de 11/06/03**. Brasília, 2003.
- BROHAN, M. *et al.* **Influência das condições de armazenamento em compostos de aroma em almofadas de café usando headspace estático GC-MS**. Chem de comida. 2009.
- CAMPO & NEGÓCIOS. A Importância da classificação física do café: março de 2022. Disponível em: Importância da classificação física do café. **Revista campos e Negócio**. Disponível em: <revistacampoenegocios.com.br>. acesso: 21 jul. 2022.
- CCCV. Cotação do café referente ao mês de Novembro de 2022. 2022. Disponível em: <cccv.org.br>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- CECAFÉ. **Relatório mensal de exportações**: março 2022. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- CECAFÉ. Exportação anual 2021. 2022b. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/dados-estatisticos/exportacoes-brasileiras/>>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- COFFEE & JOY. O que é café especial? Saiba o que significa e o que o torna especial para você nunca mais tomar café ruim: Setembro de 2016. Disponível em: <coffeeandjoy.com.br>. Acesso em: 27 nov. 2022.

DEBONA, D. G. *et al.* **Consistência de Q-Graders na análise sensorial de cafés com diferentes perfis de torra.** 2019. Disponível em: <SBICafé.ufv.br>. Acesso em: 22 nov. 2022.

DIAS, L. A. dos S.; BARROS, W. S. **Biometria experimental.** Viçosa, Ed. UFV. 408p.

EMBRAPA. **O consumo de cafés especiais cresce 12% ao ano em nível mundial:** agosto de 2018. Portal Embrapa. Acesso em: 21 nov. 2022.

GRAN & PRO. Granpapper oferecendo soluções certificadas, personalizadas e tecnológicas [s.d]. Onde encontrar : Granpapper – Gran e Pro. Acesso em: 17 out. 2022.

HENDON, C. **Criogenia e os benefícios do congelamento do café verde e torrado.** 2018. Disponível em: Criogenia e os benefícios do congelamento do café verde e torrado | Entrevista com Christopher H. Hendon — The Little Black Coffee Cup. Acesso: 20 out. 2022.

LIMA, C. G. Exigências do modelo matemático (Notas de aula). Disponível em: 4 (usp.br). Acesso em: 28 nov. 2022.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor.** 4. ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011.

LÓPEZ, G. *et al.* Alterações nas concentrações voláteis do headspace de cafés causados pelo processo de torra e pelo procedimento de fabricação. **J. Agric. Food Chem.** 2006.

MALTA, M. R. Normas e Padrões Utilizados na Classificação do Café. In: Reis, P. R.; Cunha, R. L. Carvalho, G. R. **Café Arábica da pós-colheita ao consumo.** Lavras: U.R. EPAMIG SM., p. 339-413, 2011.

MALTA, M. R. *et al.* Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. Microsoft Word – art06.doc. 2003.

MAPA. **Instrução normativa nº 8.** 2022. Disponível em: <Instrucao_Normativa_n_8.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2022.

MENDONÇA, L. M. V. L. *et al.* 2007. Composição química de grãos crus de cultivares de *coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. **Ciência e Tecnologia de Alimento.** v.31, p: 2-10, 2007.

PEREIRA, V. F. *et al.* Riscos e Retornos da Cafeicultura em Minas Gerais: uma análise de custos e diferenciação. **RESR**, v. 48, n. 03, p. 657-678, 2010.

PERFECT DAILY GRIND. Congelar café verde dá certo? janeiro de 2022. Disponível em: <perfectdailygrind.com>. acesso: 05 set. 2022.

REINATO, C. H. R. *et al.* Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camada. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 223-237, 2022.

REHAGRO. Classificação sensorial do café. Disponível em: Classificação sensorial do café | Artigo Faculdade Rehagro. Acesso: 02 jun. 2022.

REHAGRO- O que torna um café especial? Saiba quais são os parâmetros analisados: Onde encontrar: Café especial: o que é e quais são as características? Disponível em: <rehagro.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2022.

REHAGRO- Fermentação do café: saiba como funciona essa técnica,2022. Disponível em: <rehagro.com.br>. Acesso em: 23 nov. 2022.

RIBEIRO, D. E. *et al.* Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, Ebene, v. 11, n. 27, p. 2412-2422, 2016.

SANTOS, M. R. da S.; PRATA, A. S. Acompanhamento da formação de cristais de gelo durante o congelamento de frutas tropicais. 2020. Disponível em: <2020P16643A34487O2832.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SILVA G.; SILVA R. a.- Envelhecimento de café cru em função do sistema de pós-colheita: 2019. Disponível em: <Livro-Cafeicultura-no-Caparao-V.pdf-caparaojr.com>. p.80. Acesso em: 26 out. 2022.

SILVA G.; SILVA R. b. **Envelhecimento de café cru em função do sistema de pós-colheita**. 2019. Disponível em: <Livro-Cafeicultura-no-Caparao-V.pdf>. Acesso em: 26 out. 2022.

SILVA, R.P.G. *et al.* Qualidade de grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco, com diferentes níveis de umidade. Disponível em: <poscolheita35.PDF>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SCCA. **Protocolos e práticas recomendadas**. 2003. Disponível em: <coffeeandjoy.com.br>. Acesso em: 23 nov. 2023.

TOSTATI. Entenda o protocolo SCA de pontuação de cafés especiais e seus 11 atributos. 2021. Disponível em: <Tostati-Cafés-Especiais>. Acesso: 21 jul. 2022.

UAI AGRO. Cafés especiais: aumenta a procura por novas sensações. 2021. Uai Agro. Acesso em: 23 nov.2022.

U.COFFEE a. Qualidade do café: Entenda o que influencia o sabor da bebida: outubro de 2019. Disponível em:<ucoffee.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2022.

U.COFFEE b. Qualidade do café: Entenda o que influencia o sabor da bebida: outubro de 2019. Disponível em: <ucoffee.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2022.