



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CAFÉ DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA:  
QUALIDADE DA BEBIDA E RELAÇÕES COM O MEIO  
AMBIENTE**

**ALINE NOVAIS SANTOS GONÇALVES**

**VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
2022**

**ALINE NOVAIS SANTOS GONÇALVES**

**CAFÉ DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA: QUALIDADE DA  
BEBIDA E RELAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora: *D. Sc.* Sylvana Naomi Matsumoto

Coorientador: *D. Sc.* Edvaldo Oliveira

Coorientador: *D. Sc.* Odair Lacerda Lemos

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
2022

G266c

Gonçalves, Aline Novais Santos.

Café da Chapada Diamantina, Bahia: qualidade da bebida e relações com o meio ambiente. / Aline Novais Santos Gonçalves, 2022.

72f.: il.

Orientador (a): D. Sc. Sylvana Naomi Matsumoto

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa

de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia.

Vitória da

Conquista, 2022.

Inclui referência F. 54 - 64.

1. *Coffea arabica* L. 2. Qualidade sensorial de bebida. 3. Indicação geográfica - Altitude - Orientação de encosta. 4. Sensoriamento remoto. I. Matsumoto, Sylvana Naomi. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T.III.

*CDD. 632.7*

**Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890**

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
Área de Concentração em Fitotecnia**

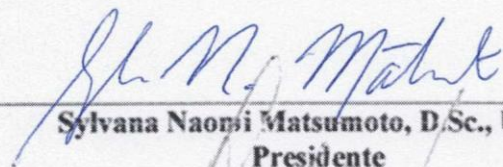
*Campus de Vitória da Conquista, BA*

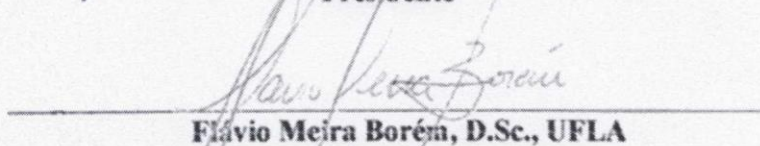
**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

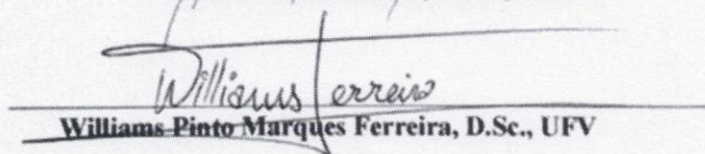
**Título: “CAFÉ DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA: QUALIDADE DA BEBIDA E RELAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE”.**

**Autora: Aline Novais Santos Gonçalves**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela seguinte Banca Examinadora:

  
Sylvana Naonji Matsumoto, D.Sc., UESB  
Presidente

  
Flávio Meira Borém, D.Sc., UFLA

  
Williams Pinto Marques Ferreira, D.Sc., UFV

Data de realização: 31 de Agosto de 2022.

*Aos meus pais, José e Alzira;  
Aos meus irmãos, Michelle e Miguel;  
Ao meu esposo, Henrique.*

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me sustentar, guiar e amar, principalmente nos momentos mais difíceis. A Ti, toda honra e toda glória para sempre.

Aos meus pais, José e Alzira, por todo amor e esforço para me conduzir pelo melhor caminho possível.

Ao meu querido esposo Henrique, por todo amor, apoio, compreensão e incentivo diários. Eu te amo cada dia mais.

Aos meus irmãos, Michelle e Miguel, pelo companheirismo, apoio e alegria incondicional.

À Profª. Dra. Sylvana Naomi Matsumoto, pela orientação, dedicação, confiança e grande compreensão durante essa jornada. Minha eterna gratidão e admiração.

Ao Prof. Dr. Odair Lemos Lacerda, pela coorientação, acolhimento e contribuição no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Edvaldo Oliveira, pela coorientação e conhecimentos transmitidos, e por toda contribuição no desenvolvimento da pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Flávio Meira Borém e Williams Pinto Marques Ferreira, por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições para a melhoria do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de capacitação profissional e apoio.

À Associação Aliança dos Cafeicultores da Chapada Diamantina (AACCD), especialmente Maria Brigida Salgado Souza e Tadeane Pires Matos, por todo o envolvimento, dedicação, paciência e confiança.

À Cooperativa de Produtores Orgânicos e Biodinâmicos da Chapada Diamantina (COOPERBIO), Maria Brígida Salgado Souza, pela contribuição.

À Cooperativa de Cafés Especiais e Agropecuária de Piatã (COOPIATÃ), em especial, Rodolfo Moreno Costa Rodrigues e Glayco Rege Ferreira Barbosa, pelo apoio.

À Cooperativa dos Produtores Rurais de Ibicoara e Chapada Diamantina (COOPRIC), Tatiana Viana Portela Neves, pela assistência.

Ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas da Bahia (SEBRAE-BA), pelo auxílio.

Às prefeituras municipais de Ibiocoara, Mucugê, Barra da Estiva, Ituaçú, Bonito, Morro do Chapéu, Rio de Contas, Piatã e Seabra, pelo envolvimento, suporte e confiança.

À Universidade Federal de Lavras, em especial, ao Prof. Flávio Meira Borém e Laís de Oliveira Silva, pela contribuição no desenvolvimento da pesquisa.

À equipe do Laboratório de Fisiologia Vegetal, em especial, Virgiane Amaral Silva, pela amizade, companheirismo, momentos de alegria e todo apoio no desenvolvimento do trabalho. Vocês tornaram esse período mais agradável.

Ao Laboratório de Classificação e Degustação de Café, em especial, Zilda Angélica Brito Oliveira, pela paciência e conhecimentos transmitidos.

Aos colegas e amigos de Mestrado, pelos bons momentos de estudo, descontração e troca de ideias.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo enriquecimento profissional e grandiosos ensinamentos.

À Ednilson Carvalho Teixeira e Ivan Edson Meireles, pela atenção, auxílio e dedicação durante o desenvolvimento da primeira etapa da pesquisa.

À Virgiane Amaral Silva, Zilda Angélica Brito Oliveira e Agnaldo Rocha dos Santos, pela atenção, auxílio e dedicação durante o desenvolvimento da segunda etapa da pesquisa.

Aos funcionários da Diretoria do Campo Agropecuário (DICAP), pelo auxílio durante o desenvolvimento do experimento.

Enfim, gratidão a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho. Muito obrigada!

*“O segredo da existência não consiste somente no viver, mas em saber para que se vive”.*  
(Fiódor Dostoiévski)



## RESUMO

GONÇALVES, A. N. S. **Café da Chapada Diamantina, Bahia: Qualidade da Bebida e Relações com o Meio Ambiente.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2022. 72p. (Dissertação: Mestrado em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia).\*

O cafeeiro é uma planta bastante peculiar, cujo produto apresenta aromas e sabores diferenciados, sendo o conhecimento da cadeia produtiva determinante para exportação desses cafés. A região da Chapada Diamantina, Bahia, tem sido frequentemente reconhecida pela produção de cafés especiais, nesse sentido, políticas públicas, como a Indicação Geográfica (IG), podem garantir a proteção e valorização da cultura. Entretanto, há necessidade de serem esclarecidas as modulações da relação desse produto com o ambiente. O objetivo deste estudo foi analisar se os fatores ambientais, vigor dos cafeeiros e o manejo pós-colheita, estão relacionados com a qualidade da bebida do *Coffea arabica* L. e se esta análise se constitui em um argumento válido para definir os cafés produzidos na região da Chapada Diamantina – BA. O estudo foi realizado em dois ensaios, com coletas de amostras de café provenientes de nove municípios da Chapada Diamantina – BA. No primeiro ensaio realizado na safra 2020/2021, as amostras foram processadas por via seca (NAT) e via úmida (CD); e no segundo, para as safras 2019/2020 e 2020/2021, as amostras foram processadas por via seca (NAT). Os cafés foram transportados para a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, sendo submetidos à secagem e beneficiamento. Posteriormente, na Universidade Federal de Lavras – MG, as amostras foram submetidas a um painel sensorial para a degustação da bebida café, composto por três a seis juízes com titulação *Coffee Quality Institute* (CQI). Foram coletados dados referentes às características do ambiente e das plantas de cafeeiros, obtidas por meio de imagens do satélite Landsat-8, sendo processadas na plataforma *Google Earth Engine*. Foram avaliadas as características ambientais relativas à: hipsometria (HP) e orientação da encosta (OE); características da planta: massa fresca e seca dos frutos (MFF e MSF); índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI) e índice de umidade de diferença normalizada (NDWI); e características da bebida definidas pela acidez, adstringência, amargor, doçura, retrogosto, finalização e score geral. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, seguida da correlação de Pearson, entre as variáveis ambientais e o score geral dos cafés a 5% de probabilidade e análise de componentes principais (ACP). Para o presente estudo, a qualidade da bebida do café arábica está relacionada com os fatores do meio ambiente (altitude e orientação de encosta), da planta e do manejo pós-colheita adotado.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L.; qualidade sensorial de bebida; altitude; orientação de encosta; sensoriamento remoto; indicação geográfica.

---

\*Orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto, *D. Sc.*, UESB.

\*Coorientador: Edvaldo Oliveira, *D. Sc.*, UESB.

\*Coorientador: Odair Lacerda Lemos, *D. Sc.*, UESB.

## ABSTRACT

GONÇALVES, A. N. S. **Coffee from Chapada Diamantina, Bahia: Drink Quality and Relations with the Environment.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2022. 72p. (Dissertation: Master in Agronomy; Area of Concentration: Plant Science).\*

Coffee is a very peculiar plant, whose product has different aromas and flavors, and knowledge of the production chain is crucial for exporting these coffees. The Chapada Diamantina region, Bahia, has often been recognized for the production of specialty coffees, in this context, public policies such as the Geographical Indication (GI) can guarantee the protection and appreciation of the culture. However, there is a need to clarify the modulations of the relationship between this product and the environment. The objective of this study was to analyze whether environmental factors, coffee vigor and post-harvest management are related to the quality of the *Coffea arabica* L. beverage and whether this analysis constitutes a valid argument to define the coffees produced in the region of Chapada Diamantina – BA. The study was carried out in two trials, with samples of coffee from nine municipalities in Chapada Diamantina - BA. The first test carried out in the 2020/2021 harvest, the samples were processed by the dry (NAT) and wet process (CD), and the second for the 2019/2020 and 2020/2021 harvests, the samples were processed by the dry process (NAT). The samples were submitted to a sensorial panel for tasting the coffee beverage, composed of three to six judges with *Coffee Quality Institute* (CQI) degrees at the Federal University of Lavras - MG. Data regarding the characteristics of the environment and the coffee plants were collected, obtained through images from the Landsat-8 satellite and processed on the Google Earth Engine platform. We evaluated environmental characteristics related to hypsometry (HP) and slope orientation (OE), plant characteristics: fresh and dry mass of the fruit (FFM and DSS), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Moisture Index (NDWI), and beverage characteristics defined by acidity, astringency, bitterness, sweetness, aftertaste, finalization, and overall score. Data were subjected to normality and homogeneity tests, followed by Pearson's correlation between environmental variables and the overall score of the coffees at 5% probability and principal component analysis (PCA). For the present study, the beverage quality of Arabica coffee is related to the environmental factors (altitude and slope orientation), the plant and the post-harvest handling adopted.

**Keywords:** *Coffea arabica* L.; drink sensory quality; altitude; slope orientation, remote sensing; geographical indication

---

\* Advisor: Sylvana Naomi Matsumoto, *D. Sc.*, UESB.

\* Co-advisor: Edvaldo Oliveira, *D. Sc.*, UESB.

\* Co-advisor: Odair Lacerda Lemos, *D. Sc.*, UESB.

## LISTA DE FIGURAS

<p>Figura 1 – Mapa de localização dos municípios onde foram coletas as amostras de café na Chapada Diamantina – BA. ....</p>	35
<p>Figura 2 – Score (SC) e massa seca dos frutos beneficiados (MSFB), dos cafés processados por via seca (NAT) e via úmida (CD), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....</p>	42
<p>Figura 3 – Análise de componentes principais gerais do score (SC), hipsometria (HP), orientação da encosta (OE), massa de frutos beneficiado descascado (MBCD), massa de frutos beneficiados naturais (MBNAT), índice de umidade de diferença normalizada (<i>Normalized Difference Moisture Index</i> – NDMI) e índice de vegetação com diferença normalizada (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i> – NDVI), doçura (DO), acidez (AC), corpo (CO), adstringência (ADS), amargor (AM) e finalização (FI), para os cafés natural (NAT) e descascado (CD), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....</p>	43
<p>Figura 4 – Correlação de Pearson entre hipsometria (HP) e pontuações de bebida em estratificação abaixo de 80 pontos (A), estratificação entre 80-85 pontos (B), pontuação geral (C) e estratificação hipsometria 1050-1230 m (D) dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....</p>	47
<p>Figura 5 – Correlação de Pearson entre massa seca dos frutos (MSF) e estratificação da hipsometria entre 850-1.050 m dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....</p>	48
<p>Figura 6 – Correlação de Pearson entre índice de vegetação com diferença normalizada (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i> – NDVI) (A) e índice de condição de vegetação (<i>Vegetation Condition Index</i> – VCI) (B) com pontuação de score em estratificação hipsométrica de 1.230-1.400 m; correlação entre NDVI (C) e VCI (D) com pontuação de score em estratificação hipsométrica de 1.050-1.230 m; correlação entre NDVI (E) e VCI(F) com pontuação de score em estratificação acima 85 pontos dos cafés arábica processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....</p>	49
<p>Figura 7 – Correlação de Pearson entre orientação da encosta (OE) e estratificação do score acima de 85 pontos de cafés arábica processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....</p>	50
<p>Figura 8 – Análise de componentes principais gerais do score (SC), hipsometria (HP), massa fresca de frutos (MFF), massa seca de frutos (MSF), orientação da encosta (OE), índice de umidade de diferença normalizada (<i>Normalized Difference Moisture Index</i> – NDMI), índice de vegetação com diferença normalizada (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i> – NDVI), doçura (DO), acidez (AC), corpo (CO), adstringência (ADS), amargor (AM) e finalização (FI), para os cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022. ....</p>	51

Figura 9 – Análise de componentes principais: estratificação do score (A) e estratificação da hipsometria (B) para os cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....

52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Hipsometria das divisões regionais e dos municípios de coletas das amostras dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.....	45
Tabela 2 – Score (pontuação final) a partir da estratificação da hipsometria, do score de cada município e da divisão regional dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022. ....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AACCD	Associação Aliança dos Cafeicultores da Chapada Diamantina
ACP	Análise de Componentes Principais
B	Bonito
BE	Barra da Estiva
BSCA	<i>Brazilian Speciality Coffee Association</i>
BV	<i>Brightness Values</i>
CD	Cereja Descascado
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DN	<i>Digital Numbers</i>
DO	Denominação de Origem
DV	Desvio Padrão
GEE	<i>Google Earth Engine</i>
HA	Hectare
HP	Hipsometria (m)
IBI	Ibicoara
IG	Indicação Geográfica
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IP	Indicação de Procedência
IT	Ituaçú
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Máx	Máximo
MC	Morro do Chapéu
Méd	Média
Mín	Mínimo
MSF	Massa fresca de frutos (g)
MSS	Massa seca de frutos (g)
MUC	Mucugê
NAT	Natural
NC	Níveis de Cinza
NDMI	<i>Normalized Difference Moisture Index</i>
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NE	Nordeste
NIR	<i>Rear Infrared</i>
NW	Noroeste
OE	Orientação da Encosta
OIC	<i>Organizacion Internacional Del Café</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
P	Piatã
RC	Rio de Contas
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
SAEG	Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas
SB	Seabra

SC	Score (pontuação final)
SCA	<i>Speciality Coffee Association</i>
SE	Sudeste
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SR	Sensoriamento Remoto
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SW	Sudoeste
SWIR	<i>Short Wave Infrared</i>
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
VCI	<i>Vegetation Condition Index (%)</i>
°C	Graus Celsius

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
2.1 Cultura do cafeeiro arábica ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	19
2.1.1 Aspectos gerais da morfologia e fenologia .....	19
2.1.2 Métodos de Processamento pós-colheita .....	20
2.1.3 Importância econômica e aspectos de produção .....	22
2.2 Indicação Geográfica (IG) .....	23
2.3 Fatores ambientais relacionados à qualidade da bebida do café .....	25
2.3.1 Orientação de encosta e altitude.....	26
2.3.2 Temperatura .....	28
2.4 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados à Caracterização Ambiental .....	29
2.4.1 Índices de vegetação .....	30
2.4.2 Mapas Temáticos na Caracterização Ambiental .....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	33
3.1 Caracterização da área de estudo .....	34
3.2 Caracterização sensorial .....	36
3.2.1 Ensaio 1 – Processamento via seca (NAT) e via úmida (CD) .....	36
3.2.2 Ensaio 2 – Processamento via seca (NAT) .....	38
3.3 Caracterização ambiental .....	39
3.4 Análise estatística .....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.1 Ensaio 1 – Processamento via seca (NAT) e via úmida (CD) .....	41
4.2 Ensaio 2 – Processamento via seca (NAT) .....	44
5 CONCLUSÕES .....	53
REFERÊNCIAS .....	54
ANEXOS .....	65



## 1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) é uma planta bastante peculiar, pois apresenta aromas e sabores diferenciados, sendo uma das bebidas mais consumidas no mundo (Zaidan *et al.*, 2017). No Brasil, a cafeicultura se desenvolve principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Espírito Santo, sendo a espécie cultivada em mais de 80% das lavouras do país (CONAB, 2022). Os principais destinos da exportação do café brasileiro são os Estados Unidos da América, os países da União Europeia (Alemanha, Bélgica, Itália, Espanha e países baixos), Japão, Coreia do Sul e Canadá, com um expressivo crescimento de 52,4% da receita cambial em 2022 (R\$1,473 bilhões) para os cafés diferenciados (cafés especiais, gourmet e certificados), quando comparada ao ano anterior (CECAFÉ, 2022).

Para produtos de origem agropecuária, a caracterização do meio em que a cadeia produtiva se desenvolve está relacionada a aspectos técnicos de manejo de condução, fatores ambientais, sociais e econômicos. Os principais fatores que determinam os diferentes “*terroirs*” de bebida do café são a altitude (Girma *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2022), o genótipo (Borém *et al.*, 2020) e o manejo pós-colheita (Oliveira *et al.*, 2022).

