



JUAN EDUARDO SOTO MORA

**ANÁLISE DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS E A SUA
INFLUÊNCIA NA SELEÇÃO DOS CAFÉS ESPECIAIS
APRESENTADOS NA “CUP OF EXCELLENCE” (COE) DO
BRASIL DE 2019 A 2021**

LAVRAS-MG

2023

JUAN EDUARDO SOTO MORA

**ANÁLISE DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS E A SUA INFLUÊNCIA NA SELEÇÃO
DOS CAFÉS ESPECIAIS APRESENTADOS NA “CUP OF EXCELLENCE” (COE)
DO BRASIL DE 2019 A 2021**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para a obtenção do título de Mestre.

Profesora. Dr(a). Ana Carla Marques Pinheiro
Orientadora

Professor. Dr. Cleiton Antônio Nunes
Coorientador

**LAVRAS-MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Soto Mora, Juan Eduardo.

Análise de atributos extrínsecos e a sua influência na
seleção dos cafês especiais apresentados na “Cup Of
Excellence” (COE) do Brasil de 2019 a 2021 / Juan Eduardo
Soto Mora. - 2023.

148 p. : il.

Orientador(a): Ana Carla Marques Pinheiro.

Coorientador(a): Cleiton Antônio Nunes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal
de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Análise de Fatores Múltiplos (MFA). 2. Concurso de
cafês especiais. 3. Perfil sensorial. I. Marques Pinheiro, Ana
Carla. II. Nunes, Cleiton Antonio. III. Título.

JUAN EDUARDO SOTO MORA

**ANÁLISE DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS E A SUA INFLUÊNCIA NA SELEÇÃO
DOS CAFÉS ESPECIAIS APRESENTADOS NA “CUP OF EXCELLENCE” (COE)
DO BRASIL DE 2019 A 2021**

**ANALYSIS OF EXTRINSIC ATTRIBUTES AND THEIR INFLUENCE ON THE
SELECTION OF SPECIALTY COFFEES PRESENTED IN BRAZIL’S CUP OF
EXCELLENCE (COE) FROM 2019 TO 2021**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 16 de junho de 2023.

Dr. Yhan Da Silva Mutz

Dra. Elisa Guimarães Cozadi

Dr. Nelson Gutierrez Guzman

Professora. Dr(a). Ana Carla Marques Pinheiro

Orientadora

Professor. Dr. Cleiton Antônio Nunes

Coorientador

LAVRAS-MG

2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho principalmente à minha mãe pelo seu esforço, carinho, amor e apoio desde o dia zero da minha vida até os seus últimos dias. Este trabalho é fruto de um grande esforço e dedicação, e mesmo que ela não tenha me visto receber meu título de graduação e pós-graduação, dedico este trabalho a ela porque, graças aos seus valores, ensinamentos, amor, paciência e grande coração, tenho a coragem de superar meus limites e alcançar as metas que estabeleço para mim. Graças a você, mãe, sou um ser humano íntegro, cheio de amor para compartilhar, com um grande grupo de amigos que me apoiam e acreditam em mim.

Dedico este trabalho a meu amor, Luisa Fernanda Ramírez, e ao meu filho Martín, por todos os dias que me acompanharam até altas horas da noite, por me dar forças nos momentos em que a solidão e a falta do meu lar eram mais fortes, por confiar em mim, por nunca desistir e sempre persistir, por acreditar neste sonho e estar sempre ao meu lado, me dando amor, carinho e palavras de força para continuar e superar as adversidades da vida. Ao meu pai, Enrique Perdomo, porque mesmo que ele não tenha me dado a vida, ele ensinou-me muito sobre ela, transmitiu-me valores, amor e apoiou-me em cada uma das minhas decisões ao longo do caminho da vida. Obrigado por ser uma figura paterna importante na minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, ao programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, pela oportunidade de realizar o mestrado. À Direção de Relações Internacionais (DRI) pela ajuda para chegar em o Brasil. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) -, pela bolsa de estudos para minha estadia no Brasil.

À minha orientadora, Ana Carla Marques Pinheiro e coorientador Cleiton Antônio Nunes, pela oportunidade de ser seu orientado e coorientado, a confiança depositada em mim e aos ensinamentos como profissional e pessoa no tempo que morei em Brasil.

À banca, por aceitar o convite para conhecer meu trabalho e as contribuições para enriquece-o.

À Universidade Surcolombiana (USCO), especificamente ao Centro Surcolombiano de Pesquisa em Café (CESURCAFE), em coordenação com o Dr. Nelson Gutiérrez Guzmán e toda a equipe de trabalho, pelo voto de confiança em representar o centro de pesquisa no Brasil, trabalhando no que mais me apaixona, o café

À Cafeteria-Escola CafESAL, por abrir-me as portas e permitir-me fazer parte deste maravilhoso projeto de extensão. Por todas as lições, conhecimento, paciência e, acima de tudo, amor e companheirismo de cada um dos seus membros.

À Emanuelle Costa, Ana Beatriz Silva, Vinicius Santos e Carlos Eduardo Pestana, por serem essa equipe de trabalho, grupo de amigos e, mais importante, família e irmãos brasileiros, que me acolheram, apoiaram e acompanharam em cada uma das minhas vitórias e derrotas.

À Dra. Alcineia de Lemos Souza, pelo apoio, orientações, esclarecimento de minhas dúvidas, disponibilidade, compreensão e orientação em cada uma das diferentes etapas do mestrado.

A Roberth Jherson Delgado, Daniela Hoyos Benjumea e María Pineda, por fazerem parte da "Casita" e tornarem-se um lar confortável onde chegar todas as noites para falar dos acontecimentos de cada dia, das alegrias e tristezas. Em geral, por serem esse lar de apoio em todos os momentos.

A Manuel Alejandro Pajoy, por ser meu irmão, por estar presente em grande parte do meu crescimento pessoal e acadêmico.

A toda a minha família, por estarem atentos, pela ajuda, pelo amor e por me apoiarem em todos e cada um dos meus projetos. Em geral, a todos os meus amigos na Colômbia e no Brasil, que fizeram parte desse processo acadêmico.

RESUMO GERAL

A qualidade de um café especial é determinada por vários fatores, incluindo características geográficas, agronômicas e de processamento pós-colheita. A avaliação sensorial é fundamental para a determinação da qualidade, sendo realizada por provadores especializados que seguem os padrões da Specialty Coffee Association (SCA). Os programas Cup of Excellence (COE) oferecem uma série de competições nacionais que incentivam os produtores a testarem os seus melhores cafés contra outros produtores do seu país. Dados relevantes, como localização, cultivares, processamento pós-colheita e perfil sensorial, classificados em variáveis intrínsecas e extrínsecas, podem ser encontrados no site do COE. O objetivo do estudo foi analisar o impacto dos atributos extrínsecos (certificações, tipo de colheita, processamento, secagem, equipamento de secagem) no perfil sensorial, no número de descritores e na pontuação geral de cafés participantes do COE do Brasil entre 2019 e 2021, por meio da exploração de dados abertos disponíveis no site do programa. Para compreender essas correlações, foi utilizada uma abordagem multifatorial empregando Análise de Fatores Múltiplos (MFA). Através deste estudo, constatou-se que o processamento natural é a metodologia mais eficaz em termos de qualidade e riqueza sensorial. O sistema de processamento tradicional, que envolve secagem parcial em terreiros e acabamento em secadores mecânicos, continua a ser amplamente utilizado. As certificações no café se concentram no produtor conforme o tamanho da fazenda e o volume de produção, sem associação com os descritores sensoriais. Embora não melhorem a qualidade sensorial, elas influenciam na gestão da cadeia de produção. As regiões de Mantiqueira de Minas, Sul de Minas, Cerrado Mineiro e Chapada Diamantina, com as cultivares Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo IAC62SL e Gesha, processadas por via úmida ou natural e complementadas com fermentação e secagem solar em leitos africanos, obtiveram as melhores pontuações no COE. Cafés com atributos alcoólicos/fermentados, cítricos, de cacau, florais, de baunilha e frutados apresentaram pontuações mais altas. Finalmente, a pontuação representa uma escala quantitativa que avalia a qualidade sensorial, independentemente da abundância de descritores sensoriais.

Palavras Chave: Análise de Fatores Múltiplos (MFA). Cafés especiais. Perfil sensorial. Concurso de cafés especiais. Competição de cafés. Competição de qualidade.

GENERAL ABSTRACT

The quality of specialty coffee is determined by several factors, including geographic, agronomic, and post-harvest processing characteristics. Sensory evaluation is essential in assessing quality and is performed by specialized tasters who adhere to the Specialty Coffee Association's (SCA) standards. The Cup of Excellence (COE) programs organize various national competitions that motivate producers to compare their best coffees with those of other producers within their country. Pertinent data such as location, cultivars, post-harvest processing, and sensory profile, classified as intrinsic and extrinsic variables, can be found on the COE website. The aim of this study was to analyze the influence of extrinsic attributes (certifications, harvesting methods, processing techniques, drying procedures, and drying equipment) on the sensory profile, number of descriptors, and overall scores of coffees participating in the COE Brazil between 2019 and 2021, using an exploratory approach with the available open data from the program's website. To comprehend these correlations, a multifactorial approach utilizing Multiple Factor Analysis (MFA) was employed. This study determined that the natural processing method is the most effective in terms of quality and sensory complexity. The traditional processing system, which involves partial drying on patios and subsequent finishing in mechanical dryers, remains widely utilized. Coffee certifications predominantly focus on the producer, taking into account farm size and production volume, without being associated with sensory descriptors. Although they do not enhance sensory quality, certifications have an influence on production chain management. The Mantiqueira de Minas, Sul de Minas, Cerrado Mineiro, and Chapada Diamantina regions, using cultivars such as Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo IAC62SL, and Gesha, processed using wet or natural methods and supplemented with fermentation and sun drying on African beds, achieved the highest scores in the COE. Coffees with attributes such as alcoholic/fermented, citrus, cocoa, floral, vanilla, and fruity notes presented higher scores. Lastly, the score represents a quantitative scale that evaluates sensory quality, irrespective of the abundance of sensory descriptors.

