

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FABIANO TRISTÃO ALIXANDRE

**QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. EM
DIFERENTES AMBIENTES E MÉTODOS DE PROCESSAMENTO**

ALEGRE-ES

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FABIANO TRISTÃO ALIXANDRE

**QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. EM
DIFERENTES AMBIENTES E MÉTODOS DE PROCESSAMENTO**

Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para o curso de mestrado em agronomia.

Linha de Pesquisa: Produção de Plantas Cultivadas e Nativas

ALEGRE-ES

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas -
SIBI/UFES e elaborada pelo autor

A398q

Alixandre, Fabiano Tristão, 1978-

Qualidade física e sensorial de cultivares de coffee arabica L. em diferentes ambientes e métodos de processamento / Fabiano Tristão Alixandre. - 2022.

82 f.: il.

Orientador: Adésio Ferreira.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Café. I. Ferreira, Adésio. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. III. Título.

CDU: 63

FABIANO TRISTÃO ALIXANDRE

**QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. EM
DIFERENTES AMBIENTES E MÉTODOS DE PROCESSAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Aprovada em 04 de abril de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Adésio Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Dr. Marcia Flores da Silva Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr. José Francisco Teixeira do Amaral
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr. Cesar Abel Krohling
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Dr. Rogério Carvalho Guarçoni
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Esta dissertação é dedicada à minha família em especial a minha Mãe e a minha Esposa, pelo apoio e incentivo em todos os meus projetos de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por proporcionar condição para realizar meus sonhos na vida profissional e familiar.

A minha mãe Maria de Lourdes Tristão Alixandre e ao meu saudoso pai Tarciso José Alixandre, pelos ensinamentos e apoio constante em todas as etapas da vida.

A minha irmã por acreditar e apoiar meus projetos de vida, por esta sempre por perto disposta contribuir.

A minha esposa e meus filhos, por estarem sempre do meu lado em todos os momentos de minha vida, apoiando e fazendo parte dos meus projetos e sonhos.

Ao professor Adésio Ferreira pela amizade, respeito e todos os ensinamentos científicos e valores humanos transmitidos.

A todos os Extensionistas do INCAPER que contribuíram na implantação e na condução dos experimentos.

Aos meus amigos Pesquisadores Mauricio José Fornazier, Rogério Carvalho Guarçoni e Casar Abel Krohling, pelos incentivos, apoio e pelos ensinamentos transmitidos ao longo da minha caminhada profissional.

Aos meus amigos Douglas Gonzaga de Souza e Rodrigo da Silva Dias, pelo apoio ao longo de toda realização do projeto.

O depois é agora.

O sempre, o depois.

O sucesso é o presente que se investe no futuro.

Nunca é tarde para quem faz do agora, o depois.

Gleudson Melo

BIOGRAFIA

Fabiano Tristão Alixandre, nascido em Brejetuba, Espírito Santo, em 18 de outubro de 1978, filho de Tarcizo José Alixandre e Maria de Lourdes Tristão Alixandre, cursou ensino fundamental e médio na escola Álvaro Castelo em Brejetuba – ES, no ano de 2002 concluiu o curso de agronomia no Centro de Ciências Exatas e Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo em Alegre CCEA-UFES. Iniciou a carreira profissional no ano de 2002, como engenheiro agrônomo na empresa Nutrientes Agropecuária em Venda Nova do Imigrante - ES. No ano de 2005 entrou para o quadro de funcionário efetivo do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, como agente de extensão em desenvolvimento rural, sendo lotado no escritório local de desenvolvimento rural do município de Brejetuba, onde iniciou os trabalhos com a atividade de cafeicultura. No ano de 2008, assumiu a coordenação do escritório local de desenvolvimento rural de Brejetuba, onde permaneceu até o ano de 2021, quando assumiu a Gerencia Estadual de Assistência Técnica e Extensão Rural do INCAPER.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes cultivares de café arábica, em três altitudes (750m, 850m e 1000m) e dois métodos de processamento, sobre os atributos relacionados a qualidade sensorial de bebida e tamanho de grãos dos cafés. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de subparcelas, sendo as parcelas compostas por dez cultivares (Catucaí 785-15, Catucaí 2 SL, Catucaí 24/137, Catucaí IAC 44, Catiguá MG2, IPR 103, Tupi 1669-40, Arara, Japi e Acauã); e as subparcelas por dois processamentos, cereja despulpado e natural. A colheita foi realizada de forma manual, colhendo os frutos cereja (maduros) em peneira. Os cafés foram processados pelo método natural e cereja despulpado. A secagem foi realizada em terreiro suspenso coberto, de acordo com as recomendações da pesquisa para produção de cafés especiais até os grãos atingirem $11\% \pm 1$ de umidade (base úmida, bu). Foram realizadas as seguintes avaliações: análise sensorial de bebida de acordo com metodologia SCA (SCA, 2015), análise de peneiras dos grãos de acordo com o Protocolo de Classificação Oficial Brasileira de Café (BRASIL, 2003). Os resultados permitem concluir que todas cultivares possuem potencial para produção de cafés especiais, para os métodos de processamentos e altitudes avaliadas. A elevação da altitude tem efeito positivo na intensidade da nota final de bebida das cultivares para os métodos de processamentos despulpado e natural. As cultivares apresentaram variações na intensidade da nota final de bebida de acordo com a altitude e método de processamento, demonstrando a existência de variabilidade genética entre as cultivares com relação ao potencial de qualidade sensorial de bebida. O grupo de cultivares de fruto de cor amarela, apresentou média das notas finais de bebidas superior ao grupo de cultivares de fruto de cor vermelha em todos os ambientes avaliados para o processamento despulpado, enquanto que, para o processamento natural foi superior nas altitudes de 750m e 1000m. O grupo de cultivares moderadamente resistentes à ferrugem apresentou médias das notas finais de bebida dos cafés cerejas despulpados superior as cultivares suscetíveis a ferrugem, nas altitudes de 750m e 1000m. Para o processamento natural as médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares moderadamente resistentes à ferrugem foi superior ao grupo de cultivares suscetíveis na altitude de 750m e inferior as grupo das cultivares altamente resistentes à ferrugem na altitude de 850m. Os grupos de cultivares, Catucaí, Híbrido de Timor e Sarchimor apresentaram maiores médias das notas finais de bebidas dos cafés cerejas despulpados em relação ao grupo Catucaí, na altitude 1000m. Para o processamento natural o grupo Sarchimor foi superior aos demais tratamentos a 750m de altitude e na altitude de 1000 metros foi superior ao Híbrido de Timor. Existe variações entre as cultivares com relação ao potencial para produção de cafés peneiras graúdas 17 e acima, nos diferentes ambientes e métodos de processamento avaliados.

Palavras-Chave: Altitude; Cafés especiais; Processamento; variedades

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of different cultivars of arabica coffee, at three altitudes (750m, 850m and 1000m) and two processing methods, on the attributes related to the sensory quality of the beverage and the size of the coffee beans. The experiment was carried out in a randomized block design with four replications, in a subplot scheme, with the plots composed of ten cultivars (Catucaí 785/15, Catucaí 2 SL, Catucaí 24/137, Catucaí IAC 44, Catiguá MG2, IPR 103, Tupi 1669-40, Arara, Japi and Acauã); and the subplots by two processes, pulped and natural cherry. The harvest was performed manually, harvesting the ripe fruits in a sieve. The coffees were processed by the natural method and pulped cherry. Drying was carried out in a covered suspended terrace, according to the research recommendations for the production of specialty coffees, until the beans reached $11\% \pm 1$ moisture. The following evaluations were carried out: sensory analysis of the beverage according to the SCA methodology (SCA, 2022), analysis of grain sieves according to the Official Brazilian Coffee Classification Protocol (BRASIL, 2003). The results allow us to conclude that all cultivars have potential for the production of specialty coffees, for the processing methods and altitudes evaluated. Elevation of altitude has a positive effect on the intensity of the final drink note of cultivars for both pulped and natural processing methods. The cultivars showed variations in the intensity of the final beverage grade according to altitude and processing method, demonstrating the existence of genetic variability between cultivars in relation to the potential for sensory beverage quality. The group of cultivars of yellow colored fruit, presented average of the final grades of beverages superior to the group of cultivars of red colored fruit in all environments evaluated for the pulped processing, while for the natural processing it was higher in the altitudes of 750m and 1000m. The group of cultivars moderately resistant to rust presented averages of final beverage grades of pulped cherry coffees higher than cultivars susceptible to rust, at altitudes of 750m and 1000m. For natural processing, the averages of the final beverage grades of the group of cultivars moderately resistant to rust were higher than the group of cultivars susceptible at an altitude of 750m and lower than the group of cultivars highly resistant to rust at an altitude of 850m. The groups of cultivars, Catucaí, Híbrido de Timor and Sarchimor presented higher averages of the final notes of beverages of pulped cherry coffees in relation to the Catucaí group, at 1000m altitude. For natural processing, the Sarchimor group was superior to the other treatments at an altitude of 750m and at an altitude of 1000 meters it was superior to the Híbrido de Timor. There are variations among the cultivars in relation to the potential for the production of coarse sieve coffees 17 above, in the different environments and processing methods evaluated.

Key words: Altitude; specialty coffees; Processing; varieties

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Dados médios da produção total (milhões sacas) e produtividade média (sacas/ha) de café arábica no estado do Espírito Santo. | 16 |
| Figura 2 – Localização, altitude, temperatura média anual, precipitação média anual e coordenadas geográficas das unidades experimentais..... | 27 |
| Figura 3 – Etapas dos processamentos dos cafés | 30 |
| Figura 4 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais e tamanho dos grãos de 30 cafés, de dez cultivares nas altitudes de 750m, 850m e 1000m para o processamento despulpado..... | 42 |
| Figura 5 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais e tamanho dos grãos de 30 cafés, de dez cultivares nas altitudes de 750m, 850m e 1000m para o processamento natural. | 50 |
| Figura 6 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais de 20 cafés de dez cultivares e dois processamentos para a altitude de 750m. | 57 |
| Figura 7 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais de 20 cafés de dez cultivares e dois processamentos para a altitude de 850m. | 59 |
| Figura 8 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais de 20 cafés de dez cultivares e dois processamentos para a altitude de 1000m. | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Classificação oficial do café por peneira | 25 |
| Tabela 2 – Descrição das características como, cor do fruto, ciclo de maturação, resistência a ferrugem, genealogia e produtividade das cultivares avaliadas | 28 |
| Tabela 3 – Escala de valores qualidade de acordo com metodologia SCA | 34 |
| Tabela 4 – Valores padrão para determinação sensorial da qualidade de cafés arábica | 34 |
| Tabela 5 – Contrastes avaliados..... | 35 |
| Tabela 6 – Médias da característica nota final avaliada em dez cultivares e três altitudes para o processamento Cereja Despolpado..... | 38 |
| Tabela 7 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da nota final em função da altitude em dez cultivares, para o processamento Cereja Despolpado | 40 |
| Tabela 8 - Contrastes das comparações dos grupos de médias três altitudes para o processamento Cereja Despolpado | 46 |
| Tabela 9 - Médias da característica nota final avaliada em dez cultivares e três altitudes para o processamento Natural..... | 48 |
| Tabela 10 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da nota global em função da altitude em dez cultivares de café arábica, para o processamento Natural | 48 |
| Tabela 11 – Contrastes das comparações dos grupos de médias três altitudes para o processamento Natural | 53 |
| Tabela 12 – Médias da característica nota final avaliadas em dez cultivares e processamento Cereja Despolpado, para a altitude 750m..... | 55 |
| Tabela 13 – Médias da característica nota final avaliadas em dez cultivares e processamento Cereja Despolpado, para a altitude 850m..... | 58 |
| Tabela 14 – Médias da característica nota final avaliadas em dez cultivares e processamento Cereja Despolpado, para a altitude 1000m..... | 60 |
| Tabela 15 – Médias das porcentagens da característica peneira 17 acima, avaliada em dez cultivares e três altitudes para o método de processamento cereja despolpado | 64 |
| Tabela 16 – Médias das porcentagens da característica peneira chato graúdo (17 acima), avaliada em dez cultivares e três altitudes para o processamento pelo método natural | 65 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1. <i>História da Cafeicultura no Brasil</i> | 13 |
| 2.2. <i>Cenário das Exportações da Cafeicultura no Brasil</i> | 14 |
| 2.3. <i>Cafeicultura do Arábica no Estado do Espírito Santo</i> | 15 |
| 2.4. <i>Origem e Classificação Botânica do Café Arábica</i> | 16 |
| 2.5. <i>Cultivares e a Qualidade do Café Arábica</i> | 17 |
| 2.6. <i>Altitude e a Qualidade do Café Arábica</i> | 19 |
| 2.7. <i>Colheita e a Qualidade do Café Arábica</i> | 20 |
| 2.8. <i>Método de Processamento e a Qualidade do Café Arábica</i> | 21 |
| 2.9. <i>Secagem e a Qualidade do Café Arábica</i> | 22 |
| 2.10. <i>Análise Sensorial Do Café Arábica</i> | 24 |
| 2.11. <i>Classificação por Peneira dos Grãos de Café</i> | 25 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 3.1. <i>Caracterização do Experimento</i> | 26 |
| 3.2. <i>Colheita do Café</i> | 29 |
| 3.3. <i>Processamento</i> | 29 |
| 3.4. <i>Secagem do Café</i> | 30 |
| 3.5. <i>Preparo das Amostras e Torra dos Cafés</i> | 31 |
| 3.6. <i>Análise Sensorial dos Cafés</i> | 32 |
| 3.7. <i>Avaliação da Granulometria dos Grãos de Café</i> | 34 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 4.1. <i>Análise da Qualidade Sensorial De Bebida Das Cultivares Processadas Pelo Método Cereja Despolpado Nos Ambientes Avaliados</i> | 37 |
| 4.2. <i>Análise da Qualidade Sensorial De Bebida Das Cultivares Processadas Pelo Método Natural Nos Ambientes Avaliados.</i> | 47 |
| 5. CONCLUSÕES | 65 |
| 6. PROPOSIÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS | 67 |
| REFERÊNCIA | 68 |

1. INTRODUÇÃO

O setor cafeeiro desempenha função de vital relevância para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, garantindo a geração de postos de trabalho, tributos e contribuindo significativamente para a formação da receita cambial. Atualmente, o país ocupa a primeira colocação tanto na produção quanto na exportação de café (beneficiado). Quanto ao consumo o país ocupa a segunda posição no ranking mundial (VOLSI et al., 2019; COSTA, 2020).

No Estado do Espírito Santo a cultura do café é a principal atividade agrícola, sendo a espécie *Coffea arabica* L. cultivada predominantemente em áreas declivosas. Gera emprego para 53 mil famílias em 26.313 propriedades rurais, com produção média estimada de 3,23 milhões de sacas para 2021, de acordo com segundo levantamento do acompanhamento da safra de café da Conab (IBGE, 2017; CONAB, 2021).

No contexto atual da cafeicultura, a diferenciação da qualidade é prioridade para maior agregação de valor ao produto final, sendo cada vez maior a exigência do mercado mundial em relação a excelência de aromas e sabores dos cafés. Nesse contexto torna-se um grande desafio para os agricultores buscarem as melhores combinações de fatores associados a qualidade tais como, genética, ambiente, método de processamento e manejo, que promova maior eficiência na produção de cafés com diferencial de aromas, sabores e até mesmo características nutraceuticas (MALTA et al., 2020).

Vários trabalhos constataram diversidade sensorial entre cultivares na região Sudeste do Brasil, identificando nesses ambientes, cultivares recentes (derivadas de Híbrido de Timor) e tradicionais como superiores (FERNANDES et al., 2020).

A variabilidade genética existente entre as cultivares da espécie *C. arabica* L., em interação com o ambiente e método de processamento, interfere quantitativa e qualitativamente em alguns componentes químicos, físico-químicos e bioquímicos dos grãos de café. Dessa forma, pode-se considerar que as variações na composição química e na qualidade sensorial do café são decorrentes de eventos que envolvem a interação genótipo, ambiente e método de processamento e podem estar

interligados, permitindo, dessa forma, estabelecer associações (WORKU et al., 2018; FREITAS et al., 2020).

A partir de 1990 houve um incremento nas indicações pelas instituições de pesquisa de novas cultivares de café arábica resistentes a ferrugem, principalmente as oriundas do cruzamento de Híbrido de Timor e *Coffea canephora* com cultivares já estabelecidas de *Coffea arabica* L. tais como: Catuai, Mundo Novo, Bourbon e Caturra, que contribuíram para aumento da produtividade, resistência a pragas e doenças (BARBOSA et al., 2019).

No entanto, existem poucas informações científicas, sobre o potencial dessas novas cultivares em relação a qualidade física e sensorial de bebida, evidenciando a necessidade de maiores estudos para melhor caracterização desses genótipos em relação a qualidade física e sensorial, principalmente considerando a respostas das cultivares a diferentes ambiente e métodos de processamentos (PEREIRA et al., 2020).

Tendo em vista que, no Estado do Espírito Santo o Café arábica é cultivado em altitudes variando de 500 a 1200m, ou seja, em diferentes ambientes, e de extrema importância estudos que caracterizem o potencial de qualidade física e sensorial das principais cultivares de café arábica indicadas pela pesquisa, nos diferentes (em diversos) ambientes e submetidas a diferentes métodos de processamento.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes cultivares de café arábica, três ambientes e dois métodos de processamento, assim como suas interações, sobre os atributos relacionados a qualidade sensorial de bebida e tamanho de grãos dos cafés.

As informações geradas no trabalho permitirão a caracterização do potencial de qualidade das principais cultivares de café arábica, registradas, recomendadas e plantadas no Estado do Espírito Santo de acordo com altitude, épocas de maturação e método de processamento, contribuindo para que os agricultores possam selecionar as melhores combinações de cultivares e métodos de processamentos de acordo com o ambiente da propriedade, possibilitando maior eficiência na produção de cafés especiais com maior valor agregado no mercado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. História da Cafeicultura no Brasil

O café arábica (*Coffea arabica* L.) é originário das regiões altas da Etiópia, sendo adaptado as condições de clima tropical de altitude. Foi introduzido no Brasil no ano de 1727, por Francisco de Mello Palheta, com sementes oriundas da Guiana Francesa, no Estado do Pará. Foi plantado no Maranhão e daí se expandiu em pequenas plantações para todo Brasil, chegando no Rio de Janeiro por volta de 1760. A expansão da cultura do café no Brasil, foi impulsionada pelo aumento do consumo em países consumidores, tais como os Estados Unidos da América e no continente europeu. Assim, para atender a esse mercado em expansão, a produção do café no Brasil expandiu-se a partir da Baixada Fluminense e do vale do Rio Paraíba, que atravessava as províncias do Rio de Janeiro e de São Paulo. (CARVALHO, 2008; MATIELLO et al., 2020).

As técnicas de cultivo a princípio eram rudimentares, sendo que desmatavam as matas, onde era necessário expandir as áreas agricultáveis para a colocação das mudas da planta. Estas demoravam cerca de cinco anos para começar a produzir. Nesse tempo, outras culturas eram plantadas em torno dos cafezais, principalmente gêneros alimentícios. A colheita era feita manualmente e os grãos secados em terreiros de terra. Uma vez seco, o café era beneficiado, retirando-se os materiais que revestiam o grão através de monjolos, máquinas primitivas de madeira formadas por pilões movidos a água (FREDERICO, 2017; VOLSI et al., 2019).

A princípio, o transporte do café era realizado pelos agricultores por meio de animais, sendo que a expansão da cultura culminou com a instalação de ferrovias, ampliando a capacidade de distribuição do café até o porto de Santos, São Paulo, e também permitindo a expansão do parque cafeeiro a outras regiões do país, tais como o Oeste Paulista, na segunda metade do século XIX. Dessa forma, a cafeicultura foi uma das principais atividades econômicas da sociedade brasileira do século XIX e início do XX. Garantiu o acúmulo de capitais para a urbanização de algumas localidades do Brasil, como Rio de Janeiro, São Paulo e cidades do interior Paulista, além de prover inicialmente os capitais necessários ao processo de industrialização do país e criar as condições para o desenvolvimento do sistema bancário (PINTO, 2020).

2.2. Cenário das Exportações da Cafeicultura no Brasil

As exportações de café no acumulado da safra 2020/21, alcançaram 45,599 milhões de sacas beneficiadas, apresentando alta de 13,3% em relação ao ciclo 2019/20 e de 10,1% sobre as 41,426 milhões de sacas de 2018/19, até então o melhor desempenho do país. Em receita cambial, com as exportações do produto nacional ao exterior renderam US\$ 5,842 bilhões na safra 2020/21, o melhor resultado nos últimos cinco anos, que representou crescimento de 13,4% na comparação com os US\$ 5,154 bilhões do ciclo 2019/20 (CECAFE, 2021).

Do total de cafés exportados na safra 2020/2021, 36,917 milhões de sacas foram de café arábica, que respondeu por 81% do total remetido ao exterior, sendo o melhor desempenho de todos os tempos. Outro recorde foi registrado nas exportações de café canéfora (robusta e conilon), que envolveram 4,715 milhões de sacas exportadas, com representatividade de 10,3%. Na sequência, vieram solúvel, com 3,936 milhões de sacas (8,6%) e o produto torrado e moído, com 30.704 sacas (0,1%) (CECAFE, 2021).

Na safra 2020/2021 o Brasil exportou café para 115 países, sendo que o Estados Unidos permaneceu como principal parceiro comercial. Os norte-americanos aumentaram em 5,8% as aquisições do produto frente ao ciclo 2019/20, importando 8,337 milhões de sacas, as quais representaram 18,3% das exportações totais do país. A Alemanha, com representatividade de 17,4%, adquiriu 7,948 milhões de sacas beneficiadas (+16,2%) e ocupou o segundo lugar no ranking. Em terceiro lugar nas exportações de cafés brasileiro vem a Bélgica somando 3,833 milhões de sacas. Fechando a relação dos cinco maiores exportadores estão Itália, com 2,762 milhões de sacas beneficiadas (6,1% do total), e Japão, com 2,626 milhões de sacas beneficiadas (5,8%) (CECAFÉ, 2021; USDA, 2022).