O território da Chapada Diamantina, Bahia, situada nos contrafortes da Serra Geral, é caracterizado por grande extensão de planaltos elevados nos quais a cultura do café se desenvolve em diversos municípios, sendo cultivado desde Ituaçu, na divisão regional sul do território até Morro do Chapéu, na divisão regional norte. Apesar do reduzido volume de produção nessa região, a bebida tem sido frequentemente reconhecida pela sua qualidade, havendo grande interesse sobre as modulações deste produto com o ambiente.

O registro de Indicação Geográfica (IG), o qual é conferido a produtos ou serviços que são característicos do seu local de origem, é uma importante política pública que pode garantir a proteção e valorização da cultura do café no território da Chapada Diamantina, havendo grande interesse dos cafeicultores da região na obtenção da concessão IG na modalidade Denominação de Origem (DO).

Considerando a necessidade de construção de uma base empírica para atestar a qualidade da bebida, verificar a ocorrência homogênea da relação entre o meio e o produto e definir argumentos para delimitar essa concessão são aspectos que envolvem a visão crítica de diversos ramos da ciência.

A definição da base de dados, para estabelecer a relação entre os cafés da Chapada Diamantina e o ambiente, depende de ferramentas que possibilitem a caracterização da bebida e dos fatores que interferem diretamente ou indiretamente, tais como as características do cafeeiro, do clima e dos processos de manejo aplicados à cultura. Para o café, devido à elevada sensibilidade da interação da bebida com as práticas do cultivo, essa caracterização deve ser realizada a nível de microclima, com coleta de amostras dos frutos realizadas em plantas identificadas em parcelas de observação. Destaca-se que, em análises realizadas a partir de dados gerais, há restrições aos limites dessa interação, quando o objetivo é estabelecer relações da identidade da bebida com o ambiente.

Para a análise de recursos naturais, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento tornam possível a compreensão dos fenômenos ambientais e sua relação com a ocupação humana (Tonial *et al.*, 2000; Câmara *et al.*, 2001). Para a cafeicultura, o sensoriamento remoto é uma ferramenta importante para mapeamento de campo, em escala regional (Bernardes *et al.*, 2012).

Devido a esse mecanismo de ajuste fino para a caracterização da identidade sensorial, é necessário pontuar a importância das interações entre o microclima e as plantas de café, pois se constituem em pilares para a interpretação da relação da qualidade da bebida com o meio, devendo compor um fator dessa análise.

Neste cenário, objetivou-se com o presente estudo analisar se há relação entre os fatores ambientais, o vigor dos cafeeiros e o manejo pós-colheita com a qualidade da bebida do café (*Coffea arabica* L.) produzido no território da Chapada Diamantina – BA.

Este estudo evidenciou que os fatores do ambiente determinam a elevada qualidade da bebida dos cafés dessa região, entretanto, o principal diferencial da cafeicultura praticada nesse local é a capacidade de organização dos cafeicultores em prol do desenvolvimento dessa cadeia produtiva. O desenvolvimento desse conhecimento foi conduzido de forma participativa, com intensa cooperação dos atores dos municípios, organizações civis e pela academia. A partir desse tipo de modulação entre conhecimento e participação social, espera-se concretizar expressivas ações em prol do bem estar e desenvolvimento da cafeicultura da Bahia.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cultura do cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.)**

#### **2.1.1 Aspectos gerais da morfologia e fenologia**

O cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) é originário de florestas tropicais da Etiópia, sendo uma planta Eudicotiledônea, da classe das Angiospermas, família Rubiaceae e pertencente ao gênero *Coffea* (Carvalho, 1946; Bridson, 1987). É uma espécie que pode ser encontrada na forma selvagem, como vegetação de sub-bosque, desenvolvendo-se bem sob condições de sombreamento.

O café arábica é considerado uma cultura perene, alotetraploide, sendo autógama por cleistogamia. É uma planta de porte arbustivo, com raiz pivotante e ramos com presença de dimorfismo de crescimento contínuo. As folhas são inteiras, coriáceas, com pecíolos curtos e persistentes. A inflorescência ocorre nos nós de ramos laterais novos, em glomérulos de flores completas, hermafroditas e autocompatíveis (Sakiyama *et al.*, 2015).

O fruto do cafeeiro consiste em uma casca vermelho-alaranjada a vermelha no amadurecimento (exocarpo), uma polpa carnuda amarelo-esbranquiçada e mucilagem (mesocarpo), e um pergaminho amarelo liso (endocarpo) e casca prateada (tegumento) ao redor das sementes (endosperma) (Pereira *et al.*, 2019)

Diferentemente da grande maioria das plantas, o cafeeiro completa o ciclo fenológico em dois anos, ou seja, é uma cultura bianual. No primeiro ano, ocorre a formação dos ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós, durante os dias mais longos. Em dias de fotoperíodo reduzido, as gemas vegetativas são induzidas à reprodução e se desenvolvem para gemas florais (Gouveia, 1984). Essas gemas florais, depois de maduras, entram em dormência, ficando prontas para a antese, ocorrendo um aumento substancial do potencial hídrico nas gemas, causado principalmente por chuvas, irrigação e/ou ainda pelo aumento da umidade relativa do ar que desencadeará no florescimento das plantas (Camargo e Camargo, 2001; Meireles *et al.*, 2009).

Assim, inicia-se o segundo ano fenológico, tendo, seguida da florada, a formação dos chumbinhos, expansão dos grãos até a granação e a fase de maturação. Posteriormente, os ramos plagiotrópicos entram em senescência e, na primavera, no ano seguinte, novos ramos vegetativos brotam, diferenciando-se em ramos reprodutivos,

havendo uma considerável redução na produção do ano seguinte (Camargo e Franco, 1985; Meireles *et al.*, 2009).

Dessa forma, são determinadas as fases fenológicas do cafeeiro, compreendendo o desenvolvimento das plantas nas fases vegetativas e reprodutivas, que podem influenciar diretamente no florescimento até a maturação dos frutos, e impactar na qualidade final da bebida (Pezzopane *et al.*, 2003).

### **2.1.2 Métodos de Processamento pós-colheita**

Um fator crítico para a determinação dos “*terroirs*”, qualidade da bebida do café, é o manejo pós-colheita realizado para obter grãos secos utilizados para a obtenção do produto final (Huch e Franz, 2015; Oliveira *et al.*, 2022). Diversos estudos tratam de modulações da qualidade da bebida relacionadas com os métodos de processamento pós-colheita.

A qualidade da bebida do café é afetada, em 40%, por fatores pré-colheita; 40% por fatores pós-colheita; e em 20% pelo manuseio de transporte (Velásquez e Banchón, 2022).

As etapas do manejo pós-colheita do café contemplam desde a colheita, despulpamento, fermentação, secagem, armazenamento até a torrefação, com número de etapas variável, de acordo com o tipo de método de processamento (Haile e Wan, 2019).

A colheita do café deve ser iniciada quando a planta atingir um estágio homogêneo de maturação e carga mínima de frutos imaturos (Bee *et al.*, 2005). A constituição química de frutos-cereja determina se o manejo foi adequado à qualidade sensorial de bebida (Haile e Kang, 2019). A colheita seletiva manual é a mais indicada, quando se almeja uma elevada qualidade de bebida, entretanto, é um processo demorado e caro (Velásquez e Banchón, 2022). O método de colheita empregado poderá interferir na qualidade do fruto utilizado para as etapas posteriores do processamento (Pereira *et al.*, 2019).

Os frutos recém-colhidos apresentam umidade elevada de, aproximadamente, 70%, o que pode resultar na deterioração dos frutos por fermentação desfavorável ou formação de mofo (Bee *et al.*, 2005), resultando em perda da qualidade da bebida. Após a realização da colheita, os frutos de café devem ser submetidos às etapas seguintes do processamento pós-colheita o mais breve possível (Pereira *et al.*, 2019).

Para o manejo pós-colheita do café, há processamentos, via seca, via úmida, via semisseca (descascado) e bioprocessamento digestivo (Haile e Kang, 2019), sendo frequentemente utilizados os processamentos por via seca e via úmida (Borém, 2008b).

O processamento por via seca é considerado o método mais antigo, econômico e simples, sendo os cafés provenientes deste método denominados de café natural (café em coco). Nesse processamento, os frutos são secos na forma íntegra, a partir da exposição ao sol ou secadores mecânicos, e posteriormente são armazenados e beneficiados (Borém, 2008a; Pereira *et al.*, 2019; Haile e Kang, 2019).

Quando os frutos são processados por via seca, há elevado risco de fermentação, visto que a preservação do exocarpo e do mesocarpo prolonga o tempo necessário para atingir os níveis de umidade desejáveis (Haile e Kang, 2019; Pereira *et al.*, 2019). É necessário que os frutos sejam espalhados em camadas finas e realizadas rotações regulares, para homogeneizar a temperatura entre as camadas de frutos.

No processamento por via úmida são envolvidas várias etapas, relativamente complexas, para se obter os cafés em pergaminho (Borém, 2008a). Nesse processamento, são incluídas a remoção mecânica da casca e da polpa do café, desmucilagem ou fermentação (a partir da degradação microbiana fermentação da camada de mucilagem) e, finalmente, secagem (Borém, 2008a; Pereira *et al.*, 2019; Haile e Kang, 2019). Esse processo reduz o tempo (de 3 a 5 semanas para 8 a 10 dias) e a área necessária para a secagem dos grãos em relação ao processamento por via seca (Bee *et al.*, 2005).

Os grãos resultantes dos diferentes métodos de processamento devem atingir teor final de umidade entre 10 a 12%, limitando a fermentação indesejada (Borém, 2008a; Hameed *et al.*, 2018).

Normalmente, cafés produzidos a partir do processamento por via úmida apresentam um aroma melhor, além de maior aceitação do consumidor em comparação aos processados por via seca (Bytof *et al.*, 2000; Selmar *et al.*, 2001). A presença de diferentes tecidos durante o processamento e secagem altera o metabolismo da semente e, conseqüentemente, sua qualidade sensorial (Bytof *et al.*, 2007). Os grãos de cafés obtidos na via seca podem apresentar características bastante complexas (Haile e Kang, 2019).

Worku *et al.* (2018), estudando o efeito da altitude e métodos de processamento pós-colheita na composição bioquímica e qualidade de grãos de café arábica, concluíram que o café processado por via seca apresentou qualidade superior. Todavia, Borém *et al.* (2020) verificaram que cafés obtidos a partir do método de processamento por via seca

não diferiram quanto à doçura da bebida, em comparação com amostras submetidas ao método de processamento por via úmida.

### 2.1.3 Importância econômica e aspectos de produção

A cafeicultura compõe um importante componente de receita para o PIB brasileiro, sendo o maior produtor e exportador de café no mercado internacional. A produção de café no Brasil, para a safra de 2022, considerando os cafés arábica e robusta, é estimada em 53,4 milhões de sacas de café beneficiado, o que representou aumento de 12 % em relação à safra do ano passado. A área total de lavouras de cafeeiros em produção foi estimada em 18,4 milhões de hectares (CONAB, 2022).

A estimativa da receita bruta total da produção de café no Brasil deve atingir R\$ 25,5 bilhões, frente aos R\$ 22 bilhões da safra de 2019 (CONAB, 2022). O Brasil é protagonista na exportação de café, sendo os Estados Unidos (4,6 milhões de sacas), seguido da Alemanha (4 milhões de sacas), Bélgica (1,9 milhões de sacas) e Itália (1,8 milhões de sacas) os principais países compradores de cafés brasileiro (CECAFÉ, 2022).

O café arábica é uma das principais *commodities* do setor agrônomo, atingindo 99% da produção global no *ranking* da cafeicultura (Da Matta *et al.*, 2018). A espécie *Coffea arabica* L. é a mais cultivada no território brasileiro, ocupando área de 14,5 milhões de hectares, o que corresponde a 81,4% das lavouras de café, sendo estimada produção de 35,7 milhões de sacas de café beneficiado para a safra de 2022 (CONAB, 2022).

O maior estado produtor de café arábica do país é Minas Gerais, com colheita estimada de 24,4 milhões de sacas de café beneficiado; seguido por São Paulo, com estimativa de produção em 4,4 milhões; Espírito Santo, com 4,2 milhões; e a Bahia com 1,3 milhões de sacas (CONAB, 2022). Para o estado da Bahia, o café é concentrado principalmente na região do Planalto, sendo a produção estimada em 1 milhão de sacas de café beneficiado, representando mais de 90% do volume de café produzido no estado, conforme levantamento da CONAB (2022).

A região da Chapada Diamantina, no Planalto do Estado da Bahia, que produz exclusivamente variedades de café arábica, caracteriza-se pelo clima de altitude, condição essa favorável à produção de cafés diferenciados e de excelente qualidade, conhecidos como cafés *gourmet*. Em estudo sobre a análise quimiométrica de dados de RMN de cafés provenientes da região da Chapada Diamantina, a composição química foi definida como

rica em lipídios, ácidos orgânicos e ácidos clorogênicos, sendo possível diferenciá-los de demais amostras provenientes de outras regiões da Bahia e do Brasil (Santos, 2019).

Os cafés desta região se desenvolveram ao longo do tempo, onde foram criadas tecnologias próprias da colheita ao preparo do café, diferenciando o produto no mercado e demonstrando a importância da cultura na região (Santos, 2019; BSCA, 2021).

## **2.2 A Indicação Geográfica (IG)**

As Indicações Geográficas (IGs) estão presentes no território brasileiro e se desenvolvem de forma natural e gradativa. As IGs reúnem diversas características, podendo ser localizadas em diferentes regiões do país, estando presentes do urbano ao rural; do artesanato aos produtos agroalimentares; da produção familiar até a produção globalizada (Santana, 2020).

A gênese do processo das IGs se deu com o vinho, no momento em que produtores, comerciantes e consumidores verificaram que determinados produtos apresentavam qualidades e características únicas, sendo atribuídas à sua origem geográfica, e como resultado passaram a utilizar o nome geográfico de sua procedência para denominá-los (Kakuta, 2006).

Em várias regiões do Brasil tem crescido a importância da adoção das IGs, agregando contribuições extremamente positivas para as economias locais e para o dinamismo regional, pois proporcionam o real significado de definição de valor local. Considerada uma ferramenta de coordenação, a IG é capaz de promover a estruturação de um determinado local por meio da união de produtores, instituições e da população (INPI, 2021).

As IGs podem ser definidas como produtos e, ou, serviços que tenham origem geográfica específica, e seu registro reconhece reputação, qualidades e características que estão vinculadas ao local (INPI, 2021). Podem ser divididas em duas modalidades: Indicação de Procedência (IP) e Denominação de Origem (DO).

A IG de Indicação de Procedência está diretamente vinculada a um local, cujo nome geográfico tenha se tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço, exigindo somente a notoriedade do local de origem dos produtos e, ou, serviços. A Denominação de Origem, por sua vez, é associada ao nome geográfico de um local, exigindo a comprovação de que produto e, ou, serviço, possui qualidade ou característica que se

devem essencialmente ao local (meio geográfico) de origem, considerando-se fatores naturais e fatores humanos, como o “saber fazer” (Bruch *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2010; INPI, 2021).

No Brasil, o órgão responsável por reconhecer as IGs é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) que, por atribuição, conforme a Lei da Propriedade Industrial n° 9.279/96, constitui-se como órgão de centralidade, abrangendo em sua gestão desde o pedido de reconhecimento de uma IG até sua posterior constituição, devendo observar e garantir a certificação e a manutenção das qualidades que fizeram determinado território conseguir notoriedade. Segundo o INPI (2022), o Brasil possui 88 IGs nacionais reconhecidas (68 IP e 23 DO), além de nove DO estrangeiras e mais de 160 pedidos de reconhecimento depositados no INPI, tanto na modalidade IP quanto na DO.

A IG pode se constituir como importante ferramenta de estruturação de determinado território, unindo produtores, empresas e instituições, fato que tem contribuído para o crescimento do número de IGs registradas no Brasil, nos últimos anos.

Esse crescimento pode estar relacionado, principalmente, com ações de atores importantes envolvidos em todos os processos de discussão e reconhecimento de IGs no país, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), além de Universidades e empresas privadas. Esses atores podem atuar na elaboração de propostas e na tomada de decisões, além de promoverem ações, como fóruns de discussão de IG (Secchi, 2011).

Um produto e, ou, serviço com IG pode ser reconhecido pelo mercado consumidor por meio da utilização de selos de controle, o qual poderá indicar informações sobre a origem dos produtos, possibilitando, assim, maior valorização em relação aos produtos e, ou, serviços sem o selo de IG (Bruch *et al.*, 2010). As IGs estão diretamente ligadas às características de determinado território, visto que podem se transformar com os processos que a certificação pode gerar, sendo estratégia importante para o enraizamento sociocultural do produto no território que é produzido (Nierdele e Vitrolles, 2010).

Os benefícios gerados por uma IG vão desde aspectos culturais, preservando as tradições locais e os produtos gerados por esses grupos, como também aspectos econômicos, com acesso ao mercado e ao crescimento econômico (INPI, 2021). A IG pertence exclusivamente aos produtores que estejam em determinada região, sendo gerenciada por uma titularidade coletiva na qual toda comunidade se beneficia, não havendo um proprietário específico que possa explorar isoladamente os benefícios da IG (Bruch *et al.*, 2010; Cerdan *et al.*, 2010).



Tratando-se da implementação de uma IG na modalidade DO para cafés, existe um protocolo de caracterização bem estabelecido, sendo praticado e reconhecido dentro do cotidiano da classificação para comercialização. Atualmente, cada vez mais, a dinâmica dos concursos torna-se frequente nas regiões produtoras, agregando valor e potencializando a busca pelo alcance de índices de qualidade de bebida.

Uma das fases determinantes do estudo da relação entre o meio geográfico e a qualidade do café é a análise da bebida. Por meio de um painel sensorial, um grupo de degustadores, com formação documentada, constitui um painel para avaliar as amostras, resultando em um “score” para cada atributo sensorial avaliado (Moser *et al.*, 2018).

Metodologias, como o protocolo de provas da *Speciality Coffee Association* (SCA) e *Brazilian Speciality Coffee Association* (BSCA), são os procedimentos mais utilizados para avaliação sensorial de cafés especiais no Brasil e no mundo. Essa classificação se baseia na prova da xícara, ou seja, gustativa, por meio de provadores (Molin *et al.*, 2008).

Tradicionalmente é recomendável que a seleção dos provadores seja norteada pela avaliação de suas capacidades sensoriais, atendendo às exigências das avaliações. Este é um grande entrave, pois provadores treinados e peritos em análise sensorial de café não são facilmente encontrados, em razão, principalmente, desse conhecimento não constituir o currículo de faculdades e escolas técnicas no Brasil. Para Dzung (2010), um dos principais problemas no uso do perito na avaliação sensorial é que a qualificação dos provadores ainda não está bem definida, sendo que esse profissional deve ser treinado e ter alta sensibilidade sensorial.