Keyword: Multiple Factor Analysis (MFA). Specialty coffee. Sensorial profile. Specialty coffee competition. Coffee competition. Quality competition.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

Figura 1: Protocolo de avaliação da Specialty Coffee Association (SCA).....	37
Figura 2: Novo protocolo de avaliação da Specialty Coffee Association (SCA).....	39
Figura 3: Primeira Roda de sabores do degustador pela Specialty Coffee Association de América (SCAA).....	40
Figura 4: Roda de sabores do degustador pela Specialty Coffee Association (SCA).....	41
Figura 5: Formulário de avaliação sensorial usado no Cup Of Excellence.....	56

SEGUNDA PARTE

Figura 1: Círculo de correlação das variáveis na análise global com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	92
Figura 2: A) Representação de regiões no mapa de fatores individuais; B) Representação de sobreposição entre indivíduos e grupos.....	95
Figura 3: Gráfico de barras entre regiões e frequência absoluta dos grupos analisados.....	95
Figura 4: De esquerda para direita: círculo de correlação das variáveis diante de descritores primários e secundários com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	99
Figura 5: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários de aroma e sabor com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$	100
Figura 6: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários acidez (esquerda) e global (direita) com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	102
Figura 7: Círculo de correlação das variáveis na análise global com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	105
Figura 8: A) Representação de cultivares no mapa de fatores individuais; B) Representação de sobreposição entre indivíduos e grupos.....	106
Figura 9: Gráfico de barras entre as cultivares e a frequência absoluta dos grupos analisados.....	106
Figura 10: Da esquerda para a direita: círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores primários e secundários com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$	108
Figura 11: Círculo de correlação das variáveis relativamente aos descritores terciários aroma e sabor com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$	109

Figura 12: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários acidez (esquerda) e global (direita) com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	112
Figura 13: Círculo de correlação das variáveis na análise global com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	114
Figura 14: A) Representação das posições no mapa de fatores individuais; B) Representação de sobreposição entre indivíduos e grupos.....	115
Figura 15: Gráfico de barras entre as posições e a frequência absoluta dos grupos analisados.....	115
Figura 16: Da esquerda para a direita: círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores primários e secundários com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$	116
Figura 17: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários aroma e sabor com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$	117
Figura 18: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários acidez (esquerda) e global (direita) com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$	119

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1: Indicações geográficas brasileiras para café registradas no INPI.....	46
--	----

SEGUNDA PARTE

Tabela 1: resumo da estrutura de dados do MFA.....	89
Tabela 2: autovalores do MFA e contribuição dos grupos para as duas primeiras dimensões.....	90
Tabela 3: Coeficiente R_v por grupos.....	90
Tabela 4: descritores terciários de aroma e sabor associados a variáveis extrínsecas.....	100
Tabela 5: autovalores do MFA e contribuição dos grupos para as duas primeiras dimensões.....	103
Tabela 6: Coeficiente R_v por grupos.....	104
Tabela 7: Descritores terciários de aroma e sabor associados a variáveis extrínsecas.....	110
Tabela 8: Autovalores do MFA e contribuição dos grupos para as duas primeiras dimensões.....	113
Tabela 9: Coeficiente R_v por grupos.....	113
Tabela 10: Descritores terciários de aroma e sabor associados a variáveis extrínsecas.....	119

SUMARIO

PRIMEIRA PARTE.....	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DO CAFÉ.....	20
2.2. BOTÂNICA DA PLANTA DO CAFÉ.....	21
2.2.1 ESPÉCIES E CULTIVARES.....	22
2.4. BIOQUÍMICA DA PLANTA DO CAFÉ.....	25
2.5.1. PROCESSAMENTO.....	27
2.5.2. FERMENTAÇÃO.....	28
2.5.3. SECAGEM.....	29
2.5.4. TORRA.....	31
2.6. ASPECTOS SENSORIAIS E PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR.....	33
2.6.1. HISTÓRIA DA ANÁLISE SENSORIAL.....	33
2.6.2. DEFINIÇÃO DE ANÁLISE SENSORIAL.....	35
2.6.3. ANÁLISE SENSORIAL SOB A METODOLOGIA DA SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION (SCA).....	36
2.6.4. WORLD COFFEE RESEARCH (WCR) E RODA DE SABORES DA SCA.....	38
2.6.5. ESPECIALIDADE EM CAFÉ.....	41
2.7. CAFÉ DE ORIGEM: DENOMINAÇÃO DE ORIGEM (DO), INDICAÇÃO GEOGRÁFICA DE ORIGEM (IG) E ORIGEM PROTEGIDA (IGP).....	43
2.8. CERTIFICAÇÕES PARA CAFÉS ESPECIAIS.....	46
2.8.1. FAIRTRADE.....	49
2.8.2. RAINFOREST ALLIANCE.....	50
2.8.3. UTZ.....	51
2.8.4. CERTIFICAÇÃO 4C.....	51
2.8.5. CERTIFICAÇÃO DE CAFÉ ORGÂNICO.....	52
2.9. PROGRAMA DE CAFÉS ESPECIAIS: CUP OF EXCELLENCE (COE).....	54
3. REFERENCIAS.....	57
SEGUNDA PARTE: ARTIGO.....	80

ANÁLISE DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS E A SUA INFLUÊNCIA NA SELEÇÃO DOS CAFÉS ESPECIAIS APRESENTADOS NA “CUP OF EXCELLENCE” (COE) DO BRASIL DE 2019 A 2021.....	81
RESUMO	81
ABSTRACT	82
1. INTRODUÇÃO	82
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
2.1. BANCO DE DADOS	85
2.2. SOFTWARE ESTATÍSTICO.....	85
2.3. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE MÚLTIPLOS FATORES (MFA) NA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R.....	85
2.4. PERFIL SENSORIAL.....	88
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
3.1. CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CONSIDERANDO AS REGIÕES COMO INDIVÍDUOS.....	88
3.2. REPRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E INDIVÍDUOS	91
3.3. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS USANDO DESCRITORES PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS	98
3.4. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CONSIDERANDO AS CULTIVARES COMO INDIVÍDUOS.....	102
3.5. REPRESENTAÇÃO DE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E INDIVÍDUOS .	103
3.6. CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS USANDO DESCRITORES PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS.....	107
3.7. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CONSIDERANDO AS COLOCAÇÕES NO CONCURSO COMO INDIVÍDUOS.....	111
3.8. REPRESENTAÇÃO DE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E INDIVÍDUOS .	112
3.9. CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS USANDO DESCRITORES PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS.....	115
4. CONCLUSÕES.....	118
AGRADECIMENTO.....	119
REFERENCIAS	120
MATERIAL COMPLEMENTAR.....	128
ANEXO 1 - LISTA DE SIGLAS	128

ANEXO 2 - PERFIL SENSORIAL POR REGIÃO	133
ANEXO 3 - CÓDIGO NA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R	141

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

O café de especialidade é a revitalização da arte de cultivar, colher, selecionar, processar, classificar, torrar, analisar, preparar e apreciar uma bebida com aroma e sabor excepcionais (Donnet; Weatherspoon; Hoehn, 2007). É uma bebida amplamente consumida em todo o mundo e uma commodity com grande influência na economia global. Segundo o último relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em 2021, o café ocupou a sexagésima quinta posição na produção de culturas primárias em nível mundial, com 9,9 milhões de toneladas. Nessa mesma categoria, no Brasil, o café posicionou-se como o décimo oitavo produto, com 2,9 milhões de toneladas. Analogamente, o Serviço Exterior Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em 2022, relatou que para o período de junho de 2022 a junho de 2023, a produção de café em sacos de 60 kg foi de 174,95 milhões, dos quais 95 milhões correspondem a sacos de *Coffea arábica* e 79,95 milhões a *Coffea Canephora*. Da produção total, o Brasil contribuiu com 64,3 milhões, o Vietnã com 30,9 milhões e a Colômbia com 13 milhões de sacos, estabelecendo-se como os três maiores produtores a nível mundial.

Com relação ao Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, calculado pela Confederação Da Agricultura e Pecuária Do Brasil, estima-se que a participação do setor cafeeiro tenha sido cerca de 25% em 2022. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área destinada à produção nacional de café em 2022 foi de 2,24 milhões de hectares, dos quais aproximadamente 80% correspondem a cultivos em produção, gerando receitas de 5,9 bilhões de dólares com as vendas do grão no mercado internacional nos primeiros oito meses do ano.

O café é a segunda bebida mais consumida do planeta, depois da água, e é um produto muito valorizado no mercado devido ao seu agradável aroma e sabor. No mundo, são consumidas no mínimo 2 bilhões de xícaras de café por dia, e estima-se que esse número aumente em 1% a cada ano (ICO, 2022). Segundo a Organização Internacional do Café (ICO), em 2021, foram consumidas mais de 10 milhões de toneladas em todo o mundo. O seu consumo está estabelecido devido aos efeitos estimulantes da cafeína e à elevada atividade antioxidante atribuída a certos componentes, como fenóis, ácidos clorogênicos e melanoidinas (Cordoba *et al.*, 2019; Worku; Astatkie; Boeckx, 2023; Yashin *et al.*, 2013).

A popularidade dessa bebida deve-se aos efeitos estimulantes da cafeína e aos benefícios antioxidantes atribuídos a determinados componentes, como fenóis, ácidos clorogênicos e melanoidinas (Cordoba *et al.*, 2019; Worku; Astatkie; Boeckx, 2023b; Yashin *et al.*, 2013). Além disso, são lhe atribuídos benefícios à saúde, como redução do risco de doenças, melhora da saúde cardiovascular e redução da inflamação (Ciaramelli; Palmioli; Airoidi, 2019; Depaula *et al.*, 2020; Depaula; Farah, 2019). Essa bebida possui um significado cultural enraizado em diversas comunidades ao redor do mundo, desempenhando um papel importante na história, promovendo a criatividade, impulsionando revoluções, startups, literatura e música, e está frequentemente associada à vida social e à construção de comunidades (Bacon *et al.*, 2008; Bray; Neilson, 2017).