Também merece destaque a inserção de dois países produtores entre os 10 principais mercados compradores do produto nacional na safra 2020/21. A Colômbia ocupou a oitava posição na tabela, elevando suas importações em 150% – para 1,137 milhão de sacas, na comparação com o ciclo anterior e passando a representar 2,5% das exportações totais do Brasil. O México veio na sequência, ocupando a nona posição com a aquisição de 965 mil sacas, ou 2,1% do total (USDA, 2022).

2.3. Cafeicultura do Arábica no Estado do Espírito Santo

A espécie (*Coffea arábica L.*), chegou ao Estado do Espírito Santo em 1820, tornando-se importante para a economia do Estado a partir de 1850 com a chegada da imigração de italianos, alemães, espanhóis e portugueses (BITTENCOURT, 1987; NUNEZ, 2016).

O café arábica ocupou mais de 500 mil ha no ES até 1962. Entretanto, com a exaustão dos solos e o surgimento da "ferrugem", o Governo Federal implantou o plano de erradicação dos cafezais, atingindo 53% da área de café no Espírito Santo (1962-1970). O plano de revigoramento estimulou a implantação de uma cafeicultura moderna e orientada à região de Montanhas do Espírito Santo. Atualmente, o café Arábica está presente em 47,5% das propriedades rurais da região das Montanhas, ocupando 13,9% de suas áreas totais, com 143.305 ha em produção. (IBGE 2017; NUNEZ, 2016).

O cultivo do café no Espírito Santo tem tradição e grande importância socioeconômica e os processos envolvidos na cadeia produtiva são importantes geradores de empregos. A produção total de café do Brasil está estimada em 55,74 milhões de sacas beneficiadas (60 Kg) e a produção somente de café arábica está estimada em 38,78 milhões de sacas para a safra de 2022. Do total de café arábica, o Espírito Santo deverá colher nessa safra de bienalidade alta, em média 4,25 milhões de sacas; enquanto a safra de 2021 foi de 2,94 milhões de sacas, ocupando o terceiro lugar no ranking nacional (CONAB 2021).

O cultivo do café arábica na sua grande maioria ocorre em áreas com declive e em altitudes que variam de 500 a 1.200 m e é uma das principais atividades agrícolas do Espírito Santo. Ocupa área de 167,93 mil hectares distribuídos em 49 municípios de três mesorregiões do estado (Montanhas, Caparaó e Noroeste) com aproximadamente 53 mil famílias em 26 mil propriedades, sendo importante atividade geradora de renda, empregando aproximadamente 150 mil empregos diretos e indiretos (SCHMIDT et al., 2004; TRISTAO et al., 2020; CONAB, 2021).

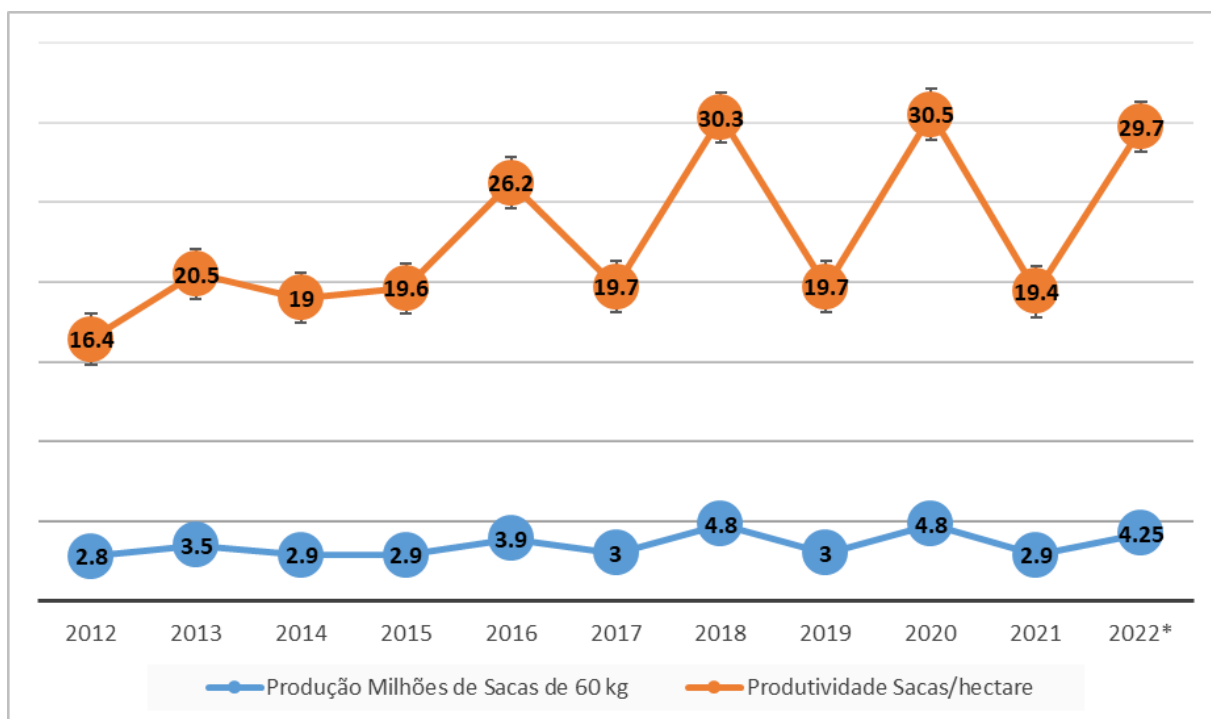


Figura 1 - Dados médios da produção total (milhões sacas) e produtividade média (sacas/ha) de café arábica no estado do Espírito Santo.

Fonte: Adaptado de Conab 2012-2022. Legenda: * Estimativa

É importante destacar a predominância da pequena propriedade rural e de exploração familiar, o que torna a cafeicultura ainda mais importante, não só como distribuidora de renda e com geração de empregos, mas também com desenvolvimento no campo, vilas e nas cidades dos municípios localizadas nessas regiões produtoras. É a principal atividade econômica de 80% dos municípios do estado do Espírito Santo (SCHIMIDT et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2017).

2.4. Origem e Classificação Botânica do Café Arábica

Os cafeeiros pertencem à divisão das fanerógamas, classe angiosperma, subclasse Eudicotiledônea, ordem Rubiales, família das Rubiaceae, tribo Coffeae, subtribo Coffeinae, gêneros *Coffea* e *Psilanthus*. Nas espécies do gênero *Coffea*, as flores apresentam anteras e estigmas proeminentes e estilo longo. O gênero é composto por dois subgêneros: *Coffea* e *Baracoffea*. O subgênero *Coffea* agrupa mais de 80 espécies, distribuídas em três seções, caracterizadas pela abrangência geográfica: *Mascarocoffea*, com espécies predominantes em Madagascar e Ilhas Mascarenhas; *Mozambicoffea*, que reúne espécies do leste africano e *Eucoffea*, com espécies presentes nas regiões central e oeste do continente africano (CARVALHO, 2008, KROHLING et al., 2018).

A seção *Eucoffea* reúne as mais importantes espécies de cafeeiros: *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre, que representam quase a totalidade do café produzido e comercializado no mundo. A espécie *C. arabica* é originária do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, em região restrita e marginal às demais espécies. A faixa de altitude correspondente encontra-se entre 1.000 e 2.000 metros. Sua base genética é bastante estreita e todas as cultivares conhecidas da espécie são derivadas de duas formas botânicas: *Typica* e *Bourbon*. Atualmente, a espécie tem ampla dispersão, sendo cultivada em regiões de altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas, entre 18°C e 21°C, nos continentes americano e asiático, além de algumas regiões da África (CARVALHO, 2008; PIMENTA, 2020).

O Café arábica é um alotetraplóide com $2n = 4x = 44$ cromossomos e autofértil com cerca de 10% de polinização cruzada. Vários estudos de natureza genética e citológica, assim como estudos quimiotaxonômicos, serológicos ou, mesmo, análises relacionadas à origem geográfica e compatibilidade em cruzamentos controlados, indicam que a espécie teve origem mais provável na hibridação de gametas não reduzidos de espécies diploides do gênero (CARVALHO, 2008; MATIELO, 2020).

2.5. Cultivares e a Qualidade do Café Arábica

O aparecimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*), a partir de 1970, motivou nova ênfase nos programas de melhoramento do IBC, UFV, Iapar, Ufla e Epamig. A partir de 1990 houve incremento na introdução de novas cultivares resistentes à ferrugem, principalmente oriundas do cruzamento de híbrido de Timor e *Coffea canephora* com cultivares já estabelecidas de *Coffea arabica* L., tais como: Catuai, Mundo Novo, Bourbon e Caturra. Nas últimas oito décadas, os órgãos de pesquisa do Brasil promoveram avanços significativos no melhoramento genético do cafeeiro que culminaram com lançamento de centenas de cultivares de café arábica, registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com expressivo aumento na produtividade, qualidade e incorporaram resistência/tolerância à ferrugem (FAZUOLI et al. 2007; CARDOSO et al., 2016).

Nos últimos dez anos tem ocorrido aumento significativo da procura por sementes de cultivares tolerantes/resistentes à ferrugem e com boa adaptação,

produtividade e qualidade de bebida. Cultivares de café arábica com essas últimas características, diminuem riscos de intoxicação do aplicador, ambiente, além de reduzir os custos de produção devido à significativa redução do uso de fungicidas. Isso possibilitou melhoria da produtividade, resistência a doenças, manutenção da qualidade e diversificação dos perfis sensoriais e organolépticos das bebidas, pois a qualidade do café é característica altamente complexa, com variabilidade na composição química de grãos e características organolépticas (RIBEIRO et al., 2020).

A síntese, o acúmulo e a degradação de compostos químicos do grão cru de café, considerados precursores do sabor e aroma da bebida, dependem da interação entre genótipo e meio ambiente. No entanto estudos realizados com diversas linhas de Bourbon Amarelo indicaram a existência de variabilidade genética, para diversos fatores agrônômicos e tecnológicos, confirmando que a constituição genética das plantas tem um efeito quantitativo e qualitativo sobre algumas características físico-químicas dos grãos de café, resultando em perfis sensoriais distintos na bebida de cada cultivar (CHENG et al., 2016).

Vários estudos tem demonstrado que mesmo quando cultivadas sob as mesmas condições ambientais, diferentes cultivares expressar variações acentuadas no potencial para produção de cafés especiais. Também é possível verificar que, quando uma cultivar tem potencial genética para expressar qualidades distintas de bebida, ela continuará a ser reconhecida pelo seu sabor e aroma característicos, mesmo que existam alterações na intensidade de determinados atributos sensoriais em resposta a variações ambientais (DIAS et al., 2017; FERNANDES et al., 2020).

Apesar das cultivares comerciais de Café Arábica serem próximas geneticamente, diversos estudos constataram diversidade sensorial entre cultivares tradicionais como Catuaí e Mundo Novo e oriundas do cruzamento com Híbrido de Timor. Estudo realizado na região das matas de Minas Gerais com diferentes genótipos de café arábica, discriminados pela genealogia, demonstrou haver variabilidade genética entre os grupos com relação a qualidade sensorial de bebida (CHALFOUN et al., 2013; SOBREIRA et al.; 2016).

Na região do Cerrado de Minas Gerais, trabalho realizado com seis cultivares de café arábica demonstrou que todas as cultivares apresentaram potencial para produzir

cafés com nota acima de 80 pontos (SCA, 2015). Também foi possível verificar no estudo variabilidade genética entre as cultivares com relação aos atributos sensoriais avaliados (RIBEIRO et al.; 2020).

2.6. Altitude e a Qualidade do Café Arábica

O Estado do Espírito Santo possui grande variação nas condições edafoclimática das regiões produtoras de café arábica, com regiões variando de 500 a 1.200m de altitude, grande diversidade de solos, relevo acidentado, com cultivo em diferentes faces de exposição ao sol, que influenciam na temperatura, umidade relativa do ar, níveis de irradiação e precipitação, que irão alterar a fisiologia da planta e a constituição química dos grãos. O nível de irradiância solar influencia as características fisiológicas das plantas de café, fazendo com que elas criem mecanismos de adaptação. Como consequência observa-se interferência sobre a quantidade e qualidade dos frutos produzidos. Diversos estudos vêm demonstrando que entre os fatores ambientais a altitude influencia de forma positiva para a melhoria da qualidade sensorial e física do café (SILVEIRA et al., 2016; ALVES et al., 2017; NUGROHO et al., 2020).

Na região da Matas do Estado de Minas Gerais, foi verificado que quanto maior a altitude, maior a nota na avaliação sensorial, entretanto, em maiores latitudes a influência da altitude na qualidade do café é menor ((DA MATTA; RENA 2002; BARBOSA et al. 2020).

Trabalhos de mapeamento da qualidade do café arábica realizado na região das Matas de Minas em função da variedade, altitude e aspecto do terreno, demonstraram que a posição e altitude do local de produção são as principais variáveis que influenciaram a qualidade do café. Na região de Montanhas do ES também estudo mostra a influência positiva de aumento de altitude (700 - 1.100m) sobre a melhoria da qualidade final das cultivares Rubi, Catuaí Vermelho IAC 44 e Catuaí Vermelho IAC 81 (FERRÃO et al. 2015; KROHLING et al. 2018).

A face de exposição do cafeeiro ao sol também tem mostrado influência sobre a produtividade e qualidade do café. Cafés arábicas produzidos em regiões com temperatura média elevada sofreram efeito deletério quando cultivados em face de

exposição oeste, onde foi constatada maior insolação (MATIELLO et al. 2020). Entretanto, essa maior insolação observada nesta face mostrou-se favorável à produtividade e qualidade desses mesmos cafés produzidos na região da Zona da Mata de MG, onde a temperatura média é menor (ALVES et al. 2017).

A região de Montanhas do Espírito Santo, possui grande diversidade na microbiota dos solos e frutos do café, assim como, variações na forma de interação entre a microbiota do solo e do fruto, este fato deve-se a grande diversidade de microclimas em função de fatores tais como, altitudes, declividades, intensidade de luz, variações de temperaturas e teores de matéria orgânica do solo. Estudo recente demonstrou que solos localizados em grandes altitudes fornecem maior quantidade de bactérias com propriedades funcionais para os frutos, sendo assim a presença de comunidade bacteriana com alta diversidade funcional pode melhorar o processamento de compostos, fornecendo enzimas que podem ser úteis para o processo de fermentação desejável da mucilagem do café contribuindo para formação de aromas e sabores característicos (VELOSO et al., 2020).

Estudo realizados na região de montanhas do Espírito Santo em altitude, variando de 774 a 1033 metros de altitude, verificou-se uma variação na percepção sensorial da bebida dos cafés processados por diferentes métodos de fermentação, indicando que nas zonas mais quentes, ou seja, em altitudes menos elevadas, os cafés apresentaram nuances amadeiradas, cereais e adstringentes ao paladar, enquanto que em locais mais frios, apresentaram nuances mais exóticas para a qualidade como frutado, floral, chocolate, caramelo, entre outras (PEREIRA et al. , 2020).

2.7. Colheita e a Qualidade do Café Arábica

O processo de maturação do fruto tem início com aumento da atividade respiratória, síntese de etileno, metabolismo de açúcares e ácidos, degradação da clorofila e metabolismo de substâncias responsáveis pela mudança da coloração da casca. Também ocorre redução da adstringência e síntese de compostos voláteis tais como aldeídos, ésteres, cetonas e álcoois (APARECIDO et al., 2018).

O fruto maduro é a matéria prima para produção de cafés especiais. Nesse estágio ele apresenta maior peso, teor de açúcares, atividade da polifenoloxidase,

baixos teores de compostos fenólicos totais, cafeína e lixiviação de potássio. Diferente do fruto verde que apresenta menores teor de açúcares, atividade da polifenoloxidase, peso e maiores teores de compostos fenólicos. Assim, a correta colheita é decisiva para obtenção de maior rendimento em cafés superiores (FAGAN et al., 2011; PIMENTA, 2020).

Devido à presença de frutos em vários estádios de maturação (verde, maduro, passa e seco) nas plantas, deve-se otimizar a colheita de frutos maduros, desejáveis para produção de cafés superiores. Para isso, a colheita deve ser, preferencialmente, seletiva quando viável economicamente. Esse processo é mais viável para agricultores familiares que tenha disponibilidade de mão-de-obra e comercializa micro-lotes de café direcionados a nichos de mercados com maior valor agregado. Em casos que a colheita seletiva não tenha viabilidade, deve-se realizar a colheita por derriça manual ou mecanizada, iniciando com 80% dos frutos maduros. Deve-se mapear os talhões e iniciar por aqueles de maturação precoce (BORÉM et al., 2020).

A colheita deverá obrigatoriamente ser realizada na peneira ou no pano e o café colhido deverá ser acondicionado em sacos de ráfia e mantido na sombra onde as temperaturas são mais amenas. Frutos de varrição, que podem apresentar processo de deterioração, nunca deverão ser misturados com o café colhido, em nenhuma das etapas da colheita e pós-colheita. O tempo máximo que os frutos recém-colhidos deverão chegar na unidade de processamento é de 8h, para evitar fermentações indesejáveis (BRANDO 2004, MALTA et al., 2020; PERREIRA et al., 2020).

2.8. Método de Processamento e a Qualidade do Café Arábica

O processamento do café arábica pode ser realizado de formas distintas, mantendo-se o fruto intacto, comumente denominado de café natural (via seco ou Dry), ou processando-o por via-úmida (wet process), sendo que esses métodos podem ser desdobrados na seguintes variações: removendo-se apenas a casca e parte da mucilagem, denominado cereja descascado (CD); removendo-se a casca e a mucilagem mecanicamente (desmucilado); ou removendo-se a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação (despolpado) (REINATO et al., 2012; MARTINS et al., 2020).

Trabalhos realizados analisando as alterações fisiológicas e bioquímicas das sementes de cafés processada por diferentes métodos, tem comprovado a diferença na atividade metabólica das sementes. Maiores valores de atividade da enzima isocitrato liase (ICL), assim como maior acúmulo de β -tubulina são encontrados em sementes de café em pergaminho comparativamente aos cafés naturais, indicando assim maior atividade germinativa e fisiológica nas sementes despulpadas (RIBEIRO et al., 2016).

O método de processamento influencia também na composição de voláteis do café torrado, sendo que estudos constataram semelhança no perfil de voláteis do café natural e descascado. O método de processamento despulpado gera composição mais rica qualitativa e quantitativamente de voláteis, quando comparado aos outros processamentos, com forte associação com derivados das reações de Maillard e degradação de Strecker (ARRUDA et al., 2012).

O método de processamento possui associação estreita com os tipos de açúcares encontradas nos grãos crus, sendo que os cafés processados por via úmida apresentaram menores quantidades de glicose e frutose, quando comparados com cafés processados por via seca (KNOPP, 2005; TASSEW et al., 2021).

Os frutos de café ao serem processados permitem o surgimento de fermentações espontânea ou selvagem, que desencadeia uma série de reações químicas e bioquímicas que influencia na qualidade sensorial do café. Os açúcares e pectinas presentes na mucilagem permitem o crescimento de microrganismos, especialmente bactérias e leveduras. Autores têm discutido que as fermentações espontâneas ocorrem durante o processamento via-úmida e via natural, em razão de uma gama de microrganismos presentes nos frutos, como as bactérias, as leveduras e fungos filamentosos (PEREIRA et al., 2013; EVANGELISTA et al., 2014; MARTINS et al., 2020).

2.9. Secagem e a Qualidade do Café Arábica

Secagem pode ser definida como processo simultâneo de transferência de energia e massa entre o produto e o ar de secagem e consiste na remoção do excesso de água contido no grão de café por meio de evaporação, geralmente causada por

convecção forçada do ar aquecido de modo a permitir a manutenção da qualidade durante o armazenamento (PIMENTA, 2020).

É processo tão importante que se for realizado de forma inadequado, pode causar sérios prejuízos ao cafeicultor. Seca excessiva dos grãos provoca perda de peso, aumenta grãos quebrados durante o beneficiamento e aumenta os gastos com mão-de-obra, lenha e energia elétrica. Por outro lado, o café mal secado, ainda úmido, tem seu valor depreciado devido ao mau aspecto (grãos manchados, esbranquiçados) e propicia má conservação no armazenamento, podendo proporcionar condições favoráveis à contaminação por ocratoxina (BORÉM, 2014).

O método de secagem, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar no secador e tempo de secagem influenciam no processo e podem comprometer a qualidade do produto final. Dependendo dos aspectos tecnológicos envolvidos a secagem pode ser natural, realizada em terreiro, ou artificial, através de secadores mecânicos (BORÉM et al., 2018).

A secagem em terreiro tem como principal vantagem seu baixo custo com energia, pois a fonte de calor é a radiação solar. Em condições favoráveis e manejo correto, proporciona produto de qualidade. É o método de secagem mais correto sob o ponto de vista ambiental por não utilizar queima de combustível. Entretanto, a qualidade final do produto pode ser comprometida se as condições climáticas forem desfavoráveis e aliadas ao manejo incorreto da secagem. Os terreiros devem ser construídos em áreas planas ou levemente ondulada, bem ensolaradas e ventiladas, sempre que possível deve ser construído abaixo das lavouras e de instalações de recepção dos grãos e acima das instalações de armazenamento e beneficiamento. Preferencialmente, devem ser de concreto, pois são mais eficientes e apresentam menores riscos de comprometimento da qualidade (ALVES et al., 2017).