### **2.3 Fatores ambientais relacionados à qualidade da bebida do café**

A qualidade da bebida do café pode ser descrita por meio de avaliações físicas e sensoriais que se baseiam na classificação por peneira, tipo, pelo aspecto visual e pela análise da bebida (prova de xícara) (Brasil, 2003). A qualidade sensorial é determinada pelo aroma e sabor que são formados durante o processo da torrefação, sendo modulada por fatores ambientais, cuja altitude é o principal fator (Girma *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2022); pelos genótipos (Borém *et al.*, 2020); e pelas interferências no manejo pós-colheita, compreendendo, nesta última, as etapas de processamento, secagem e

armazenamento dos lotes (Alves *et al.*, 2011; Borém *et al.*, 2013; Barbosa *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2022).

O sabor é considerado o atributo mais importante para a avaliação da qualidade do café, sendo a característica da doçura uma das mais desejáveis no ponto de vista dos cafés *gourmets*, impactando diretamente na preferência do mercado consumidor (OIC, 1991). Cafés que apresentem qualidade superior da bebida e dos grãos, além de aspectos relacionados à forma de colheita, tipo de preparo, origem dos plantios, cultivares e histórias, entre outros, são considerados especiais, sendo os mesmos mais valorizados pelo consumidor (SCA, 2012).

Geralmente o cafeeiro arábica é afetado, nas suas diversas fases fenológicas, pelas condições climáticas, em especial, pela variação fotoperiódica e pelas condições meteorológicas, principalmente a distribuição pluviométrica, a temperatura do ar, a radiação solar, além das características do solo que interferem não apenas na fenologia, mas também na produtividade e na qualidade sensorial da bebida (Camargo, 2007; Meireles *et al.*, 2009; Ribeiro, 2018).

### **2.3.1. Orientação de encosta e altitude**

O relevo pode influenciar diretamente na temperatura de um local, visto que diferencia climas mais frios em maiores altitudes, conforme a face de exposição da radiação solar numa mesma região, além de desempenhar um papel importante na evapotranspiração da cultura e no balanço hídrico (Valeriano, 2003; Luz, 2014).

De maneira geral, no Hemisfério Sul, em que cafezais estejam instalados em áreas com as encostas orientadas para Sul, Sudeste, Sudoeste e Oeste, os mesmos recebem menor incidência de radiação solar direta, sendo comumente mais sombreada, úmida e menos aquecida, com temperaturas médias anuais mais baixas.

Cafezais que estejam instalados em áreas cuja encosta é orientada para Norte, Nordeste, Noroeste e Leste podem receber maior incidência de radiação solar direta, portanto, mais aquecida, contribuindo para que a umidade relativa do microclima seja menor, quando comparada à orientada em direção ao quadrante Sudeste (Sediyama *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2021a).

Pinto *et al.* (2006), estudando sobre a influência da orientação da face de exposição ao sol de parcelas de cafeeiros produzidos em região de montanha e seu efeito na qualidade de bebida, verificaram efeito positivo sobre os atributos de qualidade para

as lavouras instaladas na face Oeste em relação às lavouras instaladas na face Leste. A relação entre a orientação em que o cafezal está instalado com a qualidade da bebida ainda é contraditória. Borém *et al.* (2020), em estudo com café arábica produzido na região da Mantiqueira de Minas, verificaram que não houve diferenças entre a direção da face da encosta e o perfil sensorial do café.

Regiões de maiores altitudes apresentam elevados níveis de radiação solar (Santos *et al.*, 2018), entretanto, em elevada altitude, a incidência da radiação pode ser alterada pela nebulosidade, principalmente pelas nuvens mais baixas que são mais eficientes em refletir a luz solar (Dai *et al.*, 1999; Xiao *et al.*, 2013; Liebig *et al.*, 2019).

Para regiões de elevada altitude, cafezais instalados em áreas com orientação de encosta para os quadrantes NW e NE (face Soalheira) podem receber maior incidência de radiação solar direta, tornando-se mais aquecida, contribuindo para que a umidade relativa do microclima seja baixa (Sediyama *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2021a). Regiões de altitude elevada, expostas à maior intensidade de luz, principalmente no período da tarde, condicionam um microclima favorável à produção de cafés especiais (Ferreira *et al.*, 2022).

Em baixa altitude, cafeeiros produzidos em áreas com encosta orientada para os quadrantes SE e SW (face Noruega) recebem menores níveis de luminosidade, condicionando um microclima com temperaturas mais baixas e maior umidade relativa (Sediyama *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2021a). De acordo com Ferreira *et al.* (2022), regiões de menor altitude, recebendo menor intensidade de luz, principalmente no período da manhã, proporcionam um microclima favorável à produção de cafés especiais.

A altitude é um dos principais fatores que modulam os *terroirs* da bebida do café arábica porque condiciona um microclima com baixas temperaturas, alterações na radiação solar incidente e na concentração de oxigênio (Girma *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2022). Esses fatores elevam o período da fase de formação dos frutos, promovendo maior acúmulo de compostos químicos (Tolessa *et al.*, 2017). No Sudoeste da Etiópia, as maiores pontuações do café (café de melhor qualidade) foram verificadas em locais de maiores altitudes, sendo relacionadas a maiores concentrações de cafeína, ácidos clorogênicos e trigonelina (Getachew *et al.*, 2022). A altitude foi o principal fator que interferiu na qualidade dos cafés produzidos na região das Matas de Minas (Silveira *et al.*, 2016).

As diferentes altitudes do relevo, em combinação com as orientações da encosta, característicos da região da Chapada Diamantina, podem exercer influência na qualidade final do café. De acordo com Avelino *et al.* (2005), em estudo sobre “*terroir*” para cafés especiais da Costa Rica em duas regiões com elevadas altitudes, o gradiente vertical de temperatura (redução na temperatura do ar de 0,6 °C, em média, para o aumento de cada 100 m de altitude) foi o fator que influenciou na maior qualidade da bebida do café das regiões.

### **2.3.2. Temperatura**

Em regiões onde as temperaturas médias anuais se mantêm acima de 30 °C, há redução de vigor em plantas de *C. arabica* L. mantidas a pleno sol. Temperaturas elevadas durante a fase de florescimento condicionam abortamento das inflorescências, inviabilizando a produção dos frutos. Além disso, locais com temperaturas muito elevadas pode causar retardamento do seu crescimento e anormalidades, tais como o amarelecimento de folhas; e, ainda, a maturação dos frutos ocorre muito rapidamente, sendo a qualidade da bebida desfavorecida (Jesus Junior *et al.*, 2012).

Temperaturas amenas, normalmente encontradas em áreas de altitude elevada, podem promover o retardamento do desenvolvimento e do amadurecimento dos frutos de café. O direcionamento de compostos fenólicos do endosperma, para as camadas superficiais da semente, é favorecido, aprimorando os atributos de qualidade, como o sabor e o aroma do café, estando diretamente relacionado com a qualidade final da bebida de café (Laviola *et al.*, 2007; Vaast *et al.*, 2006; Getachew *et al.*, 2022).

Borém *et al.* (2019), estudando as variáveis meteorológicas e qualidade sensorial do café arábica produzido na Região da Mantiqueira de Minas Gerais, concluíram que regiões com altitude superior a 1000 m, a menor amplitude térmica para os meses mais quentes, forneceu a produção de cafés de qualidade superior.

A temperatura e o tempo do processo pós-colheita são fatores que podem determinar a qualidade da bebida dos cafés arábica. A incidência de temperaturas elevadas, na fase de manejo pós-colheita, afeta negativamente a qualidade da bebida de cafés arábica (Borém *et al.*, 2009). Malta *et al.* (2013) verificaram que a ampliação do período de secagem dos frutos de café está relacionada com a elevação da qualidade da bebida, independentemente do processo pós-colheita. O café processado via seca é mais sensível às condições de secagem pós-colheita (Bytof *et al.*, 2007, Haile e Kang, 2019),

ocorrendo melhor qualidade de bebida nesse tipo de manejo, quando a secagem é realizada a baixas temperaturas (Jordan *et al.*, 2020).

## **2.4 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados à Caracterização Ambiental**

O sensoriamento remoto pode ser definido como um conjunto de técnicas que permite identificar um objeto à distância, sem precisar tocá-lo, ou seja, a partir da utilização de sensores é possível obter informações de alvos e da superfície terrestre a partir da radiação eletromagnética refletida ou emitida pelo mesmo (Novo, 1989; Florenzano, 2011; Michaelides, 2021).

O geoprocessamento é uma ferramenta científica que emprega técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica de imagens captadas a partir de sensores (Sousa *et al.*, 2009). O conjunto de ferramentas computacionais utilizado no geoprocessamento de imagens é denominado de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que possibilita a realização de análises complexas, ao agrupar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

As imagens provenientes da aquisição de dados dos sensores remotos são compostas por elementos de cena chamados pixels. A imagem produzida por pixels pode ser representada por uma matriz na qual o cruzamento das linhas e das colunas define as coordenadas espaciais de cada pixel. Esse sinal é escalonado em níveis discretos de intensidade (conhecidos por *digital numbers* (DN) ou *brightness values* (BV) e, ainda, *níveis de cinza* (NC), que traduza resolução radiométrica do sensor).

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são instrumentos importantes para análise de recursos naturais, fortalecendo o papel da ciência e possibilitando ao pesquisador várias formas de desenvolver trabalhos e estudos (Oliveira, 2020). Para a cafeicultura, a utilização de dados de sensoriamento remoto tem se mostrado bastante promissora, visto que, principalmente para o mapeamento em campo, existem muitas dificuldades na obtenção de dados em escala regional (Bernardes *et al.*, 2012).

Inúmeras são as aplicações do sensoriamento remoto e do geoprocessamento para a cafeicultura, compreendendo diversas áreas de pesquisa, como o monitoramento de estresse hídrico (Maciel *et al.*, 2020), vigor vegetativo das plantas (Santos *et al.*, 2021b), estimativa da biomassa e a produtividade de culturas (Bernardes *et al.*, 2012; Coltri *et al.*,

2013), monitoramento de pragas e doenças (Martins *et al.*, 2017; Velásquez *et al.*, 2020) e monitoramento do amadurecimento de frutos (Martins *et al.*, 2021).

O constante surgimento de novos sensores e ferramentas tem possibilitado a aquisição de imagens com resolução espacial cada vez melhor, associado ao desenvolvimento de novos *softwares* e *hardwares* de processamento. Várias informações da superfície terrestre têm sido coletadas, tornando possível compreender os fenômenos ambientais e sua relação com a ocupação humana, e possibilitando inferir do ponto de vista dos aspectos ambientais em conjunto com aspectos sociais (Tonial *et al.*, 2000; Câmara *et al.*, 2001).

### 2.4.1 Índices de Vegetação

Os sistemas de sensoriamento remoto fornecem, por meio de diferentes bandas de sensores, dados espectrais relacionados aos aspectos agronômicos das culturas (Zhang *et al.*, 2019). Esses dados espectrais podem ser usados para calcular os índices de vegetação (IVs), constituindo-se em importantes estratégias para o eficiente monitoramento agrícola, visto que permitem destacar as características intrínsecas da vegetação, que estão relacionadas ao reflexo do verde pelas plantas, refletindo em seu estado de vigor (Martins *et al.*, 2021). Atualmente, mais de vinte IVs estão sendo utilizados, abrangendo desde propriedades biofísicas únicas até informações equivalentes (Jensen, 2009). Dentre os índices, o NDVI (*normalized difference vegetation index*), sendo mais comumente usado em estudos, visto que possibilita informações do estado geral da vegetação (Rallo *et al.*, 2014). O NDVI foi proposto por Rouse *et al.* (1973), o qual é calculado a partir de imagens dos canais espectrais do R e NIR.

A resposta fisiológica das plantas em condições de estresse resulta na alteração do padrão de refletância nas faixas espectrais das regiões do visível, próximo e infravermelho médio (Martinelli *et al.*, 2015). O NDVI é sensível à presença de clorofilas e outros pigmentos vegetais, assim, valores mais baixos de NDVI, em condições de déficit hídrico, indicam redução na concentração de clorofila nas folhas (Maciel *et al.*, 2021). Diversos trabalhos buscam estabelecer a relação entre o NDVI e outros IVs para monitorar o estresse hídrico de culturas, a exemplo do VCI e o NDWI.

O VCI (*Vegetation Condition Index*) é calculado a partir de valores temporais, máximos e mínimos do NDVI (Kogan, 1995), os quais estão relacionados ao vigor vegetativo das plantas. Observações de um menor NDVI, em determinada região e

estação climática extremamente seca, podem indicar um menor vigor da vegetação, enquanto observações de um NDVI maior podem representar melhores condições climáticas, proporcionando um maior vigor vegetativo (Moreira *et al.*, 2015; Quemada *et al.*, 2021). Santos *et al.* (2021b), em estudo de monitoramento de uma lavoura cafeeira utilizando ferramentas do sensoriamento remoto, concluíram que o NDVI foi eficiente para identificar as áreas da lavoura cafeeira com maior e menor vigor vegetativo.

Outro índice utilizado em estudos de recursos hídricos é o NDWI (*Normalized Difference Water Index*), calculado a partir de imagens dos canais espectrais, a NIR e o SWIR, conforme proposto por Gao (1996). Gu *et al.* (2008), em estudo sobre cobertura vegetal no Oklahoma, concluíram que tanto o NDVI quanto o NDWI foram sensíveis a mudanças na umidade do solo que estão fortemente relacionadas às condições de seca da vegetação. Maciel *et al.* (2021) definiram um algoritmo para estimar o potencial hídrico foliar a partir de dados de refletância de superfície do Landsat-8 e índices de vegetação para áreas de café arábica no estado de Minas Gerais, Brasil.

O uso do sensoriamento remoto apresenta-se como uma oportunidade para quantificar o estresse hídrico de cafezais. A aplicação dos IVs permite avaliar grandes áreas ou regiões, quando não há estações meteorológicas *in situ* disponíveis, como é o caso do território da Chapada Diamantina, Bahia.

#### **2.4.2 Mapas Temáticos na Caracterização Ambiental**

De maneira geral, os mapas apresentam a representação cartográfica do espaço, sendo possível a realização de vários estudos sobre os componentes naturais e sociais do espaço geográfico, apresentando-os como conjuntos espaciais organizados (Callai, 2000). Dentre os mapas utilizados na cartografia, destacam-se os temáticos, cujo objetivo é registrar e tratar dados, validando informações específicas relacionadas com o relevo, a geomorfologia, os solos e as populações (Loch, 2006).

Na cartografia moderna, os mapas temáticos de hipsometria são comumente utilizados para representar as variações do terreno através das classes altimétricas, representadas por um sistema de graduação de cores (Rovani e Cassol, 2012). Uma forma de representação visual das classes hipsométricas, tomando como base o nível do mar como altitude zero, foi proposta por Loch (2006), utilizando tons de verde, amarelo, vermelho e marrom.

Não há um número de classes hipsométricas estabelecido quanto à representação cartográfica do terreno (Libault, 1975; Martinelli, 2003; Loch, 2006). Para melhor representar a área de estudo, devem ser conhecidos os pontos representativos do terreno e, a partir destes, definir o número de classes que se adeque (Rovani e Cassol, 2012).

Outro mapa frequentemente empregado em estudos do espaço geográfico é o de orientação da encosta, o qual possibilita identificar quais as áreas mais recebem radiação solar, aplicando-se cores variadas, conforme a maior ou menor insolação recebida (De Biasi *et al.*, 1977; Rovani e Cassol, 2012). Para as regiões tropicais do Hemisfério Sul, durante a movimentação do sol ao longo do ano, o zênite ocorre durante o solstício de verão, e nas áreas equatoriais nos equinócios de primavera e outono (Saydelles e Sartori, 2007).

De acordo com De Biasi *et al.* (1977), a orientação da encosta irá depender da amplitude angular de suas tangentes em relação às curvas de nível, levando-se em consideração os azimutes determinados pela linha norte-sul da carta. Segundo os autores, são definidos oito setores de orientação (considerando o norte verdadeiro), o norte, nordeste, noroeste, oeste, sul, sudeste, sudoeste e leste.

A combinação entre as informações obtidas a partir dos mapas de hipsometria (altitude) e orientação da encosta possibilita verificar as modulações ambientais nas regiões onde os cafezais são implantados, visto que pode diferenciar climas mais frios em maiores altitudes, conforme a face de exposição da radiação solar.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Em todas as etapas da concepção deste estudo, como a definição dos municípios, logística de transporte e coleta, georreferenciamento, determinação das análises sensoriais, estratégias de concessão de financiamento para viabilizar as ações, foram realizadas de forma participativa, com representantes de todos os municípios envolvidos, sob a liderança da Associação Aliança dos Cafeicultores da Chapada Diamantina (AACCD).

O processo foi iniciado a partir do I Workshop Base Documental sobre a Relação entre o Meio Geográfico e a Qualidade dos Cafés da Chapada Diamantina, em 23 a 24 de julho de 2019, realizado pela Uesb e pelo SEBRAE, no qual foram definidas as diretrizes iniciais do estudo. Neste evento, houve a participação de representantes dos municípios da Chapada Diamantina, Embrapa Café, Coopiatã, Cooperbio, Fazenda Progresso e da Universidade Estadual da Bahia (UNEB), campus Juazeiro.

A partir desse evento, foi fundada a AACCD, em 29 de outubro de 2019, sediada no município de Seabra, com o principal objetivo de organizar as ações para o processo de concessão da Indicação Geográfica da Chapada Diamantina.