O USDA em 2022 relatou os três maiores consumidores em sacos de 60 kg de café verde para o período de junho de 2022 a 2023: União Europeia com 42,9 milhões, Estados Unidos com 26,8 milhões e Brasil com 22,45 milhões. Surpreendentemente, este último é o único país que consome grande parte do que produz. Agora, segundo o mesmo relatório, os maiores importadores de café são a União Europeia com 46 milhões, Estados Unidos com 25,5 milhões e Japão com 6,9 milhões, enquanto os maiores exportadores de café torrado e moído são a União Europeia com 2 milhões, Suíça com 1,8 milhões e Vietnã com 600 milhões. Nessa lista, a Colômbia aparece com um número de 200 milhões, muito abaixo do Brasil com 45 milhões. A maioria da produção mundial de café é exportada pelas regiões produtoras como matéria-prima (café verde) para os países desenvolvidos, onde os processos de mistura, torrefação e moagem são gerenciados. Os torrefadores utilizam café de diversas origens geográficas e qualidades para obter misturas com características de qualidade estáveis (Belletti; Marescotti; Touzard, 2017). Com essas informações, fica evidente que, embora seja verdade que os países produtores recebam grandes somas de dinheiro pelo café que produzem, a maioria da receita é distribuída entre os países com capacidade para transformar e comercializar a matéria-prima.

Para contrabalançar as grandes diferenças de margem de lucro entre produtores e intermediários, são implementados desenvolvimentos nos processos pós-colheita, práticas agronômicas e condições edafoclimáticas, a fim de aprimorar a qualidade da matéria-prima por meio da produção de cafés especiais com perfis sensoriais diferenciados, direcionados a segmentos de consumo específicos. O mercado de cafés especiais é uma indústria que representa 235 bilhões de dólares (Morland, 2018) e está em amplo crescimento (de 14% em 2001 para 41% em 2017 nos EUA) (Ufer; Lin; Ortega, 2019), com o seu valor aumentando de 7,8 bilhões de dólares em 2000 para 25,3 bilhões em 2014 (Hernandez-Aguilera *et al.*, 2018),

devido à demanda dos consumidores por atributos únicos na bebida e à disposição de pagar por uma maior qualidade (Peñuela Martinez; Zapata Zapata; Durango Restrepo, 2018).

A qualidade num café especial é o resultado de inúmeros fatores que envolvem características da região produtora, como altitude, clima e solo (condições edafoclimáticas) (Abubakar *et al.*, 2019; Da Silva Taveira *et al.*, 2015; Davis *et al.*, 2012; Jawo; Kyereh; Lojka, 2022; Toledo *et al.*, 2016), práticas agrícolas (sombreamento, poda, fertilização, irrigação) (Vaast *et al.*, 2006), estado de maturação dos grãos e uniformidade na colheita (Joët *et al.*, 2010; Peñuela Martinez; Zapata Zapata; Durango Restrepo, 2018; Toledo *et al.*, 2016), processamento (via úmida, seca ou semiseca), secagem e fermentação (Cangussu *et al.*, 2021; Lachenmeier *et al.*, 2022; Periyasamy *et al.*, 2022), condições de armazenamento (De Almeida Dias *et al.*, 2020; Vaast *et al.*, 2006), torra e, por fim, infusão (variáveis que afetam a extração, bem como métodos de preparo) (Cordoba *et al.*, 2019, 2020; Córdoba *et al.*, 2021; Fibrianto; Umam; Shinta Wulandari, 2018; Indriati *et al.*, 2020; Seninde; Chambers; Chambers, 2020). Essa série de atributos pode ser classificada como "intrínsecos" (atributos sensoriais, tamanho do grão, ausência de defeitos, etc.), que são uma parte material do próprio café, e atributos "extrínsecos" (origem, certificações, etc.) que não são inerentes ao café (Traore; Wilson; Fields, 2018). Como resultado, a qualidade de uma xícara de café e as suas características sensoriais distintas exigem cuidado em toda a cadeia de produção, processamento e armazenamento (Abubakar *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2013).

A Specialty Coffee Association (SCA) atualmente estabelece a definição de café especial como aquele que apresenta atributos sensoriais distintivos reconhecidos, conferindo-lhe um valor agregado significativo no mercado. Esse enfoque se concentra na avaliação por parte de apreciadores e comerciantes de café, estabelecendo um "framework" que respeita as diversas preferências dos consumidores, ao mesmo tempo, em que fortalece a compreensão dos produtores sobre como comunicar e maximizar o valor dos cafés que produzem. Essa definição também destaca a inclusão de todas as culturas de cafés especiais ao redor do mundo, independentemente da sua diversidade e variedade, reconhecendo a inexistência de juízos de valor absolutos para um produto tão complexo e apreciado como o café (SCA, 2022).

O setor cafeeiro tem passado por uma evolução contínua para atender às demandas dos consumidores, adaptando-se às mudanças por meio do desenvolvimento de novos produtos e serviços, como o café cultivado de forma sustentável, e realizando pesquisas de mercado para compreender melhor os hábitos e as preferências dos consumidores. Ao mesmo tempo, os avanços tecnológicos permitiram a implementação de métodos sofisticados para investigar de

forma mais aprofundada as preferências dos consumidores, sendo a análise sensorial uma ferramenta essencial para perceber mudanças nos padrões de consumo relacionados à seleção dos métodos de preparo do café (Barahona; Sanmiguel Jaimes; Yang, 2020; Czarniecka-Skubina *et al.*, 2021; Falkner, 2020).

A avaliação é realizada por meio de painéis de provadores treinados conforme as metodologias e padrões estabelecidos por diversas organizações. A pontuação da qualidade, bem como a origem, as variedades e outros atributos de comercialização, são fatores-chave para a tomada de decisões no mercado de cafés especiais (Donnet; Weatherspoon; Hoehn, 2008). Iniciativas como concursos de qualidade têm contribuído para a expansão dos cafés especiais no mundo e ampliado o foco dos produtores numa produção de maior valor agregado (Jardim Barra; Da Silva E Oliveira; Moreira Machado, 2007).

Dentre os muitos concursos e eventos de café especial em todo o mundo, destaca-se o programa "Cup of Excellence" (COE), organizado pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), em colaboração com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX-BRASIL) e a Alliance for Coffee Excellence (ACE), no caso do Brasil. O COE é considerado o principal concurso de qualidade de cafés especiais do mundo. Essa competição visa avaliar a qualidade dos grãos de café da espécie *Coffea arabica*, independentemente dos seus atributos extrínsecos e intrínsecos, desempenhando um papel crucial no fortalecimento, reconhecimento e valorização do mercado de cafés especiais. O programa é composto por diferentes etapas de concursos de qualidade que reúnem provadores nacionais e internacionais, cujas avaliações não apenas influenciam o preço de venda dos lotes qualificados selecionados para leilão, mas também favorecem a reputação de regiões, produtores e comerciantes (Gumecindo-Alejo *et al.*, 2021).

Há estudos que utilizam extensivamente o conjunto de dados do COE para prever os preços de cafés especiais, por exemplo, Traore *et al.* (2018) em seu trabalho "What explains specialty coffee quality scores and prices: a case study from the cup of excellence program" estudaram os efeitos dos atributos de qualidade materiais e simbólicos na pontuação e nos preços do Cup of Excellence. Estudos como os adiantados por Gumecindo *et al.* (2021) intitulado "Factors related to coffee quality, based on the "Cup of Excellence" contest in Mexico", assim como o trabalho de Wilson (2014) intitulado "The economics of quality in the specialty coffee industry: insights from the Cup of Excellence auction programs" e o estudo de Wilson *et al.* (2012) intitulado "New terrains of taste: Spatial analysis of price premiums for single origin coffees in Central America" concentram-se em compreender como os preços do

café variam com base nos atributos sensoriais e como essa relação entre qualidade, preço e geografia pode ser explicada a partir de uma perspectiva econômica. Além disso, buscam compreender como esses aspectos afetam a economia dos agricultores com base nos incentivos que recebem para produzir café com atributos diferenciados. No entanto, até o momento, nenhum desses estudos avaliou como os atributos extrínsecos influenciam as pontuações de qualidade dos cafés especiais.

Este estudo apresenta uma abordagem metodológica descritiva, teórica e quantitativa. A realização desta pesquisa representa o ponto de partida para abordar as lacunas de conhecimento relacionadas à compreensão dos padrões de seleção dos cafés participantes no prestigioso concurso "Cup of Excellence". Este estudo representa um avanço significativo na validação e classificação dos perfis sensoriais dos cafés conforme a sua região de origem e cultivares plantadas, bem como na identificação das possíveis configurações de variáveis relevantes durante as etapas de colheita e pós-colheita que podem influenciar a criação de perfis destacados, propensos a serem selecionados para participar do COE e obter as melhores posições na competição. Além disso, este estudo fornece uma base sólida para pesquisas futuras que se concentrem em analisar estatisticamente como os protocolos e regulamentos que regem as edições do concurso impactam o mercado, incluindo os processos de produção e as tendências de consumo. Conseqüentemente, abre-se a possibilidade de estudos futuros que examinem de forma rigorosa os aspectos relacionados à influência das regulamentações no concurso, a fim de obter uma compreensão mais aprofundada do seu impacto na indústria cafeeira em termos econômicos e comerciais.

Com base no exposto anteriormente, o objetivo principal deste estudo é mensurar o impacto dos atributos extrínsecos nas pontuações de qualidade dos cafés especiais, utilizando o conjunto de dados do COE de 2019 a 2021 para o Brasil. Especificamente, este trabalho tem como propósito analisar o comportamento de múltiplos fatores presentes durante a colheita e pós-colheita do café em relação ao perfil sensorial (descritores sensoriais em três categorias), número de descritores e pontuação geral, por meio de uma Análise de Fatores Múltiplos (MFA) exploratória utilizando os dados fornecidos por esse concurso. Essa análise permitirá uma compreensão mais aprofundada da influência desses fatores nas características sensoriais e na qualidade geral dos cafés especiais. Sugere-se que essa pesquisa contribuirá para o conhecimento científico e para aprimorar a produção e seleção de cafés especiais, proporcionando informações valiosas aos produtores, comerciantes e demais envolvidos na cadeia produtiva do café.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DO CAFÉ

O café foi descoberto há pelo menos 1.000 anos. Ninguém sabe ao certo, mas muitos acreditam que as origens do Arábica estão no sul do Sudão e Etiópia, enquanto o Robusta nasceu na África Ocidental. Wellman (1961) relatou que o cultivo das variedades de *C. arábica* iniciou quando o café selvagem foi introduzido da Etiópia para o Iêmen, aproximadamente em 575 a.C. Estudos mais recentes por meio de análises biogeográficas indicam que o centro de origem do subgênero *Coffea* está localizado no Quênia (Kole, 2011). No entanto, novas análises de DNA e registros florísticos sugerem que a Baixa Guiné, no oeste da África equatorial, pode ser o centro de origem e especiação do subgênero *Coffea*, e que a África Central pode ser uma série de pequenos refúgios, com áreas ricas em espécies de café abrigando uma ampla biodiversidade (Davis *et al.*, 2006; Nowak; Davis; Yoder, 2012).