Para proporcionar segurança e boa secagem dos grãos pode-se utilizar a cobertura plástica do terreiro que melhora a eficiência de secagem e qualidade final de bebida, principalmente em locais de elevada umidade relativa do ar durante o período de secagem. Nas Montanhas do ES (850m), grãos despulpados, naturais, naturais lavados e naturais verdes apresentaram melhora global de bebida em terreiro de concreto coberto que naquele sem cobertura, indicando a necessidade do uso

adicional dessa tecnologia para a secagem dos grãos para obtenção de maior qualidade dos grãos (TRISTÃO et al., 2020).

São vários os fatores que influenciam a secagem do café: método de secagem, temperatura e umidade relativa do ar de secagem, velocidade do ar e tempo de secagem. A falta de controle desses fatores pode comprometer a qualidade do produto final. Para proporcionar uma secagem favorável à qualidade do café, os terreiros devem ser construídos em áreas de topografia plana ou levemente ondulada, a fim de que os gastos com terraplenagem sejam reduzidos, além de bem ensolaradas e ventiladas. Sempre que possível, o terreiro deve ser construído abaixo das lavouras e das instalações de recepção do café e acima das instalações de armazenamento e beneficiamento (OLMOS, 2017; PIMENTA, 2020).

2.10. Análise Sensorial Do Café Arábica

Os métodos de análise sensorial mais usado pelos degustadores e aceito pelo mercado internacional de café, são baseados em análises descritivas, onde os avaliadores distribuem notas a atributos sensoriais de bebida, entre estes métodos o que tem maior destaque e o da Specialty Coffee Association (SCA, 2015).

Na avaliação sensorial dos cafés de acordo com o método da Specialty Coffee Association (SCA), os atributos são agrupados em duas categorias, a primeira, representada pela fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, equilíbrio, finalização e impressão global, que são pontuados, segundo sua qualidade, em uma escala de 6 a 10 pontos, com intervalos de 0,25 pontos, e a outra representada pela uniformidade, doçura e xícara limpa (ausência de defeitos), onde os atributos são pontuados, em uma escala de 0 a 10 pontos, sendo atribuídos 2 pontos para cada xícara que apresentar normalidade quanto à uniformidade, à doçura e à xícara limpa, avaliando-se 5 xícaras por amostra, sendo considerados especiais os cafés que, mediante avaliação sensorial pelo método da SCA, apresente nota final igual ou superior a 80 pontos (SCA, 2015).

Vários trabalhos tem demonstrado a existência de bom grau de repetibilidade e confiança na avaliação dos provadores seguindo o método de avaliação sensorial da SCA. O número de provadores necessários para níveis de certeza na avaliação

dos cafés testados varia em função dos atributos da bebida, do método de estimação e do ano avaliado, variando de 3 a 13 provadores. Para a avaliação da nota final são necessários entre 4 e 14 provadores (PERREIRA et al., 2020).

2.11. Classificação por Peneira dos Grãos de Café

O café após ter sido colhido, preparado e beneficiado, passa por algumas avaliações baseadas em características físicas (tamanho, formato, coloração e uniformidade dos grãos), estas para fins de comercializações do café.

A classificação por peneira é determinada de acordo com o tamanho e formato dos grãos que são avaliados na passagem de uma amostra de 100 g de café em um jogo de peneiras de tamanhos diferentes, podendo ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação oficial do café por peneira

| Classificação do Café por Peneira | |
|--|--------------|
| Tamanho e formato | Peneiras |
| Grão chato graúdo | 17, 18 e 19 |
| Grão chato médio | 15 e 16 |
| Grão chato miúdo | 14 e menores |
| Grão moca graúdo | 11, 12 e 13 |
| Grão moca médio | 10 |
| Grão moca miúdo | 9 e menores |

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

A classificação por peneira avalia a homogeneidade dos grãos com relação ao seu tamanho para que haja uma torra mais uniforme, garantindo qualidade no processo. Grãos menores atingem o ponto de torra mais rápido, podendo ser carbonizados, enquanto os grãos maiores atingem o ponto ideal de torra. Sendo assim, conferem sabores e aromas desagradáveis à bebida. Portanto, quando o café não for submetido à separação de acordo com o tamanho dos grãos, ou se enquadrar em quatro ou mais peneiras, será considerado bica corrida (FERNANDES et al., 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Experimento

Os experimentos estão sendo conduzidos em unidades experimentais do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural, localizadas nos seguintes ambientes:

1. Município de Mantenópolis - ES (18° 51' 35" S e 41° 7' 12" W, 750 m de alt.), sendo que a região possui topografia inclinada e solo do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico. A média anual de precipitação é de 983,1 mm, sendo sazonalmente dividido em dois períodos. Um chuvoso, entre os meses de outubro a abril, com um total de 874,6 mm, o que corresponde a 89 % do total acumulado anual e um período menos chuvoso entre os meses de maio a setembro, com um total de 108,4 mm que corresponde a 11 % do total.

A temperatura média anual é de 20,9 °C, com a maior média ocorrendo no mês de fevereiro, com 23,4 °C, caracterizando como um mês típico de verão e a menor média ocorre no mês de julho 17,6 °C, período em que ocorrem temperaturas amenas na região.

2. Município de Conceição do Castelo - ES (20° 21' 50" S e 41° 14' 57" W, 850 m de alt.), a região possui topografia inclinada e solo do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico. A média anual de precipitação é de 1.386,2 mm, sendo sazonalmente dividido em dois períodos. Um chuvoso, entre os meses de outubro a abril, com um total de 1.182,2 mm, o que corresponde a 85,3 % do total acumulado anual e um período menos chuvoso entre os meses de maio a setembro, com um total de 204 mm que corresponde a 14,7 % do total.

A temperatura média anual é de 20,7 °C, com a maior média ocorrendo no mês de fevereiro, com 23,6 °C, caracterizando como um mês típico de verão e a menor média ocorre no mês de julho 17,4 °C, período em que ocorrem temperaturas amenas na região.

3. Município de Muniz Freire - ES (20° 27' 45" S e 41° 24' 55" W, 1.000 m de alt.), a região possui topografia inclinada e solo do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico. A média anual de precipitação de 1.373,8 mm, sendo sazonalmente dividida em dois

períodos. Um chuvoso, entre os meses de outubro a abril, com um total de 1.190,8 mm, o que corresponde a 86,7 % do total acumulado anual e um período menos chuvoso entre os meses de maio a setembro, com um total de 183 mm que corresponde a 13,3 % do total.

A temperatura média anual é de 20 °C, com a maior média ocorrendo no mês de fevereiro com 23 °C, caracterizando como um mês típico de verão e a menor média ocorre no mês de julho 15°C, período em que ocorrem temperaturas amenas na região. Em relação às temperaturas máximas, os valores oscilam entre 24 °C em julho e 31 °C em fevereiro.

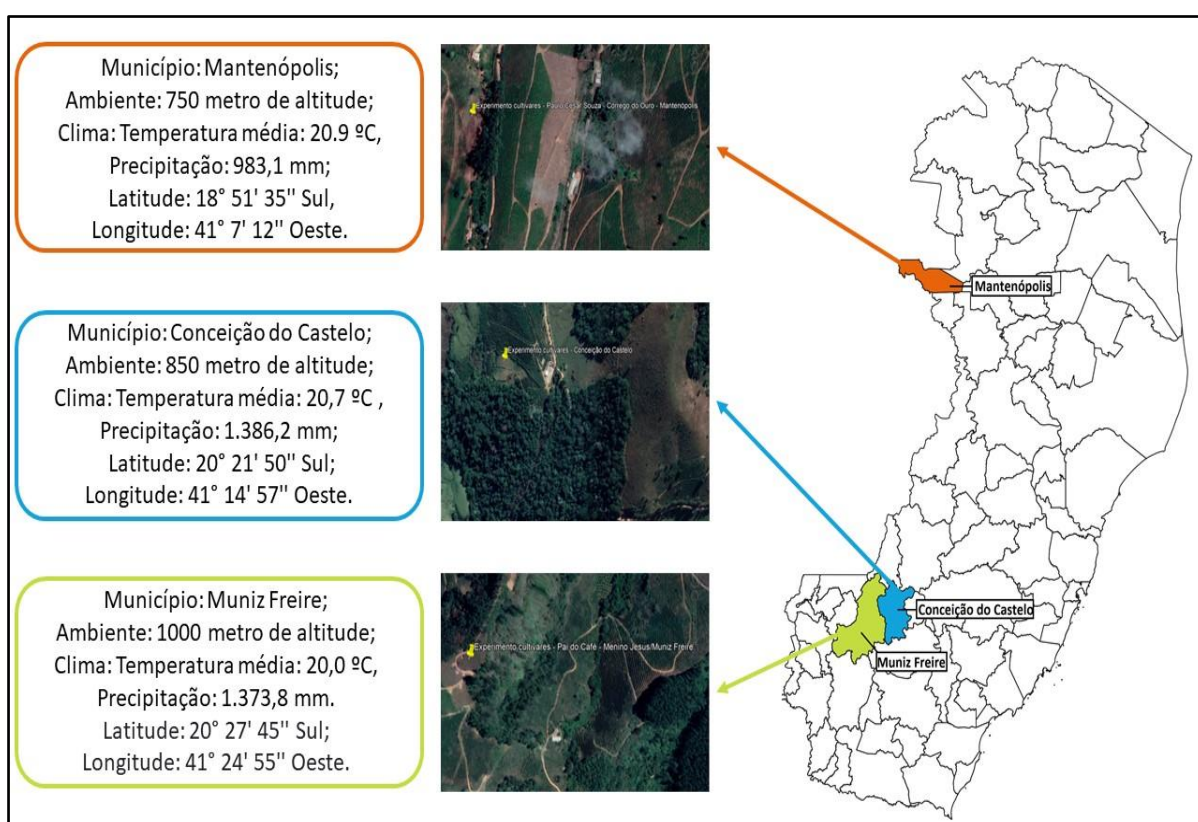


Figura 2 – Localização, altitude, temperatura média anual, precipitação média anual e coordenadas geográficas das unidades experimentais.

Fonte: Autor.

As lavouras foram plantadas em março de 2018, no espaçamento de 2,5 metros entre linhas e 1.0 metro entre plantas. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de subparcelas, sendo as parcelas compostas por dez cultivares e as subparcelas por dois processamentos, Cereja Descascado e natural. A Tabela 2, abaixo apresenta as dez cultivares estudadas, com respectivas caracterizações de maturação, resistência à ferrugem, cor do fruto, genealogia e produtividade.

Tabela 2 – Descrição das características como, cor do fruto, ciclo de maturação, resistência a ferrugem, genealogia e produtividade das cultivares avaliadas

| Cultivar | Cor do Fruto | Ciclo de Maturação | Resistência Ferrugem | Genealogia | Produtividade (sc/ha) |
|------------------|--------------|--------------------|----------------------|---|-----------------------|
| Catucái 785-15 | Vermelho | Precoce | MR | Cruzamento natural entre as cultivares Icatu e Catuaí. | 51.90* |
| Catucái 2 SL | Amarelo | Média | MR | Cruzamento natural entre as cultivares Icatu e Catuaí. | 54.00* |
| Catucái 24/137 | Amarelo | Média | MR | Cruzamento natural entre as cultivares Icatu e Catuaí. | 50.70* |
| Catuaí IAC 44 | Vermelho | Média | S | Cruzamento artificial entre as cultivares Caturra Amarelo IAC 476-11 e Mundo Novo IAC 374-19. | 44.40* |
| Catiguá MG2 | Vermelho | Médio | AR | Cruzamento entre Catuaí Amarelo IAC 86 e Híbrido do Timor UFV 440-10. | 37.97** |
| IPR 103 | Vermelho | Tardio | MR | Cruzamento natural entre as cultivares Icatu e Catuaí. | 56.85** |
| Tupi IAC 1669-40 | Vermelho | Precoce | AR | Cruzamento entre as cultivares Villa Sarchi e Híbrido do Timor CIFC 832-2. | 42.20* |
| Arara | Amarelo | Tardio | AR | Cruzamento natural entre a cultivar Icatu e Sarchimor. | 50.30* |
| Japi | Vermelho | Tardio | AR | Cruzamento natural entre as cultivares Icatu e Catuaí. | 53.80* |
| Acauã | Vermelho | Tardio | AR | Cruzamento entre a cultivar Mundo Novo IAC 388-17 e Sarchimor IAC 1668. | 50.90* |

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2008); Matiello et al. (2020); Legenda: MR - Moderadamente Resistente; S - Suscetível; AR – Altamente Resistente.

* Média de produtividade em sacas beneficiadas por hectares de 10 safras 2005 a 2014, (KROHLING et al., 2018).

** Média de produtividade em sacas beneficiadas por hectares de 7 Safras (FERRÃO et al., 2021).

As práticas de manejo nos ensaios foram padronizadas de acordo com as recomendações preconizadas pela pesquisa (MATIELLO, 2020).

3.2. Colheita do Café

A colheita foi realizada a partir de maio de 2021, de forma manual e seletiva dos frutos maduros (20L/parcela) em peneira nas cinco plantas centrais das parcelas úteis.

3.3. Processamento

Após a colheita, os frutos de cafés de cada parcela foram lavados em baldes de PVC com capacidade de 20 L para a separação dos frutos do tipo boia e impurezas. Em seguida os frutos maduros foram separados da seguinte forma: foram direcionados 5.0 litros de café maduro por parcela para compor o processamento natural, sendo que estas amostras foram encaminhadas diretamente para o terreiro para secagem.

Também foram direcionados 5 litros de café maduro por parcela para compor o processamento cereja despulpado conduzido por meio de fermentação espontânea, sendo que estas amostras foram encaminhadas para o descascador de cereja com capacidade de 500 litros por hora da marca Paline Alves para retirada da casca e, em seguida, encaminhada para baldes de PVC com capacidade de 5.0 litros com água na proporção de 30% em relação ao volume de café, onde permaneceram por 24 horas, para retirada da mucilagem.

Após este processo o café foi encaminhado para secagem. A Figura 3 abaixo ilustra todas as etapas de processamento realizada no trabalho.

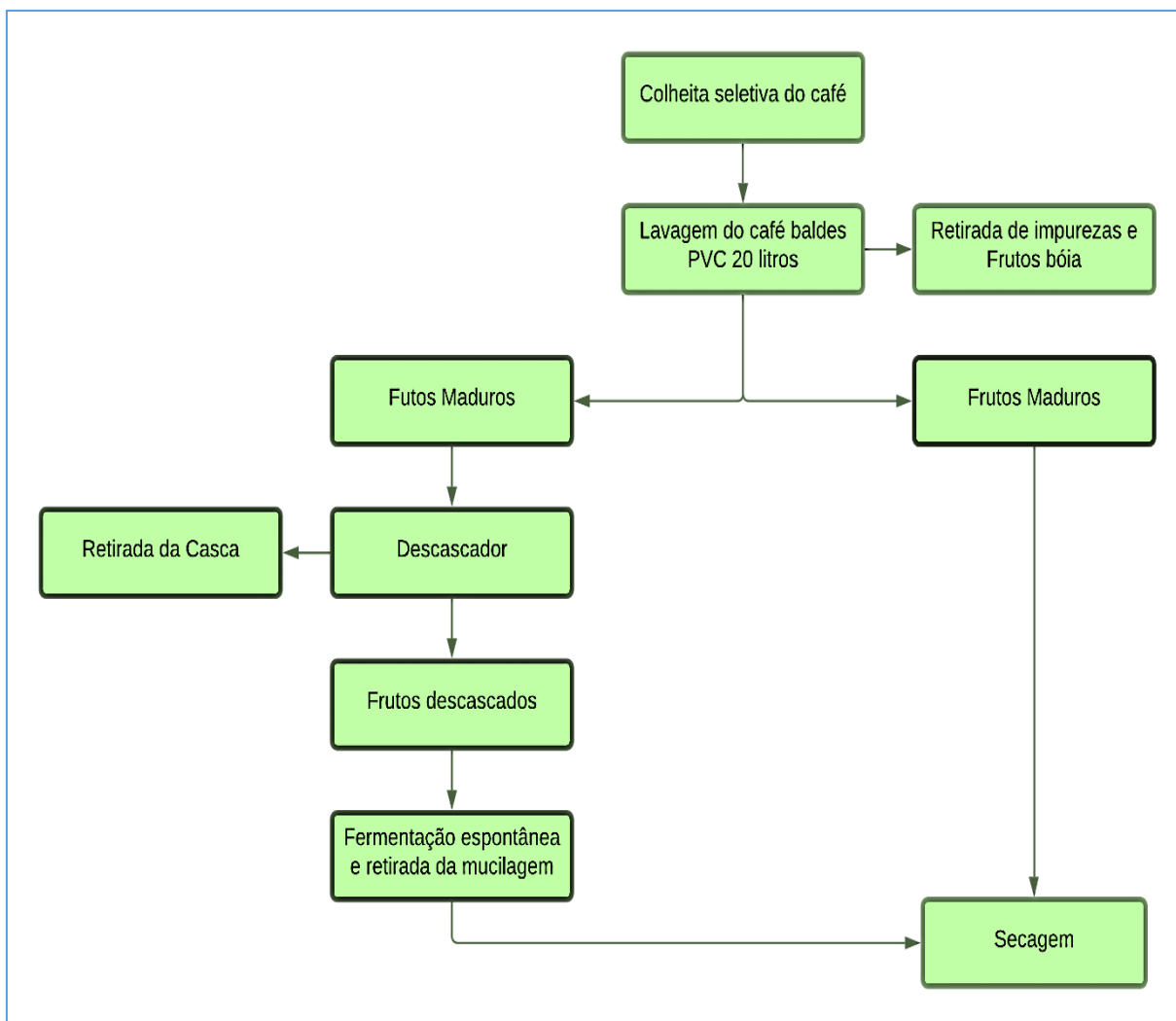


Figura 3 – Etapas dos processamentos dos cafés.

Fonte: Autor

3.4. Secagem do Café

A secagem foi realizada em terreiro suspenso com cobertura plástica. O processo de secagem ocorreu da seguinte forma: no primeiro dia o café foi espalhado em camadas finas de 7 litros por m²; no segundo dia essa camada foi dobrada para 14 litros por m²; no terceiro dia o café foi espalhado em camadas de 3 cm; a partir do quinto dia o café passa a ser seco em camadas de 5 cm, sendo está mantida até a finalização da secagem quando o café atingiu 11% ±1 de umidade (base úmida, bu). Durante o período de secagem o café foi revolido de 10 a 12 vezes ao longo de cada dia, sendo mantida a higiene constante do local (PIMENTA, 2020).

Após a secagem, as amostras foram armazenadas por 30 dias em embalagens de alta barreira de proteção da marca Grain Pro, em tulhas sobre estrados de

madeiras. Após o período de armazenagem, as amostras foram beneficiadas em máquinas para beneficiamento de amostras com capacidade de 50 kg por hora, da marca Paline e Alves, sendo que em seguida foram embaladas em sacolas plásticas com capacidade de 500g após beneficiamento foram encaminhadas para o laboratório de análise sensorial e física de café do INCAPER localizado no município de Venda Nova do Imigrante - ES, para realização das análises sensoriais e física dos grãos.

3.5. Preparo das Amostras e Torra dos Cafés

Ao chegar ao laboratório as amostras foram codificadas e passadas na peneira 16 para padronização dos cafés, em seguida foram catadas para retirada dos defeitos, sendo pesado 100g para realização das avaliações sensoriais.

As avaliações sensoriais foram realizadas por cinco profissionais credenciados, para a avaliação de cafés especiais (Q-Graders), seguindo a metodologia da Specialty Coffee Association – SCA (SCA, 2015).

A torra do café foi realizada em torradores de amostras modelo Probat TP2-Leogap, de acordo com o protocolo de análise sensorial da SCA, cuja coloração correspondeu a 58 pontos da escala Agtron para o grão inteiro e 63 pontos para o grão moído, com tolerância de ± 1 ponto. Foram torrados 100 g de grãos de cada amostra, sendo a torração realizada dentro do prazo máximo de 24 horas antes da degustação e o ponto de torra determinado visualmente, utilizando-se um sistema de classificação de cor por meio de discos padronizados (SCA/Agtron Roast Color Classification System). Durante a torração, fatores que afetam o ponto de torra, como temperatura e tempo de torra, foram monitorados por termômetros e cronômetros, respectivamente, respeitando-se a faixa de tempo entre 8 minutos e 12 minutos. Os grãos denominados “quakers” foram retirados da amostra torrada, em virtude de suas características depreciativas nos atributos sensoriais.

Para realização da moagem, foi realizada a limpeza do equipamento e trituração de um pequeno volume da amostra a ser avaliada, para que não ocorresse contaminação com resíduos de outras amostras moídas anteriormente. O moinho (modelo Carmomaq) foi regulado para que o tamanho das partículas moídas de café torrado passasse 70% do volume em peneira de furos de 20 meshs.

Cada lote de café foi degustado com 5 xícaras, sendo adotada a concentração ótima de 8,25 gramas de café moído em 150 ml de água, em conformidade com o ponto médio do gráfico de equilíbrio, ótimo para obtenção do Golden Cup (SCA, 2015).

3.6. Análise Sensorial dos Cafés

O processo de análise sensorial dos cafés foi realizado de acordo com a metodologia SCA, seguindo as etapas abaixo:

1. Avaliação da Fragrância e Aroma: foi realizada em até 15 minutos, após a moagem do café, as amostras em pó foram avaliadas, segundo a sua fragrância. Em seguida foi realizada a hidratação do pó com água a $92^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, formou-se uma crosta, a qual foi mantida durante 4 minutos, para a primeira percepção do aroma formado compostos voláteis em vapor. Após os 4 minutos, foram realizadas as rupturas das crostas para avaliação do aroma.