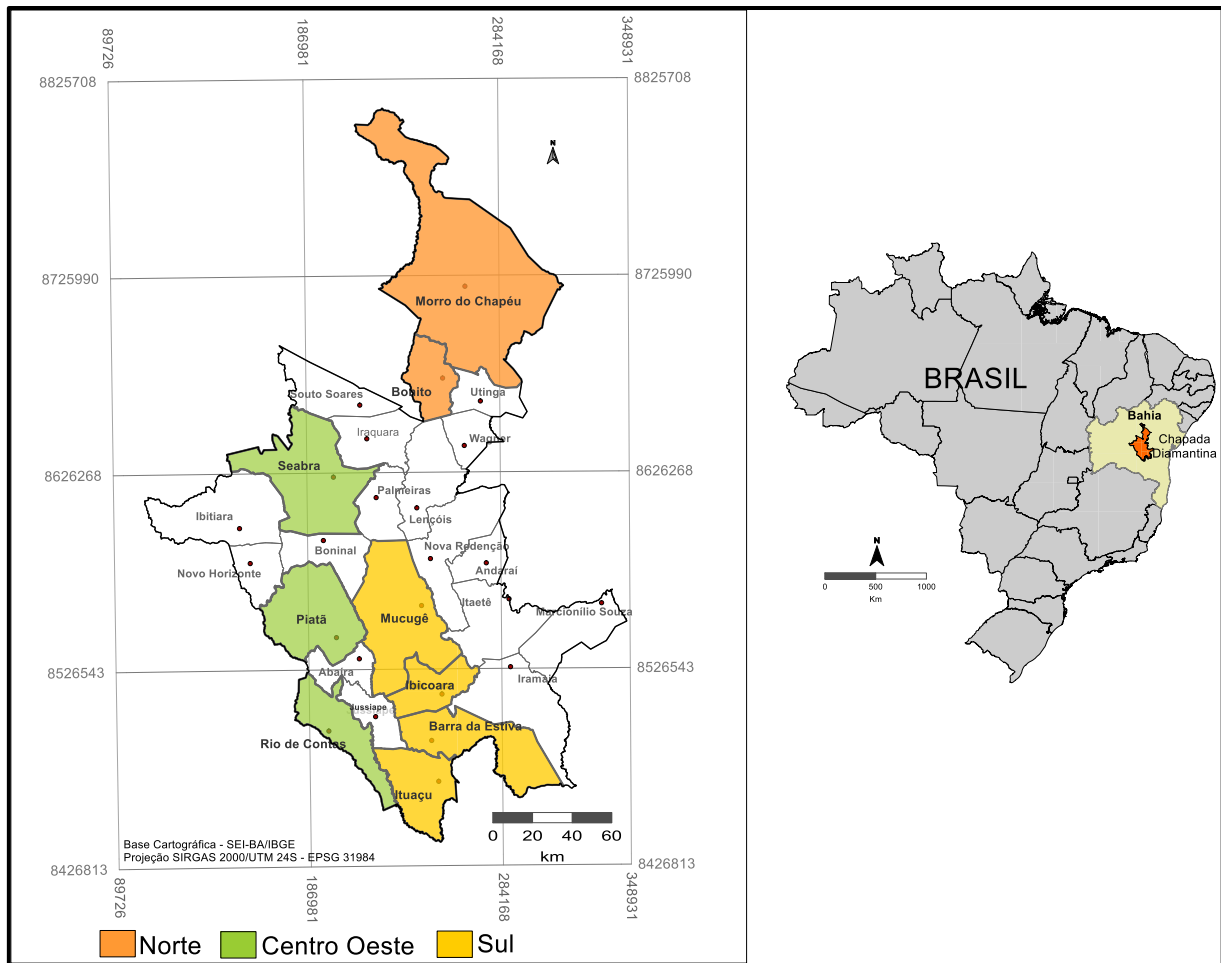
Foram realizadas reuniões virtuais semanais durante o ano de 2020 e 2021, nas quais foram discutidos temas referentes às metodologias de estudo, formas para viabilizar as ações propostas, além de diversos cursos de formação de georreferenciamento e coleta das amostras. Essas reuniões foram coordenadas por representantes da Associação Aliança dos Cafeicultores da Chapada Diamantina (AACCD), pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e Sebrae, com a constante participação dos representantes dos municípios envolvidos. Com o intuito de ampliar o fórum de discussões, foram convidados a compartilhar desse processo representantes do MAPA, SENAR, SDR, Embrapa Café, Embrapa Alimentos e Territórios, IF Baiano Campus Guanambi, IFBA Campus de Seabra e Universidade Federal de Lavras.

Em 2020, as ações foram fomentadas com a estrutura e logística das prefeituras e da UESB, com fomento do Sebrae e a assessoria técnica do SENAR. Em 2021, as prefeituras dos municípios de Barra da Estiva, Ibicoara, Mucugê, Rio de Contas, Piatã, Seabra, Bonito e Morro do Chapéu organizaram um consórcio para fomentar o custeio do painel sensorial, manejo pós-colheita e transporte das amostras.

### 3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na área tradicionalmente produtora de café arábica (*Coffea arabica* L.) do território da Chapada Diamantina – BA e no município de Ibicoara, sendo consideradas duas safras de produção: 2019/2020 (primeira safra) e 2020/2021 (segunda safra). Os municípios de coleta foram previamente definidos a partir da relevância da produção, pela dimensão superior a 1.000 ha de área destinada à colheita de café. Foram definidos os municípios para a coleta das amostras, sendo feita uma divisão regional do território da Chapada Diamantina, em Norte, Sul e Centro-Oeste, com base na logística de transporte das amostras, além das interações entre os líderes de cada município que participaram deste estudo.

Para a primeira safra, as amostras foram coletadas nos municípios de Bonito (Norte da Chapada); Seabra, Piatã e Rio de Contas (Centro-Oeste da Chapada); e Mucugê, Ibicoara, Barra da Estiva e Ituaçu (Sul da Chapada). Para a segunda safra, as amostras foram provenientes de Bonito e Morro do Chapéu (Norte da Chapada); Seabra, Piatã e Rio de Contas (Centro-Oeste da Chapada); e Mucugê, Ibicoara e Barra da Estiva (Sul da Chapada) (Figura 1).



**Figura 1** – Mapa de localização dos municípios onde foram coletas as amostras de café na Chapada Diamantina – BA.

## **3.2 Caracterização sensorial**

### **3.2.1 Ensaio 1 – Processamento via seca (NAT) e via úmida (CD)**

Para o ensaio 1, a coleta das amostras foi realizada na safra 2020/2021, para os municípios de Bonito e Morro do Chapéu (Norte da Chapada); Seabra, Piatã e Rio de Contas (Centro-Oeste da Chapada); e Mucugê, Ibicoara e Barra da Estiva (Sul da Chapada).

As ações de coleta de frutos e georreferenciamento foram realizadas por representantes dos municípios envolvidos. Em período prévio a essas ações, foram realizadas orientações quanto à coleta e instruções para obtenção de dados de georreferenciamento, por meio do aplicativo UTM Geo Map 3.6.4. Vinte pontos de coleta foram definidos em cada município; e em cada ponto de coleta, 30 plantas foram etiquetadas com informações do número da planta, propriedade e data da marcação. Em seguida, as plantas foram marcadas com tinta *spray* na base da planta e com fita plástica na parte superior.

Por ocasião da maturação dos frutos dos cafeeiros marcados, no período matutino, foi realizada a colheita manual, selecionando os frutos no estágio de maturação cereja, sem indícios de danos mecânicos e com coloração uniforme, obtendo-se amostras com peso de dez quilos. Os frutos foram acondicionados em sacos de papel, que foram lacrados e identificados com código da propriedade, nome do proprietário, horário de coleta e horário de início do transporte.

Após a colheita, as amostras foram divididas em duas partes, seguindo os processamentos por via seca e via úmida, formando o café natural (NAT) e o cereja descascado (CD), respectivamente.

Para o processamento por via seca, constituindo o café natural (café em coco), as amostras foram lavadas, depois retirados os frutos “boia” e, posteriormente, no município de origem de cada amostra, os frutos foram submetidos a um processo de pré-secagem, durante três dias, em uma superfície limpa ou suspensa. As amostras processadas por via úmida foram lavadas, depois retirados os frutos “boia” e, em seguida, retirada a casca externa dos frutos, mantendo-se a mucilagem e a casca interna, denominada de “pergaminho”. Posteriormente, no município de origem de cada amostra, foram submetidas, durante três dias, a um processo de pré-secagem sobre uma superfície limpa ou suspensa.

Após o período de pré-secagem, as amostras de café foram acondicionadas em sacos de papel “Kraft”, devidamente identificados; e armazenadas em recipiente térmico (isopor). Foram, então, transportadas em veículo com sistema de ar condicionado, à temperatura média de 20°C, até o Laboratório Classificação e Degustação de Café da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Uesb, *Campus* de Vitória da Conquista – Bahia.

As amostras foram pesadas em gramas, para obtenção do peso total da massa fresca; e depois retirados 100 frutos de cada amostra, pesando-se de maneira a obter a massa fresca em gramas (MFF), os quais foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa (Modelo TE-394/4 MP, Tecnal), com circulação e renovação de ar, sob temperatura de 35 °C até atingir umidade entre 10-11%, conforme Borém *et al.* (2014), sendo, ao final, realizada a pesagem e obtenção da massa seca dos frutos em gramas (MSF). Por fim, as amostras secas de 100 frutos foram beneficiadas e pesadas para a obtenção da massa beneficiada (MB).

Em seguida, as amostras foram submetidas à secagem em estrutura com cobertura de polietileno transparente, com dimensões de 18m x 4,5m x 3m, sendo os frutos mantidos em bandejas suspensas (1m<sup>2</sup>), com fundo constituído por tela de sombreamento de 50%. Foram realizadas rotações constantes dos frutos nas bandejas, com o objetivo de uniformizar a secagem dos mesmos, sendo ainda realizadas medições da umidade dos frutos, determinada por meio de um medidor de umidade (Modelo G600, Gehaka), até o café atingir umidade entre 10-11%, conforme Borém *et al.* (2014).

Quando os frutos processados, por via úmida e via seca, atingiram umidade ideal, foram submetidos aos procedimentos estabelecidos para cada via de processamento.

As amostras de café, processadas por via úmida (CD), foram imediatamente beneficiadas, classificando-se os grãos quanto ao tamanho e retirando-se todos os defeitos, visando à uniformização dos lotes. Posteriormente, foram acondicionadas em sacolas plásticas, submetidas a vácuo, e armazenadas em incubadora B.O.D. (Modelo BT71, Biothec), sob temperatura entre 10 - 15°C.

Os frutos processados por via seca foram submetidos, primeiramente, a um período de descanso. As amostras foram acondicionadas em três sacos de papel “Kraft”, envolvidos por uma embalagem plástica e mantidos em incubadora B.O.D. (Modelo BT71, Biothec), sob temperatura entre 10 - 15°C, durante o período de 30 dias. Após este período, as amostras foram beneficiadas, classificando-se os grãos quanto ao tamanho e retirando-se todos os defeitos, visando à uniformização dos lotes. Posteriormente, foram

acondicionadas em sacolas plásticas, submetidas a vácuo, e armazenadas em incubadora B.O.D. (Modelo BT71, Biothec), sob temperatura entre 10 - 15°C.

As amostradas de cafés NAT e CD, devidamente embaladas a vácuo, foram transportadas até à Universidade Federal de Lavras, MG, onde foram submetidas à prova de degustação (análise sensorial), por meio de um painel sensorial. A análise sensorial ocorreu conforme o protocolo de provas da *Speciality Coffee Association* (SCA) para avaliação de cafés especiais, de acordo com a metodologia proposta por Lingle (2011), realizada por juízes certificados pelo *Coffee Quality Institute* (CQI).

Para o preparo das amostras, foi realizada a torra dos grãos com antecedência mínima de 12 horas à degustação. A torra, moderadamente leve, foi realizada em 100g de grãos de café, monitorando-se a temperatura para que o tempo de torra se mantivesse entre oito a 12 minutos.

Foram avaliados os atributos de adstringência, amargor, retrogosto, acidez, corpo, uniformidade, equilíbrio, doçura e finalização geral, atribuindo pontuações de 0 a 10 para cada característica. O score (SC) foi obtido a partir da soma das pontuações dos atributos individuais. Os dois métodos de processamento foram avaliados individualmente.

### **3.2.2 Ensaio 2 – Processamento via seca (NAT)**

Para o ensaio 2, a coleta dos frutos foi realizada em duas safras: a primeira compreendeu os municípios de Bonito (Norte da Chapada); Seabra, Piatã e Rio de Contas (Centro-Oeste da Chapada); e Mucugê, Ibicoara, Barra da Estiva e Ituaçu (Sul da Chapada). Para a segunda safra, as amostras foram provenientes dos municípios de Bonito e Morro do Chapéu (Norte da Chapada); Seabra, Piatã e Rio de Contas (Centro-Oeste da Chapada); e Mucugê, Ibicoara e Barra da Estiva (Sul da Chapada).

As ações de georreferenciamento, colheita, seleção, acondicionamento e transporte dos frutos para processamento via seca, constituindo o café natural e, posteriormente, transporte até o Laboratório de Classificação e Degustação de Café, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Uesb, *Campus* de Vitória da Conquista, foram realizadas de modo igual ao ocorrido no Ensaio 1.

As amostras do café natural (NAT), embaladas a vácuo, foram preparadas e transportadas até a Universidade Federal de Lavras, MG, onde foram submetidas à prova de degustação (análise sensorial), por meio de um painel sensorial, conforme o protocolo de provas da *Speciality Coffee Association* (SCA), para avaliação de cafés especiais, de

acordo com a metodologia proposta por Lingle (2011), de modo igual ao ocorrido no ensaio 1.

### 3.3 Caracterização ambiental

Para a caracterização ambiental da área de estudo, foi utilizada a plataforma do *Google Earth Engine* (GEE), a partir da observação de imagens do satélite Landsat-8 OLI/TIRS. Para a primeira safra, as cenas foram processadas no período entre 21/06/2019 a 21/06/2020; e, para a segunda safra, foram processadas no período entre 21/06/2020 a 21/06/2021.

Foram calculadas as variáveis dinâmicas, índice de vegetação com diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI), de acordo com Rouse *et al.* (1973); o índice de condição de vegetação (*Vegetation Condition Index* – VCI), de acordo com Kogan (1995), sendo os valores expressos em porcentagem entre 0 e 100, considerando as seguintes classes: classe 1: extremamente seco (0 a 20 %), classe 2: seco (20 a 40%), classe 3: condição normal (40 a 60%), classe 4: condição boa (60 a 80%) e classe 5: condição ótima (80 a 100%), conforme Coleve (2011); e o índice de umidade de diferença normalizada (*Normalized Difference Moisture Index* – NDMI), de acordo com Gao (1996).

Foram elaborados mapas temáticos para as variáveis estáticas, sendo mapas de hipsometria e orientação da encosta. Para o processamento das imagens e obtenção dos valores de cada ponto onde foram coletadas as amostras, foi utilizado o *software* QGIS, versão 3.22.4.

Para a elaboração dos mapas hipsométrico e de orientação da encosta, utilizou-se imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com 90 metros. Para a representação visual das classes hipsométricas, seguiu-se conforme a indicação de Loch (2006) (Anexo A1). Ainda foram realizadas estratificações da hipsometria, seguindo o critério pela regra de Sturger para definição das faixas de altitude, sendo intervalos de 180 m, as quais são entre 850-1.050 m; entre 1.050-1.230 m; entre 1.230-1.400 m; e entre 1.400-1.600 m. A representação cartográfica do mapa de orientação de vertentes seguiu a metodologia indicada por De Biasi *et al.* (1977), e foi utilizado o modelo proposto por Ferreira *et al.* (2012) (Anexo A2).

### **3.4 Análise Estatística**

Para o ensaio 1, os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors e de homogeneidade de variância, a 5% de probabilidade. Para a comparação de médias entre tipos de manejo pós-colheita, foi realizado o teste t, sendo realizado o teste F para a verificação de igualdade de variâncias, seguida da aplicação do teste t, a 5% de probabilidade de erro.

Posteriormente foi realizada a análise multivariada, empregando a Análise de Componentes Principais (ACP), com o objetivo de agrupamento, considerando a variância das diferentes características analisadas, por meio de dispersões gráficas do tipo bidimensional ou tridimensional. A ACP foi realizada com base na matriz de correlação de Pearson existente entre as componentes.

Para o ensaio 2, os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors e de homogeneidade de variância, a 5% de probabilidade e, posteriormente, foi realizada correlação de Pearson a 5% de probabilidade, entre as variáveis ambientais e o score dos cafés processados por via seca (NAT).

Em seguida, foi realizada a análise multivariada, empregando a Análise de Componentes Principais (ACP), com o objetivo de agrupamento, considerando a variância das diferentes características analisadas, por meio de dispersões gráficas do tipo bidimensional. A ACP foi realizada com base na matriz de correlação Pearson existente entre as componentes.

Para realização das análises estatísticas, foi utilizado o programa XLSTAT, 19.2.2 (Addinsoft, 2019).

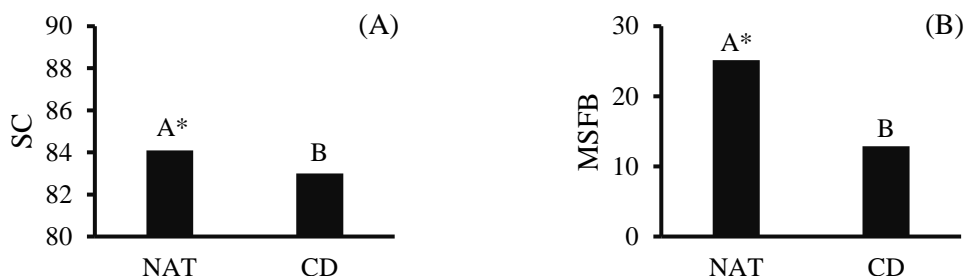


## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ensaio 1 – Processamento via seca (NAT) e via úmida (CD)

Quando foi analisado o manejo pós-colheita dos cafés, foi observada diferença entre os cafés naturais (NAT) em relação ao café cereja descascado (CD), para a massa de 100 grãos beneficiados e os índices de score para bebida (Figura 2). Maiores valores foram atribuídos para NAT em relação ao CD, sendo expressiva a diferença de massa entre CD e NAT, correspondendo a uma redução de 50% de CD em relação ao NAT (Figura 2).

O conceito de que o processamento via úmida resulta em qualidade superior de bebida em relação à via seca está relacionado à maior incidência de danos às membranas celulares que, normalmente, caracterizam a bebida proveniente de NAT (Lima *et al.*, 2008; De Oliveira Simões *et al.*, 2020). Quando o manejo pós-colheita dos cafés naturais é feito de maneira adequada, a manutenção do exocarpo (casca) e mesocarpo (polpa) possibilita a elevação da massa dos grãos e potencializa a qualidade da bebida, principalmente o mesocarpo, que tem uma constituição com elevada porcentagem de açúcares (glicose e galactose) e sais minerais (principalmente potássio, cálcio, fósforo e enxofre) (Haile e Kang, 2019). Quando o processamento pós-colheita ocorre em temperaturas amenas, a secagem lenta dos grãos determina elevação da qualidade sensorial da bebida, principalmente dos cafés naturais (Jordan *et al.*, 2020).