A espécie *C. arabica* apresenta o seu principal centro de diversidade nas terras altas do sudoeste da Etiópia, localizadas em altitudes entre 1000 e 2000 metros, abrangendo a meseta de Boma, no Sudão, e o Monte Marsabit, no Quênia (Anthony *et al.*, 1987, 2002). Por outro lado, *C. canephora* colonizou diversas regiões da África Central, que se estendem desde a África Ocidental, atravessando Camarões, República Centro-Africana, Congo, República Democrática do Congo, Uganda, norte da Tanzânia e até o norte de Angola (Cubry *et al.*, 2013, 2014).

Dados históricos indicam que a cultivar *Typica* teve origem a partir de uma única planta, transportada do Iêmen para a Índia (Illy; Viani, 2005; Ukers, 1935; Vossen; Bertrand; Charrier, 2015). Posteriormente, foi levada para a ilha de Java em 1690 e, posteriormente, para Amsterdã em 1706 ou 1710, onde foi cultivada em jardins botânicos (Anthony *et al.*, 2002; Lécolier *et al.*, 2009). A partir de Amsterdã, o café foi introduzido nas Américas por meio de Suriname em 1718 e, posteriormente, nas Índias Ocidentais (Martinica) em 1720 ou 1723 (Candolle, 1884). Em 1727, sementes foram levadas para o estado do Pará, no norte do Brasil, aparentemente provenientes da Guiana Francesa. As sementes do Suriname também se tornaram a origem de numerosas autoprogênies, que se espalharam por todo o continente americano, incluindo Jamaica, Porto Rico, Haiti, Cuba, América Central e Guianas (Fausto; Fausto, 1999; Lécolier *et al.*, 2009; Pendergrast, 2010). Por outro lado, a propagação de *C. canephora* da África Central

para o restante do mundo é mais recente. Inicialmente, essa espécie foi levada para a Indonésia no século XX como solução para a ferrugem do café, que afetava as plantações (Illy; Viani, 2005). Todas as regiões onde essa espécie é plantada, assim como os híbridos com *C. arábica*, relatam a sua introdução devido à presença da ferrugem do café e à necessidade de programas de melhoramento genético (Cubry *et al.*, 2013, 2014).

Desde a difusão do café na Europa Ocidental no século XVII, o comércio deste produto tem sido marcado por dois eventos significativos: a transferência do peso da produção das Índias Ocidentais para as Índias Orientais e, posteriormente, para o Brasil, e o crescimento dos Estados Unidos como principal consumidor mundial de café (Moldaver, 2014; Ukers, 2012).

2.2. BOTÂNICA DA PLANTA DO CAFÉ

A primeira descrição botânica de uma planta de café, denominada *Lasminum Arábicanum*, foi realizada em 1713 por A. de Jussieu, a partir do estudo de uma única planta proveniente do jardim botânico de Amsterdã (Clifford; Willson, 1985). Posteriormente, Linné (1737) classificou essa planta como um gênero distinto, *Coffea*, sendo a única espécie conhecida na época, *C. arábica*. Chevalier (1947), por sua vez, propôs a agrupação das espécies do gênero *Coffea* em quatro seções: *Argocoffea*, *Paracoffea*, *Mascarocoffea* e *Eucoffea*. A seção *Eucoffea*, atualmente mais corretamente denominada *Coffea*, assim como a *Mascarocoffea*, englobam a maioria das espécies de café conhecidas atualmente. Nessa seção, encontra-se a subseção *Eythrocoffea*, que abriga as duas espécies de maior importância, *C. Arábica* e *C. Canephora*.

O cafeeiro é classificado dentro do reino *Plantae*, mais especificamente no subdomínio *Tracheobionta*, que abrange as plantas com vasos condutores. Pertence ao grupo de *angiospermas*, que se reproduzem por meio de sementes encerradas no ovário, na base da flor. Faz parte da superdivisão *Spermatophyta*, que engloba as plantas com sementes. Na divisão *Magnoliophyta*, que inclui as plantas com flores, encontra-se na classe *Magnoliopsida*, que compreende as dicotiledôneas. Dentro da subclasse *Asteridae*, pertence à ordem *Rubiales*, à família *Rubiaceae* e à subfamília *Ixoroideae*, que é monofilética. Na tribo *Coffeae*, está o gênero *Coffea* L., que se destaca economicamente como o mais importante dentro da família *Rubiaceae*, sendo o subgênero *Coffea* o mais relevante (Clifford; Willson, 1985; Davis, 2010; Moldaver, 2014; Ukers, 2012).

Devido à grande diversidade de plantas e sementes de café, ainda não foi possível estabelecer um sistema único e preciso de classificação. Atualmente, existem mais de 90 espécies descritas no gênero *Coffea*, das quais 25 foram estudadas de forma mais aprofundada (Davis *et al.*, 2006, 2007). Dentre essas 25 espécies, apenas duas possuem relevância comercial significativa: *C. arábica* e *C. Canephora*. Estudos científicos indicam que *C. Arábica*, uma espécie tetraploide ($2n=4x=44$), originou-se por meio de hibridação natural entre *C. Canephora* e *C. Eugenioides*, ou de ecótipos relacionados a essas duas espécies diploides ($2n=2x=22$) (Anthony *et al.*, 2002; Clifford; Willson, 1985; Lashermes *et al.*, 1999).

2.2.1 ESPÉCIES E CULTIVARES.

As árvores de *C. arábica* atingem até 6 m de altura, crescem bem em áreas de elevação e com temperaturas amenas, e a suas sementes representam mais de 60% da produção mundial de café. Já as árvores de *C. canephora* atingem até 10 m de altura, crescem em elevações mais baixas e climas mais quentes, possuindo maior resistência a doenças, porém apresentam qualidade de bebida inferior e menor valor de mercado em comparação com as árvores de *C. arábica* (Farah; Ferreira, 2015).

Os cafeeiros ocorrem naturalmente desde o nível do mar até 2.500 m, porém nenhuma espécie cresce em todo esse intervalo. Essa ampla faixa é principalmente atribuída às variações de latitude. O intervalo ideal de altitude para o crescimento de *C. arábica* varia de 1.200 a 1.950 m, com um crescimento médio ocorrendo em torno de 1.575 m. Em outras regiões do mundo, a presença ou ausência de espécies é principalmente determinada pelas temperaturas mínimas, as quais, geralmente, são influenciadas pela altitude e latitude (Kole, 2011; Noirot *et al.*, 2016).

Com base em dados históricos e científicos, *C. arábica* divergiu em duas bases genéticas distintas, descritas como duas variedades botânicas distintas: *C. arábica var. arábica* (comumente referida como *C. arábica var. Typica Cramer*) e *C. arábica var. Bourbon* (Clifford; Willson, 1985). Essas variedades posteriormente deram origem à maioria das cultivares comerciais cultivadas globalmente (Anthony *et al.*, 2002). Muitas variedades são geneticamente similares, porém receberam diferentes denominações regionais ou locais, o que dificulta um mapeamento preciso da sua evolução (Anthony *et al.*, 2002).

A partir do ramo principal da espécie *Arábica* derivam as cultivares Heirloom, Typica, Bourbon e os seus cruzamentos. Existem dezenas de cultivares amplamente cultivadas em todo o mundo, cada uma única no seu desempenho e adaptação às condições locais. A World Coffee Research (WCR) disponibiliza um catálogo online que apresenta informações para cafeicultores e entusiastas do café sobre as variedades mais representativas de *C. arábica*, além de dados sobre características visuais, aspectos agronômicos, suscetibilidade a doenças e genética. Segundo a WCR, no território brasileiro é comum encontrar variedades como Caturra (mutação natural do Bourbon), Mundo Novo (Typica + Bourbon), Catuaí (Mundo Novo + Caturra), Catuaí Amarelo (Icatu Vermelho + Catuaí Amarelo), Icatu Vermelho (*C. Canephora* + *C. arábica*), Catigua (Catuaí Amarelo + Híbrido de Timor), entre outras (Moldaver, 2014; World Coffee Research, 2019).

2.3. FISIOLOGIA E ANATOMIA DO FRUTO

O café é uma planta perene, com um ciclo de produção de 10 a 15 anos, que se reduz consideravelmente ao longo do tempo. Portanto, em plantações comerciais, as árvores devem ser regularmente renovadas (Farah; Ferreira, 2015). O cafeeiro é cultivado comercialmente em toda a região geográfica compreendida entre as latitudes 30° N e 30° S, conhecida como "cinturão do café" (Trópico de Câncer e Trópico de Capricórnio), sendo amplamente encontrado em regiões tropicais da América do Sul, Ásia, Oceania, África, América Central e México (Ferreira *et al.*, 2019). As espécies de *C. arábica* crescem em temperaturas médias anuais entre 18 °C e 22 °C e em altitudes mais elevadas. À medida que a espécie se aproxima do equador, a altitude necessária para um crescimento ótimo aumenta. Portanto, a altitude ideal de crescimento e produção para obter grãos de qualidade varia conforme o país ou região de cultivo (Davis *et al.*, 2006; Farah; Ferreira, 2015; Noirot *et al.*, 2016). Essa variação na altitude necessária para o crescimento ótimo do café *arábica* tem implicações significativas para a produção e a qualidade dos grãos em diferentes regiões do mundo.