2. Sabor: Após a retirada da espuma sobrenadante, a análise gustativa foi iniciada. O extrato de café foi sugado junto com oxigênio, com o objetivo de encobrir toda a língua, palato alto e fornecer vapores à área retro nasal. As sensações foram percebidas desde a boca ao aparelho olfativo.

3. Finalização: imediatamente após a avaliação do sabor, ao expelir o café, foi avaliada a qualidade e a persistência dos resíduos que ficaram na boca, denominado como finalização.

4. Acidez: após a avaliação da qualidade da finalização do café, a acidez foi analisada, com pronúncias na análise sensorial com variadas categorias (cítrica, licorosa, brilhante, málica, fosfórica, acética e lática) e intensidades, sendo primordial a sua verificação para qualificá-las.

5. Corpo: com a verificação da acidez, o atributo “corpo da bebida” foi observado pela intensidade de percepção tátil do líquido com a boca. A viscosidade da bebida do café denota a quantidade de carboidratos e sólidos solúveis.

6. Equilíbrio: posteriormente, foi avaliado o equilíbrio das bebidas dos cafés. É a sinergia entre o sabor, finalização, acidez e corpo, de forma a verificar se ocorre um

bom equilíbrio, o que reflete na pontuação. Eles podem se complementar em harmonia ou contrastar-se.

7. Uniformidade: neste requisito analisado, buscou-se a igualdade entre todas as xícaras do lote em todos os atributos avaliados. A cada xícara desuniforme (pelo sabor, finalização, acidez, corpo, xícara com defeito, com diferente doçura), dois pontos foram penalizados.

8. Xícara Limpa: foi(ram) penalizada(s) a(s) xícara(s) nas quais houvesse a identificação e perda de qualidade decorrente de defeito (s) na bebida. A cada xícara com defeito, dois pontos foram penalizados. – Defeitos: No final da ficha de avaliação sensorial da SCA, os defeitos foram avaliados de duas maneiras, além da identificação do quesito xícara limpa. – Defeitos Leves: refere-se a um sabor desagradável de menor intensidade, atribuindo-se a penalização de dois pontos por xícara que evidenciá-los. – Defeitos Graves: quando a bebida apresentar características sensoriais inaceitáveis, como exemplo, fermentações indesejáveis (4 pontos de penalização por xícara). – A soma dos defeitos (leves e graves) é subtraída da soma total obtida após a avaliação sensorial.

9. Doçura: refere-se ao sabor doce da bebida. Foi penalizada com dois pontos a xícara que apresentou um intenso amargor indesejável, proveniente da origem do café, cultivar, ou por processo depreciativo da qualidade (ex: café com fermentação indesejável).

10. Impressão Global (Geral): buscou-se, nessa avaliação, refletir a total coerência em relação à avaliação sensorial feita pelo provador credenciado. Expressou-se o julgamento pessoal do provador.

Nessa avaliação foram atribuídas notas, da seguinte forma, os atributos fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, balanço e geral, receberam notas de 6 a 10 com intervalos de $\frac{1}{4}$ de ponto (0,25) entre os valores numéricos, conforme tabela abaixo. A tabela 3 abaixo, demonstra as escalas de valores de acordo com a metodologia SCA.

Tabela 3 – Escala de valores qualidade de acordo com metodologia SCA

| Bom | Muito Bom | Excelente | Excepcional |
|------|-----------|-----------|-------------|
| 6.00 | 7.00 | 8.00 | 9.00 |
| 6.25 | 7.25 | 8.25 | 9.25 |
| 6.50 | 7.50 | 8.50 | 9.50 |
| 7.75 | 7.75 | 8.75 | 9.75 |

Fonte: SCA (2015).

Os atributos doçura, xícara limpa e uniformidade as notas foram atribuídas de 0 a 10, com intervalos numéricos de 2 pontos.

Após a avaliação sensorial, foi calculado o resultado por meio da somatória dos 10 atributos. A figura 4 abaixo, demonstra a chave de resultados para a descrição da qualidade final do café a partir do resultado da análise sensorial.

Tabela 4 – Valores padrão para determinação sensorial da qualidade de cafés arábica

| Pontuação Total | Descrição | Classificação |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|
| 90 - 100 | Exemplar | Specialty Rare |
| 85 - 89,99 | Excelente | Specialty Origin |
| 80 - 84,99 | Muito Bom | Premium |
| < 80 | Abaixo da qualidade Specialty | Abaixo de Premium |

Fonte: SCA (2015).

Também foram avaliados os descritores sensoriais ou nuances, citadas pelos avaliadores no campo observação. Os descritores foram interpretados considerando seus respectivos ângulos da roda de sabores da SCA. A roda de sabores da SCA foi desenvolvida para cafés especiais, organizando os descritores sensoriais mais utilizados pelos provadores Q-Graders (SCA, 2015).

3.7. Avaliação da Granulometria dos Grãos de Café

As avaliações granulométricas dos grãos de café, foram realizadas da seguinte forma: foram pesados 100 g de grãos de café beneficiados de cada parcela, em seguida estas amostras passaram por um conjunto de peneiras para avaliação de grãos chatos na seguinte ordem: peneiras 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13 e fundo, sendo os cafés agrupados em peneira 17 e maior considerado peneira graúda; peneira 15-16 considerado peneira média e peneira 14 e menor considerado peneira miúda

(BRASIL, 2003). Em seguida os grãos de cada grupo foram pesados em balança digital com 0.1 g de precisão modelo Scale para determinação da porcentagem.

3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICA

Para a comparação da nota final de bebida e porcentagem peneiras graúdas, das dez cultivares de café arábica, foi realizada análise de variância dos experimentos, sendo que, quando possível as médias comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott. Para verificação das relações funcionais lineares entre altitude e as notas finais de bebidas das cultivares, foi utilizado o modelo de regressão linear.

Os contrastes de médias e de grupo de médias foram comparados pelo teste de Scheffer ($p \leq 5\%$). A Tabela 5 abaixo especifica os contrastes avaliados.

Tabela 5 – Contrastes avaliados

| Contraste | Finalidade |
|--|---|
| $C_1 = 2\widehat{m}_1 + 2\widehat{m}_7 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5$ | Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de maturação precoce com grupo de cultivares de maturação média. |
| $C_2 = 2\widehat{m}_1 + 2\widehat{m}_7 - \widehat{m}_6 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9 - \widehat{m}_{10}$ | Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de maturação precoce com grupo de cultivares de maturação tardia. |
| $C_3 = \widehat{m}_2 + \widehat{m}_3 + \widehat{m}_4 + \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9 - \widehat{m}_{10}$ | Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de maturação média com grupo de cultivares de maturação tardia. |
| $C_4 = 4\widehat{m}_1 + 4\widehat{m}_4 + 4\widehat{m}_5 + 4\widehat{m}_6 + 4\widehat{m}_7 + 4\widehat{m}_{10} - 6\widehat{m}_2 - 6\widehat{m}_3 - 6\widehat{m}_8 - 6\widehat{m}_9$ | Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de frutos vermelho com grupo de cultivares de frutos amarelo. |
| $C_5 = 4\widehat{m}_4 - \widehat{m}_1 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_6$ | Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares suscetíveis a ferrugem com grupo de cultivares moderadamente resistentes. |
| $C_6 = 5\widehat{m}_4 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_7 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9 - \widehat{m}_{10}$ | Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares suscetíveis a ferrugem com grupo de cultivares altamente resistentes. |

| | |
|---|--|
| $C_7 = 5\widehat{m}_1 + 5\widehat{m}_2 + 5\widehat{m}_3 + 5\widehat{m}_6 - 4\widehat{m}_5 - 4\widehat{m}_7 - 4\widehat{m}_8 - 4\widehat{m}_9 - 4\widehat{m}_{10}$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares modernamente resistente a ferrugem com grupo de cultivares altamente resistentes.</p> |
| $C_8 = \widehat{m}_1 + \widehat{m}_2 + \widehat{m}_3 + \widehat{m}_6 + \widehat{m}_9 - 5\widehat{m}_4$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de origem Catuaí com grupo de origem Catuaí.</p> |
| $C_9 = 2\widehat{m}_1 + 2\widehat{m}_2 + 2\widehat{m}_3 + 2\widehat{m}_6 + 2\widehat{m}_9 - 5\widehat{m}_8 - 5\widehat{m}_{10}$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de origem Catuaí com grupo de cultivares de origem Sarchimor.</p> |
| $C_{10} = 2\widehat{m}_1 + 2\widehat{m}_2 + 2\widehat{m}_3 + 2\widehat{m}_6 + 2\widehat{m}_9 - 5\widehat{m}_5 - 5\widehat{m}_7$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de origem Catuaí com grupo de cultivares de origem Híbrido de Timor.</p> |
| $C_{11} = 2\widehat{m}_4 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_{10}$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de origem Catuaí com grupo de cultivares de origem Sarchimor.</p> |
| $C_{12} = 2\widehat{m}_4 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_7$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de origem Catuaí com grupo de cultivares de origem Híbrido de Timor.</p> |
| $C_{13} = \widehat{m}_8 + \widehat{m}_{10} - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_7$ | <p>Comparar médias das notas finais de bebida do grupo de cultivares de origem Sarchimor com cultivares de origem Híbrido de Timor.</p> |

Fonte: Autor

Foram realizadas análises de componentes principais para agrupar os cafés quanto às suas características sensoriais e tamanho de grãos mediante exames visuais em dispersões gráficas. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa R (R Core Team, 2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da Qualidade Sensorial De Bebida Das Cultivares Processadas Pelo Método Cereja Despolpado Nos Ambientes Avaliados

Os resultados apresentados na Tabela 6, mostra as notas finais das cultivares estudadas em três ambientes (altitudes) e para o processamento cereja despolpado. É possível verificar que todas as cultivares apresentaram potencial para produção de cafés especiais acima de 80 pontos, (SCA, 2015), com notas oscilando entre 82,5 a 89,25, demonstrando a aptidão dessas cultivares para a produção de cafés especiais, independentemente da altitude. Os resultados estão de acordo com vários relatos encontrados na literatura que demonstram o potencial genética da espécie *Coffea arabica L.*, para a produção de cafés especiais (BORÉM, 2014; RIBEIRO et al., 2016; SOBREIRA et al., 2016; BORBOSA et al., 2019).

Os resultados sugerem também a existência de variações entre as dez cultivares com relação a intensidade da nota final de bebida. Sendo que, estes resultados corroboram com diversos trabalhos utilizando marcadores moleculares, que tem demonstrado em níveis distintos, a variabilidade genética existente entre cultivares de *C. arábica L.*, (GELETA et al., 2012; SOUSA et al., 2017; MALTA et al., 2020).

Neste contexto, fica claro que a partir de cultivares tradicionais de arábica, de menor variabilidade genética, bem como de grupo de cultivares mais divergentes, como os acessos de Híbridos de Timor, Sarchimor e Catucaí é possível obter ganhos em qualidade sensorial dos cafés, aumentando a frequência de alelos favoráveis e capitalizando a interação com o ambiente e método de processamento (RIBEIRO et al., 2016).

Para a altitude de 750m a cultivar Catucaí 785-15 apresentou nota final de bebida superior às demais, seguida pela cultivar Arara e, depois, pelas demais. Já para a altitude de 850 metros, a cultivar Arara foi superior que as demais. Para o ambiente de altitude de 1000m, a cultivar Arara apresentou também nota final superior que as das demais cultivares. Em médias, as cultivares Catucaí 785-15 e Arara apresentaram as maiores notas finais de bebida. As duas cultivares apresentaram também maior adaptabilidade aos diferentes ambientes estudados, mostrando que

quando a cultivar apresenta potencial genético para manifestar sabores e aromas distintos, melhor qualidade de bebida poderá ser obtida em diversos ambientes. Nesse caso, ainda que ocorram variações na intensidade dos atributos sensoriais, a cultivar continuará sendo reconhecida pelo seu sabor e aroma característicos, inerente à sua própria constituição genética (BARBOSA et al., 2019; FERNANDES et al., 2020).

O melhor desempenho da nota final de bebida dessas cultivares pode estar associado ao fato de possuírem como genitores comum a cultivar Icatu, proveniente da hibridação interespecífica entre o *C. canephora* e *C. arabica*, sendo assim, a introgressão de genes de *Coffee canephora* com maior adaptação a condições de adversidade biótica e abiótica, podem favorecer o metabolismo da planta e proporcionando melhor qualidade da bebida (SOBREIRA et al., 2016).

Tabela 6 – Médias da característica nota final avaliada em dez cultivares e três altitudes para o processamento Cereja Despolpado

| Cultivares | Altitude | | | | | | Média | |
|--------------------|----------|---|-------|---|-------|---|-------|---|
| | 750m | | 850m | | 1000m | | | |
| Catucaí 785/15 | 85.58 | a | 85.13 | b | 87.83 | b | 86.18 | a |
| Catucaí 2 SL | 83.55 | c | 84.55 | b | 87.63 | b | 85.24 | c |
| Catucaí 24/137 | 83.88 | c | 84.90 | b | 88.00 | b | 85.59 | b |
| Catuaí IAC 44 | 82.85 | d | 84.18 | b | 85.85 | d | 84.29 | d |
| Catiguá MG 2 | 83.38 | c | 84.33 | b | 87.03 | c | 84.91 | c |
| IPR – 103 | 83.13 | c | 84.15 | b | 86.78 | c | 84.68 | d |
| Tupi - IAC 1669-40 | 83.43 | c | 84.60 | b | 87.03 | c | 85.02 | c |
| Arara | 84.43 | b | 86.15 | a | 89.25 | a | 86.61 | a |
| JAPI | 82.25 | d | 84.85 | b | 86.25 | d | 84.45 | d |
| Acauã | 82.88 | d | 84.13 | b | 86.63 | c | 84.54 | d |
| Médias | 83,53 | | 84,70 | | 87,23 | | | |
| Média Geral | 85,15 | | | | | | | |
| CV (%) | 0,65 | | | | | | | |

Fonte: Autor

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As equações de regressão apresentados na Tabela 7, mostra que há uma tendência de aumento da nota final de bebida com o aumento da altitude. Os resultados estão em consonância com estudos realizados na região de montanhas do Espírito Santo com o café arábica (var. Catuaí IAC 81), localizadas em diferentes coordenadas geográficas, onde foi verificado que a elevação da altitude das lavouras é o atributo geográfico mais relevante para a qualidade sensorial do café arábica cereja despulpado, podendo representar um acréscimo de mais de 1 ponto na

avaliação sensorial do protocolo SCA para cada 100 m acrescidos na elevação, se mantidas as demais condições de produção (TAQUES et al., 2019).

Resultados semelhantes também foram relatados na região de Kafa, no Sudoeste da Etiópia, onde foi avaliado os efeitos da altitude sobre a qualidade sensorial de bebida do café arábica, em altitudes variando de 1600 a 1800 metros, onde os resultados demonstraram que as variáveis de qualidade, responderam de forma positiva e significativamente pelo aumento dos níveis de elevação (TASSEW et al., 2021).

Estudo realizado na Indonésia em ambientes de 700 e 900 metros, com oito genótipos de café arábica, demonstrou que os cafés produzidos em maiores altitudes apresentaram maior potencial de qualidade sensorial, apresentando efeitos positivos nas características de fragrância, aroma, sabor, finalização, acidez, equilíbrio e nota geral. O estudo demonstrou também que os efeitos da altitude influenciaram de forma positiva no desempenho de compostos bioquímicos ligados a qualidade como, teores de cafeína, trigonelina e sacarose (NUGROHO et al., 2020).

As temperaturas mais amenas encontradas de forma recorrentes em maiores altitudes tem sido relatada na literatura como um dos fatores ambientes mais determinantes, associado a melhoria da qualidade sensorial de bebida do café, tendo em vista que, promovem redução do stress induzido pelo calor nas plantas, aumentando assim a razão entre as folhas e os frutos e por conseguinte a taxa fotossintética líquida e também há um prolongamento do período de granação e maturação dos frutos de café, sendo que esta situação traduz-se em maior oferta de carboidratos para o desenvolvimento e enchimento dos grãos (VAAST et al., 2006; BORÉM et al., 2020).

Vários relatos encontrados nas literaturas mostram relações positivas entre elevação da altitude e teores de cafeína, trigonelina e açúcares totais que são compostos diretamente relacionados na formação de aromas e sabores do café (AVELINO et al., 2005; MINTESNOT et al., 2018). Alguns trabalhos, também tem sugerido que cafés cultivados em maiores altitudes, retém maior quantidade de proteína, sendo que a mesma possui grande importância na formação de precursores de aromas e sabores, por meio de produtos de sua decomposição, nas reações

durante a torração, liberam compostos como carbonilas, aminas e sulfeto de dimetil (ERTRANND et al., 2012; WORKU et al., 2018).

Estudos recentes demonstram que solos localizados em altitudes elevadas fornecem maior quantidade de bactérias com propriedades funcionais para os frutos, sendo assim a presença de comunidade bacteriana com alta diversidade funcional pode melhorar o processamento de compostos, fornecendo enzimas que podem ser úteis para o processo de fermentação desejável da mucilagem do café, contribuindo para formação de aromas e sabores característicos (VELOSO et al., 2020).

Tabela 7 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da nota final em função da altitude em dez cultivares, para o processamento Cereja Despolpado

| Cultivares | Regressão | R ² |
|--------------------|--|----------------|
| Catuaí 785/15 | $\hat{Y} = 77.7566 + 0.00970395^{ns}X$ | 0.7170 |
| Catuaí 2 SL | $\hat{Y} = 70.8816 + 0.0165789*X$ | 0.9713 |
| Catuaí 24/137 | $\hat{Y} = 70.9868 + 0.0168421*X$ | 0.9699 |
| Catuaí IAC 44 | $\hat{Y} = 73.7434 + 0.0121711*X$ | 0.9968 |
| Catiguá MG 2 | $\hat{Y} = 71.8882 + 0.0150329*X$ | 0.9741 |
| IPR – 103 | $\hat{Y} = 71.9441 + 0.0147039*X$ | 0.9857 |
| Tupi - IAC 1669-40 | $\hat{Y} = 72.5625 + 0.014375*X$ | 0.9943 |
| Arara | $\hat{Y} = 69.8125 + 0.019375*X$ | 0.9968 |
| JAPI | $\hat{Y} = 71.0099 + 0.0154934^{ns}X$ | 0.9257 |
| Acauã | $\hat{Y} = 71.4276 + 0.0151316*X$ | 0.9943 |
| Média | $\hat{Y} = 72.2013 + 0.0149408*X$ | 0.9908 |

Fonte: Autor

* - significativos a 5 de probabilidade, pelo teste F; ns – não significativo.

No processamento despulpado para agrupar os 30 cafés obtidos de dez cultivares e três altitudes, quanto às características sensoriais e tamanho de grãos, foram utilizados os dois primeiros componentes principais (dimensões).

De acordo com a Figura 4, é possível verificar fortes correlações entre todas as variáveis relacionadas a qualidade sensorial de bebida, conformes os ângulos agudos formados entre elas. Os resultados apontam que houve um equilíbrio entre as variáveis que compõem a qualidade sensorial de bebida do café, não sendo observado nenhuma variável com maior destaque.

Também é possível verificar na Figura 4, a dispersão dos 30 cafés obtidos de dez cultivares e três altitudes, quanto às características sensoriais e tamanho dos grãos, e pode-se observar que a dispersão com base nas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2 (Dimensões), que os cafés das

cultivares das três altitudes estão discriminados e que os dois componentes absorveram 87,31% da variação existentes nas características originais, sendo o CP1 (Dim1) com 68,51% e o CP2 (Dim2) com 18,80%.

Os cafés da altitude 1000m, apresentam maiores notas finais, que confirmam os resultados obtidos na Tabela 6, ou seja, quanto mais à direita do componente principal 1, melhores foram as pontuações finais dos cafés, sendo que a cultivar Arara se destaca pela maior nota final. A seguir os cafés da altitude 850m, que apresentam, de maneira geral, notas finais inferiores aos cafés da altitude de 1000m, confirmando a Tabela 6, onde os cafés Arara e Catuaí 785 - 15 apresentaram, respectivamente, 86,15 e 85,15 pontos. Por fim, os cafés das cultivares do ambiente de 750 metros de altitude apresentam, de maneira geral notas inferiores às das altitudes superiores. Nesta altitude a maior nota final obtida pelo café da cultivar Catuaí 785-15, 85,58 pontos, confirmando os resultados da Tabela 6.

Com relação ao tamanho dos grãos a Figura 4, mostra que houve baixa associação entre os tamanhos dos grãos e as variáveis relacionadas a qualidade sensoriais de bebidas dos cafés. Na altitude de 750m a cultivar Catuaí 24/137, apresentou maior associação com peneiras 17 e acima, enquanto que para as altitudes de 850m e 1000m as cultivares Catuaí 24/137 e Tupi IAC 1669-40 apresentaram maior porcentagem de peneiras 17 e acima. A cultivar Catiguá MG2 e Japi apresentaram maior associação com peneiras miúdas 14 e a abaixo em todas as altitudes avaliadas.