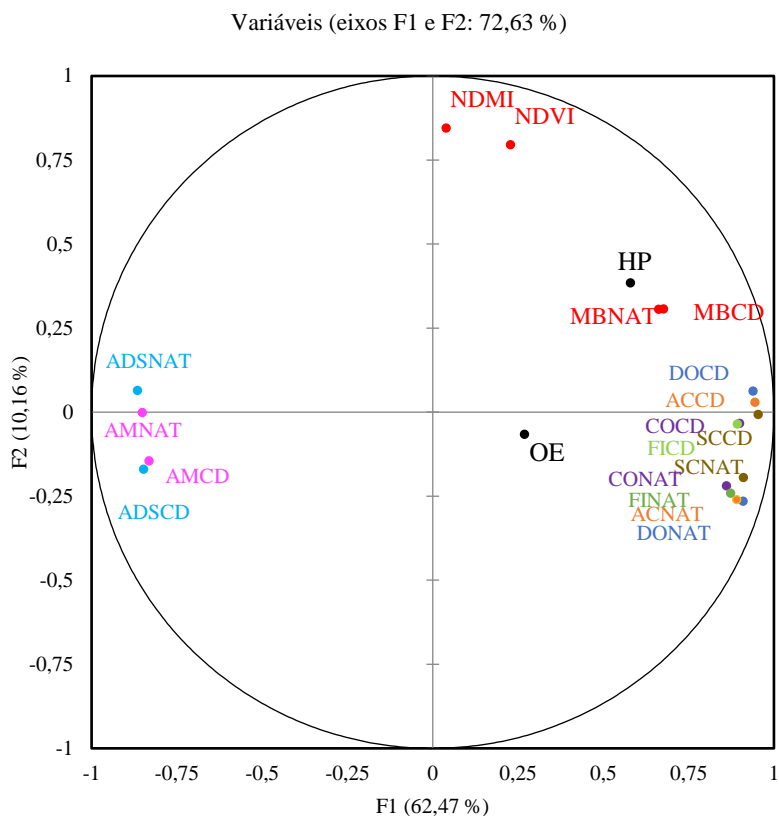


\*diferenças entre letras indicam médias que diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade de erro.

**Figura 2** – Score (SC) e massa seca dos frutos beneficiados (MSFB), dos cafés processados por via seca (NAT) e via úmida (CD), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Worku *et al.* (2018), estudando o efeito da altitude e métodos de processamento pós-colheita na composição bioquímica e qualidade de grãos de café arábica, concluíram que o café processado por via seca apresentou qualidade superior em relação aos cafés processados via úmida. Quando se analisou a bebida de cafés produzidos no Espírito Santo, a bebida dos cafés naturais sobrepujou os processos pós-colheita com fermentação e frutos descascados em relação à fragrância, aroma, sabor retrogosto e balanço (Adão *et al.*, 2022).

Para a ACP, os dois primeiros componentes principais explicaram 72,63% da variação total, com contribuição de 62,47% da componente F1 e 10,16% da componente F2 (Anexo E). Foram considerados como *loadings* de maior influência para o componente F1 e F2 as massas dos frutos beneficiados, como característica da planta, a hipsometria, fator do ambiente e a doçura, acidez, corpo, finalização, relacionados às características da bebida (Figura 7). Orientação de encosta (OE) (fator do ambiente) e os índices de vegetação (NDVI e NDMI) (fatores de vigor da planta) foram as características de menor influência para o componente F1 e F2.



**Figura 3** – Análise de componentes principais gerais do score (SC), hipsometria (HP), orientação da encosta (OE), massa de frutos beneficiados descascados (MBCD), massa frutos beneficiados naturais (MBNAT), índice de umidade de diferença normalizada (*Normalized Difference Moisture Index* – NDMI) e índice de vegetação com diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI), doçura (DO), acidez (AC), corpo (CO), adstringência (ADS), amargor (AM) e finalização (FI), para os cafés natural (NAT) e descascado (CD), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

HP manteve estreita relação com as características da planta HDMI, HDVI e, principalmente, com as massas do grão beneficiado, independentemente do tipo de manejo. A altitude é um fator que está diretamente relacionado à massa dos frutos de cafés arábica e à qualidade de bebida, devido ao maior período de formação dos frutos (Bote and Vos, 2017) e à menor amplitude térmica, especialmente durante o manejo pós-colheita (Borém *et al.*, 2019).

Quando foram analisados os atributos sensoriais, relação positiva intensa foi verificada com HP para os cafés descascados (DCCD, ACCD, COCD, SCCD e FICD), principalmente para doçura e acidez (DCCD e ACCD). A orientação de encontra (OE)

foi o fator do ambiente que manteve relação positiva estreita com os atributos sensoriais de cafés naturais (SCNAT, CONAT, FINAT, ACNAT, DCNAT) (Figura 3). Relação negativa foi estabelecida entre a HP e adstringência e amargor dos cafés submetidos ao manejo via seca. De maneira semelhante, mas em menor grau, foi verificada uma relação negativa entre OE e adstringência e OE e amargor para cafés submetidos ao manejo pós-colheita via úmida.

Para o presente estudo, o atributo doçura foi inversamente relacionado ao amargor, para os dois processos pós-colheita. De acordo com Dos Santos Scholz *et al.* (2019), a queda dos teores de açúcares resulta na intensificação do sabor amargo da bebida e da adstringência, resultantes de elevados teores de ácidos clorogênicos nos frutos.

#### **4.2 Ensaio 2 – Processamento via seca (NAT)**

Os maiores valores mínimos, máximos e médios da hipsometria foram verificados para o município de Rio de Contas. A menor altitude máxima, mínima e média foi observada para os municípios de Morro do Chapéu, Bonito e Ituaçu. O maior valor da hipsometria foi observado para a região Centro-Oeste (Tabela 1).

A maior amplitude de valores de altitude, verificada para os municípios de Rio de Contas, Piatã e Seabra, foi determinante para a definição do maior desvio padrão da região Centro-Oeste, em relação às demais regiões. Para a região Norte, foi verificado menor desvio padrão em relação às outras regiões, podendo ser relacionado com o fato de agrupar municípios de menor altitude, sendo, assim, mais homogêneas (Tabela 1). Esse fato corrobora o perfil topográfico da região da Chapada Diamantina, em estudo realizado por Nóbrega *et al.* (2020).

**Tabela 1** – Hipsometria das divisões regionais e dos municípios de coletas das amostras dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022

Variáveis	Hipsometria (m)				
	Mín.	Máx.	Méd.	DP	
Municípios	Ibicoara	1009,00	1205,00	1129,52	55,38
	Mucugê	1004,00	1237,00	1105,68	58,56
	Barra da Estiva	979,00	1200,00	1124,45	65,81
	Ituaçu	868,00	1156,00	1017,92	87,32
	Seabra	956,00	1252,00	1076,56	67,62
	Piatã	1070,00	1405,00	1298,62	73,43
	Rio de Contas	1296,00	1590,00	1483,80	79,38
	Bonito	953,00	1037,00	982,42	30,28
	Morro do Chapéu	895,00	1072,00	949,50	52,62
Divisão Regional	Norte	895,00	1072,00	971,07	41,63
	Sul	868,00	1237,00	1104,74	73,28
	Centro-Oeste	956,00	1590,00	1307,78	175,85
Geral	868,00	1590,00	1157,12	170,45	

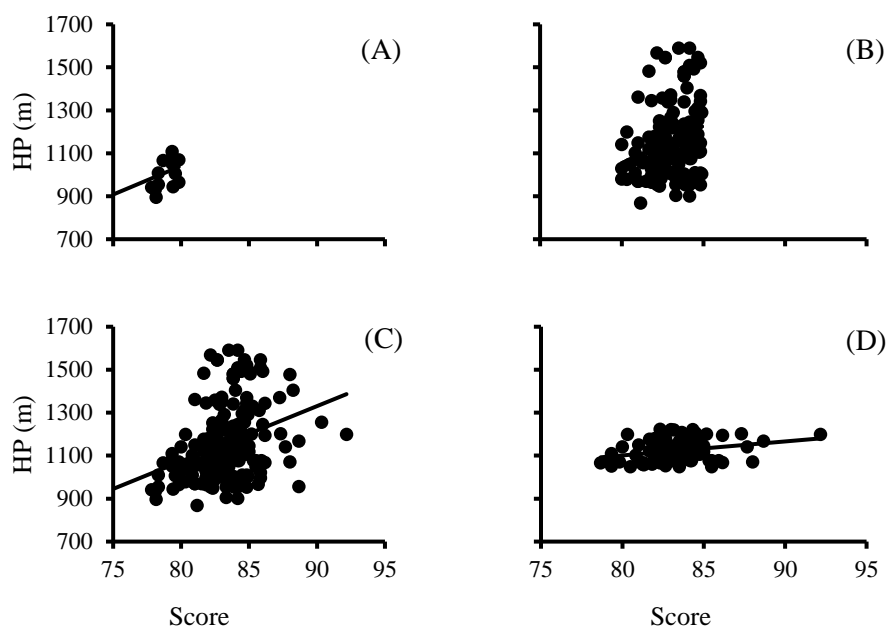
Para as áreas com altitude igual ou superior a 1.230 m, foi verificado o score acima de 80 pontos (considerados especiais, seguindo a classificação da SCA, 2008), sendo observados, para altitudes abaixo de 1.230 m, valores de score menores que 80 pontos. Foi verificado maior desvio padrão para amostras dos estratos de altitude menores ou iguais a 1.230 m, em relação àquelas correspondentes aos estratos superiores a 1.230 m (Tabela 2).

De maneira geral, os valores médios do score foram superiores a 80 pontos em todos os estratos de altitude, divisão regional e para cada município de coleta. Conforme a SCA (2015), cafés com pontuação acima de 80 são considerados especiais. É válido destacar que valores de score mínimos, superiores a 80 pontos, foram verificados apenas para os municípios de Ibicoara, Rio de Contas e Ituaçu. O score máximo superior a 85 pontos, considerado como excelente (SCA, 2015), foi verificado para todos os municípios, com exceção de Bonito. Os municípios de Piatã e Mucugê tiveram pontuações de score máximo acima de 90 pontos, sendo estes cafés classificados como exemplar (SCA, 2015).

**Tabela 2** – Score (pontuação final) a partir da estratificação da hipsometria, do score, de cada município e da divisão regional dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022

Variáveis		Mín.	Máx.	Méd.	DP
Estratificação Hipsometria	Entre 850-1.050 m	73,25	88,67	81,87	2,98
	Entre 1.050-1.230 m	78,33	92,17	83,05	2,21
	Entre 1.230-1.400 m	81,00	90,33	84,22	1,77
	Entre 1.400-1.600 m	81,67	88,25	84,47	1,60
Estratificação Score	Abaixo 80	73,25	79,83	78,62	1,57
	80-85	80,00	84,92	83,05	1,27
	Acima 85	85,00	92,17	86,59	1,69
Municípios	Ibicoara	80,83	88,67	83,71	1,92
	Mucugê	78,67	92,17	82,62	2,65
	Barra da Estiva	78,33	85,17	82,68	1,89
	Ituaçu	80,00	85,83	83,27	1,60
	Seabra	79,33	88,67	84,48	2,27
	Piatã	79,83	90,33	84,37	2,12
	Rio de Contas	81,00	88,00	84,13	1,51
	Bonito	78,33	84,83	81,96	1,71
	Morro do Chapéu	73,25	85,67	80,58	3,85
Divisão Regional	Norte	73,25	85,67	81,48	2,66
	Sul	78,33	92,17	83,06	2,15
	Centro-Oeste	79,33	90,33	84,31	1,94
Score Geral		73,25	92,17	83,25	2,35

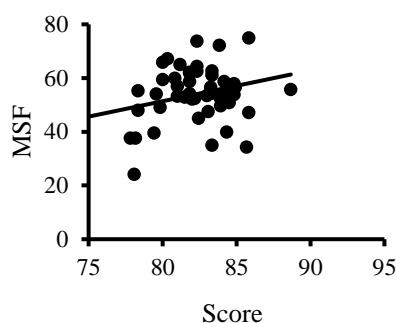
Foi verificado que os maiores scores estão diretamente relacionados com o aumento da altitude nos locais de cultivo dos cafés (Figura 4C), sendo evidenciado, quando foram analisados os estratos, scores abaixo de 80 pontos e entre 80-85 pontos, estratos de altitude entre 1.050-1.230m (Figuras 4A, 4B e 4D). Este fato corrobora a relação entre a qualidade sensorial do café em condições de altitudes elevadas (Vaast *et al.*, 2006; Laviola *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2022; Getachew *et al.*, 2022).



**Figura 4** – Correlação de Pearson entre hipsometria (HP) e pontuações de bebida em estratificação abaixo de 80 pontos (A), estratificação entre 80-85 pontos (B), pontuação geral (C) e estratificação hipsometria 1050-1230 m (D) dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Para o estrato de altitude entre 850-1.050, foi verificada correlação positiva entre o score e a massa seca dos frutos (Figuras 5).

Em condições de altitude elevada, maiores scores foram associados a frutos de maior massa, devido ao maior acúmulo de radicais livres, resultantes de elevada respiração, induzida pelas temperaturas diurnas elevadas e elevada luminosidade, comuns em áreas de altitude tropical (Santos *et al.*, 2018). A maior susceptibilidade a estresse por luz e temperatura de frutos com maior massa seca foi relacionada ao lento acúmulo de proteínas, envolvidas com a síntese de etileno e com mecanismos de desintoxicação de radicais livres no perisperma, em relação a frutos de menor tamanho (Alves *et al.*, 2016).

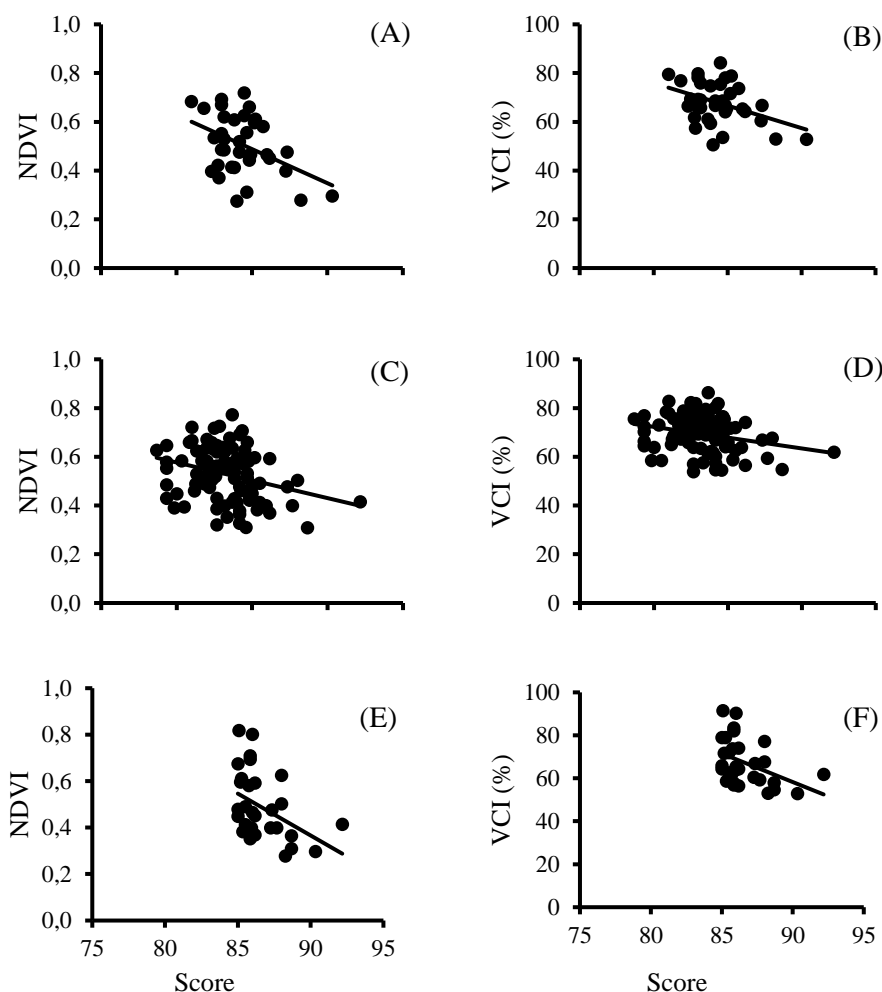


**Figura 5** – Correlação de Pearson entre massa seca dos frutos (MSF) e estratificação da hipsometria entre 850-1.050 m dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Para o presente estudo, foi verificada correlação negativa entre score e os índices de vegetação (NDVI e VCI) para as estratificações da hipsometria entre 1.050-1.230 m e entre 1.230-1.400 m e estratificação do score acima de 85 pontos (Figura 6). Fatores como a elevada capacidade de dreno dos frutos e os fenômenos relacionados à foto-oxidação podem condicionar a alteração da reflectância foliar e redução dos índices de vegetação, como o NDVI e VCI (Lopes *et al.*, 2015; Moreira *et al.*, 2015; Quemada *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2021b).

Essa situação é bastante frequente nas áreas em estudo, pois estão inseridas em região tropical de altitude, em cultivos de sequeiro (Brainer, 2020). O maior vigor dos frutos, elevada irradiância e restrição hídrica condicionam um cenário que propicia a metabolização de compostos fenólicos (Laviola *et al.*, 2007). Para o café, o ácido clorogênico é o principal composto fenólico metabolizado, proporcionando significativa contribuição para formação de sabor e do aroma da bebida café (Clifford *et al.*, 2003; Farah e Donangelo, 2006). A restrição hídrica é um fator que eleva os teores de sacarose e lipídeos dos grãos, resultando em maior doçura e corpo da bebida (Vinecky *et al.*, 2016).