Enquanto nas regiões equatoriais, o ciclo de floração e frutificação do café pode ocorrer em diversos momentos ao longo do ano, nas regiões não equatoriais, que representam a maioria da produção mundial de café, as plantas de café seguem um único ciclo anual de crescimento e frutificação (Clifford; Willson, 1985). A floração da planta de café compreende dois processos distintos: a indução do botão floral e a abertura da flor, conhecida como antese. Em cada temporada de floração, podem ocorrer múltiplas floradas, sendo que quanto maior o seu número

e mais espaçadas no tempo, menor será a uniformidade dos frutos do café na colheita (Ferreira *et al.*, 2019).

O fruto do cafeeiro é comumente descrito como uma drupa: um fruto carnoso com pericarpo, composto pelas camadas externas do fruto do café (exocarpo, mesocarpo e endocarpo), e pela semente, que engloba o embrião, o endosperma e o pergaminho (De Castro; Marraccini, 2006). O exocarpo, também chamado de epicarpo, é o tecido mais externo do fruto do café, composto por uma única camada de células parenquimáticas poligonais e compactas. O mesocarpo é uma polpa carnosa, fibrosa e doce, rica em carboidratos (glicose, frutose e pectina), proteínas, lipídios, minerais e quantidades consideráveis de taninos, polifenóis e cafeína (Eira *et al.*, 2006; Janissen; Huynh, 2018; Lachenmeier *et al.*, 2022; Murthy; Naidu, 2012). O endocarpo, também conhecido como pergaminho, é um polissacarídeo fino, amarelado e friável, semelhante ao papel, composto principalmente por α -celulose, hemicelulose, lignina e cinzas (Esquivel; Jiménez, 2012). As sementes de café geralmente possuem forma elíptica e plano-convexa, com uma fenda longitudinal na superfície plana. Elas são constituídas pela epiderme, pelo endosperma e pelo embrião. Acredita-se que desempenhem papel no acúmulo e transporte de compostos bioquímicos do pericarpo para o endosperma (De Castro; Marraccini, 2006; Eira *et al.*, 2006). O pergaminho é composto predominantemente por polissacarídeos, especialmente celulose e hemiceluloses, além de monossacarídeos, proteínas, polifenóis e outros compostos menores (Farah; Ferreira, 2015), apresentando alto teor de fibras dietéticas totais e compostos fenólicos com relevante atividade antioxidante (Janissen; Huynh, 2018). Ele cobre dois hemisférios de sementes elípticas que, por sua vez, abrigam o endosperma e os embriões (Esquivel; Jiménez, 2012; Farah; Ferreira, 2015). O endosperma é o principal tecido formado pela fusão de um núcleo espermático e dois núcleos polares, sendo responsável por armazenar reservas para o crescimento inicial da planta após a germinação (Delgado; Arbelaez; Rojano, 2019). O embrião é pequeno (3-4 mm de comprimento em *C. arábica*), composto por um hipocótilo ligado a dois cotilédones, localizado próximo à superfície convexa da semente. Ele possui poucas reservas de armazenamento e, portanto, depende do endosperma para obter nutrientes durante o seu crescimento inicial (Ferreira *et al.*, 2019; Rebelles Reis; Da Cunha, 2010).

O tempo que decorre desde a floração até a finalização da maturação do fruto varia entre as espécies e depende de fatores como o genótipo, o clima e as práticas de cultivo (Coyne; Poehlman, 1984). As etapas-chave no desenvolvimento do fruto são divididas em cinco estágios: O primeiro estágio (primeiras seis a dez semanas após a floração) é de crescimento

limitado do fruto e é comumente conhecido como estágio de "cabeça de alfinete" (Clifford; Willson, 1985; Damatta *et al.*, 2007). O segundo estágio (6 a 16 semanas após a floração) é de rápido crescimento, caracterizado por um aumento rápido do volume e do peso seco, principalmente devido ao crescimento do Pericarpo (De Castro; Marraccini, 2006; Eira *et al.*, 2006); O terceiro estágio é de crescimento suspenso e dura apenas duas semanas, onde o tamanho final do fruto é alcançado e há baixa acumulação de matéria seca (DAMATTA *et al.*, 2007). No quarto estágio, o endosperma preenche os lóculos, consumindo todo o perisperma que ocupava esse espaço anteriormente, exceto por uma pequena quantidade (EIRA *et al.*, 2006). Os resíduos do perisperma se transformam na pele prateada que se desprende do café após a torrefação (Damatta *et al.*, 2007); A etapa final é considerada a maturidade. As alterações nessa fase ocorrem principalmente no pericarpo, incluindo o aumento do peso seco, a decomposição do mesocarpo, resultando em amolecimento do fruto, e a mudança de cor do exocarpo, que varia de verde para vermelho, amarelo ou, em alguns casos, rosa ou laranja, dependendo dos compostos flavonoides associados ao genótipo (Ferreira *et al.*, 2019).

2.4. BIOQUÍMICA DA PLANTA DO CAFÉ

A composição química dos grãos de café verde é extremamente complexa e inclui mais de 1000 substâncias com diferentes propriedades químicas e físicas. Os principais precursores do aroma são os carboidratos insolúveis (celulose e hemicelulose), carboidratos solúveis (arabinose, frutose, galactose, glicose, sacarose, rafinose e estaquiose), lipídios, ácidos clorogênicos e compostos nitrogenados (Fadai *et al.*, 2017; Poisson *et al.*, 2018). Os carboidratos de baixo massa molecular, como sacarose, glicose e frutose, contribuem para a formação de ácidos e outros compostos voláteis durante a torra (Clarke; Vitzthum, 2001). A fração lipídica do café é composta principalmente por triacilgliceróis, esteróis, cafeadiol, arabiol e tocoferóis. Esses compostos são encontrados principalmente no endosperma dos grãos de café verde, e apenas uma pequena quantidade, conhecida como cera do café, está presente na camada externa do grão (Esquivel; Jiménez, 2012; Speer; Kölling-Speer, 2006). Compostos nitrogenados, como alcaloides (cafeína e trigonelina) e proteínas, bem como ácidos alifáticos não voláteis (ácido cítrico, málico e quínico) e ácidos voláteis (ácido acético, butanoico, decanoico, fórmico, hexanoico, isovalérico e propanoico), também são encontrados em concentrações elevadas nos grãos de café verde. Esses compostos degradam-se durante o

processo da torra, gerando metabólitos como piridinas e pirróis (Poisson *et al.*, 2018; Sunarharum; Williams; Smyth, 2014). Outros compostos menores presentes nos grãos de café verde incluem fenólicos (ácido cafeoilquínico-CQA, ácido feruloilquínico-FQA e ácido dicafoilquínico-diCQA), tióis (responsáveis pelas notas distintivas de aroma "café" e "tostado") e minerais (Dulsat Serra; Quintanilla Casas; Vichi, 2016).

2.5. CULTIVO DE CAFÉ E PROCESSAMENTO PÓS-COLHEITA

A colheita dos frutos é o primeiro passo no processamento do café após a colheita. O desenvolvimento heterogêneo dos frutos de café leva à presença simultânea de diferentes estágios de maturação na mesma planta, ou seja, verde (imaturo), cereja (maduro) e passa (sobremaduro) (Bento; Camargo, 2003). Quando maduros, os frutos de café apresentam menores concentrações de compostos fenólicos, o que implica numa redução da adstringência; além disso, as cerejas de café mostram um maior conteúdo de compostos voláteis (aldeídos, cetonas e álcoois superiores) em comparação com os frutos imaturos (Wintgens, 2004). Em países ou regiões onde os frutos do café amadurecem de forma desigual devido à ocorrência de várias florações ao longo do ano, a colheita deve ser feita de forma seletiva, fruto por fruto. Em países ou regiões com um amadurecimento mais uniforme dos frutos, como a maioria das áreas de cultivo de café no Brasil, é possível adiar a colheita para ocorrer apenas uma vez, removendo todos os frutos dos ramos plagiotrópicos (Castro Da Silva *et al.*, 2013).

A colheita do café é comumente realizada por meio da colheita manual ou pela remoção dos frutos usando lonas colocadas sob as árvores. Essa prática é comum em países próximos à linha do equador, nos quais os cafeicultores geralmente realizam de oito a nove colheitas por ano, retirando apenas os frutos maduros a cada vez, devido à falta de uniformidade na maturação. No entanto, o uso de colhedoras mecânicas baseadas na vibração dos ramos das árvores tem aumentado significativamente em todo o mundo (Illy; Viani, 2005). Com o desenvolvimento das máquinas colhedoras, obtém-se maiores rendimentos operacionais sem que isso tenha um impacto negativo no emprego. Essa mecanização permitiu um grau de "colheita seletiva", o que possibilitou que grandes fazendas e aquelas localizadas em áreas com altos custos de mão de obra se tornassem mais competitivas ao atender às diversas demandas do mercado mundial de café (Santinato *et al.*, 2014). A escolha do método utilizado interfere diretamente na qualidade do fruto. A colheita manual permite a seleção exclusiva de frutos no seu estado ideal de maturação. No entanto, obter apenas cerejas de café maduras por meio da

colheita manual seletiva é dispendioso e trabalhoso. Nesse sentido, muitos produtores optam pela colheita mecânica dos frutos do café, seguidos pela remoção dos grãos imaturos por meio da classificação (Huch; Franz, 2015).

2.5.1. PROCESSAMENTO

Os grãos de café podem ser processados pelos métodos úmido, semi-seco ou seco (Duarte; Pereira; Farah, 2010). De acordo com Barbosa *et al.* (2010), a escolha de um método de processamento do café deve levar em consideração a relação custo/benefício, o padrão de qualidade desejado e o cumprimento dos requisitos da legislação ambiental. Além disso, a seleção depende de diversos fatores, como as condições climáticas regionais, o capital disponível, a tecnologia e os equipamentos disponíveis, a demanda dos consumidores por características de qualidade específicas, os direitos de uso da água e a disponibilidade de tecnologia para o tratamento de efluentes. Após a colheita, o processamento do café deve ser iniciado o mais rapidamente possível para evitar a deterioração do fruto devido à fermentação indesejável (Ferreira *et al.*, 2019; Illy; Viani, 2005; Illy, 2002), sendo este passo considerado fundamental na obtenção de cafés de alta qualidade.