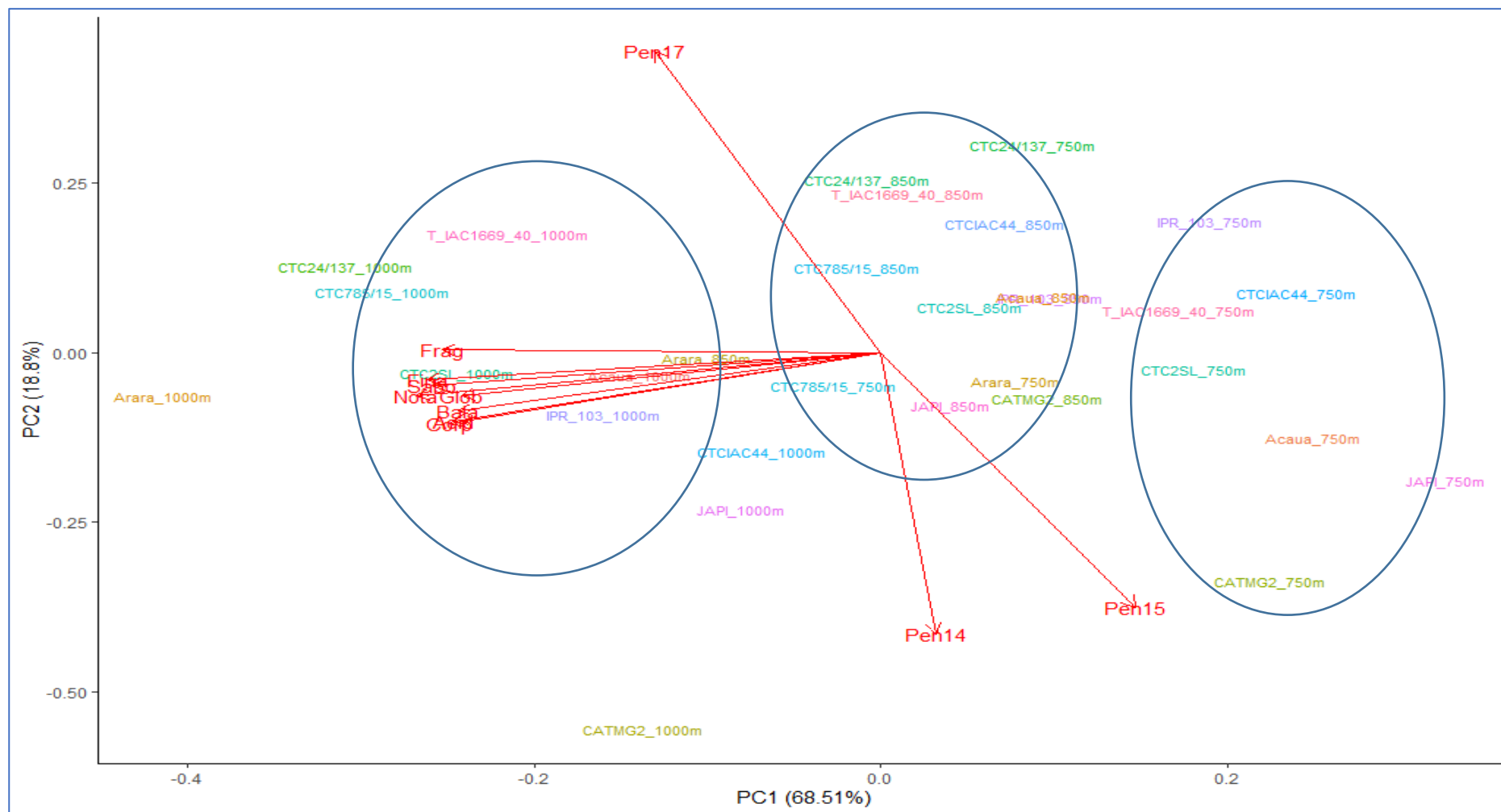


Figura 4 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais e tamanho dos grãos de 30 cafés, de dez cultivares nas altitudes de 750m, 850m e 1000m para o processamento cereja despulpado.

Os resultados da Tabela 8, mostram os contrastes e suas respectivas significâncias para os três ambientes, para o processamento Cereja Despolpado. Para o Contraste C1, cultivares de maturação precoce apresentam pontuação final de bebida superior em relação as cultivares de maturação média para o ambiente de 750m de altitude, nas demais altitudes esse contraste não foi significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de Scheffé.

O Contraste C2, apresenta resultados similares ao C1, ou seja, cultivares de maturação precoce apresentam pontuação final superior à de cultivares de maturação tardia para o ambiente de 750m de altitude, nas demais altitudes esse contraste não foi significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de Scheffé.

O contraste C3, mostra que não existem diferenças significativas entre a pontuação final das cultivares de maturações médias e tardias. Estudo realizado com genótipos de café conilon com diferentes ciclos de maturação, mostra que os genótipos de maturação precoce possuem composição de compostos voláteis, distintas dos genótipos de maturação média e tardia, sugerindo que o ciclo de maturação está associado a alterações na composição química dos frutos do café que pode ter reflexos nos teores de compostos voláteis dos grãos e nos atributos sensoriais da bebida (MACHADO et al., 2019).

O Contraste C4, mostra que as cultivares de coloração amarela apresentam pontuação final de bebida superiores às de coloração vermelha, em todos os ambientes avaliados. Estes resultados estão de acordo com trabalho realizado na região da Mantiqueira do Estado de Minas Gerais, onde foram avaliadas a qualidade sensorial de cultivares de frutos amarelos e vermelhos, processadas por via úmida em três diferentes altitudes (< 1000m, 1000-1200 e > 1200m), sendo que os cafés de frutos amarelos apresentaram notas superiores em relação aos frutos vermelhos (TAVEIRA et al., 2014).

Um dos fatores que podem explicar este resultado é a resposta das cultivares ao ambiente onde estão mais adaptadas e ao método de processamento, já que o acúmulo de compostos precursores de sabores e aromas tais como, açúcares, compostos voláteis, cafeína e outros dependem da resposta das cultivares ao ambiente e método de processamento (TAVEIRA et al., 2014; WORKU, et al., 2018).

Com relação a resistência à ferrugem, os resultados encontrados nos contrastes C5, C6 e C7, mostra que as cultivares resistentes a ferrugem possuem potencial para produção de cafés especiais acima de 80 pontos (SCA, 2015). Estes resultados estão de acordo com diversos relatos encontrados na literatura que sugerem o potencial para produção de cafés especiais das cultivares resistentes a ferrugem (PEREIRA et al., 2020; BARBOSA et al.; 2020).

O contraste C5 mostra que cultivares moderadamente resistentes à ferrugem apresentam pontuação final superior às susceptíveis para as altitudes de 750 e 1000m. Já o contraste C6 mostra que as cultivares altamente resistentes a ferrugem apresenta pontuação final superior à susceptíveis para a ambiente de altitude de 1000m. Enquanto, que no contraste C7, é possível verificar que as cultivares moderadamente resistentes à ferrugem apresentam pontuação final superiores às altamente resistentes no ambiente de 750m de altitude. De acordo com os resultados observa-se que ocorreram variações na associação da característica de resistência a ferrugem e qualidade sensorial de bebida nos diferentes ambientes estudados, em função das interações dos genótipos com os ambientes.

No entanto é possível verificar que nos ambientes de 750 metro e 1.000 metros as cultivares tolerantes a ferrugem apresentaram melhor nota final de bebida comparado as cultivares suscetíveis. Um dos fatores que podem estar associado ao melhor desempenho dessas cultivares é a maior quantidade de fotoassimilados disponíveis, principalmente na fase de crescimento ou enchimento dos grãos, tendo em vista que, sofrem menos desfolha devido a incidência da ferrugem em comparação com as cultivares suscetíveis (PERREIRA et al., 2021).

Assim, pode-se inferir também que as infecções provocadas pelo patógeno da ferrugem em cultivares susceptíveis pode desencadear reações na planta, como resultado do mecanismo de defesa e alterações na translocação de fotoassimilados. Esta situação pode provocar alterações desfavoráveis na síntese de compostos químicos no grão, afetando a qualidade sensorial da bebida em cultivares com a presença do patógeno (susceptíveis) quando comparado as cultivares resistentes, onde não houve a presença do patógeno (SILVEIRA et al., 2016). No entanto, vale

ressaltar que os danos causados pela ferrugem na qualidade sensorial da bebida do café, merecem maior aprofundamento técnico e científico.

O contraste C8, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo Catucaí, apresentaram médias de notas finais de bebida superior as cultivares do grupo Catuaí em altitude de 1000m. Enquanto que nas altitudes de 750 e 850m, não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffé a 5% de probabilidade.

No contraste C9, é possível verificar que não houve diferença significativa de acordo com teste de Sheffé a 5% de probabilidade para as notas finais de bebida entre as cultivares do grupo Catucaí e Sarchimor em todas as altitudes avaliadas.

No contraste C10, é possível verificar que não houve diferença significativa de acordo com teste de Sheffé a 5% de probabilidade para as notas finais de bebida entre as cultivares do grupo Catucaí e Híbrido do Timor em todas as altitudes avaliadas.

O contraste C11, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo Sarchimor, apresentaram médias de notas finais de bebida superior as cultivares do grupo Catuaí em altitude de 1000m. Enquanto, que, nas altitudes de 750 e 850m, não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffe a 5% de probabilidade.

O contraste C12, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo híbrido do Timor, apresentaram médias de notas finais de bebida superior as cultivares do grupo Catuaí em altitude de 1000m. Enquanto, que nas altitudes de 750 e 850m, não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffe a 5% de probabilidade.

O contraste C13, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo Sarchimor, apresentaram médias de notas finais de bebida superior as cultivares do grupo Híbrido do Timor em altitude de 1000m. Enquanto, que nas altitudes de 750 e 850m, não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffe a 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados pelos contrastes demonstram que os grupos de cultivares Catucaí, Sarchimor e Híbrido do Timor, apresentaram médias de notas

finais de bebida, superior ao grupo Catuaí, na altitude de 1000m. Estas cultivares possuem introgressão natural ou artificial de genes da espécie *Coffea canephora*, sendo introduzidas com foco na resistência a ferrugem, no entanto vários trabalhos confirmam o potencial dessas cultivares com relação a qualidade sensorial de bebida, podendo ser utilizadas como fontes de genes para melhoria e diversificação das características da qualidade sensorial de bebida (SOBREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2021).

Dessa forma pelo exposto e de acordo com os resultados apresentados pelo presente trabalho, fica evidente a possibilidade de uso dessas cultivares não apenas para resistência a pragas e doenças, mas também para melhoria e diversificação das características de aromas e sabores dos cafés.

Vários relatos encontrados na literatura, demonstram a variabilidade para os atributos sensoriais de bebidas entre cultivares geneticamente próximas dos grupos Híbrido do Timor, Sarchimor e Catucaí (Catuaí x Icatu), observando também variações na dispersão dessas, conforme o ambiente (SCHOLZ et al., 2013).

Tabela 8 - Contrastes das comparações dos grupos de médias três altitudes para o processamento Cereja Despoldado

| Contrastes | Altitude (m) | | | | | |
|---|--------------|----|--------|----|--------|----|
| | 750 | | 850 | | 1000 | |
| C ₁ = Cultivares de maturação precoce vs maturação média | 4.35 | * | 1.50 | ns | 1.20 | ns |
| C ₂ = Cultivares de maturação precoce vs maturação tardia | 5.32 | * | 0.17 | ns | 0.80 | ns |
| C ₃ = Cultivares de maturação média vs tardia | 0.97 | ns | - 1.33 | ns | -0.40 | ns |
| C ₄ = Cultivares de frutos vermelhos vs frutos amarelos | -12.53 | * | -15.15 | * | -32.00 | * |
| C ₅ = Cultivares suscetíveis a ferrugem vs moderadamente resistentes | -4.73 | * | -2.03 | ns | -6.83 | * |
| C ₆ = Cultivares suscetíveis a ferrugem vs altamente resistentes | - 2.10 | ns | -3.17 | ns | - 6.92 | * |
| C ₇ = Cultivares moderadamente resistentes vs altamente resistentes | 15.22 | * | -2.57 | ns | 6.43 | ns |

| | | | | | | |
|---|-------|----|--------|----|--------|----|
| C ₈ = Cultivares do grupo Catucaí vs Catucaí | 4.125 | ns | 2.7 | ns | 7.225 | * |
| C ₉ = Cultivares do grupo Catucaí vs Sarchimor | 0.25 | ns | -4.225 | ns | -6.425 | ns |
| C10= Cultivares do grupo Catucaí vs Híbrido de Timor | 2.75 | ns | 2.525 | ns | 2.7 | ns |
| C11= Cultivares do grupo Catucaí vs Sarchimor | -1.6 | ns | -1.925 | ns | -4.175 | * |
| C12= Cultivares do grupo Catucaí vs Híbrido de Timor | -1.1 | ns | -0.575 | ns | -2.35 | * |
| C13 = Cultivares do grupo Sarchimor vs Híbrido de Timor | 0.5 | ns | 1.35 | ns | 1.825 | * |

Fonte: Autor

* Contraste significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo teste de Teste de Scheffé.

4.2. Análise da Qualidade Sensorial De Bebida Das Cultivares Processadas Pelo Método Natural Nos Ambientes Avaliados.

Os resultados apresentados na Tabela 9, mostra as notas finais das cultivares estudadas em três ambientes (altitudes) e para o processamento natural, sendo possível verificar que todas as cultivares apresentaram potencial para produção de cafés especiais acima de 80 pontos (SCA, 2015), com notas entre 82,25 a 88,13. mostrando a aptidão dessas cultivares para a produção de cafés especiais, independentemente da altitude.

Para a altitude de 750m as cultivares Catucaí 785-15 e Arara apresentaram notas finais superiores às demais. Já para a altitude de 850 metros, a cultivar Arara foi superior que as demais. Por último, para o ambiente de altitude de 1000m, as cultivares Arara, Catucaí 785-15, Catucaí 2 SL e Catucaí 24-137 apresentaram notas finais superiores que as das demais cultivares. Em médias, a cultivar Arara seguida da Catucaí 785-15 apresentaram as maiores notas finais. Os resultados demonstram que as cultivares apresentaram variações na intensidade do atributo nota final de bebida em função do ambiente, sendo que as cultivares Catucaí 785-15 e Arara apresentaram maior estabilidade. Estas variações podem ser explicadas pela variabilidade genética existente entre as cultivares e suas interações com o ambiente e método de processamento, o que interfere quantitativamente e qualitativamente em

alguns componentes químicos, físico e químicos e bioquímicos dos grãos de café (RIBEIRO et al. 2016; BARBOSA et al., 2019).

Tabela 9 - Médias da característica nota final avaliada em dez cultivares e três altitudes para o processamento Natural

| Cultivares | Altitude(m) | | | Média |
|--------------------|-------------|---------|---------|---------|
| | 750 | 850 | 1000 | |
| Catucaí 785/15 | 85.00 a | 84.95 c | 87.65 a | 85.87 b |
| Catucaí 2 SL | 83.80 b | 84.65 c | 87.43 a | 85.29 c |
| Catucaí 24/137 | 83.75 b | 84.55 c | 87.55 a | 85.28 c |
| Catuaí IAC 44 | 82.88 c | 84.60 c | 86.60 b | 84.69 d |
| Catiguá MG 2 | 82.25 c | 85.53 b | 86.68 b | 84.82 d |
| IPR – 103 | 82.50 c | 84.45 c | 86.30 b | 84.42 d |
| Tupi - IAC 1669-40 | 83.38 b | 84.98 c | 86.45 b | 84.93 d |
| Arara | 85.20 a | 86.38 a | 88.13 a | 86.57 a |
| JAPI | 82.63 c | 85.40 b | 86.50 b | 84.84 d |
| Acauã | 83.50 b | 84.20 c | 86.75 b | 84.82 d |
| Média | 83,49 | 84,97 | 87 | |
| Média Geral | 85,15 | | | |
| CV (%) | 0,75 | | | |

Fonte: Autor

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As equações de regressão apresentados na Tabela 10, mostram que há uma tendência de aumento da nota final com o aumento da altitude. Estes resultados estão de acordo com vários estudos que demonstram a influência positiva da elevação da altitude na melhoria da qualidade final de bebida dos cafés arábica processado pelo método natural (SOBREIRA et al., 2016; TASSEW et al., 2021).

Tabela 10 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da nota global em função da altitude em dez cultivares de café arábica, para o processamento Natural

| Cultivares | Regressão | R ² |
|--------------------|---------------------------------------|----------------|
| Catucaí 785/15 | $\hat{Y} = 76.2467 + 0.0110855^{ns}X$ | 0.8269 |
| Catucaí 2 SL | $\hat{Y} = 72.4342 + 0.0148355^{ns}X$ | 0.9630 |
| Catucaí 24/137 | $\hat{Y} = 71.7500 + 0.015625^{ns}X$ | 0.9585 |
| Catuaí IAC 44 | $\hat{Y} = 71.7730 + 0.0149013^*X$ | 0.9967 |
| Catiguá MG 2 | $\hat{Y} = 70.1020 + 0.0169737^{ns}X$ | 0.8643 |
| IPR – 103 | $\hat{Y} = 71.4375 + 0.9795^*X$ | 0.9795 |
| Tupi - IAC 1669-40 | $\hat{Y} = 74.5033 + 0.0120395^*X$ | 0.9775 |
| Arara | $\hat{Y} = 76.3849 + 0.0117434^{**}X$ | 0.9999 |
| JAPI | $\hat{Y} = 71.9474 + 0.0148684^{ns}X$ | 0.8808 |
| 1Acauã | $\hat{Y} = 73.2664 + 0.0133224^{ns}X$ | 0.9579 |
| Média | $\hat{Y} = 72.9845 + 0.0140395^{**}X$ | 0.9995 |

Fonte: Autor

* - significativos a 5 de probabilidade, pelo teste F; ns – não significativo.

Para agrupar os 30 cafés obtidos de dez cultivares e três altitudes para o método de processamento natural, quanto às características sensoriais e tamanho dos grãos, foram utilizados os dois primeiros componentes principais (dimensões).

De acordo com a Figura 5, é possível verificar fortes correlações entre as variáveis, exceto corpo e acidez, conformes os ângulos agudos formados entre elas.

O gráfico da Figura 5, apresenta a dispersão 30 cafés obtidos de dez cultivares e três altitudes, quanto às características sensoriais e tamanho dos grãos, e pode-se observar que a dispersão com base nas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2 (Dimensões), que os cafés das cultivares das três altitudes estão discriminados e que os dois componentes absorveram 81,30% da variação existentes nas características originais, sendo o CP1 (Dim1) com 61,20% e o CP2 (Dim2) com 19,10%.

Também é possível verificar que, os cafés da altitude 1000m, apresentam maiores notas finais, confirmam os resultados obtidos na Tabela 9, ou seja, quanto mais à direita do componente principal 1, melhores foram as pontuações finais dos cafés. Os cafés das cultivares Arara, Catucaí 785-15, Catucaí 24/137 e Catucaí 2SL, apresentaram as maiores notas finais, confirmando os resultados da Tabela 9. A seguir os cafés da altitude 850m (em vermelho), que apresentam, de maneira geral, notas finais inferiores aos cafés da altitude de 1000m, confirmando a Tabela 9, onde o café Arara apresentou a maior nota final, 86,38 pontos. Por fim, os cafés das cultivares do ambiente de 750 metros de altitude apresentam, de maneira geral notas inferiores às das altitudes superiores. Nesta altitude as maiores notas finais obtidas pelos cafés das cultivares Arara com 85,20 pontos e Catucaí 785-15 com 85,00 pontos, confirmando os resultados da Tabela 9.

Com relação ao tamanho dos grãos a Figura 5, mostra que houve baixa associação entre os tamanhos dos grãos e as variáveis relacionadas a qualidade sensoriais de bebidas dos cafés. Na altitude de 750m a cultivar Catucaí 24/137, apresentou maior associação com peneiras 17 e acima, enquanto que para as altitudes de 850m e 1000m as cultivares Catucaí 24/137 e Tupi IAC 1669-40 apresentaram maior porcentagem de peneiras 17 e acima.

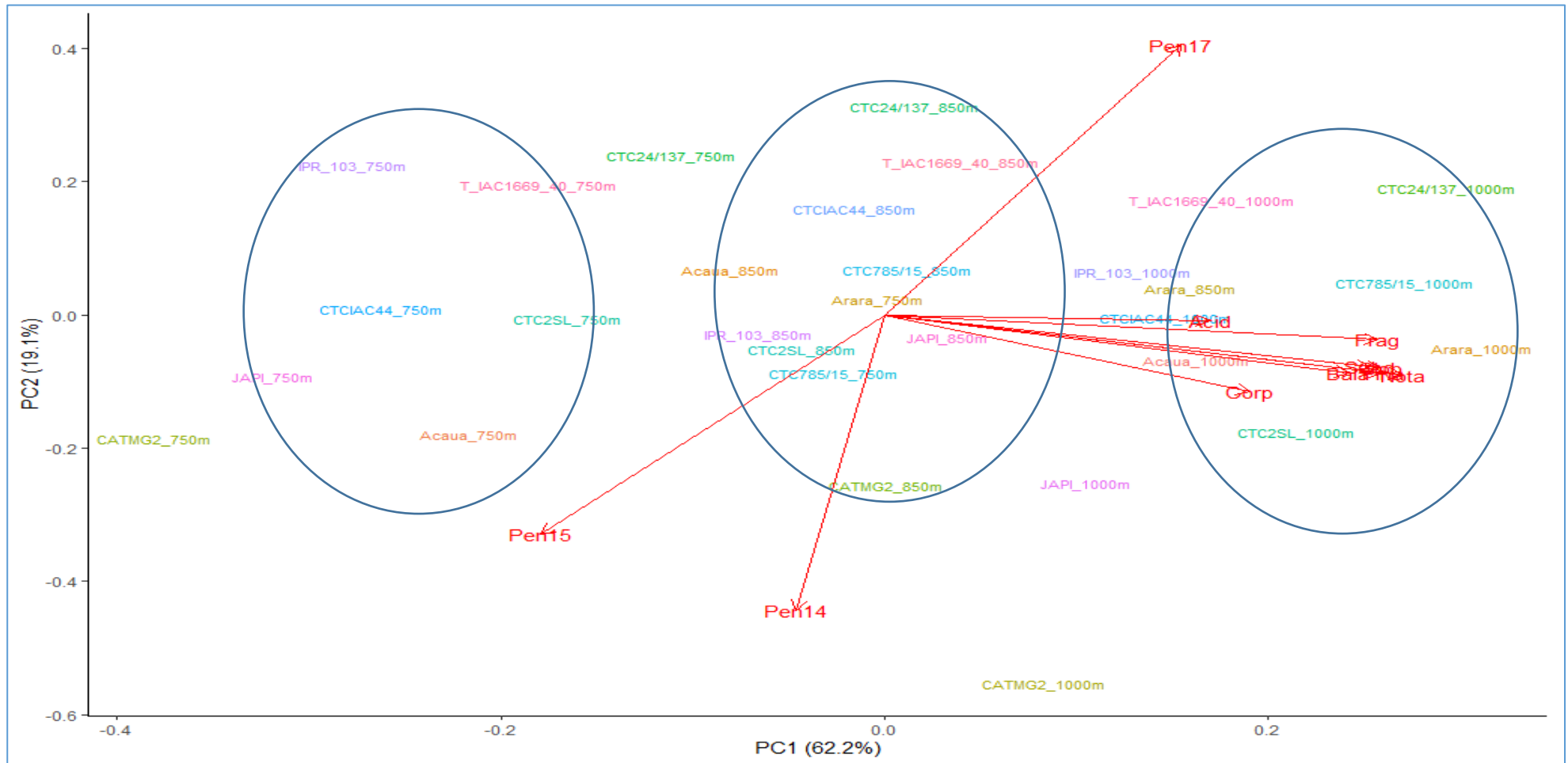


Figura 5 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais e tamanho dos grãos de 30 cafés, de dez cultivares nas altitudes de 750m, 850m e 1000m para o processamento natural.