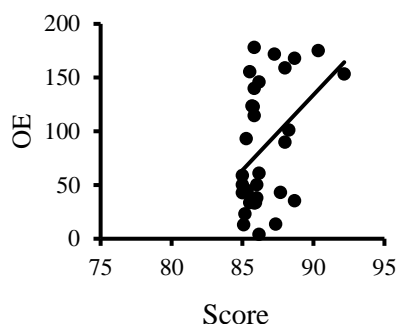




**Figura 6** – Correlação de Pearson entre índice de vegetação com diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) (A) e índice de condição de vegetação (*Vegetation Condition Index* – VCI) (B) com pontuação de score em estratificação hipsométrica de 1.230-1.400 m; correlação entre NDVI (C) e VCI (D) com pontuação de score em estratificação hipsométrica de 1.050-1.230 m; correlação entre NDVI (E) e VCI(F) com pontuação de score em estratificação acima 85 pontos dos cafés arábica processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Para o presente estudo, foi verificada correlação positiva entre a orientação da encosta e o score para a estratificação do score superior a 85 pontos (Figuras 7). A relação entre a orientação em que o cafezal está instalado com a qualidade da bebida está bastante associada aos efeitos de altitude e incidência de ocorrência de nuvens (Dai *et al.*, 1999; Xiao *et al.*, 2013; Liebig *et al.*, 2019). Em áreas de altitude elevada, quando a encosta é orientada para o quadrante NW e NE, que recebe maior intensidade de luz (Soalheira), a qualidade sensorial da bebida é favorecida, devido à atenuação dos extremos térmicos e redução da umidade. Para áreas de menor altitude, áreas cuja encosta é voltada para a face

Noruega, orientada para os quadrantes SE e SW, há menor exposição à radiação, condicionando fatores que favorecem a qualidade da bebida neste cenário, como atenuação das temperaturas elevadas (Sediyama *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2021a; Ferreira *et al.*, 2022).

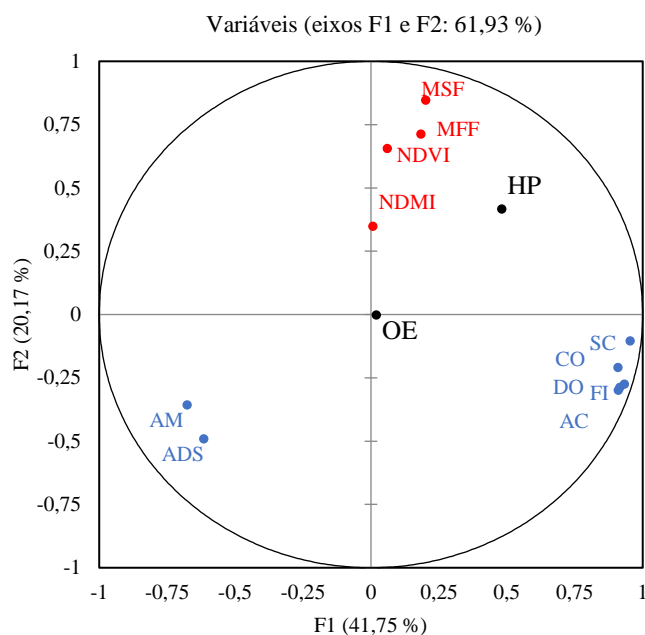


**Figura 7** – Correlação de Pearson entre orientação da encosta (OE) e estratificação do score acima de 85 pontos de cafés arábica processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Para a PCA geral, os dois primeiros componentes principais explicaram 61,93% da variação total, com contribuição de 41,75% da componente F1 e 20,17% da componente F2 (Anexo F). Todas as variáveis (*loadings*) mantiveram valores positivos no eixo da coordenada no componente F1, indicando íntima relação entre este componente com as características do ambiente, do cafeeiro e da qualidade da bebida.

Foram considerados como “*loadings*” de maior influência para o componente F1 e F2, os scores, os atributos sensoriais de doçura, acidez, corpo e finalização, relacionados às características das plantas e à hipsometria, relativa ao ambiente (Figura 8). Para a análise multivariada, orientação de encosta, os índices de vegetação e as massas dos frutos foram características de menor influência para o componente F1 e F2.

O score foi localizado no mesmo quadrante dos atributos sensoriais de doçura, acidez, corpo e finalização, expressando maior correlação com esses “*loadings*”, enquanto apenas as variáveis (*loadings*) amargor e adstringência mantiveram valores negativos no eixo da coordenada no componente F1, e foram localizados no quadrante oposto. A contribuição efetiva da altitude para a discriminação da qualidade de bebida, a partir de cafés naturais, foi verificada em Minas Gerais (Barbosa *et al.*, 2012), de modo semelhante ao demonstrado neste estudo.



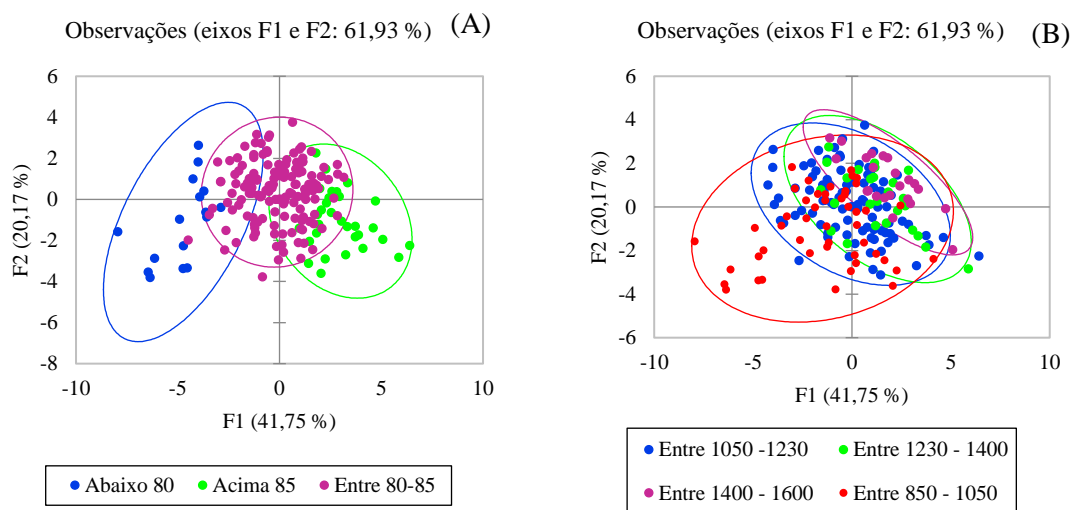
**Figura 8** – Análise de componentes principais gerais do score (SC), hipsometria (HP), massa fresca de frutos (MFF), massa seca de frutos (MSF), orientação da encosta (OE), índice de umidade de diferença normalizada (*Normalized Difference Moisture Index* – NDMI), índice de vegetação com diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI), doçura (DO), acidez (AC), corpo (CO), adstringência (ADS), amargor (AM) e finalização (FI), para os cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Para análise das estratificações (score e hipsometria), as amostras foram dispersas de forma homogênea entre os quadrantes, apresentado pela sobreposição das elipses (Figura 8).

Quando foram analisados os estratos de score, houve maior densidade de pontos na intersecção dos eixos, indicando homogeneidade entre as relações entre características discriminadas para os cafés produzidos no território da Chapada Diamantina (Figura 9A).

Foi possível verificar a ocorrência de tendências de agrupamentos das amostras com score abaixo de 80 pontos, relacionada com os atributos sensoriais de adstringência e amargor, indicando correlações positivas entre as características analisadas para este estrato. Enquanto para os cafés com score acima de 85 pontos ocorreram tendências de agrupamentos, correlacionados aos atributos sensoriais de doçura, acidez, corpo e finalização (Figura 9A).

Em estudos realizados a partir de ressonância magnética nuclear (RMN), para determinação de enzimas e compostos relacionados aos atributos de qualidade de bebida, a diferenciação entre cafés foi mais expressiva. Cafés especiais e gourmet, produzidos na Chapada Diamantina, com pontuação superior a 85, foram discriminados de cafés com pontuação inferior (Santos, 2019).



**Figura 9** – Análise de componentes principais para estratificação do score (A) e estratificação da hipsometria (B), para os cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022.

Para a análise de altitude, foi observada a ocorrência de tendências de agrupamentos das amostras obtidas em áreas de cultivo com altitude superior a 1050 m, principalmente para os cafés em estratos de maior altitude (entre 1.400-1.600 m), os quais foram correlacionados com os atributos de doçura, acidez, corpo e finalização (Figura 9B). Foi possível verificar que, à medida que a altitude diminui, a distribuição dos pontos torna-se dispersa (Figura 9B). As amostras provenientes de áreas de altitudes entre 850-1.050 m apresentaram-se com maior dispersão e tendência de direcionamento para os “loadings” dos atributos sensoriais de adstringência e amargor, indicando correlações positivas entre as características analisadas para este estrato (Figura 9B).

## 5 CONCLUSÕES

Para a região da Chapada Diamantina, cafés processados por via seca (café natural) têm maior score e massa seca dos frutos beneficiados em comparação aos processados por via úmida (café descascado).

Os processamentos pós-colheita do café natural e do café descascado não afetaram os atributos sensoriais da bebida (acidez, corpo, adstringência, amargor e finalização).

Os fatores ambientais, vigor dos cafeeiros e o manejo pós-colheita, estão relacionados com a qualidade da bebida do café (*Coffea arabica* L.) no território da Chapada Diamantina.

Para a análise de componentes principais, a contribuição do *loading* do ambiente, orientação da encosta, e dos *loadings* de vigor da vegetação, reflectância e status hídrico (NDMI e NDVI) são menos expressivas para o componente principal 1 em relação ao *loading* do ambiente, hipsometria, e ao *loading* de vigor da vegetação, massa dos grãos beneficiados, independentemente do manejo pós-colheita.

Embora a massa de grãos beneficiados, via seca e úmida, tenha estreita relação com a hipsometria, esta associação não é observada para massa fresca e seca de frutos submetidos à via seca.

Para os cafés naturais, estratos de altitude igual ou superior a 1.230 m favorecem a produção de cafés especiais (score acima de 80 pontos). A condição de altitude elevada está relacionada a sintomas de estresse nos cafeeiros, quando comparados aos conduzidos em baixas altitudes.

Para os cafés naturais, os fatores amargor e adstringência estão relacionados aos *scores* de estratos de pontuação abaixo de 80 pontos e ao estrato de altitude entre 850 a 1050m. Os atributos de doçura, acidez, corpo, finalização e score final estão associados a scores de estratos de pontuação acima de 85 pontos e aos *scores* de estratos de hipsometria acima de 1050m.

O perfil proativo e participativo dos atores da cadeia produtiva do café do território da Chapada Diamantina, especialmente da Associação Aliança dos Cafeicultores da Chapada Diamantina, determina o elevado potencial dessa região em tornar o reconhecimento da qualidade da bebida um instrumento efetivo em resguardar a participação funcional das gerações futuras na cafeicultura, em um contexto de elevado bem-estar social e de desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

- Adão, J. E. A.; Ferreira, L. F.; Ferrari, J. L.; Peluzio, J. B. E.; Simão, J. B. P. (2022). Avaliação sensorial de cafés de colheita tardia em função do tipo de processamento de pós-colheita. *In: Simão, J. P. F.; Peluzio, T. M. O. Peluzio, J. B. O.; Zacarias, A. J. A cafeicultura no Caparaó: resultados de pesquisa V. 2022.* Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2000/A%20Cafeicultura%20do%20Capara%C3%B3.pdf?sequence=1#page=62>. Acesso em: 15 outubro 2022.
- Addinsoft. **XLSTAT statistical and data analysis solution**. Boston, USA. <https://www.xlstat.com>. Version 19.2.2. 2019.
- Alves, H. M. R.; Volpato, M. M. L.; Vieira, T. G. C.; Borém, F. M.; Barbosa, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 261, p. 18-29, 2011.
- Alves, L. C.; Magalhães, D. M.; Labate, M. T. V.; Guidetti-Gonzalez, S.; Labate, C. A.; Domingues, D. S.; Sera, T. Vieira, L. G. E.; Pereira, L. F. P. Differentially accumulated proteins in *Coffea arabica* seeds during perisperm tissue development and their relationship to coffee grain size. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 7, p. 1635-1647, 2016. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04376>.
- Avelino, J.; Barboza, B.; Araya, J. C.; Fonseca, C.; Davrieux, F.; Guyot, B.; Cilas, C. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Data. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 11, p. 1869-1876, 2005. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2188>.
- Barbosa, J. N.; Borém, F. M.; Alves, H.; Cirillo, M.; Sartori, M.; Ducatti, C. Discrimination of production environments of specialty coffees by means of stable isotopes and discriminant model. **Journal of Agricultural Science**, v.6, n.5, p. 55-64, 2014. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v6n5p55>.
- Barbosa, J. N.; Borém, F. M.; Cirillo, M. Â.; Malta, M. R.; Alvarenga, A. A.; Alves, H. M. R. Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 5, p. 181, 2012. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v4n5p181>.
- Bee, S. *et al.* The raw bean. **Espresso Coffee: The Science of Quality**, v. 2, p. 87-178, 2005.
- Bernardes, T.; Moreirs, M. A.; Adami, M.; Giarolla, A.; Rudorff, B. F. T. Monitoring biennial bearing effect on coffee yield using MODIS remote sensing imagery. **Remote Sensing**, v. 4, n. 9, p. 2492-2509, 2012. <https://doi.org/10.3390/rs4092492>.
- Borém, F. M. **Pós-Colheita do Café**. Lavras – MG: Editora UFLA, 2008a. p. 23, 27, 130 e 131.
- Borém, F. M.; Coradi, P. C.; Saath, R.; Oliveira, J. A. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1609-1615, 2008b.

- Borém, F.M; Ribeiro, F. C.; Figueiredo, L. P.; Giomo, G. S.; Fortunato, V. A.; Isquierdo, E. P. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. **Journal of Stored Products Research**, v.52, p.1-6. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.08.004>.
- Borém, F. M.; Isquierdo, E. P.; Taveira, J. H. S. Coffee processing. *In: Handbook of coffee post-harvest technology*. Norcross, Georgia: Gin Press, p. 49–68, 2014.
- Borém, F. M.; Luz, M. P. S.; Sáfadi, T.; Volpato, M. M. L.; Alves, H. M. R., Borém, R. A. T.; Maciel, D. A. Meteorological variables and sensorial quality of coffee in the Mantiqueira region of Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 14, n.1, p. 38–47, 2019. <http://dx.doi.org/10.25186/cs.v14i1>.
- Borém, F. M., Cirillo, M. Â., De Carvalho Alves, A. P., Dos Santos, C. M., Liska, G. R., Ramos, M. F., De Lima, R. R. Coffee sensory quality study based on spatial distribution in the Mantiqueira mountain region of Brazil. **Journal of Sensory Studies**, v. 35, n.2, e12552, 2020. <https://doi.org/10.1111/joss.12552>.
- Bote, A. D.; Vos, J. Tree management and environmental conditions affect coffee (*Coffea arabica* L.) bean quality. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 83, p. 39-46, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.09.002>.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 08, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de Junho de 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/normativos-cgqv/pocs/instrucao-normativa-no-8-de-11-de-junho-de-2003-cafe-grao-cru/view>. Acesso em: 10 out. 2021.
- Brainer, M. S. C. P. **Panorama setorial do café**. Série Caderno Setorial ETENE, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 3, n.48, 2018.
- BSCA, Brazilian Speciality Coffee Association. 2021. **Chapada Diamantina**. Disponível em: <https://brazilcoffeenation.com.br/region/show/id/9>. Acesso em: 11 out. 2021.
- Bridson, D. M. Nomenclatural notes on *Psilantus*, including *Coffea* sect. *Paracoffea* (*Rubiaceae* tribe *Coffeae*). **Kew Bulletin**, v. 42, p. 453-460, 1987. <https://doi.org/10.2307/4109707>.
- Bruch, K. L.; Vitrolles, D.; Locatelli, L. Estudo de caso: IP Vale dos Vinhedos, IP Paraty e IP Vale do Submédio São Francisco. In: CERDAN, C. M.; BRUCH, K. L.; SILVA, A. L. (Org.). **Curso de propriedade intelectual e inovação no agronegócio**. Florianópolis, SC: SEAD/UFSC/FAPEU, 2010. Módulo II – Indicação Geográfica. MAPA.
- Bytof, G.; Selmar, D.; Schieberle, P. New aspects of coffee processing: how do the different post-harvest treatments influence the formation of potential flavour precursors? **Journal of Applied Botany**, v. 74, p. 131-136, 2000.

Bytof, G.; Knopp, S.; Kramer, D.; Breitenstein, B.; Bergervoet, J. H. W.; Groot, S. P. C.; Selmar, D. Transient occurrence of seed germination processes during coffee post-harvest treatment. **Annals of Botany**, v. 100, p. 61-66, 2007.  
<https://doi.org/10.1093/aob/mcm068>

Callai, H. C. Estudar o lugar para compreender o mundo. *In*: Castrogiovanni, A. C. (Org.). **Ensino de Geografia: práticas e textualizações no cotidiano**. Porto Alegre: Mediação, 2000.

Camargo, A. P.; Franco, C. F. Clima e Fenologia do Cafeeiro. *In*: Matiello, J. B. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. 5. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1985. p.19-50.

Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, Antônio, M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José Dos Campos: INPE, p. 345, 2001.

Camargo, A. P. Arborização de cafezais. **O Agrônomo**, v. 59, n. 1, p. 25-27, 2007.

Camargo, A. P.; Camargo, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v. 60, p. 65-68, 2001.  
<https://doi.org/10.1590/S0006-87052001000100008>.

Carvalho, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie Arabica. **Separata dos boletins da superintendência de serviços de café**. Campinas, SP: IAC, dez. 1945 a abr. 1946.

CECAFÉ. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Relatório mensal- setembro de 2022. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/site/wp-content/uploads/graficos/CECAFE-Relatorio-Mensal-SETEMBRO-2022.pdf> /. Acesso em: 17 out. 2022.

Cerdan, C.; Bruch, K.; Vitrolles, D. Gestão e controle pós-reconhecimento das indicações geográficas. *In*: CERDAN, C. M.; BRUCH, K. L.; SILVA, A. L. (Org.). **Curso de propriedade intelectual e inovação no agronegócio**. 2. ed. Brasília: MAPA; Florianópolis, SC: SEAD/UFSC/FAPEU, 2010. Módulo II, indicação geográfica / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 376p.

Clifford, M. N.; Johnston, K. L.; Knight, S.; Kuhnert, N. Hierarchical scheme for LC-MS n identification of chlorogenic acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2900-2911, 2003. <https://doi.org/10.1021/jf026187q>.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de café 2022**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 20 jul. 2022.

Coleve, P. A. Aplicação de Índices das condições de vegetação no monitoramento em tempo quase real da seca em Moçambique usando NOAA\_AVHRR-NDVI. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 29 – Especial, p. 85-95, 2011.  
<https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74207>.