A produção de café natural, cereja seca ou processamento a seco é o método mais antigo e simples de produção de café. Envolve a secagem de todo o fruto de café intacto, sem separação de lotes com base na maturação ou qualidade do café, e é amplamente utilizado em regiões tropicais onde a estação seca coincide com o período de colheita (Clarke; Vitzthum, 2001; Illy; Viani, 2005). Cafés processados a seco são caracterizados por produzirem uma bebida mais doce, com maior corpo e acidez moderada (Barbosa *et al.*, 2010), e a sua qualidade depende do método de colheita e dos cuidados durante o processamento e secagem.

O método de beneficiamento úmido foi desenvolvido em regiões equatoriais com precipitações contínuas durante o período de colheita. Geralmente, um café de boa qualidade é produzido se apenas os frutos maduros forem colhidos, se a pele e a mucilagem forem removidas adequadamente de forma mecânica, se a fermentação for controlada por processos microbiológicos e se a secagem for cuidadosa ao sol (Farah, 2019; Illy; Viani, 2005). Atualmente, o processo úmido é realizado de duas formas distintas: cafés totalmente lavados, nos quais a polpa (exocarpo e mesocarpo) é removida mecanicamente e, em seguida, a mucilagem restante, insolúvel em água, é removida por meio de uma fermentação controlada e

lavagem subsequente. O resultado é um café com um sabor geralmente considerado mais limpo, com um aroma agradável, maior acidez percebida e menos corpo (Clarke; Vitzthum, 2001; Freitas Schwan; H. Fleet, 2014); os cafés despolpados, semi-secos ou melados (Honey) (Duarte; Pereira; Farah, 2010; Freitas Schwan; H. Fleet, 2014) são cafés processados de forma úmida nos quais a pele do fruto e parte da mucilagem são removidas mecanicamente, mas a mucilagem restante não é removida, sendo seca intacta com o café pergaminho. Eles podem ser produzidos de várias maneiras, particularmente variando a quantidade de mucilagem que permanece no pergaminho, cobrindo o café pergaminho ou colocando-o em sacos fechados durante o processo de secagem e alterando a espessura da camada de secagem. Alguns desses tratamentos alteram a cor do café em pergaminho resultante e são frequentemente chamados de cafés “yellow honey”, “red honey” e “black honey”. O sabor é frequentemente considerado mais "limpo" do que os naturais convencionais, mas com mais corpo do que a maioria dos cafés totalmente lavados (Farah, 2019; Illy; Viani, 2005; Wintgens, 2008).

Em geral, é reconhecido que os cafés submetidos ao processamento úmido apresentam níveis mais elevados de acidez e aromas mais intensos do que aqueles submetidos ao processamento seco. Essa observação pode ser atribuída às diferentes atividades metabólicas dos açúcares e aminoácidos livres presentes nas sementes, resultantes das condições específicas escolhidas para o processamento (De Melo Pereira *et al.*, 2016; Gonzalez Rios *et al.*, 2007; Joët *et al.*, 2010; Selmar *et al.*, 2006).

2.5.2. FERMENTAÇÃO

A fermentação do café consiste na degradação natural da polpa e da mucilagem do fruto realizada por microrganismos. Esse processo resulta na produção de ácidos, ésteres e outros metabólitos que podem interferir no sabor e aroma da bebida final. Após a colheita e a remoção da polpa, os grãos de café passam por um processo de fermentação em tanques submersos (processo úmido) ou são dispostos em terraços (processo semi-seco) para decompor e remover a mucilagem. No Brasil, por exemplo, é comum realizar a fermentação em café cereja, onde os grãos são espalhados em terreiros, expostos ao sol e movidos várias vezes para garantir uma secagem uniforme. Em geral, as fermentações podem ser conduzidas em bombonas de plástico seladas, tanques de diferentes materiais (como inox), carrinhos, montes no terreiro, estufas, sacos ou ao ar livre, e até mesmo em cavernas projetadas para um melhor controle de

temperatura. Diversas variáveis podem ser utilizadas, como o uso de leveduras, presença ou ausência de água, entre outras.

Os açúcares presentes na mucilagem proporcionam condições favoráveis para o crescimento de microrganismos, especialmente leveduras e bactérias lácticas (De Melo Pereira *et al.*, 2016; Evangelista *et al.*, 2015; Leong *et al.*, 2014; Vilela *et al.*, 2010). Esse crescimento resulta na produção de diversos metabólitos finais, que podem se difundir nas sementes e influenciar na qualidade final do café. Nesse contexto, as leveduras desempenham um papel fundamental ao gerar diferentes moléculas que impactam no aroma, através do metabolismo central do carbono e do nitrogênio (De Melo Pereira *et al.*, 2015; Evangelista *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2013).

Os processos de fermentação podem ser conduzidos simplesmente deixando o café no tanque de fermentação por conta própria (fermentação seca), imergindo o café em água (fermentação úmida) ou por meio de uma fermentação mista (Freitas Schwan; H. Fleet, 2014). A duração do processo de fermentação geralmente varia de 12 a 36 horas, mas isso dependerá de fatores como temperatura, tipo de fermentação, nível de maturação do lote de café, altura da camada de café, cultivar de café, entre outros. A mucilagem remanescente após o processo de fermentação pode ser removida por meio de uma leve lavagem do café. Historicamente, isso era feito em canais que seguiam os tanques de fermentação, no entanto, nos últimos anos, é cada vez mais comum passar o café por uma máquina desmucilagadora (Clarke; Vitzthum, 2001; Freitas Schwan; H. Fleet, 2014).

2.5.3. SECAGEM

Durante o processo de secagem, os grãos de café mantêm a sua viabilidade com intensa atividade metabólica (Bytof *et al.*, 2005; Knopp; Bytof; Selmar, 2006). Isso inclui reações de conversão de açúcares de baixo massa molecular (glucose, frutose e manose) e hidrólise de proteínas, resultando no acúmulo de uma variedade de aminoácidos livres (Joët *et al.*, 2010; Knopp; Bytof; Selmar, 2006; Selmar; Bytof; Knopp, 2002), tornando essa etapa uma das mais críticas durante o processamento do café. O objetivo da secagem é reduzir a umidade dos grãos de café para o nível necessário (10-12%) e facilitar a separação da película dos grãos. A secagem pode ser realizada ao ar livre (ao sol) ou com o uso de diferentes secadores mecânicos (por exemplo, secadores estáticos, secadores de coluna, secadores rotativos ou secadores de ar

forçado). A escolha da técnica de secagem está relacionada a fatores econômicos e ao tipo de processamento utilizado.

A secagem ao sol é a prática mais comum e amplamente utilizada em muitos países para secar o café pergaminho ou as cerejas inteiras. Esse método é realizado em grandes pátios de cimento ou asfalto com uma inclinação de 0,5-1% para facilitar o escoamento da água. A eficácia desse processo depende de condições climáticas favoráveis, como alta exposição solar, baixa umidade relativa e boa ventilação, que contribuem para uma redução significativa do teor de umidade e minimizam o risco de ocorrência de fermentação indesejada. A secagem ao sol pode levar de 7 a 15 dias para o café pergaminho e de 12 a 21 dias para as cerejas de café, dependendo das condições meteorológicas do local (Haile; Hee Kang, 2020). Durante a secagem de cafés naturais em pátios, os grãos são dispostos numa única camada, com altura variável conforme a maturidade do fruto, podendo atingir até 5 cm para café maduro e 10 cm para café boia. Essa prática permite uma melhor distribuição do calor absorvido ao longo do dia, garantindo maior uniformidade e favorecendo a redistribuição da umidade por toda a massa de café. É importante realizar a rotação frequente dos grãos até atingirem um teor de umidade de 11% em base úmida, que é considerado o nível ideal para o armazenamento de cafés naturais (Farah, 2019).

As camas africanas são uma opção aos pátios de secagem, consistindo em bandejas de madeira com fundo de malha de arame ou plástico sobre quatro pernas formando uma mesa, ao ar livre ou cobertas por estruturas parabólicas personalizadas. Esse método é mais comumente empregado para a secagem do café pergaminho, que é manualmente misturado e submetido às mesmas condições de secagem ao sol. O uso desses dispositivos mantém o café em condições de maior higiene, protegendo-o de possíveis contaminações provenientes do solo, além de permitir uma circulação de ar adequada de cima para baixo. Essa aeração auxilia na remoção do ar saturado, acelerando o processo de secagem e reduzindo a probabilidade de ocorrência de uma fermentação indesejável (Freitas Schwan; H. Fleet, 2014).

Durante a secagem mecânica, utiliza-se ar quente que atravessa a máquina e seca o café, ao mesmo tempo, em que extrai a umidade do café em processo de secagem. O controle da temperatura de secagem é a parte mais crítica, não devendo ultrapassar 45 °C para as cerejas inteiras e 40 °C para o café pergaminho. Em geral, existem dois tipos de secadores mecânicos: estáticos e rotativos. Os secadores rotativos incluem secadores de coluna, secadores verticais, secadores rotativos, secadores em cascata e secadores flexíveis, além dos secadores de bandeja com agitador (Haile; Hee Kang, 2020).

Após o processo de secagem, os grãos de café recém-processados são armazenados. O processo de armazenamento deve ser mantido em condições ideais de umidade (por exemplo, 11% de umidade), baixa temperatura e atmosfera inerte, a fim de preservar a qualidade dos grãos. Durante o processo de armazenamento, os grãos de café podem permanecer viáveis por até 6 meses. No entanto, se os grãos forem armazenados dentro da casca de pergaminho, sementes vivas podem ser encontradas por até um ano. Após esse período, os grãos de café morrem, iniciando as reações de senescência (Ribeiro et al., 2011; Speer; Kölling-Speer, 2006; Toci et al., 2013).