Os resultados da Tabela 11, mostram os contrastes e suas respectivas significâncias para os três ambientes, para o processamento Cereja Natural. Para o Contraste C1, cultivares de maturação precoce apresentam pontuação final superior que cultivares de maturação média para o ambiente de 750m de altitude, nas demais altitudes esse contraste não foi significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de Scheffé. O Contraste C2 apresenta resultados similares ao C2, ou seja, cultivares de maturação precoce apresentam pontuação final superior à de cultivares de maturação tardia para o ambiente de 750m de altitude, nas demais altitudes esse contraste não foi significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de Scheffé. Estes resultados demonstram que somente no ambiente de 750 metros ocorreu maior pontuação de bebida para os grupos de cultivares precoce em relação as de maturação média e tardia, o que pode ser explicado pela influência da interação entre genótipo, ambiente e método de processamento, na formação de compostos precursores de aromas e sabores desejáveis no café (CHENG et al., 2016; BORÉM et al., 2020).

Contraste C4 mostra que as cultivares de coloração amarela apresentam pontuação final superiores às de coloração vermelha, para os ambientes de 750 e 1000m de altitude, no entanto, esse contraste não foi significativo para a altitude 850m. Trabalho realizado na região das Matas de Minas Gerais, em diferentes extratos de altitude de altitudes, demonstrou maior pontuação média final de bebida para a cultivar Catuaí amarelo em relação ao Catuaí vermelho (SILVEIRA et al., 2016).

No entanto, resultado diferente foi encontrado em trabalhos realizado na região da Mantiqueira no Estado de Minas Gerais, onde não foi encontrado diferença significativa para nota final de bebida entre as cultivares de frutos amarelos e vermelhos avaliados em três altitudes (<1000m, 1000-1200 e > 1200m) para o processamento pelo método natural (BARBOSA et al., 2012). O que sugeri que a formação de compostos precursores da qualidade depende da resposta da cultivar ao ambiente em que está inserida, existindo interferência de fatores tais como, quantidade de luz, temperatura, umidade relativa do ar, distribuição de chuvas entre outros e da interação com o método de processamento (TASSEW, et al., 2021).

Com relação a resistência à ferrugem, os resultados encontrados nos contrastes C5, C6 e C7, mostra que as cultivares resistentes a ferrugem possuem potencial para produção de cafés especiais acima de 80 pontos (SCA, 2015).

O contraste C5 mostra que cultivares moderadamente resistentes à ferrugem apresentam pontuação final superior às susceptíveis para as altitudes de 750m. Já o contraste C6 mostra que as cultivares altamente resistentes a ferrugem não apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade pelo Teste de Scheffé, na pontuação final em relação às susceptíveis. Enquanto que o contraste C7, é possível verificar que as cultivares moderadamente resistentes à ferrugem apresentam pontuação final superiores às altamente resistentes no ambiente de 850m de altitude. Estes resultados apontam que a resposta das cultivares tolerantes a ferrugem relacionada a nota final de bebida do café, estão associadas às interações entre cultivares, ambientes e método de processamento, sendo que estas interações interverem diretamente fisiologia da planta e na formação de compostos precursores da qualidade (CARDOSO et al., 2016; BORÉM et al., 2020).

O contraste C8, mostra que não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffé a 5% de probabilidade, entre o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo Catucaí e o grupo Catuaí em todas as altitudes avaliadas. No contraste C9, é possível verificar que o agrupamento de cultivares pertencentes ao grupo Sarchimor, apresentaram notas finais de bebidas superiores em relação às cultivares pertencentes ao grupo Catucaí para na altitude de 750m, sendo que nas altitudes de 850 e 1000 metros não houve diferença significativa de acordo com teste de Sheffe a 5%.

No contraste C10, é possível verificar que não houve diferença significativa de acordo com teste de Sheffe a 5% de probabilidade para as notas finais de bebida entre as cultivares do grupo Catucaí e Híbrido do Timor para as altitudes de 850 e 1000 m. Enquanto que na altitude de 750m o agrupamento das cultivares do grupo Catucaí apresentaram notas finais de bebida superiores.

O contraste C11, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo Sarchimor, apresentaram médias de notas finais de bebida superior às cultivares do grupo Catuaí em altitude de 750m. Enquanto que nas altitudes de 850 e 1000m, não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffe a 5% de probabilidade.

O contraste C12, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo híbrido do Timor, não apresentou diferença significativa, de acordo teste de Sheffe a 5% de probabilidade, em relação ao agrupamento de cultivares do grupo Catuaí, em todas as altitudes avaliadas. O contraste C13, mostra que o agrupamento das cultivares pertencente ao grupo Sarchimor, apresentaram médias de notas finais de bebida superior as cultivares do grupo Híbrido do Timor em altitude de 750 e 1000m. Enquanto que nas altitudes de 850m, não houve diferença significativa, de acordo teste de Sheffe a 5% de probabilidade.

Tabela 11 – Contrastes das comparações dos grupos de médias três altitudes para o processamento Natural

| Contrastes | Altitude (m) | | | | | |
|--|--------------|----|--------|----|--------|----|
| | 750 | | 850 | | 1000 | |
| C1= Cultivares de maturação precoce vs maturação média | 4.07 | * | 0.53 | ns | -0.05 | ns |
| C2 = Cultivares de maturação precoce vs maturação tardia | 2.93 | * | -0.57 | ns | 0.53 | ns |
| C3 = Cultivares de maturação média vs tardia | - 1.15 | ns | -1.10 | ns | 0.57 | ns |
| C4= Cultivares de frutos vermelhos vs frutos amarelos | -22.87 | * | 6.73 | ns | -20.92 | * |
| C5= Cultivares suscetíveis a ferrugem vs moderadamente resistentes | -3.55 | * | -0.20 | ns | -2.53 | ns |
| C6 = Cultivares suscetíveis a ferrugem vs altamente resistentes | -2.57 | ns | -3.47 | ns | -1.50 | ns |
| C7= Cultivares moderadamente resistentes vs altamente resistentes | 7.45 | ns | -12.90 | * | 6.63 | ns |
| C8 = Cultivares do grupo Catucaí vs catuaí | 3.3 | ns | 1 | ns | 2.425 | ns |
| C9= Cultivares do grupo Catucaí vs sarchimor | -8.15 | * | -4.875 | ns | -3.525 | ns |
| C10= Cultivares do grupo Catucaí vs Híbrido de Timor | 7.225 | * | -4.5 | ns | 5.225 | ns |
| C11= Cultivares do grupo Catuaí vs Sarchimor | -2.95 | * | -1.375 | ns | -1.675 | ns |
| C12= Cultivares do grupo Catuaí vs Híbrido de Timor | 0.125 | ns | -1.3 | ns | 0.075 | ns |
| C13 = Cultivares do grupo Sarchimor vs Híbrido de Timor | -3.075 | * | 0.075 | ns | -1.75 | * |

Fonte: Autor

* Contraste significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo teste de Teste de Scheffé

4.3 Análise dos Métodos de Processamentos e Qualidade Sensorial dos Cafés das Cultivares avaliadas.

Na tabela 12, são apresentadas as médias das notas finais de bebida de dez cultivares de café arábica, processadas pelos métodos despulpado e natura, no ambiente de 750 metros de altitude. Sendo possível verificar que, somente a cultivar Catiguá MG2 apresentou nota final de bebida superior para o método despulpado em relação ao natural, enquanto que, para as demais cultivares não houve diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5%, entre os dois métodos. Alguns relatos encontrados na literatura, demonstram que, os cafés submetidos a ambos processamentos, de forma adequada, podem resultar em cafés com elevada qualidade, além de características sensoriais distintas (OLIVEIRA, et al., 2013; RIBEIRO, et al., 2016; BARBOSA, et al., 2019).

Observa-se também que todos os cafés foram classificados como especial de acordo com a metodologia (SCA, 2015), mostrando a aptidão desses materiais genéticos para a produção de cafés especiais, independentemente do método de processamento. Também é possível verificar interação significativa entre processamento e matérias genéticas, sendo que cada cultivar se comportou de maneira diferente com relação a intensidade das notas finais de bebida, quando submetida aos diferentes processamentos. Este comportamento poder estar associado a existência de variabilidade entre as cultivares com relação a composição química dos grãos, o que poderá influenciar nos tipos de fermentações e rotas metabólicas durante o processamento, interferindo dessa forma, na qualidade sensorial de bebida das cultivares (PEREIRA et al., 2020).

Tabela 12 – Médias da característica nota final avaliadas em dez cultivares e processamento Cereja Despoldado, para a altitude 750m

| Cultivares | Processamento | | | | | | Média | |
|--------------------|---------------|---|---|---------|---|---|-------|---|
| | CD | | | Natural | | | | |
| Catuaí 785/15 | 85.58 | a | A | 85.00 | a | A | 85.29 | a |
| Catuaí 2 SL | 83.55 | c | A | 83.80 | b | A | 83.68 | b |
| Catuaí 24/137 | 83.88 | c | A | 83.75 | b | A | 83.81 | b |
| Catuaí IAC 44 | 82.85 | d | A | 82.88 | c | A | 82.86 | c |
| Catiguá MG 2 | 83.38 | c | A | 82.25 | c | B | 82.81 | c |
| IPR - 103 | 83.13 | c | A | 82.50 | c | A | 82.81 | c |
| Tupi - IAC 1669-40 | 83.43 | c | A | 83.38 | b | A | 83.40 | b |
| Arara | 84.43 | b | A | 85.20 | a | A | 84.81 | a |
| JAPI | 82.25 | d | A | 82.63 | c | A | 82.44 | c |
| Acauã | 82.88 | d | A | 83.50 | b | A | 83.19 | b |
| Média | 83.5 | A | | 83.49 | A | | | |
| Média Geral | 85.15 | | | | | | | |
| CV (%) | 0,65 | | | | | | | |

Fonte: Dados do trabalho

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical ou de uma mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para agrupar os 20 cafés obtidos de dez cultivares em dois métodos de processamento, quanto às características sensoriais, foram utilizados os dois primeiros componentes principais (dimensões).

De acordo com a Figura 6, no primeiro componente principal destacaram-se todas as variáveis, exceto corpo, enquanto no segundo componente principal destacaram-se as variáveis corpo. Também foram observadas fortes correlações entre os seguintes atributos, fragrância, acidez, finalização, sabor, nota global, balaço e nota final, conformes os ângulos agudos formados entre elas.

Também é possível verificar que, os cafés foram agrupados por processamento, onde foi possível inferir que atributos sensoriais como, principalmente, o corpo e a acidez (vetores), contribuíram para essa separação. Sendo que, as notas finais dos cafés processado pelo método natural apresentaram maior correlação com o corpo, enquanto os cafés processados pelo método despoldado apresentaram maior correlação com acidez e balanço. Dessa forma é possível verificar a diferença de perfis sensoriais entre os dois métodos no ambiente de 750 metros.

Os resultados corroboram com diversos relatos encontrados na literatura, que descrevem diferenças no perfil sensorial entre os cafés processado via seca (café natural), comparativamente, aos cafés processados via úmida (café despulpado), atribuem maior corpo e menor acidez aos cafés naturais, ao passo que os cafés descascados são descritos com aroma mais acentuado e acidez diferenciada (RIBEIRO; 2016).

Vários trabalhos científicos têm relatado diferença nos perfis sensoriais de bebidas entre os cafés processados por diferentes métodos. Essas diferenças, podem estar relacionadas as alterações fisiológicas, químicas e físicas que ocorrem nas sementes durante as fases de processamento do café, estão diretamente ligadas a formação de compostos precursores de aromas e sabores, que irão influenciar a qualidade sensorial de bebida. Nesse contexto do ponto de vista fisiológico, os cafés processados por via úmida, a remoção do exocarpo favorece as rotas metabólicas na semente associadas ao processo de germinação do embrião, isto devido a retirada de compostos inibidores germinação presentes no exocarpo e mesocarpo. Desta forma, o despulpamento do café possibilita o desencadeamento das diversas reações relacionadas à germinação, como a mobilização de reservas, resultando em diferentes perfis metabólicos, comparativamente ao café natural. (WORKU et al., 2018; MARTINS et al., 2020).

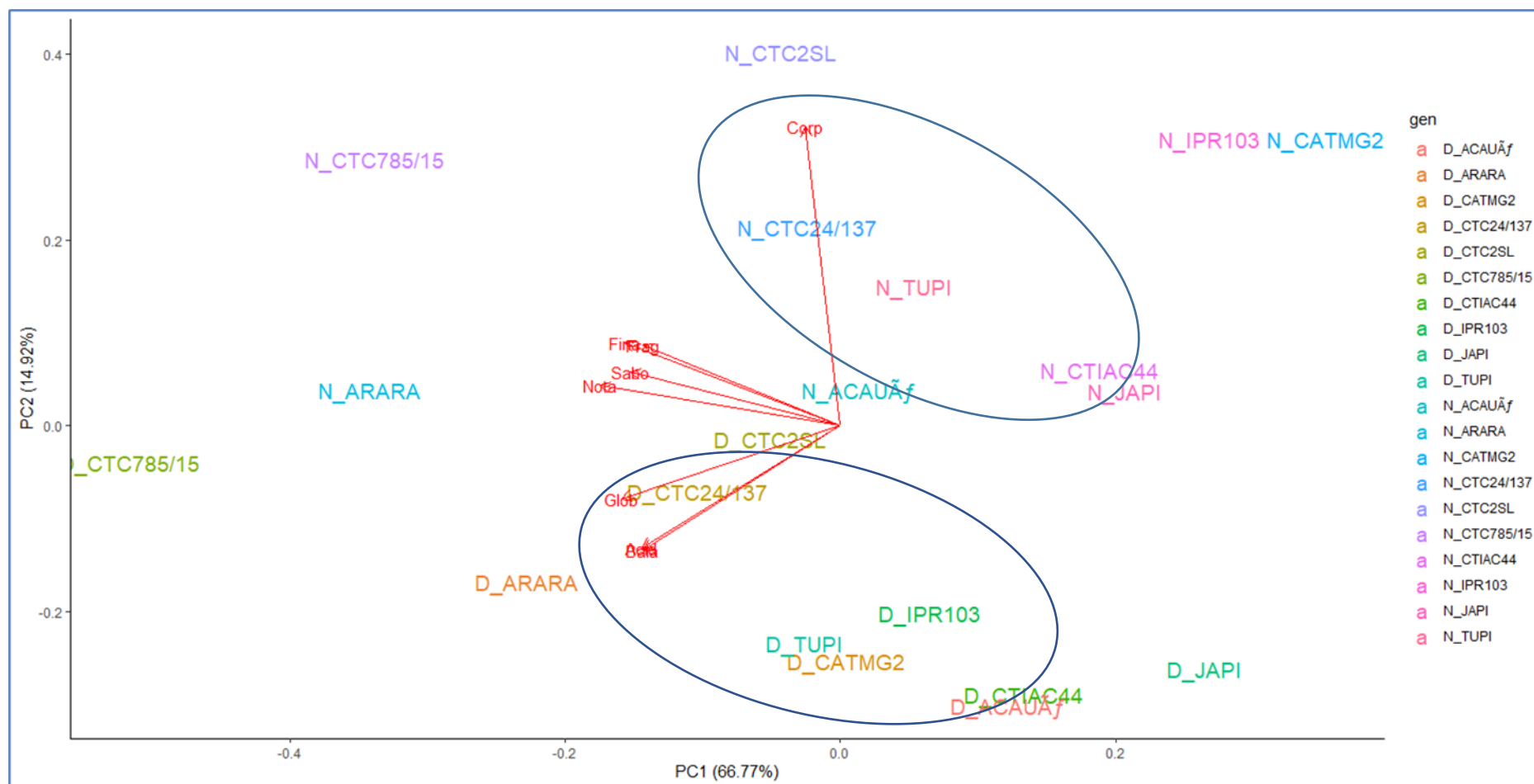


Figura 6 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais de 20 cafés de dez cultivares e dois processamentos para a altitude de 750m.

Legenda: gen_ cultivares; D_ Processamento Cereja Despolpado; N_ Processamento Natural.

Na Tabela 13, são apresentadas as médias das notas finais de bebida de dez cultivares de café arábica, processadas pelos métodos despulpado e natural, no ambiente de 850 metros de altitude. Sendo possível verificar que, somente a cultivar Catiguá MG2 apresentou nota final de bebida superior para o método natural em relação ao despulpado, enquanto que, para as demais cultivares não houve diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5%, entre os dois métodos. Assim como no ambiente de 750m de altitude, na altitude de 850m também é possível verificar que todos os cafés foram classificados como especial de acordo com a metodologia SCA, mostrando a aptidão desses materiais genéticos para a produção de cafés especiais, independentemente do método de processamento.

De acordo com resultados é possível verificar que a cultivar Arara apresentou as melhores notas finas de bebidas para os processamentos cereja despulpado e natural com notas 86,13 pontos e 86,39 respectivamente.

Tabela 13 – Médias da característica nota final avaliadas em dez cultivares e processamento Cereja Despulpado, para a altitude 850m

| Cultivares | Processamento | | | | | | Média | |
|--------------------|---------------|---|---|---------|---|---|-------|---|
| | CD | | | Natural | | | | |
| Catucaí 785/15 | 85.13 | b | A | 84.94 | c | A | 85.03 | b |
| Catucaí 2 SL | 84.56 | b | A | 84.63 | c | A | 84.59 | c |
| Catucaí 24/137 | 84.88 | b | A | 84.56 | c | A | 84.72 | b |
| Catuaí IAC 44 | 84.19 | b | A | 84.56 | c | A | 84.38 | c |
| Catiguá MG 2 | 84.31 | b | B | 85.50 | b | A | 84.91 | b |
| IPR - 103 | 84.19 | b | A | 84.50 | c | A | 84.34 | c |
| Tupi - IAC 1669-40 | 84.63 | b | A | 85.00 | c | A | 84.81 | b |
| Arara | 86.13 | a | A | 86.38 | a | A | 86.25 | a |
| JAPI | 84.81 | b | A | 85.38 | b | A | 85.09 | b |
| Acauã | 84.13 | b | A | 84.19 | c | A | 84.16 | c |
| Média | 84.69 | B | | 84.96 | A | | | |
| Média Geral | 85.15 | | | | | | | |
| CV (%) | 0.65 | | | | | | | |

Fonte: Autor

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical ou de uma mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados apresentados na Figura 7, não foi possível verificar dissimilaridade entre os cafés processados pelo método despulpado e natural. Não sendo possível verificar diferença entre os perfis sensorial entre os dois métodos de processamento no ambiente de 850 metros.