Coltri, P. P.; Zullo, J.; Valle Goncalves, R. R.; Romani, L. A. S.; Pinto, H. S. Coffee crop's biomass and carbon stock estimation with usage of high-resolution satellites



- images. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 6, n. 3, p. 1786-1795, 2013. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2013.2262767>.
- Da Matta, F. M.; Avila, R. T.; Cardoso, A. A.; Martins, S. C. V.; Ramalho, J. C. Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context climate exchange and global warming: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, p. 5264-5274, 2018. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04537>.
- Dai, A.; Trenberth, K.E.; Karl, T. R. Effects of clouds, soil moisture, precipitation, and water vapor on diurnal temperature range. **Journal of Climate**. v.12, p.2451–2473, 1999. [https://doi.org/10.1175/15200442\(1999\)012<2451:EOCSMP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/15200442(1999)012<2451:EOCSMP>2.0.CO;2).
- De Biasi, M.; Simielli, M. E. R.; Lucchesi, E. S.; Omaki, N. E. Cartas de orientação de vertentes: confecção e utilização. **Cartografia**, v. 4, p. 2-11, 1977.
- Dzung, N. H.; Dzuan, L. **The role of sensory evaluation in food quality control, food research and development: a case of coffee study**. 2010. Disponível em: [www4.hcmut.edu.vn/~dzung/Sensoryrole.pdf](http://www4.hcmut.edu.vn/~dzung/Sensoryrole.pdf). Acesso em: 25 nov. 2021.
- Farah, A.; Donangelo, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, p. 23-36, 2006.
- Ferreira, W. P. M.; Ribeiro, M. F.; Filho, E. I. F.; Souza, C. F.; Castro, C. R. **As Características Térmicas das Faces Noruega e Soalheira como Fatores Determinantes do Clima Para a Cafeicultura de Montanha**. Documentos Embrapa Café. Brasília: Embrapa, 2012. 34 p.
- Ferreira, D. S.; Oliveira, M. E. S.; Ribeiro, W. R.; Filete, C. A.; Castanheira, D. T.; Rocha, B. C. P.; Moreli, A. P.; Oliveira, E. C. S.; Guarçoni, R. C.; Partelli, F. L.; Pereira, L. L. Association of altitude and solar radiation to understand coffee quality. **Agronomy**, v. 12, n. 8, p. 1885, 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081885>.
- Florenzano, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- Gao, B. NDWI - a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, p. 257-266, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3).
- Getachew, M.; Tolassa, K.; Frenne, P.; Verheyen, K.; Tack, A. J.M.; Hylander, K.; Ayalew, B.; Boechx, P. The relationship between elevation, soil temperatures, soil chemical characteristics, and green coffee bean quality and biochemistry in southwest Ethiopia. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 42, p. 1-16, 2022. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00801-8>.
- Girma, B., Gure, A., Wedajo, F. Influence of altitude on caffeine, 5-caffeoylquinic acid, and nicotinic acid contents of arabica coffee varieties. **Journal of Chemistry**, v.2020, article id 3904761, 7p. <https://doi.org/10.1155/2020/3904761>.
- Gouveia, N. M. **Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de Coffea arabica L.:** observações sobre a antese e maturação dos frutos. 1984. 237p. Dissertação

(Mestrado em Biologia) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas-SP, 1984.

Gu, Y.; Hunt, E.; Wardlow, B.; Basara, J. B.; Brown, J. F.; Verdin, J. P. Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data. **Geophysical Research Letters**, v. 35, L22401, 2008. <https://doi.org/10.1029/2008GL035772>.

Hameed, A.; Hussain, S. A.; Ijaz, M. U.; Ullah, S.; Pasha, I.; Suleria, H. A. Farm to consumer: Factors affecting the organoleptic characteristics of coffee. II: Postharvest processing factors. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v.17, p.1184-1237, 2018. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12365>

Haile, M.; Kang, W. H. The harvest and post-harvest management practices impact on coffee quality. *In*: Castanheira, D. T. (Ed.). **Coffee: Production and Research**. BoD–Books on Demand, 2019. p.1-16. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82913>.

Huch, M.; Franz, C. M. A. P. Coffee: Fermentation and microbiota. *In*: W. Holzapfel. **Advances in fermented foods and beverages**. Woodhead Publishing, 2015, pp. 501–513.

Jesus Junior, W. C.; Martins, L. D.; Rodrigues, W. N.; Moraes, W. B.; Amaral, J. F. T.; Tomaz, M. A. Mudanças climáticas: potencial impacto na sustentabilidade da cafeicultura. *In*: Tomaz, M. A.; Martins, L. D.; Rodrigues, W. N.; Moraes, W. B.; Amaral, J. F. T. (Eds.). **Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: CAUFES, 2012, p. 179-202.

INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Manual de Indicações Geográficas**. 2021. Disponível em: <https://manualdeig.inpi.gov.br/projects/manual-de-indicacoes-geograficas/wiki#Anexo-Guia-do-Peticionamento-Eletr%C3%B4nico-Sistema-e-IG>. Acesso: 10 out. 2021.

INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Pedidos de indicação Geográfica concedidos e andamentos**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/pedidos-de-indicacao-geografica-no-brasil>. Acesso: 15 jul. 2022.

Jensen, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.

Jordan, R. A.; Siqueira, V. C.; Cavalcanti-Mata, M. E. R. M.; Hoscher, R. H.; Mabasso, G. A.; Quequeto, W. D.; Martins, E. A. S. Qualidade sensorial do café submetido à secagem a baixa temperatura e a frio com emprego de um sistema baseado em tecnologia de bomba de calor. **Research, Society and Development**, v.9, n. 11, 2020. e59791110302-e59791110302.

Kakuta, S. M. **Indicações geográficas: guia de respostas**. Porto Alegre, RS: SEBRAE/RS, 2006.

- Kogan, F. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. **Advances in Space Research**, v. 15, p. 91-100, 1995. [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(95\)00079-T](https://doi.org/10.1016/0273-1177(95)00079-T).
- Laviola, B. G.; Martinez, H. E. P.; Salomão, L. C. C.; Cruz, C. D.; Mendonça, S. M.; Neto, A. P. Assimilates allocation in fruits and leaves of coffee plants cultivated in two altitudes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001100002>.
- Libault, A. **Geocartografia**. São Paulo: Ed. da USP, 1975.
- Liebig, T.; Ribeyre, F.; Läderach, P.; Poehling, H. M.; Van Asten, P.; Avelino, J. Interactive effects of altitude, microclimate and shading system on coffee leaf rust. **Journal of Plant Interactions**, v. 14, n. 1, p. 407- 415, 2019. <https://doi.org/10.1080/17429145.2019.1643934>.
- Lingle, T. R. The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of Coffee's Flavor. 7th ed. **Long Beach California: Specialty Coffee Association of America**, p. 66, 2011.
- Lima, M. V.; Vieira, H. D.; Martins, M. L. L.; Pereira, S. M. F. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região Sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 124-130, 2008.
- Loch, R. E. N. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- Lopes, A. A.; R., Teixeira, A. D. C.; Leivas, J.; Duenha, T. Monitoramento do Índice de Condição da Vegetação (ICV) utilizando imagens PROBA-V em áreas de pastagens. In: Embrapa Territorial-Artigo em anais de congresso (ALICE). *In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 9, 2015. **Anais [...]**. Campinas: IAC, 2015.
- Luz, M. P. S. **Estudo da relação de fatores climáticos com a qualidade do café na Mantiqueira de Minas**. 2014. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2014.
- Maciel, D. A.; Silva, V. A.; Alves, H. M. R.; Volpato, M. M. L.; Barbosa, J. P. R. A.; Souza, V. C. O.; Santos, J. O. Leaf water potential of coffee estimated by landsat-8 images. **Plos One**, v. 15, n. 3, p. e0230013, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230013>.
- Malta, M. R.; Rosa, S. D. V. F.; Lima, P. M.; Fassio, L. O.; Santos, J. B. Alterações na qualidade do café submetido a diferentes formas de processamento e secagem. **Revista Engenharia na Agricultura-Reveng**, v. 21, n. 5, p. 431-440, 2013. <https://doi.org/10.13083/reveng.v21i5.450>.
- Martinelli, M. **Cartografia temática: caderno de mapas**. São Paulo: EDUSP, 2003.
- Martinelli, F.; Scalenghe, R.; Davino, S.; Panno, S.; Scuderi, G.; Ruisi, P.; Villa, P.; Stroppiana, D.; Boschetti, M.; Goulart, L. R.; Davis, C. E.; Dandekar, A. M. Advanced

- methods of plant disease detection.: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 1, p. 1-25, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0246-1>.
- Martins, G. D.; Galo, M. L.B.T.; Vieira, B. S. Detecting and mapping root-knot nematode infection in coffee crop using remote sensing measurements. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 10, n. 12, p. 5395-5403, 2017. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2737618>.
- Martins, R. N.; Pinto, F. A. C.; Queiroz, D. M.; Valente, D.S. M.; Rosas, J.T. F. A novel vegetation index for coffee ripeness monitoring using aerial imagery. **Remote Sensing**, v. 13, n. 2, p. 263, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13020263>.
- Meireles, E. J. L.; Volpato, M. M. L.; Camargo, M. B. P.; Caramori, P. H.; Fahl, J. I.; Bartholo, G. F. Café. *In*: MONTEIRP, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009, pp. 351-372.
- Molin, R. N. D.; Reis, A. R.; Junior, E. F.; Braga, G. C.; Scholz, M. B. S. Caracterização física e sensorial do café produzido nas condições topoclimáticas de Jesuitas, Paraná. **Revista Maringá**, v. 30, n. 3, p. 353-358, 2008. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i3.3513>.
- Moser, M.; Lepage, M.; Pineau, N.; Fillion, L.; Rytz, A. Replicates in sensory profiling: Quantification of the impact of moving from two to one assessment. **Food Quality and Preference**, v. 65, p. 185-190, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.12.002>.
- Moreira, A. A.; Guasselli, L. A.; Silva Filho, L. D.; Andrade, A. D.; Arruda, D. D. Índice de Condição de Vegetação (VCI) para mapeamento de seca no Norte do Estado de Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17, João Pessoa, PB, Brasil, 2015. **Anais Online** [...]. João Pessoa, PB, INPE, p. 1686-1692, 2015.
- Michaelides, S. Editorial for Special Issue “Remote Sensing in Applications of Geoinformation”. **Remote Sensing**, v. 13, n. 1, p. 33, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13010033>.
- Nóbrega, M. A.; Boas, A. M. V. Soil/phytofisionomy relationship in southeast of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **International Journal of Geological and Environmental Engineering**, v. 14, n. 12, p. 348-356, 2020.
- Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 308 p.
- Nierdele, P. A.; Vitrolles, D. Indicações geográficas e qualificação no setor vitivinícola brasileiro. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 18, n. 1, p. 5-55, 2010.
- OIC, Organizacion Internacional Del Café. **Estudios de investigación de evaluación sensorial sobre la calidad del café cultivado en la región de Patrocinio en el Estado de Minas Gerais en Brasil**. Londres: [s.n.], 1991. (Reporte de evaluación sensorial).
- Oliveira, E. L. O uso de ferramentas de geoprocessamento de imagens para análise da morfologia da praia de Balneário Piçarras- Santa Catarina. **Metodologias e Aprendizado**, v. 2, p. 174–180, 2020. <https://doi.org/10.21166/metapre.v2i0.1425>.

Oliveira, E. C., Luz, J. M. R., Castro, M. G., Filgueiras, P. R., Guarçoni, R. C., Castro, E. V. R., Pereira, L. L. Chemical and sensory discrimination of coffee: impacts of the planting altitude and fermentation. **European Food Research and Technology**, v.248, n.3, p. 659-669, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03912-w>.

Oliveira Simões, R.; Silva, G. N.; da Silva, A. S. L.; Faroni, L. R. D. A.; Cecon, P. R.; de Lacerda Filho, A. F.; Monteiro, R. P. Sensory characterization of coffee (*Coffea arabica* L.) Harvested in different percentages of the cherry maturation stage. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.4, 19825-19836, 2020.

Pinto F. A. C.; Alves, E. A.; Queiroz, D. M.; Santos, N. T.; Abrahão, S. A. Orientação da face de exposição ao sol de parcelas de cafeeiros produzidos em região de montanha e seu efeito na qualidade de bebida. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.9, p.32-39, 2006.

Pereira, G. V. M.; Carvalho Neto, D. P.; Júnior, A. I. M.; Vásquez, Z. S.; Medeiros, A. B.; Vandenberghe, L. P. S; Soccol, C. R. Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans - a review. **Food Chemistry**, v. 272, p. 441-452, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.061>.

Pezzopane, J. R. M.; Pedro Júnior, M. J.; Thomaziello, R. A.; Camargo, M. B. P. D. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, v. 62, p. 499-505, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000300015>.

Quemada, C.; Pérez-Escudero, J. M.; Gonzalo, R.; Ederra, I; Santesteban, L. G.; Torres, N.; Iriarte, J. C. Remote sensing for plant water content monitoring: a review. **Remote Sensing**, v. 13, n. 11, p. 2088, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13112088>.

Rallo, G.; Minacapilli, M.; Ciraolo, G.; Provenzano, G. Detecting crop water status in mature olive groves using vegetation spectral measurements. **Biosystems Engineering**, v. 128, p. 52-68, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.08.012>.

Ribeiro, A. F. F. **Morfofisiologia de plantas jovens de café arábica submetidas a níveis de sombreamento artificial e doses de paclobutrazol**. 2018. 104p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2018.

Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **Third Symposium of ERTS**, Greenbelt, Maryland, USA. NASA SP -351, v. 1, p. 309-317, 1973.

Sakiyama N. S.; Martinez, H.; Tomaz, M.; Borém, A. **Café arábica: do plantio à colheita**. Editora UFV, Viçosa. p. 316, 2015.

Santana, G. H. S. **Indicação Geográfica (IG) do café da região do Cerrado Mineiro: Formação, consolidação e perspectivas**. 2020. 95 p. Monografia (Bacharelado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2020.

Santos, H. D. **Análise quimiométrica dos dados de RMN de cafés da região da Chapada Diamantina/Bahia**. 2019. 97p. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA, 2019.

Santos, M. O.; Silveira, H. R. O.; Souza, K. R. D.; Lima, A. A.; Boas, L. V. V.; Barbosa, B. C. F.; Barreto, H. G.; Alves, J. D.; Chalfun-Junior, A. Antioxidant system differential regulation is involved in coffee ripening time at different altitudes. **Tropical Plant Biology**, v. 11, n. 3, p. 131-140, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12042-018-9206-2>.

Santos, R. C.; Guerra, A. J. T. Avaliação da erosão dos solos na bacia hidrográfica do rio Pequeno, Paraty-RJ. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais**, v. 12, n. 1, p. 23-43, 2021a.

Santos, S. A.; Araújo, G.; Ferraz, S.; Figueiredo, V. C.; Santana, L. S.; Campos, B. F. D. Supervised classification and NDVI calculation from remote piloted aircraft images for coffee plantations applications. **Coffee Science**, v. 16, p. e161978-e161978, 2021b. <https://doi.org/10.25186/v16i.1978>.

Santos Scholz, M. B.; Kitzberger, C. S. G.; Durand N.; Rakocevic, M. From the field to coffee cup: impact of planting design on chlorogenic acid isomers and other compounds in coffee beans and sensory attributes of coffee beverage. **European Food Research and Technology**, v.244, n.10, p.1793-1802, 2018.

Saydelles, A. P.; Sartori, M. G. B. estudo da insolação direta na área central do perímetro urbano de Santa Maria-RS. **Geografia**, v. 29, n.3, p. 453-468, 2004.

SCA, Specialty Coffee Association. **SCAA Protocols. Cupping Specialty Coffee**. 2015. Disponível em: <https://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SCA, Specialty Coffee Association. **Backgrounder: what's special about specialty Coffee?** Long Beach: SCAA, 2012. Disponível em: [https://javadavescoffee.com/PDF\\_Documents/Press-What-isSpecialty-Coffee.pdf](https://javadavescoffee.com/PDF_Documents/Press-What-isSpecialty-Coffee.pdf). Acesso em: 10 out. 2021.

Secchi, L. **Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Sediyama, G. C.; Melo Junior, J. C.; Santos, A. D.; Ribeiro, A., Costa, M. H.; Hamakawa, P. J; Costa, J. M. N.; Costa, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 501-509, 2001.

Selmar, D.; Bytof, G.; Knopp, S. E. New aspects of coffee processing: The relation between seed germination and coffee quality. In: **Dix-neuvième Colloque Scientifique International sur le Café**. ASIC, Paris, Trieste. 2001. p. 14-18.

Silva, A. L.; Cerdan, C.; Velloso, C. Q.; Vitrolles, D. Delimitação geográfica de área: homem, história e natureza. In: CERDAN, C. M.; BRUCH, K. L.; SILVA, A. L. **Curso de propriedade intelectual e inovação no agronegócio**. Florianópolis, SC: SEaD/UFSC/FAPEU, 2010. Módulo II – Indicação Geográfica. MAPA.

Silveira, A. S.; Pinheiro, A. C. T.; Ferreira, W. P. M.; Silva, L. J. D.; Rufino, J. L. D. S.; Sakiyama, N. S. Sensory analysis of specialty coffee from different environmental conditions in the region of Matas de Minas, Minas Gerais, Brazil. **Revista Ceres**, v. 63, p. 436-443, 2016. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040002>.

Tonial, T. M.; M., Missio, E.; Santos, J.; Pires, J. S. R.; Henke-Oliveira, C.; Ritterbuch, M. A.; Zang, N. Caracterização preliminar de áreas de vegetação em microbacias da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Pesquisa e Pós-Graduação**, v. 1, n. 1, p. 107-115, 2000.

Tolessa, K.; D'heer, J.; Duchateau, L.; Boeckx, P. Influence of growing altitude, shade and harvest period on quality and biochemical composition of Ethiopian specialty Coffee. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 9, p. 2849–2857, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8114>.

Vaast, P.; Bertrand, B.; Perriot, J. J.; Guyot, B.; Genard, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>.

Valeriano, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 539-546, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000300022>.

Velásquez, D.; Sánchez, A.; Sarmiento, S.; Toro, M.; Maiza, M.; Sierra, B. A method for detecting coffee leaf rust through wireless sensor networks, remote sensing, and deep learning: case study of the Caturra variety in Colombia. **Applied Sciences**, v. 10, n. 2, p. 697, 2020. <https://doi.org/10.3390/app10020697>.

Velásquez, S.; Banchón, C. Influence of pre-and post-harvest factors on the organoleptic and physicochemical quality of coffee: a short review. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05569-z>.

Vinecky, F.; Davrieux, F.; Mera, A. C.; Alves, G. S. C.; Lavagnini, G.; Leroy, T. Controlled irrigation and nitrogen, phosphorous and potassium fertilization affect the biochemical composition and quality of Arabica coffee beans. **The Journal of Agricultural Science**, v. 155, n. 6, p. 902-918, 2016. <https://doi.org/10.1017/S0021859616000988>.