2.5.4. TORRA

Os grãos de café verde são conhecidos por apresentarem um sabor desagradável, sendo que o desenvolvimento das características gustativas distintas da bebida é alcançado por meio de reações térmicas durante o processo de torrefação. Enquanto nos grãos verdes são encontrados em média 200 compostos voláteis, no café torrado são geralmente detectados mais de 1.000 compostos. Assim, os compostos responsáveis pelo sabor e aroma característicos do café são formados principalmente durante o processo de torrefação a partir de precursores não voláteis presentes nos grãos de café verde, como polissacarídeos, lipídios, proteínas e aminoácidos livres (Lee; Shibamoto, 2002). Os métodos mais utilizados para a torrefação são os torradores de tambor e os torradores de leito fluidizado (Fabbri *et al.*, 2011). No torrador de tambor, os grãos de café são colocados num cilindro giratório, conectado a uma entrada de ar quente. Nesse tipo de torrador, o calor é transferido principalmente por condução através do contato entre os grãos e das interações entre a entrada de ar quente e os grãos. Já no torrador de leito fluidizado, os grãos são dispostos numa câmara com ar quente que atravessa verticalmente o leito de grãos. Isso faz com que os grãos fiquem suspensos no ar, sendo que o principal mecanismo de transferência de calor nesse tipo de torrador é a convecção.

O processo de torrefação pode ser dividido em três fases distintas: secagem, desenvolvimento de sabor e cor, e resfriamento. Na fase de secagem (considerada a etapa mais prolongada), ocorre uma redução significativa do teor de umidade presente nas células biológicas dos grãos, passando de aproximadamente 12% para cerca de 2%, enquanto a temperatura dos grãos aumenta rapidamente. Após a fase de secagem, tem início o desenvolvimento do sabor e da cor. Quando a temperatura dos grãos atinge quase 200 °C,

diversas reações exotérmicas, como as reações de Maillard, ocorrem, resultando nas características de cor, sabor e aromas distintos dos grãos de café torrados. Além disso, ocorre a liberação de dióxido de carbono no interior do grão, levando ao seu aumento de volume. Em algum ponto crítico dessa etapa, é possível observar o “First Crack”. O processo de torrefação é normalmente finalizado entre o primeiro e o crack. Antes do Primeiro crack, os aromas e sabores não estão completamente desenvolvidos, e após o segundo crack, considera-se uma perda de todos os aromas e sabores desejáveis, abrindo espaço para a geração de aromas indesejáveis. A fase final consiste na transferência dos grãos torrados para uma segunda câmara para resfriamento. Geralmente, os grãos são resfriados utilizando-se ar frio circulante, entretanto, alguns torradores, em vez disso, adicionam água líquida à câmara para interromper rapidamente o processo de torrefação (Fadai *et al.*, 2017).

No café torrado, é encontrada uma ampla variedade de compostos voláteis, como álcoois, aldeídos, aminas, ácidos carboxílicos, ésteres, furanos, furanonas, cetonas, lactonas, fenóis, pirazinas, piridinas, pirróis, terpenos, entre outros (Poisson *et al.*, 2018; Sunarharum; Williams; Smyth, 2014). Esses compostos podem sofrer alterações significativas conforme o perfil térmico aplicado durante o processo de torrefação (Caporaso *et al.*, 2018) e desencadear processos químicos predominantes, como degradação de Strecker, reação de Maillard e pirólise (Fadai *et al.*, 2017; Flament, 2002). A reação de Maillard é uma reação química entre açúcares redutores e aminoácidos, resultando na formação de uma série de compostos voláteis, como piridinas, pirazinas, dicarbonilas, diacetil, oxazóis, tiazóis, pirróis, imidazóis, enolonas (furaneol, maltol, cicloteno) e ácidos fórmico e acético (Lee *et al.*, 2015; Poisson *et al.*, 2018). A degradação de Strecker envolve uma reação química na qual os α -aminoácidos se convertem em aldeídos e compostos sulfurados (por exemplo, 3-2-metilbutanal, metional, 3-mercapto-3-metilbutilformato, etc.), contribuindo para a complexa composição aromática do café (Poisson *et al.*, 2018). Na reação de pirólise, ocorre a decomposição dos carboidratos estruturais presentes na matriz intercelular dos grãos de café, resultando no aumento da porosidade interna e na produção de CO₂ (Fadai *et al.*, 2017). Outros fatores que influenciam a composição dos compostos voláteis do café torrado incluem a composição dos grãos de café verde, a origem geográfica, o processamento dos grãos, a presença de grãos defeituosos e o estágio de maturação (Costa Freitas; Mosca, 1999; Joët *et al.*, 2010; Toledo *et al.*, 2016).

2.6. ASPECTOS SENSORIAIS E PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR

2.6.1. HISTÓRIA DA ANÁLISE SENSORIAL

A indústria de cafés especiais fundamenta-se no conceito de sabor, e uma vez que o sabor é percebido pelos sentidos do olfato e do paladar, a avaliação, comunicação e compreensão sensorial são conceitos essenciais para as habilidades de qualquer profissional do café (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021). Considerando que o instrumento utilizado para determinar a qualidade sensorial da xícara de café são os órgãos dos sentidos, os profissionais desse setor direcionam os seus treinamentos para o desenvolvimento do paladar e do aroma como mecanismos sofisticados na identificação dos atributos distintos presentes nas amostras de café.

A avaliação de um produto é um processo complexo que envolve múltiplas etapas, no qual um grupo de indivíduos responde a uma série de estímulos, atribuindo pontuações e descritores de acordo com um conjunto específico de instruções. Os sujeitos desempenham um papel crucial na credibilidade de um programa, sendo considerações importantes a forma como são selecionados e o tipo de treinamento que recebem, bem como as suas respostas, tanto em termos de sensibilidade quanto de confiabilidade (Stone; Bleibaum; Thomas, 2012).

A aplicação da ciência sensorial como ferramenta em programas de avaliação da qualidade de produtos permite que profissionais e cientistas alcancem interpretações válidas sobre como um produto é percebido pelos sentidos humanos. Nesse sentido, observa-se uma estreita relação entre a ciência sensorial e a estatística. Como disciplina, ela se preocupa em reduzir o alto nível de viés e erro que podem ser introduzidos ao utilizar seres humanos como instrumentos para avaliar as propriedades sensoriais de um produto (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021).

A posição do ser humano como instrumento na ciência sensorial é sensível, especialmente quando se consideram fatores interdisciplinares que abrangem a compreensão da psicologia, comportamento humano e processo perceptivo individual. Os sujeitos, independentemente do seu nível de habilidade ou anos de formação e prática, apresentam diferenças de sensibilidade entre si, assim como diferenças de variabilidade únicas para cada indivíduo (Lawless; Heymann, 2010; Stone; Bleibaum; Thomas, 2012).

Na década de 1920, o "teste da xícara" havia se tornado uma parte fundamental do comércio de café. Esse teste exige o uso dos sentidos da seguinte forma: através da visão, o

degustador avalia o tamanho, formato e cor do grão verde e torrado; pelo olfato do processo de torra e da infusão, calibra a intensidade do aroma; por meio do paladar, são percebidos atributos relacionados à infusão de café, como sabor, residual, acidez, doçura, corpo, entre outros (Ukers, 2012).

Rose Marie Pangborn, agora reconhecida como a fundadora da ciência sensorial moderna, escreveu em 1965 os princípios da avaliação sensorial de alimentos. No início da década de 1970, foi desenvolvida a técnica de análise descritiva quantitativa, um método que utilizava léxicos descritivos e painéis treinados para coletar dados quantitativos sobre os atributos sensoriais, que posteriormente poderiam ser analisados estatisticamente. Em 1984, Ted Lingle, da Specialty Coffee Association of America (SCAA), escreveu a primeira edição do Manual do Proveedor de Café, um documento que abriu caminho para uma revolução na análise sensorial do café, difundindo a ideia de que a degustação de café era uma técnica que poderia ser praticada e aprendida por qualquer pessoa, mas que deveria ser sistemática e rigorosa. A partir de 1999, Lingle e os seus colaboradores da SCAA desenvolveram o primeiro Protocolo de Degustação e Sistema de Pontuação da SCAA e, aproximadamente na mesma época, desenvolveram a primeira Roda de Sabores do Proveedor de Café. Em 2001, foi desenvolvido um novo formulário e protocolo de degustação da SCAA. Isso levou ao desenvolvimento de um programa para educar e testar degustadores de café, inicialmente na SCAA e posteriormente numa organização beneficente chamada Coffee Quality Institute (CQI), que possuía um programa chamado "Programa Q Grader".

Em 2008, um grupo de pesquisadores de café liderado pelo Dr. Tim Schilling chegou à conclusão de que vincular as pontuações de degustação da SCAA com os descritores de sabor do café não era uma tarefa fácil. Esses experimentos levaram à criação de uma nova instituição chamada World Coffee Research (WCR) e à reexaminação de técnicas no campo da ciência sensorial. Ao perceberem que a técnica quantitativa da Análise Descritiva Sensorial era mais adequada para a pesquisa do que a técnica da SCAA, foi iniciado um projeto para desenvolver um léxico formal e científico para a pesquisa de café, liderado por Edgar Chambers IV na Kansas State University. O léxico de Chambers tornou-se o World Coffee Research Sensory Lexicon, considerado o índice universal de sabores e referências de café para pesquisadores. A SCAA, utilizando o Léxico da WCR e em colaboração com os cientistas sensoriais da University of California Davis (UC Davis), Molly Spencer e Jean Xavier Guinard, organizaram esses atributos numa nova Roda de Sabores do Proveedor de Café, publicada em 2016, sendo a

primeira na sua classe a ser projetada de forma totalmente sistemática, com contribuições tanto de cientistas sensoriais quanto do comércio de café (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021).

2.6.2. DEFINIÇÃO DE ANÁLISE SENSORIAL

De acordo com Stone e Sidel (2004), a análise sensorial é “um método científico utilizado para provocar, medir, analisar e interpretar as respostas percebidas pelos sentidos da visão, olfato, tato, paladar e audição aos produtos”. Isso significa que o processo de avaliação sensorial consiste em quatro etapas: em primeiro lugar, é necessário provocar a resposta comportamental por meio da indução de estímulos sensoriais; em segundo lugar, as respostas aos estímulos sensoriais devem ser medidas usando o ser humano como instrumento de medição. Uma parte importante dessa etapa de medição é a coleta de dados numéricos; em terceiro lugar, os dados produzidos pelos indivíduos devem ser analisados estatisticamente, a fim de reduzir o nível de ruído gerado pelo uso do ser humano como instrumento de medição por meio dos sentidos; finalmente, os resultados devem ser interpretados à luz das hipóteses, do conhecimento profissional e das implicações para as decisões a serem tomadas a seguir (Lawless; Heymann, 2010).