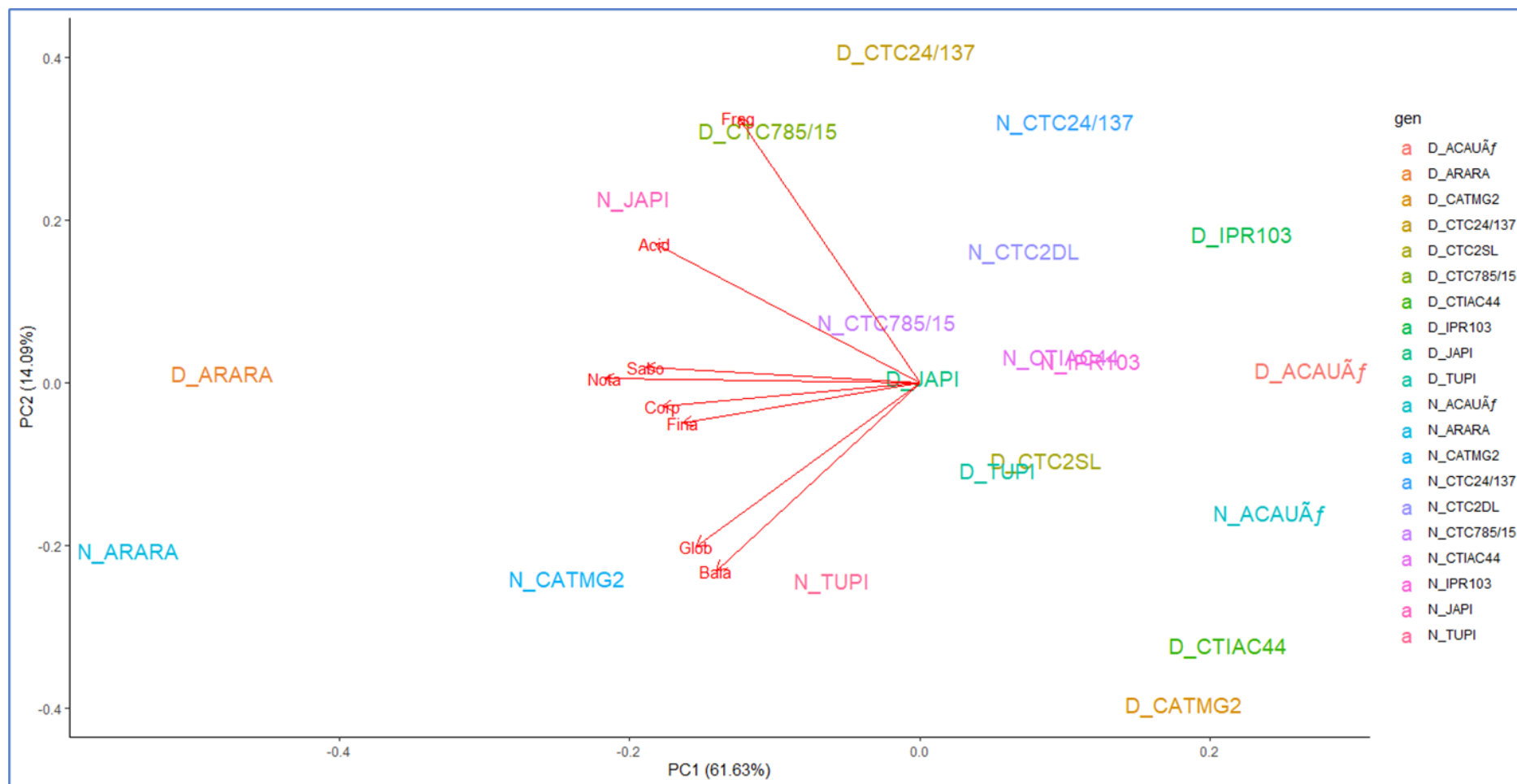


Figura 7 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais de 20 cafés de dez cultivares e dois processamentos para a altitude de 850m.
 gen_ cultivares; D_ Processamento Cereja Despolpado; N_ Processamento Natural

Na Tabela 14, são apresentadas as médias das notas finais de bebida de dez cultivares de café arábica, processadas pelos métodos despulpado e natural, no ambiente de 1000 metros de altitude. É possível verificar que, somente a cultivar Arara apresentou nota final de bebida superior para o método natural em relação ao despulpado, enquanto que, para as demais cultivares não houve diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5%, entre os dois métodos.

Os resultados demonstram que todos os cafés foram classificados como especial de acordo com a metodologia SCA, mostrando a aptidão desses materiais genéticos para a produção de cafés especiais, independentemente do método de processamento. Também é possível verificar variabilidade entre as cultivares com relação a intensidade das notas finais de bebida dentro de cada método de processamento avaliado, sendo que para o método cereja despulpado as notas finais de bebida oscilaram de 85,85 (Catuaí IAC 44) a 89,25 (Arara), enquanto que para o processamento natural oscilaram de 86,23 (Catuaí IAC 44) a 88,69 (Arara).

De acordo com resultados é possível verificar que a cultivar Arara apresentou as melhores notas finas de bebidas para os processamentos cereja despulpado e natural com notas 86,13 pontos e 86,39 respectivamente.

Tabela 14 – Médias da característica nota final avaliadas em dez cultivares e processamento Cereja Despulpado, para a altitude 1000m.

| Cultivar | Processamento | | | | | | Média | |
|--------------------|---------------|---|---|---------|---|---|-------|---|
| | CD | | | NATURAL | | | | |
| Catuaí 785/15 | 87.83 | b | A | 87.65 | a | A | 87.74 | b |
| Catuaí 2 SL | 87.63 | b | A | 87.43 | a | A | 87.53 | b |
| Catuaí 24/137 | 88.00 | b | A | 87.55 | a | A | 87.78 | b |
| Catuaí IAC 44 | 85.85 | d | A | 86.60 | b | A | 86.23 | c |
| Catiguá MG 2 | 87.03 | c | A | 86.68 | b | A | 86.85 | c |
| IPR – 103 | 86.78 | c | A | 86.30 | b | A | 86.54 | c |
| Tupi - IAC 1669-40 | 87.03 | c | A | 86.45 | b | A | 86.74 | c |
| Arara | 89.25 | a | A | 88.13 | a | B | 88.69 | a |
| JAPI | 86.25 | d | A | 86.50 | b | A | 86.38 | c |
| Acauã | 86.63 | c | A | 86.75 | b | A | 86.69 | c |
| Média | 87.23 | A | | 87.00 | A | | | |
| Média Geral | 85.15 | | | | | | | |
| CV (%) | 0.65 | | | | | | | |

Fonte: Dados do trabalho

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical ou de uma mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 8, no primeiro componente principal destacaram-se todas as variáveis, exceto corpo e no segundo componente principal destacaram-se a variável corpo e acidez.

Também foi possível verificar que os cafés foram agrupados por processamento e podemos inferir que atributos sensoriais como, principalmente, o corpo e a acidez (vetores), contribuíram para essa separação. Sendo que as notas finais dos cafés processado pelo método natural apresentaram maior correlação com o corpo, enquanto os cafés processados pelo método despulpado apresentaram maior correlação com acidez. Dessa forma é possível verificar a diferença de perfis sensoriais entre os dois métodos no ambiente de 1000 metros de altitude.

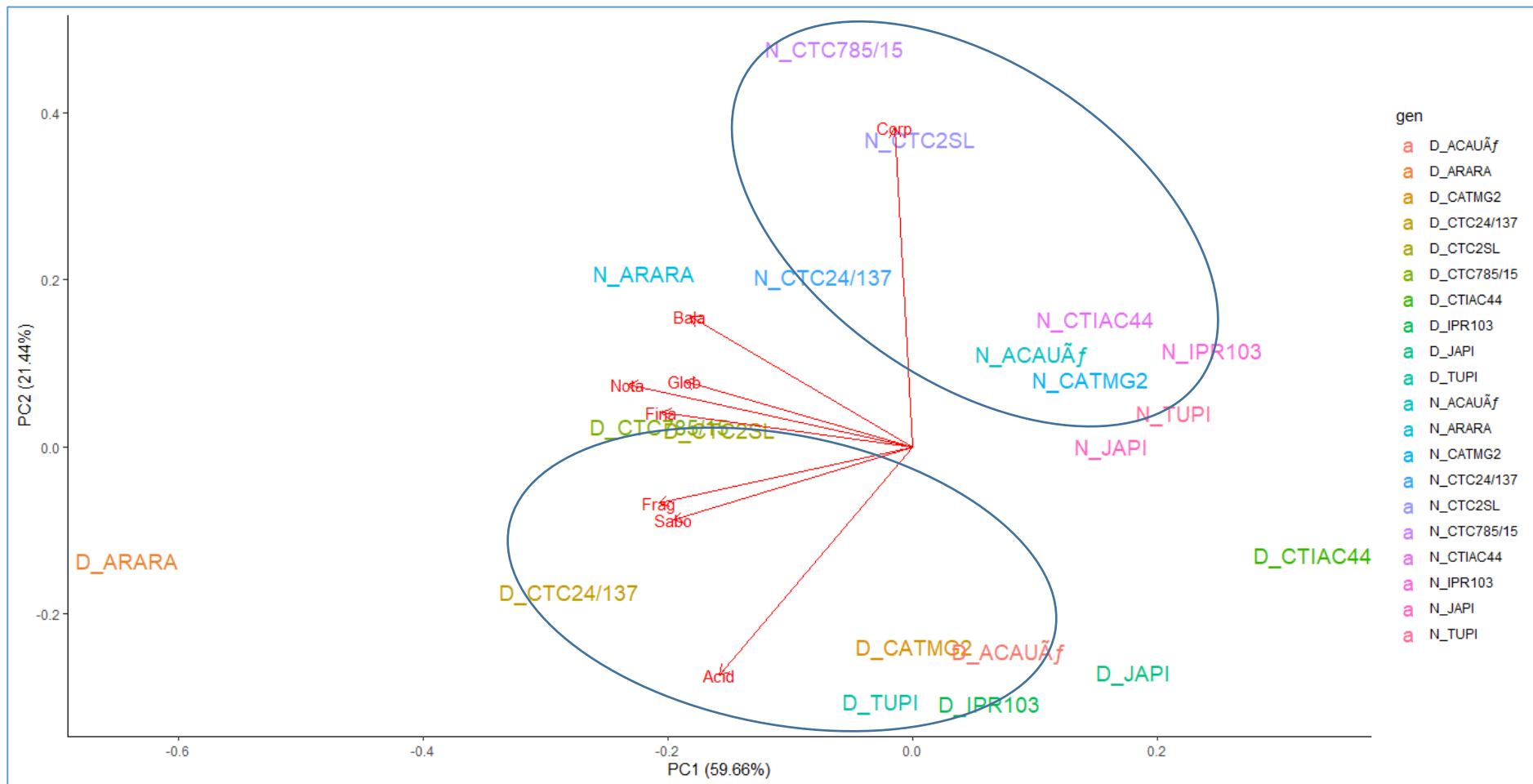


Figura 8 – Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais de 20 cafés de dez cultivares e dois processamentos para a altitude de 1000m.

gen_ cultivares; D_ Processamento Cereja Despolpado; N_ Processamento Natural

4.4 Análise do Potencial das Cultivares Para Produção de Grãos Graúdos nos Três Ambientes Avaliados.

Os resultados encontrados na Tabela 15, demonstram as porcentagens de peneira chato graúdo (17 Acima), de dez cultivares de café arábica, em três ambientes, para o processamento cereja despulpado. Sendo possível verificar a variabilidade genética entre as cultivares com relação ao tamanho dos grãos, em todos os ambientes avaliados. No ambiente de 750m de altitude a cultivar Catucaí 24/137, apresentou média de peneira graúda de 81.50%, sendo superior as demais cultivares. Enquanto que, nos ambientes de altitudes de 850m e 1000m as cultivares, Catucaí 24/137 e Tupi 1669-33, apresentaram as maiores médias das porcentagens de peneira chato graúdo. A cultivar Catigua MG2 apresentou médias de peneira chato graúdas, inferiores as demais cultivares em todos os ambientes avaliados.

Os resultados encontrados estão de acordo com vários trabalhos científico que tem demonstrado divergências entre genótipos de cafeeiro arábica em relação à classificação de grãos quanto ao tamanho, sendo possível selecionar genótipos com maior homogeneidade de tamanho de grãos, e maiores porcentagem de peneiras chato graúdo (RODRIGUES et al., 2014; CARDOSO et al., 2016). Estudo avaliando o comportamento de progênies derivadas de Icatu e Catuaí relataram que a classificação por peneiras foi a característica que obteve maior variância genética, comprovado pela grande variação genotípica (PEREIRA et al., 2013).

Nesse contexto, os resultados apresentados no presente trabalho, permite sugerir que as divergências existentes entre as cultivares avaliadas com relação ao potencial para produção de grãos graúdos, pode ser melhor exploradas nos programas de melhoramento genético, com finalidade de utilização de genes de interesse, na busca de cultivares com maior potencial para produção de grãos graúdos, principalmente pensando em cafés especiais para utilização em máquinas de café expresso. A obtenção de grãos de café de peneiras altas permite maior agregação de valor ao produto, sendo preferência de alguns países importadores e, além da qualidade de bebida, um café padrão exportação deve ser classificado pelo tamanho do grão (PERREIRA et al. 2013; BORÉM et al.; 2020).

Tabela 15 – Médias das porcentagens da característica peneira 17 acima, avaliada em dez cultivares e três altitudes para o método de processamento cereja despulpado

| Cultivar | Altitude | | | Médias |
|----------------|----------|---------|---------|---------|
| | 750 | 850 | 1000 | |
| Catucaí 785/15 | 54.50 d | 71.50 b | 79.50 b | 68.50 c |
| Catucaí 2 SL | 50.50 e | 65.75 c | 67.50 c | 61.25 e |
| Catucaí 24/137 | 81.50 a | 81.00 a | 81.50 a | 81.33 a |
| Catuaí IAC 44 | 55.50 d | 73.50 b | 59.25 e | 62.75 d |
| Catigua MG 2 | 30.25 h | 52.50 f | 32.50 g | 38.42 h |
| IPR 103 | 66.00 b | 61.75 d | 63.25 d | 63.67 d |
| Tupi | 57.50 c | 79.50 a | 83.00 a | 73.33 b |
| Arara | 54.00 d | 64.25 c | 68.25 c | 62.17 e |
| Japi | 37.00 g | 55.50 e | 48.00 f | 46.83 g |
| Acauã | 44.00 f | 64,25 c | 62.50 d | 56.92 f |
| Média | 53.08 | 67.25 | 64.53 | |
| Média Geral | 60.51 | | | |
| CV (%) | 2.30 | | | |

Fonte: Autor

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Não foram observadas relações funcionais lineares significativas entre peneira 17 e altitude para todas as cultivares, considerando o processamento cereja descascado.

A Tabela 16, apresenta os resultados das porcentagens de peneira chato graúda (17 Acima), de dez cultivares de café arábica, em três ambientes, para o café processado pelo método natural. Sendo possível verificar variabilidade genética entre as cultivares com relação ao tamanho dos grãos, em todos os ambientes avaliados.

A Cultivar Catucaí 24/137, apresentou média superior de porcentagem de peneiras chato graúdo em relação a demais, em todos os ambientes avaliados, para o método de processamento natural. Enquanto que a Cultivar Catigua MG2, apresentou as piores médias de peneiras graúdas nos ambientes 750 e 1000 metros. Sendo que no ambiente de 850m as cultivares Japi e Catigua MG2 apresentaram as piores médias.

Tabela 16 – Médias das porcentagens da característica peneira chato graúdo (17 acima), avaliada em dez cultivares e três altitudes para o processamento pelo método natural

| Cultivar | Altitude | | | Médias | |
|----------------|----------|---------|---------|--------|---|
| | 750 | 850 | 1000 | | |
| Catucaí 785/15 | 52.50 d | 64.50 d | 77.50 c | 64.83 | c |
| Catucaí 2 SL | 50.00 d | 54.00 f | 62.00 g | 55.33 | e |
| Catucaí 24/137 | 73.00 a | 82.50 a | 86.25 a | 80.58 | a |
| Catuaí IAC 44 | 51.50 d | 69.50 c | 63.75 f | 61.58 | d |
| Catigua MG 2 | 31.75 f | 40.00 g | 30.75 i | 34.17 | h |
| IPR 103 | 62.75 b | 54.50 f | 70.25 d | 62.50 | d |
| Tupi | 63.00 b | 77.25 b | 80.75 b | 73.67 | b |
| Arara | 56.50 c | 65.25 d | 67.25 e | 63.00 | d |
| Japi | 36.00 e | 54.50 f | 47.50 h | 46.50 | g |
| Acauã | 38.25 e | 59.00 e | 61.25 g | 52.83 | f |
| Média | 51.53 | 62.10 | 64.73 | | |
| CV (%) | 1.83 | | | | |

Fonte: Autor

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Considerando o processamento Natural, não foram observadas relações funcionais lineares significativas entre peneira 17 e altitude para as cultivares, exceto para as cultivares Catucaí 785-15 ($\hat{Y} = -20.9211 + 0.0989474 * X$ e $R^2 = 0.9915$) e Catucaí 2SL ($\hat{Y} = 13.3684 + 0.0484211 * X$ e $R^2 = 0.9943$)

5. CONCLUSÕES

Todas as cultivares avaliadas apresentaram potencial para produção de cafés especiais, nas diferentes altitudes e métodos de processamentos avaliados.

Existem variações entre as cultivares de café arábica avaliadas com relação a intensidade da qualidade sensorial de bebida, nas diferentes altitudes e métodos processamentos avaliados.

A cultivar Catucaí 785-15, apresentou nota final de bebida superior às demais, no ambiente de altitude de 750m, para os métodos de processamento natural e despoldado.

A cultivar Arara, processada pelo método cereja despoldado, apresentou nota final de bebida superior às demais, nos ambientes de 850m e 1000m. Enquanto que para o processamento natural foi superior no ambiente 850m.

As cultivares 785-15, Arara, 2 SL, 24/137, apresentaram as maiores médias das notas finais de bebidas para o processamento natural, em relação as demais cultivares no ambiente de 1000m de altitude.

O agrupamento de cultivares com ciclo de maturação precoce apresentou notas finais de bebidas superiores aos de maturação médias e tardias para o processamento despulpados e natural no ambiente de altitude de 750m.

O grupo de cultivares com fruto de cor amarela, apresentou médias das notas finais de bebidas superior as grupo de cultivares de fruto de cor vermelha em todos os ambientes, para o processamento despulpado. Já, no processamento natural o grupo de cultivares de fruto amarelo, foi superior nos ambientes de 750m e 1000m de altitude.

O grupo de cultivares moderadamente resistentes à ferrugem apresentou médias das notas finais de bebida dos cafés cerejas despulpados superior as cultivares suscetíveis a ferrugem, nos ambientes de 750m e 1000m de altitude, enquanto que, para o processamento natural foi superior somente a 750m. Já o grupo de cultivares altamente resistentes a ferrugem apresentou médias das notas finais de bebidas para o processamento natural, superiores às moderadamente resistentes no ambiente de 850m de altitude.

Os grupos de cultivares, Catuaí, Catucaí, Híbrido de Timor e Sarchimor, apresentaram, potencial para produção de cafés especiais, em todos os ambientes e métodos de processamentos avaliados.

Os grupos de cultivares Catucaí, Híbrido de Timor e Sarchimor apresentaram maiores médias das notas finais de bebidas dos cafés cerejas despulpados em relação ao grupo Catuaí, na altitude 1000m.

Para o processamento natural o grupo Sarchimor foi superior aos demais tratamentos a 750m de altitude e na altitude de 1000 metros foi superior ao Híbrido do Timor.

Os métodos de processamentos despulpados e natural apresentaram perfis sensoriais distintos.

Existem variações entre as cultivares com relação ao potencial para produção de cafés peneiras graúdas 17 acima, nos diferentes ambientes e métodos de processamento avaliados.

Não foi possível verificar relação linear significativa entre a porcentagem de peneira graúda 17 acima das cultivares e Altitude para o método de processamento despulpado. Enquanto que para o processamento natural as cultivares Catucaí 785-15 e Catucaí 2 SL apresentaram relação significativa.

6. PROPOSIÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Realização de estudos genéticos aprofundados com a finalidade de identificar regiões genômicas associadas a qualidade sensorial de bebidas das cultivares de café arábica.

Implantação de trabalhos que possam analisar os efeitos de fatores ambientais relacionados a altitude, tais como, temperatura, precipitação, níveis de radiação entre outros na qualidade sensorial, física e química dos cafés.

Implantação de estudos que possam analisar de forma aprofundada os efeitos das interações de genótipos de café arábica, métodos de processamentos e ambiente na composição de compostos precursores de aromas e sabores no grão de café.

REFERÊNCIA

- ALVES, G. E.; BOREM F. M.; ISQUIERDO, P. E.; SIQUEIRA, V.C.; CIRILLO. A.; PINTO, A.C.F. Physiological and Sensorial Quality of Arabica Coffee Subjected to Different Temperatures and Drying Airflows/Qualidade Fisiologica E Sensorial Do Café Arabica Submetido a Diferentes Temperaturas E Fluxos De Ar De Secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**. (2017).
- APARECIDO, L.E. DE O. et al. Maturation periods for coffea arabica cultivars and their implications for yield and quality in brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. Estados Unidos V. 98, n.10, ago, 2018.
- ARRUDA, N. P.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M.; FREITAS, S. P.; COURI, S.; BIZZO, H. R. Correlação entre precursores e voláteis em café arábica brasileiro processado pelas vias seca, semiúmida e úmida e discriminação através da análise por componentes principais. **Química Nova**, v. 35, n. 10, p. 2044- 2051, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422012001000026>.
- 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 Maria de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 85, n. 11, p. 1869-1876, Aug. 2005.
- BARBOSA, I. P.; OLIVEIRA, A. C. B.; ROSADO, R. D. S.; SAKIYAMA, N. S.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A.; PEREIRA, A. A. Sensory quality of Coffea arabica L. genotypes influenced by postharvest processing. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** - 19(4), 428-435, 2019.
- BARBOSA, I.D., DE OLIVEIRA, A.C.B., ROSADO, R.D.S. *et al.* Sensory analysis of arabica coffee: cultivars of rust resistance with potential for the specialty coffee market. **Euphytica** 216, 165 (2020).
- BARBOSA, J.N.; BORÉM, F.M.; CIRILLO, M.A.; 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** 4(5): 181-190, 2012.
- BERTRAND, B., BOULANGER, R., DUSSERT, S., RIBEYRE, F., BERTHIOT, L., DESCROIX, F., JOËT, T. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. **Food chemistry**, v. 135, n. 4, p. 2575-2583, 2012.
- BITTENCOURT, G. Café e modernização: O Espírito Santo no século XIX. **Livraria e editora Cátedra Ltda.**, Rio de Janeiro, RJ. 1987. 139 p.
- BORÉM, F. M. et al. Meteorological variables and sensorial quality of coffee in the Mantiqueira region of Minas Gerais. **Coffee Science**, 14(1):38-47, 2019.
- BORÉM, F. M. **Handbook of Coffee Post-Harvest Technology**, 1a. ed., UFLA: Lavras,2014.282p.

BORÉM, F.M., ISQUIERDO, E. P., ALVES, G. E., RIBEIRO, D. E., SIQUEIRA, V.C., TAVEIRA, J. H. DA S. Qualidade do café natural, seco sob diferentes temperaturas e taxas de secagem. **Coffee Science**, 13(2), 159-167, 2018.