Wang, X., Wang, Y., Hu, G., Hong, D., Guo, T., Li, J., Qiu, M. Review on factors affecting coffee volatiles: From seed to cup. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.102, n. 4, p.1341-1352, 2022. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11647>.

Worku, M.; Meulenaer, B.; Duchateau, L.; Boeckx, P. Effect of altitude on biochemical composition and quality of green arabica coffee beans can be affected by shade and postharvest processing method. **Food Research International**, v. 105, p. 278-285, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.016>.

Xiao H.; Meissner, R.; Seeger, J.; Rupp, H.; Borg, H.; Zhang, Y. Analysis of the effect of meteorological factors on dewfall. **Science of the Total Environment**, v. 452, p. 384-393, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.007>.

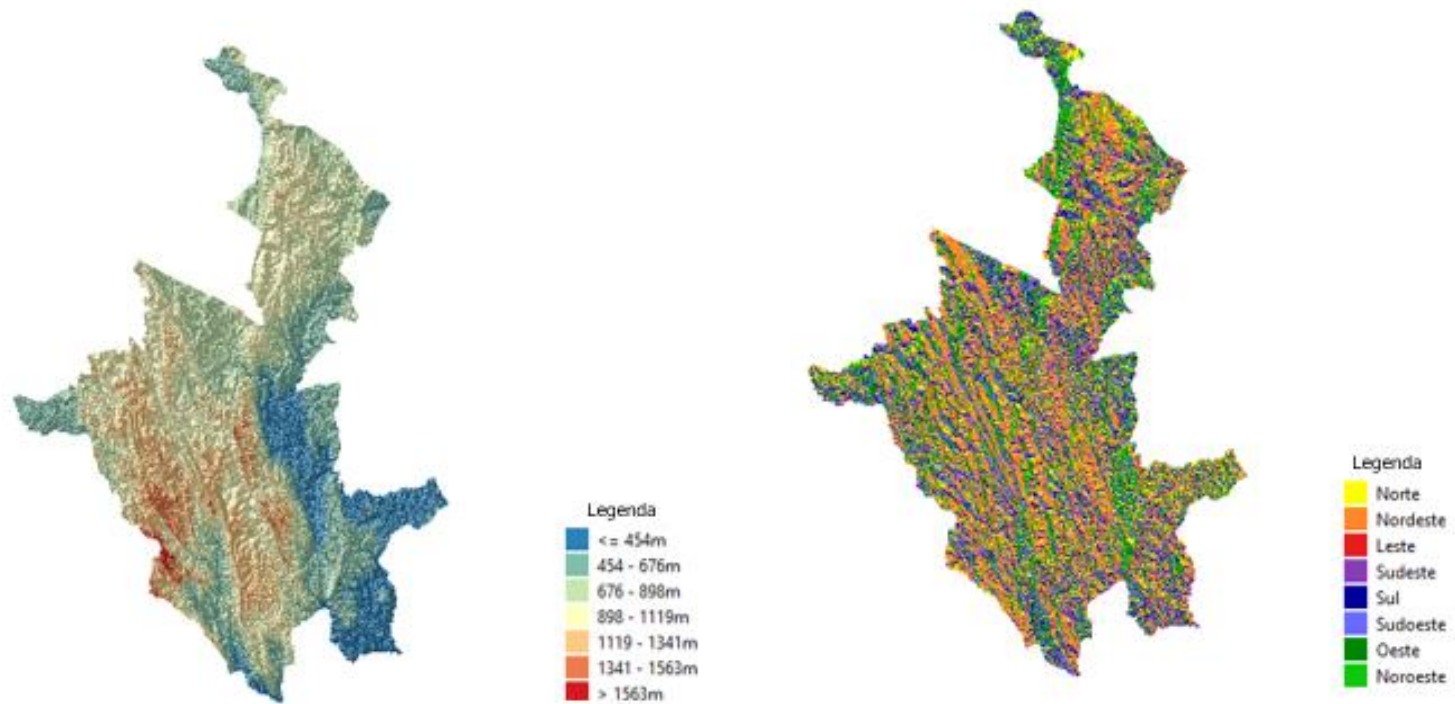
Zaidan, Ú. R.; Corrêa, P. C.; Ferreira, W. P. M.; Cecon, P. R. Ambiente e variedades influenciam a qualidade de cafés das Matas de Minas. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 240 – 247, 2017.

Zhang, Y. Huang, R. Pu, P. Gonzales-Moreno, L. Yuan, K. Wu, W. Huang. Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: a review. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.165, p. 1-14, 2019. 10.1016/j.compag.2019.104943.



## ANEXOS

**Anexo A** – Mapas temáticos de Hipsometria (altitude) (1) e Orientação da encosta (2), do território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022



**Anexo B** – Correlação entre o Score e a Hipsometria (HP), Orientação da encosta (OE), Massa fresca dos frutos (MFF), Massa seca dos frutos (MSF), (*Normalized Difference Moisture Index* – NDMI) e Índice de vegetação com diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) e Índice de condição de vegetação (*Vegetation Condition Index* – VCI) dos cafés processados por via seca, produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022

Variáveis		SC	HP	OE	MFF	MSF	NDMI	NDVI	VCI		
Estratificação Score	Acima 85	SC	-	-0,04 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>*</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>*</sup>	-0,42 <sup>*</sup>	
		HP	-0,04 <sup>ns</sup>	-	0,10 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>*</sup>	0,68 <sup>*</sup>	0,67 <sup>*</sup>	
		OE	0,41 <sup>*</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-	0,08 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	
		MFF	0,04 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-	0,83 <sup>*</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>	
		MSF	-0,02 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>*</sup>	-	0,04 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	
		NDMI	-0,26 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-	0,80 <sup>*</sup>	0,78 <sup>*</sup>	
		NDVI	-0,42 <sup>*</sup>	0,68 <sup>*</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>*</sup>	-	0,98 <sup>*</sup>	
		VCI	-0,42 <sup>*</sup>	0,67 <sup>*</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>*</sup>	0,98 <sup>*</sup>	-	
		Entre 80-85	SC	-	0,26 <sup>*</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
			HP	0,26 <sup>*</sup>	-	-0,08 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>*</sup>	0,16 <sup>*</sup>	0,34 <sup>*</sup>	0,37 <sup>*</sup>
		OE	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	-	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	
		MFF	-0,01 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-	0,65 <sup>*</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>*</sup>	0,16 <sup>*</sup>	
		MSF	-0,03 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>*</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>*</sup>	-	0,03 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>*</sup>	0,33 <sup>*</sup>	
		NDMI	0,00 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>*</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-	0,66 <sup>*</sup>	0,64 <sup>*</sup>	
		NDVI	-0,01 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>*</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>*</sup>	0,35 <sup>*</sup>	0,66 <sup>*</sup>	-	0,96 <sup>*</sup>	
		VCI	0,01 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>*</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>*</sup>	0,33 <sup>*</sup>	0,64 <sup>*</sup>	0,96 <sup>*</sup>	-	
	Abaixo 80	SC	-	0,58 <sup>*</sup>	-0,28 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	
		HP	0,58 <sup>*</sup>	-	0,19 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>*</sup>	0,78 <sup>*</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	
		OE	-0,28 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	-	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	
		MFF	0,42 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>*</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-	0,93 <sup>*</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	

	MSF	0,41 <sup>ns</sup>	0,78*	-0,06 <sup>ns</sup>	0,93*	-	0,05 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
	NDMI	0,18 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-	0,40 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
	NDVI	0,18 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	-	0,98*
	VCI	0,12 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,98*	-
Estratificação Hipsometria	SC	-	-0,24 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,43 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
	HP	-0,24 <sup>ns</sup>	-	0,51*	0,32 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,46*	-0,47*
	OE	0,39 <sup>ns</sup>	0,51*	-	0,22 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,44*	-0,416
	MFF	-0,11 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	-	0,73*	-0,58*	-0,57*	-0,61*
	MSF	-0,43 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,73*	-	-0,57*	-0,57*	-0,66*
	NDMI	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,58*	-0,57*	-	0,87*	0,86*
	NDVI	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,46*	-0,44*	-0,57*	-0,57*	0,87*	-	0,99*
	VCI	0,03 <sup>ns</sup>	-0,47*	-0,41 <sup>ns</sup>	-0,61*	-0,66*	0,86*	0,99*	-
	SC	-	0,02 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,45*	-0,43*
	HP	0,02 <sup>ns</sup>	-	0,03 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>
	OE	0,28 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-	0,05 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>
	MFF	-0,00 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-	0,73*	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>
	MSF	-0,32 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,73*	-	0,00 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>
	NDMI	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	-	0,85*	0,81*
NDVI	-0,45*	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,85*	-	0,98*	
VCI	-0,43*	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,81*	0,98*	-	
Entre 1050-1230	SC	-	0,28*	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>	-0,29*	-0,26*
	HP	0,28*	-	-0,03 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,24*	0,10 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
	OE	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-	0,05 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,27*	0,20 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
	MFF	-0,10 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-	0,73*	-0,04 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
	MSF	-0,16 <sup>ns</sup>	0,24*	0,02 <sup>ns</sup>	0,73*	-	0,04 <sup>ns</sup>	0,43*	0,38*
	NDMI	-0,14 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,27*	-0,04 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-	0,63*	0,60*

	NDVI	-0,29*	0,17 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,43*	0,63*	-	0,98*
	VCI	-0,26*	0,17 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,38*	0,60*	0,98*	-
Entre 850-1050	SC	-	0,27 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,30*	0,04 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
	HP	0,27 <sup>ns</sup>	-	0,06 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,55*	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>
	OE	-0,15 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,206	0,01 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>
	MFF	0,26 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	-0,27 <sup>ns</sup>	-	0,76*	0,03 <sup>ns</sup>	0,46*	0,42*
	MSF	0,30*	0,55*	-0,20 <sup>ns</sup>	0,76*	-	-0,00 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>
	NDMI	0,04 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	-	0,33*	0,31*
	NDVI	0,15 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	0,46*	0,26 <sup>ns</sup>	0,35*	-	0,92*
	VCI	0,11 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,42*	0,20 <sup>ns</sup>	0,31*	0,92*	-
Geral	SC	-	0,35*	0,00 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
	HIP	0,35*	-	-0,02 <sup>ns</sup>	0,17*	0,49*	0,23*	0,41*	0,44*
	ORIEN	0,00 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-	0,01 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
	MFF	0,11 <sup>ns</sup>	0,17*	0,01 <sup>ns</sup>	-	0,73*	-0,03 <sup>ns</sup>	0,20*	0,16*
	MSF	0,10 <sup>ns</sup>	0,49*	-0,01 <sup>ns</sup>	0,73*	-	0,08 <sup>ns</sup>	0,37*	0,33*
	NDMI	-0,04 <sup>ns</sup>	0,23*	0,08 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-	0,67*	0,65*
	NDVI	-0,00 <sup>ns</sup>	0,41*	0,00 <sup>ns</sup>	0,20*	0,37*	0,67*	-	0,97*
	VCI	0,01 <sup>ns</sup>	0,44*	0,01 <sup>ns</sup>	0,16*	0,33*	0,65*	0,97*	-

<sup>ns</sup>, \* : não significativo, significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

**Anexo C – Análise descritiva da Massa fresca dos frutos (MFF), Massa seca dos frutos (MSF) e Orientação da encosta (OE) a partir da estratificação da hipsometria, do score, de cada município e da divisão regional dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022**

Variáveis	MFF				MSF				OE				
	Mín.	Máx.	Méd.	DV	Mín.	Máx.	Méd.	DV	Mín.	Máx.	Méd.	DV	
Estratificação Hipsometria	850-1050 m	42,16	143,35	96,06	29,84	24,26	74,97	51,38	11,44	3,37	159,44	79,42	47,87
	1050-1230 m	61,19	172,95	108,88	21,50	40,69	92,29	60,77	9,88	1,91	180,00	101,29	49,62
	1230-1400 m	74,39	165,28	115,50	23,24	45,19	81,65	65,46	8,52	3,92	180,00	75,10	58,20
	14000-1600 m	73,30	143,69	110,10	14,52	50,98	83,55	67,81	7,77	3,06	158,96	74,20	51,23
Estratificação Score	Abaixo 80	42,16	140,32	91,92	30,99	24,26	79,44	50,97	13,93	3,37	152,35	78,43	47,92
	80-85	59,46	172,95	110,61	22,24	35,03	92,29	62,61	10,08	1,91	180,00	91,43	51,88
	Acima 85	68,39	155,35	105,41	20,57	34,34	77,71	58,60	9,33	3,92	178,03	86,18	57,52
Municípios	Ibicoara	74,39	145,11	112,63	16,80	45,19	92,29	61,58	9,80	13,57	175,06	114,72	57,16
	Mucugê	61,19	144,14	109,53	22,80	40,69	84,86	62,40	12,66	5,44	164,06	97,96	48,59
	Barra da Estiva	90,76	131,22	105,07	10,88	44,58	78,78	61,49	8,68	1,91	180,00	105,35	56,92
	Ituaçu	110,39	156,02	134,38	16,63	57,44	77,71	66,93	6,90	9,04	143,84	60,66	41,68
	Seabra	68,56	137,15	97,81	22,07	45,49	63,36	54,98	5,49	33,69	178,03	80,24	42,82
	Piatã	83,97	165,28	121,47	19,89	51,02	77,79	65,97	6,93	3,92	174,99	82,68	54,12
	Rio de Contas	73,30	125,60	104,70	14,51	50,98	83,55	67,17	7,85	3,06	180,00	80,11	56,02
	Bonito	59,46	147,22	100,72	24,07	48,12	64,43	55,24	4,57	14,38	159,44	75,28	41,74
Morro do Chapéu	42,16	82,93	64,87	11,24	24,26	52,15	38,31	7,21	3,37	145,12	91,25	51,25	
Divisão Regional	Norte	42,16	147,22	88,36	26,72	24,26	64,43	49,40	9,86	3,37	159,44	80,78	44,99
	Sul	61,19	156,02	112,96	19,79	40,69	92,29	62,58	10,21	1,91	180,00	99,41	54,49
	Centro-Oeste	68,56	165,28	109,22	21,00	45,49	83,55	63,54	8,57	3,06	180,00	81,11	51,42
Geral	42,16	172,95	108,19	23,30	24,26	92,29	60,98	10,82	1,91	180,00	89,48	52,39	

**Anexo D** – Análise descritiva dos índices de vegetação Índice de umidade de diferença normalizada (*Normalized Difference Moisture Index* – NDMI) e Índice de vegetação com diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) e a partir da estratificação da hipsometria, do score, de cada município e da divisão regional dos cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022

Variáveis		NDMI				NDVI				VCI			
		Mín.	Máx.	Méd.	DV	Mín.	Máx.	Méd.	DV	Mín.	Máx.	Méd.	DV
Estratificação Hipsometria	850-1050 m	-0,02	0,27	0,11	0,07	0,22	0,73	0,46	0,12	45,64	78,01	63,51	7,99
	1050-1230 m	-0,12	0,32	0,14	0,09	0,23	0,77	0,51	0,12	47,99	90,05	68,00	8,46
	1230-1400 m	-0,04	0,32	0,12	0,09	0,30	0,72	0,52	0,11	52,82	84,22	69,01	7,58
	14000-1600 m	-0,08	0,34	0,20	0,11	0,28	0,82	0,65	0,14	50,57	91,50	78,33	10,43
Estratificação Score	Abaixo 80	-0,12	0,25	0,11	0,09	0,22	0,65	0,44	0,13	45,64	76,86	63,03	8,74
	80-85	-0,07	0,34	0,15	0,09	0,23	0,79	0,54	0,13	47,99	90,05	69,65	8,88
	Acima 85	-0,08	0,33	0,11	0,11	0,28	0,82	0,49	0,14	52,82	91,50	67,29	10,60
Municípios	Ibicoara	0,10	0,32	0,20	0,05	0,31	0,77	0,58	0,12	54,73	90,05	72,96	8,27
	Mucugê	-0,01	0,32	0,18	0,07	0,36	0,73	0,55	0,09	57,42	82,67	70,91	6,62
	Barra da Estiva	0,06	0,29	0,13	0,06	0,27	0,67	0,53	0,10	53,70	78,83	69,34	6,43
	Ituaçú	-0,03	0,24	0,09	0,08	0,37	0,66	0,46	0,08	56,90	78,01	64,28	5,56
	Seabra	-0,07	0,16	0,03	0,07	0,23	0,50	0,39	0,07	47,99	71,91	60,64	6,10
	Piatã	-0,12	0,32	0,09	0,11	0,28	0,69	0,48	0,12	50,57	79,78	65,56	8,42
	Rio de Contas	0,01	0,34	0,21	0,08	0,53	0,82	0,68	0,08	68,72	91,50	80,37	6,43
	Bonito	-0,01	0,27	0,11	0,08	0,22	0,73	0,47	0,14	45,64	77,87	63,44	9,02
	Morro do Chapéu	0,01	0,20	0,10	0,07	0,25	0,50	0,39	0,07	48,40	67,61	59,92	5,47
Divisão Regional	Norte	-0,01	0,27	0,11	0,07	0,22	0,73	0,45	0,12	45,64	77,87	62,23	8,05
	Sul	-0,03	0,32	0,16	0,07	0,27	0,77	0,54	0,11	53,70	90,05	70,18	7,42
	Centro-Oeste	-0,12	0,34	0,12	0,12	0,23	0,82	0,53	0,15	47,99	91,50	69,64	10,96
Geral	-0,12	0,34	0,14	0,09	0,22	0,82	0,52	0,13	45,64	91,50	68,71	9,32	

**Anexo E** – Autovalores da Análise de Componentes Principais para o café natural (NAT) e café descascado (CD), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Autovalor	12,494	2,032	1,625	1,109	0,798	0,589	0,319
Variabilidade (%)	62,471	10,161	8,124	5,545	3,991	2,945	1,594
% acumulada	62,471	72,632	80,756	86,301	90,292	93,238	94,832

**Anexo F** – Autovalores da Análise de Componentes Principais para os cafés processados por via seca (NAT), produzidos no território da Chapada Diamantina – BA. Vitória da Conquista, UESB, 2022

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Autovalor	5,428	2,623	1,677	1,013	0,841	0,563	0,268
Variabilidade (%)	41,755	20,175	12,900	7,791	6,469	4,332	2,060
% acumulada	41,755	61,930	74,829	82,621	89,090	93,421	95,481