BORÉM, F.; M.; CIRILLO, A.; M.; ALVES, C.; P.; A.; SANTOS M.; C.; LISKA, R.; G.; RAMOS, F.; M.; LIMA, R.; R. "Coffee Sensory Quality Study Based on Spatial Distribution in the Mantiqueira Mountain Region of Brazil." **Journal of Sensory Studies** 35.2 (2020).

BRANDO, C. H. J. Harvesting and green coffee processing. In. Coffee: growing, processing, sustainable production. **Wiley**, 2004. p. 605-714.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8, de 11 de jun. 2003, Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru**. 2003.

CARDOSO, D. A.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, A. M.; LIMA, A. E.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, G. R.; DIAS, R. E. B. A. Seleção de progênies F4 oriundas do cruzamento Icatu e Catuaí amarelo com resistência à ferrugem. **Coffee Science**, v. 11, p. 555-566, 2016.

Carvalho AM, Rezende, J.C.; Rezende, T.T.; Ferreira, A.D.; Rezende, R.M.; Mendes A.N.G.; Carvalho, G.; R. Relationship between the sensory attributes and the quality of coffee in different environments. **Afr J Agric Res** 11(380):3607–3614.

CARVALHO, A. **Histórico do Desenvolvimento do Cultivo do Café no Brasil**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/doc34.pdf> Acesso em outubro de 2017.

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

CHALFOUN, S. M.; PEREIRA, M. C.; CARVALHO, G. R.; PEREIRA, A. A.; SAVIAN, T. V.; SANTOS BOTELHO, D. M. Sensorial Characteristics of Coffee (*Coffea arabica* L.) varieties in the Alto Paranaíba region. **Coffee Science**, v. 8, n. 1, p. 43–52, 2013.

CHENG, B. et al. Influence of genotype and environment on coffee quality. *Food Science & Technology*. **London**, v. 57, p. 20-30, nov. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2021. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Café. V.6**, safra 2021, N.1- Primeiro levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

CONCEIÇÃO J.C.P.R et. al. **“Cadeia Agroindustrial do Café no Brasil: Uma Análise do Período Recente”**. 2017. Disponível em: Acessado em 18/10/2018.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL-CECAFE. **Exportações brasileiras**. 2021. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/dados-estatisticos/exportacoesbrasileiras/>. Acesso em: 27 mar. 2021.

COSTA, B. De R. Brazilian specialty Coffee scenario. In: Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil. **Woodhead Publishing**, p. 51-64, 2020.

DA MATTA, F.M.; RENA, A.B. **Ecofisiologia de Cafezais Sombreados e a Pleno Sol. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café.** Viçosa, MG. p. 93-136, 2002.

DIAS, R. E. B. A.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, A. M.; CARVALHO, J. P. F.; CARDOSO, D. A. . Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de progênies F4 DE Coffea arabica L. **Coffee Science**, v. 12, p. 508-516, 2017.

ESPECIALITY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA (SCAA). **Protocols: Cupping Specialty Coffee.** 2015. Disponível em: http://scaa.org/PDF/resources/cupping_protocols.pdf. Acesso em: 12 de fev. 2022.

EVANGELISTA, S. R.; MIGUEL, M. G. D. C. P.; CORDEIRO, C. S.; SILVA, C. F.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (Coffea arabica) fermentation process. **Food Microbiology**, v. 44, p. 87–95, 2014.

FAGAN, E. B. et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (coffea sp) na qualidade da bebida. **Biosci. J.**, Uberlândia, Mg, v. 27, n. 5, p.729-738, out. 2011.

FAZUOLI, L.C.; TOMA-BRAGHINI, M.; SILVAROLLA, M.B.; OLIVEIRA, A.C.B. A Ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. **O Agrônomo**, v.59, n.1, p.48-53, 2007.

FERNANDES, M. I. DOS S.; ASSIS, G. A. DE; NASCIMENTO, L. G. DO; CUNHA, B. A. DA; AIRÃO, A. L. C.; GALLET, D. DA S. Coffee cultivars productive and quality parameters in the Alto Paranaíba region, Minas Gerais, Brazil. **Research, Society and Development.** v. 9, 2020.

FERNANDES, M. I.; DOS S.; ASSIS, G. A.; NASCIMENTO, L.; Veiga F. R; Pereira C. C., MALTA, R.; DIAS C. T. "Identification of Physiological Analysis Parameters Associated with Coffee Beverage Quality." **Ciência E Agrotecnologia**, 2020.

FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; PENA, G.; ZAMBOLIM, E. M.; CRUZ, C. D.; ZAMBOLIM, L.; FERRÃO, M. A. G.; SAKYAMA, N. S. New EST–SSR markers of Coffea arabica: transferability and application to studies of molecular characterization and genetic mapping. **Molecular Breeding**, v. 35, n. 1, p. 31,2015.

FERRÃO, M. A. G., RIVA-SOUZA, E.M., FONSECA, A. F. A da., FERRÃO, R. G., SANTOS, W.G., SPADETO, J. **Indicação de cultivares de café arábica para o estado do Espírito Santo e avaliação comparativa com o Conilon em altitude elevada.** Brasília, DF: Embrapa Café, 2021.

FREDERICO, S. Território e cafeicultura no Brasil: uma proposta de periodização. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 73-101, abril. 2017. ISSN 2179-0892.

FREDERICO, S. Global Scientific coffee growing and the Montanhas Capixabas: the production of Arabic coffee growing in Caparaó and Serrana regions of the Espírito Santo state (Brazil). **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 25 (1): 7-20, 2013.

FREITAS, M. N.; DELLYZETE F.; M. N.; STELLA DELLYZETE.; VEIGA F. R.; PEREIRA C. C., MALTA, R.; DIAS, C.; T. "Identification of Physiological Analysis Parameters Associated with Coffee Beverage Quality." **Ciência E Agrotecnologia**, 2020.

GELETA, M.; HERRERA, I.; MONZÓN, A.; BRYNGELSSON, T. Genetic Diversity of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as Estimated by Simple Sequence Repeat Markers. **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 1–11, 2012.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso: 20 out 2020.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, v. 223, n. 2, p. 195-201, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-005-0172-1>.

KROHLING, C.A.; MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; EUTRÓPIO, F.J.; CARVALHO, C.H.S. Adaptation of progênies/cultivars of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in mountainous edafoclimatic conditions. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 198-209, Apr. /jun. 2018.

MALTA, M. R.; FASSIO L. O.; LISKA G. R.; CARVALHO G.R.; PEREIRA A.A.; BOTELHO C.E.; FERRAZ V.P.; SILVA A.D.; PEDROSA A.W.; ALVARO L.N.; PEREIRA R.G. Discriminação do café genótipo por composição química dos grãos: Marcadores potenciais em cafés naturais. **Food Res Int.** 2020.

MARTINS, P. M. M.; BATISTA, N. N.; PEDROZO, M. G. C.; PAVESI, J. P.S.; SOARES, J.; SCHWAN, R. F. "Coffee Growing Altitude Influences the Microbiota, Chemical Compounds and the Quality of Fermented Coffees." **Food Research International**. (2020).

MATIELLO, J.B; SANTINATO, R; GARCIA, A.W.R; ALMEIDA, S.R; FERNANDES, D.R. Colheita processamento e qualidade, In: MATIELLO, J.B. (Ed). **Cultura do Café no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 2020, Cap. 471-528.

MINTESNOT, A.; DECHASSA, N. Efeito dos métodos de altitude, sombra e processamento na qualidade e composição bioquímica dos grãos de café verdes na Etiópia. **East African Journal of Sciences**, v. 12, n. 2, p. 87-100, 2018.

NASCIMENTO, L. A. L; EMIR J. S. "Ambientes Organizacional E Informacional Da Cadeia Produtiva De Café." **Pesquisa Brasileira Em Ciência Da Informação E Biblioteconomia**. 12.1 (2017).

NUGROHO, D.; BASUNANDA, P.; YASIANTO, A. Performance of Biochemical Compounds and Cup Quality of Arabica Coffee as Influenced by Genotype and Growing Altitude. **Pelita perkebunan**, vol. 36, Number 1, April 2020.

NUNEZ, L.O. Historical narrative: Construction of coffee memory in Espírito Santo. **Revista Outras Fronteiras**, Cuiabá-MT, vol. 3, n. 1. 2016.

OLIVEIRA, P. D.; BORÉM, F. M.; BORÉM, F. M.; GIOMO, G. S.; ISQUIERDO, E. P.; LIMA, R. R.; CARDOSO, R. A. Aspectos fisiológicos de grãos de café, processados e secados de diferentes métodos, associados à qualidade sensorial. **Coffee Science**, v. 8, p. 211-220, 2013.

OLMOS, L.C. V., DUQUE, E. A. G., RODRIGUEZ, E. (2017). Estado da arte das tecnologias de secagem de café na Colômbia e seu desenvolvimento global. **Revista Espacios**. 38(29), 27-36.

Pereira, D. R.; NALDALETI D.H.; Rodrigues c.; E.; Silva, D. A.; Malta, R. M.; CARVALHO, S. P.; Carvalho, R. G. "Genetic and Chemical Control of Coffee Rust (Hemileia Vastatrix Berk Et Br.): Impacts on Coffee (Coffea Arabica L.) Quality." **Journal of the Science of Food and Agriculture** 101.7 (2021).

PEREIRA, L. L.; GUARÇONI R. C.; PINHEIRO, P. F.; OSÓRIO, V.M.; PINHEIRO C.C.; MOREIRA, T.R; CATEN C.S. New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspectives. **Food Chemistry**, Vol. 310,2020.

PEREIRA, LUCAS LOUZADA ET AL. Construção de perfil sensorial para o café Conilon fermentado. **Revista Ifes Ciência**, Alegre, v. 5 n. 2, p.242-252, dezembro. 2019.

PEREIRA, T. B. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiros obtidas de cultivares do grupo Icatu. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 337-346, jul./set. 2013.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: Editora UFLA, 2020. 273p.

PINTO, TALES DOS SANTOS. "**Raízes do café no Brasil**"; **Brasil Escola**". Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/historia/o-cafe-no-brasil-suas-origens.htm>. Acesso em 13 de dezembro de 2020.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **Viena, Áustria**: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>.Accessed: fev. 2022.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. Â.; OLIVEIRA, E. C.; Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camada. **Coffee Science**, v. 7, n. 3, p. 223- 237, 2012.

RIBEIRO, B. B.; MENDES, A. N. G.; CARALHO, A. M.; CAMARA, F. M. M.; LIMA, R. R. Sensory evaluation of coffee cultivars in the Campo das Vertentes Mesoregion, Minas Gerais. **African Journal of Agricultural Research**, 15,179-186 (2020).

RIBEIRO, D. E.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; PRADO, M. V. B.; FERRAZ, V. P.; ALVES, H. M. R.; TAVEIRA, J. H. S. Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 27, p. 2412-2422, 2016.

RIBEIRO, L. S. et al. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 32–38, 2017.

RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; APOSTÓLICO, M. A.; COLODETTI, T. V.; MARTINS, L. D.; CHRISTO, L. F.; BRINATE, S. V. B.; JESUS JUNIOR, W. C.; AMARAL, J. F. T. Severity of leaf rust and brown eyespot in genotypes of *Coffea arabica* L. cultivated with high plant density. **American Journal of Plant Sciences**, v. 05, p. 3702- 3709, 2014.

SANTOS, J. A.; SIMÃO, J. B. P. Avaliação de conformidade da agricultura do Caparaó Capixaba nos processos de produção integrada visando a certificação de café. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 261 - 270, 31 Dec. 2015.

SCA. SCA Protocols. **Cupping Specialty Coffee**. Long Beach, CA: Specialty Coffee Association. 2015

SCHIMIDT, H.C.; MUNER, L.H.; FORNAZIER, M. J. **Cadeia Produtiva do. café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo**. 1. ed. Vitória/ES: Gráfica Espírito Santo, 2004. v. 1. 52p.

SCHOLZ, M. B. DOS S. et al. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do IAPAR. *Coffee Science*, v. 8, n. 1, p. 6–16, 2013.

SILVA, J. S. et al. Infraestrutura mínima para produção de café com qualidade: a opção para a cafeicultura familiar. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, 2011. 35 p.

SILVEIRA, A.S.; PINHEIRO, A.C.T., FERREIRA, W.P.M., SILVA, L.J., RUFINO, J.L.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.

SILVEIRA, J. M. D. C.; NASSER, M. D.; MARIANO-NASSER, F. A. D. C.; PAGLIARINI, M. K.; GIOMO, G. S. Population density of Arabica coffee cultivars for bean quality and yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 358-363, 2018.

SOBREIRA, F.; M.O.; BAIÃO A. CX.; PEREIRA, A. A; GUARÇONI M. A.; SAKIYAMA, N.S. Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality. **Australian Journal of Crop SCIENCE (ONLINE)**, v. 10, p. 1442-1448, 2016.

SOUSA, T. V.; CAIXETA, E. T.; ALKIMIN, E. R.; OLIVEIRA, A. C. B.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Molecular markers useful to discriminate *Coffea arabica* cultivars with high genetic similarity. **Euphytica**, v. 213, n. 3, p. 75, 2017.

TAQUES, R. C.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA, A. F. A. MORELI, A. P.; PEREIRA, L. L.; BELISÁRIO, C. P. **Qualidade sensorial de café arábica em função de atributos geográficos no estado do Espírito Santo**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10. Vitória, ES, 2019. Resumos...Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2019. 5p.

TASSEW, A.A; YADESSA, GB., OBSO, TK., Influence of location, elevation gradients, processing methods and soil quality on physical quality and coffee cup in the Kafa Biosphere Reserve of SW Ethiopia. **Helyon**, v. 7, ago. 2021.

TAVEIRA, J. H. S.; BORÉM, F. M; FIGUEIREDO, L. P.; REIS, N.; FRANÇA, A. S.; HARDING, S. A.; TSAI, C. Potential markers of coffee genotypes grown in different Brazilian regions: a metabolomics approach. **Food Research International, Barking**, v. 61, p. 75-82, jul. 2014.

TRISTÃO A., F.; DE MUNER, L.H.; KROHLING, C.A.; FERRÃO, M.A.G.; FORNAZIER, M.J.; VERDIN FILHO, A.C. Cafeicultura sustentável: boas práticas agrícolas para o café arábica. Vitória, ES: **Incaper**, 2020. 48 p.: il. Color. (Incaper, Documentos, 269)

USDA, FRS – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, Serviço de Agricultura para o Exterior. **Market and Trade Data. 2022**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home/statsByCountry>. Acesso em 06 março. 2022.

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**, Malden, v. 86, n. 2, p. 197-204, jan. 2006.

VELOSO, TOMÁS GOMES REIS; DA SILVA, MARLIANE DE CÁSSIA SOARES; CARDOSO, WILTON SOARES; GUARÇONI, ROGÉRIO CARVALHO; KASUYA, MARIA CATARINA MEGUMI; PEREIRA, LUCAS LOUZADA. Effects of environment on microbiota of fruit and soil of *Coffea arabica* in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, p. 14692, 2020.

VOLSI, B.; TELLES T.S.; CALDARELLI, C.E. CAMARA M.R.G.D.; The dynamics of coffee production in Brazil. **PLOS ONE**. (2019).

WORKU, M.; MEULENAER, B.; DUCHATEAU, L. B. The effect of altitude on the biochemical composition and quality of green Arabica coffee beans may be affected by the shade and post-rape processing method. **Food Research International**. (2018).

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, E.M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. Ed. Piracicaba: Ceres, 2005. v.2. p. 165-180.

ANEXO A – Figuras Demonstrando a Colheita e Processamento dos cafés



ANEXO B – Figuras Demonstrando o Processo de Secagem dos Cafés



ANEXO C – Figura Demonstrando Processo de Preparo e Torra dos Cafés.



ANEXO D – Figuras Demonstrando o Processo de Análise Sensorial dos Cafés



Anexo E - COMANDOS DO R STUDIO USADOS NA ANÁLISES ESTATÍSTICA

```

setwd("c://ec//")

getwd()

# Diagrama de dispersão dos componentes principais para o processamento Cereja
Despolpado (Figura 4) #

pd<-read.table("pd.txt", head=T)

head(pd)

gen<-as.data.frame(pd[,3])

names(gen)<-"GENO"

gen

row.names(pd)<- gen$GENO

pd

pca_pd <- prcomp(pd[, -c(1:3)], scale. = TRUE)

pca_pd

require(ggfortify)

autoplot(pca_pd, data = pd, colour = 'gen', label = TRUE, scale=TRUE, loadings.label=TRUE,
loadings=TRUE,shape = FALSE, label.size = 4)+ theme(legend.position="none")+theme_classic()

tiff("PCA PROCES DESPOLPADOL.tiff", width = 10932, height = 3000, units = "px", pointsize = 6, bg =
"white", res = 400, restoreConsole = TRUE)

# Diagrama de dispersão dos componentes principais para o processamento natural
(Figura 5) #

pn<-read.table("pn.txt", head=T)

head(pn)

gen<-as.data.frame(pn[,3])

names(gen)<-"GENO"

gen

row.names(pn)<- gen$GENO

pn

pca_pn <- prcomp(pn[, -c(1:3)], scale. = TRUE)

pca_pn

require(ggfortify)

autoplot(pca_pn, data = pn, colour = 'gen', label = TRUE, scale=TRUE, loadings.label=TRUE,
loadings=TRUE,shape = FALSE, label.size = 3) +theme(legend.position="none")+theme_classic()

tiff("PCA PROCES NATURAL.tiff", width = 9789, height = 3000, units = "px", pointsize = 6, bg =
"white", res = 400, restoreConsole = TRUE)

```

Diagrama dos componentes principais dos processamentos na Altitude de 750m
(Figura 6) ###

```
a750<-read.table("750.txt", head=T)
head(a750)
gen<-as.data.frame(a750[,3])
names(gen)<-"GENO"
gen
row.names(a750)<- gen$GENO
a750
pca_a750 <- prcomp(a750[, -c(1:3)], scale. = TRUE)
pca_a750
require(ggfortify)
autoplot(pca_a750, data = a750, colour = 'gen', label = TRUE, scale=TRUE, loadings.label=TRUE,
loadings=TRUE,shape = FALSE, label.size = 5)+ theme(legend.position="none")+theme_classic()
tiff("PCA ALTITUDE DE 750.tiff", width = 7848, height = 3000, units = "px", pointsize = 6, bg = "white",
res = 800, restoreConsole = TRUE)
```

Diagrama dos componentes principais dos processamentos na Altitude de 850m
Figura 7 ###

```
a850<-read.table("850.txt", head=T)
head(a850)
gen<-as.data.frame(a850[,3])
names(gen)<-"GENO"
gen
row.names(a850)<- gen$GENO
a850
pca_a850 <- prcomp(a850[, -c(1:3)], scale. = TRUE)
pca_a850
autoplot(pca_a850, data = a850, colour = 'gen', label = TRUE, scale=TRUE, loadings.label=TRUE,
loadings=TRUE,shape = FALSE, label.size = 5)+ theme(legend.position="none")+theme_classic()
tiff("PCA ALTITUDE DE 850.tiff", width = 4927, height = 3000, units = "px", pointsize = 6, bg = "white",
res = 400, restoreConsole = TRUE)
```

```

# # Diagrama dos componentes principais dos processamentos na Altitude de
1000m (Figura 8) ###
a1000<-read.table("1000.txt", head=T)

head(a1000)

gen<-as.data.frame(a1000[,3])

names(gen)<-"GENO"

gen

row.names(a1000)<- gen$GENO

a1000

pca_a1000 <- prcomp(a1000[,-c(1:3)], scale. = TRUE)

pca_a1000

require(ggfortify)

autoplot(pca_a1000, data = a1000, colour = 'gen', label = TRUE, scale=TRUE, loadings.label=TRUE,
loadings=TRUE,shape = FALSE, label.size = 5)+

  theme(legend.position="none")+theme_classic()

tiff("PCA ALTITUDE DE 1000.tiff", width = 6809, height = 3000, units = "px", pointsize = 6, bg =

# Análise de Variância e teste de médias para nota final de bebida ##
setwd("c://ec//")

getwd()

cj<-read.table("sub750.txt", head=T)

cj

psub2.dbc(cj$tratnum, cj$Proc, cj$rep, cj$nf, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "sk", fac.names =
c("cultivares", "processamento"), sigT = 0.05, sigF = 0.05, unfold=NULL)

cj<-read.table("sub850.txt", head=T)

cj

psub2.dbc(cj$tratnum, cj$Proc, cj$rep, cj$nf, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "sk", fac.names =
c("cultivares", "processamento"), sigT = 0.05, sigF = 0.05, unfold=NULL)

cj<-read.table("sub1000.txt", head=T)

cj

psub2.dbc(cj$tratnum, cj$Proc, cj$rep, cj$nf, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "sk", fac.names =
c("cultivares", "processamento"), sigT = 0.05, sigF = 0.05, unfold=NULL)

```

```
# Análise de Variância e teste de médias para peneira graúda 17 e acima ##  
setwd("c://ec//")  
getwd()  
cj<-read.table("sub750.txt", head=T)  
cj  
psub2.dbc(cj$stratnum, cj$Proc, cj$rep, cj$pen17, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "sk", fac.names =  
c("cultivares", "processamento"), sigT = 0.05, sigF = 0.05, unfold=NULL)  
cj<-read.table("sub850.txt", head=T)  
cj  
psub2.dbc(cj$stratnum, cj$Proc, cj$rep, cj$pen17, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "sk", fac.names =  
c("cultivares", "processamento"), sigT = 0.05, sigF = 0.05, unfold=NULL)  
cj<-read.table("sub1000.txt", head=T)  
cj  
psub2.dbc(cj$stratnum, cj$Proc, cj$rep, cj$pn17, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "sk", fac.names =  
c("cultivares", "processamento"), sigT = 0.05, sigF = 0.05, unfold=NULL)
```