Os quatro passos descritos anteriormente demonstram que a ciência sensorial é um campo transdisciplinar. Como metodologia formalizada, ainda é jovem: foi desenvolvida na segunda metade do século XX, extraindo conhecimentos de áreas como psicologia, estatística, linguística, medicina, química, física, entre outras. No século atual, a neurologia trouxe uma compreensão mais clara de como o cérebro humano interpreta estímulos sensoriais, e as tecnologias da informação têm aumentado enormemente o poder e a eficácia dos testes sensoriais (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021).

O café faz parte de um seleto grupo de produtos alimentares que podem ser chamados de "produtos complexos", nos quais a diversidade e a complexidade do sabor são tão amplas que se tornam um aspecto central do seu comércio e cultura de consumo. O café é complexo porque na sua xícara se entrelaçam diferentes esferas de variabilidade: a variabilidade de compostos químicos do grão de café, origens e cultivares, métodos de processamento, perfis de torra, técnicas de preparo e elaboração (Sunarharum; Williams; Smyth, 2014).

2.6.3. ANÁLISE SENSORIAL SOB A METODOLOGIA DA SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION (SCA)

A Specialty Coffee Association of America (SCAA) foi fundada em 1982 por jovens especialistas da indústria de café com a visão de melhorar a qualidade dos grãos de café. Em 1998, a Specialty Coffee Association of Europe (SCAE) foi criada na Europa e, em 2017, uniram-se para formar a Specialty Coffee Association (SCA), que opera internacionalmente (SCA, 2018). A análise sensorial estabelecida pela SCA visa descrever os atributos sensoriais das amostras, determinar uma impressão de qualidade e estimar o valor do café no mercado (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021; Lingle, 2011). Esse sistema inclui um teste descritivo e um teste afetivo, considerado o maior desafio da degustação do ponto de vista da ciência sensorial, uma vez que mede tanto dados objetivos (descritivos) quanto subjetivos (afetivos).

A degustação é uma técnica projetada para as necessidades exclusivas do comércio de café "verde", tornando-se uma forma rápida e fácil de provar o café, reconhecer os seus atributos físicos e sensoriais e utilizar essas informações para tomar decisões de compra. A experiência de degustação é dividida em várias categorias. Para cada categoria, os atributos sensoriais específicos são descritos e, com base na experiência prévia do degustador, as amostras são avaliadas numa escala numérica. O formulário de degustação da SCA permite registrar categorias como fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez, corpo, equilíbrio, uniformidade, xícara limpa, doçura geral, defeitos e pontuação geral (figura 1). Os primeiros nove são pontuações de qualidade que refletem uma avaliação de julgamento pelo degustador; a pontuação geral é baseada na experiência de sabor do degustador como uma avaliação pessoal; os defeitos são pontuações negativas que denotam sensações de sabor desagradáveis.

The image displays the Specialty Coffee Association (SCA) Arabica Cupping Form. At the top left is the SCA logo. To its right, the text reads "Specialty Coffee Association Arabica Cupping Form" followed by fields for "Name:" and "Date:". Below these is a "Table no:" field. To the right of the form header is a "Quality Scale" table:

Quality Scale			
8.50 - GOOD	7.00 - VERY GOOD	6.00 - FAIR	5.00 - OUTSTANDING
8.25	7.25	6.25	5.25
8.00	7.00	6.00	5.00
7.75	6.75	5.75	4.75

Below the header are three identical "Sample No." evaluation sections. Each section contains a grid of attributes for rating, including: Fragrance/Aroma, Flavor, Acidity, Body, Mouthfeel, Clean Cup, and Defects. Each attribute is followed by a series of vertical bars representing a scale from 0 to 10. There are also checkboxes for "Defects (any)" and "Defects (total)". At the bottom of each section is a "Final Score" field.

The format designed and finalized here used in conjunction with the SCA Protocol for Cupping Specialty Coffee.

Figura 1: Protocolo de avaliação da Specialty Coffee Association (SCA). Fonte: SCA

O protocolo de análise começa com a preparação da amostra, registrando a leitura do teor de umidade, que deve estar na faixa de 10-12% para café pergaminho em base úmida. O próximo passo é remover o pergaminho e eliminar defeitos físicos da amostra. Em seguida, o torrefador deve realizar um perfil de torra padrão com uma cor final média entre 65 e 55, segundo a escala Agtron, num tempo de 8 a 12 minutos. Após a torra, as amostras devem descansar por 8 a 24 horas antes da degustação. São preparadas 5 xícaras, cada uma com uma proporção de 8,25 gramas de café para 150 ml de água, com tempo de infusão de 3 a 5 minutos. A água deve estar limpa e inodora, com temperatura de $93\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após a infusão, os degustadores devem liberar os aromas que ficam na crosta formada pelo café, processo conhecido como "romper a xícara", e assim iniciar a degustação quente ($70\text{-}80\text{ }^{\circ}\text{C}$), morna ($50\text{-}60\text{ }^{\circ}\text{C}$) e fria ($35\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Durante a degustação na xícara, são avaliados 10 atributos: fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez, corpo, uniformidade, equilíbrio, xícara limpa, doçura geral e apreciação do degustador, utilizando uma escala de 6 a 10, com intervalos de 0,25. Após cada degustador avaliar os atributos, eles são somados para determinar a pontuação global. Cafés especiais podem ser classificados com base na pontuação final como: muito bom 80-84,99 pontos; excelente 85-89,99 pontos; extraordinário 90-100 pontos (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021; Lingle, 2011; Orozco Blanco, 2020).

A Specialty Coffee Association (SCA) tem trabalhado no desenvolvimento de um novo sistema de avaliação para café especial que se adapte às práticas atuais da indústria. O formato de cupping utilizado pela SCA desde 2004 não sofreu modificações, levando à combinação de diferentes metodologias num único formato, o que gerou a necessidade de realizar mudanças significativas. Em 2020, a SCA iniciou o processo de revisão do sistema de cupping utilizado desde 2004 e percebeu que a definição de "café especial" não refletia as práticas atuais da indústria.

O novo sistema de avaliação de café da SCA consiste em quatro avaliações separadas realizadas de forma independente para evitar viés: avaliação física, avaliação sensorial, avaliação afetiva e avaliação de processo (figura 2). A avaliação física concentra-se nos atributos físicos do café, enquanto a avaliação sensorial se concentra nos atributos sensoriais do café. A avaliação afetiva pretende analisar a experiência emocional do degustador ao provar o café. Por sua vez, a avaliação de processo avalia como o café foi produzido, incluindo aspectos como origem, processo de produção e grau de torrefação (SCA, 2023). Essas mudanças são de grande importância, pois o novo sistema de avaliação de café da SCA se adapta às práticas atuais da indústria e oferece uma avaliação mais abrangente e precisa do café especial.

SCA Coffee Value Assessment
Combined Form

NAME: _____ DATE: _____

PURPOSE: _____ SAMPLE NO.: _____

ASSESSOR'S QUALITY: REVIEWER: TASTE WHEEL: DEFECTIVE CUPS: MILD: PUNGENT:

PART 1: SENSORY DESCRIPTIVE ASSESSMENT

Fragrance
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

Aroma
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

SELECT UP TO FIVE THAT APPLY:
 CLEAN FRUITY CHERRY BERRY CITRUS FRUIT
 VANILLA PEACH PLUM PINEAPPLE
 COCOA CHOCOLATE CUSTARD BUTTER CARAMEL
 SWEET SMOKE ROASTED BURNING
 OTHER: _____

Flavor
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

Aftertaste
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

SELECT UP TO FIVE THAT APPLY:
 CLEAN FRUITY CHERRY BERRY CITRUS FRUIT
 VANILLA PEACH PLUM PINEAPPLE
 COCOA CHOCOLATE CUSTARD BUTTER CARAMEL
 SWEET SMOKE ROASTED BURNING
 OTHER: _____

MAIN TASTES (S):
 SWEET SOUR BITTER SALTY UMAMI

Acidity
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

SELECT ONE:
 TART SHARP CRISP TART
 OTHER: _____

Sweetness
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

Mouthfeel
Intensity: LOW MEDIUM HIGH

SELECT UP TO TWO:
 THICK THIN CRISP SOFT
 OTHER: _____

PART 2: AFFECTIVE ASSESSMENT

Overall: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

DEFECTIVE CUPS: MILD PUNGENT

© 2011 by Specialty Coffee Association | SCA Version 1 (April 2011) | Location: SCA Coffee Value Assessment | Distribution: Specialty Coffee Association

Figura 2: Novo protocolo de avaliação da Specialty Coffee Association (SCA). Fonte: SCA.

2.6.4. WORLD COFFEE RESEARCH (WCR) E RODA DE SABORES DA SCA

A WCR é um programa de colaboração em pesquisa e desenvolvimento da indústria mundial do café, sem fins lucrativos, cujo objetivo é cultivar, proteger e melhorar o fornecimento de café de qualidade, ao mesmo tempo, em que melhora os meios de subsistência das famílias produtoras (WCR, 2023). Embora o café seja uma das bebidas mais comuns e consumidas no mundo, até 2016 não havia um léxico sensorial que permitisse determinar as diferenças descritivas resultantes das modificações na agronomia, processamento, armazenamento e preparação do café. Por isso, a WCR embarcou num projeto para desenvolver um léxico sensorial descritivo para o café. Para isso, mais de 100 amostras de café foram analisadas ao longo de um ano, utilizando um painel descritivo treinado para identificar os atributos específicos de cada café. Foi obtida uma lista que foi validada e editada com a ajuda de especialistas em café e comparada com outros léxicos do café, resultando em 110 atributos e um guia conhecido como World Coffee Research Sensory Lexicon (Chambers et al., 2016).

É importante destacar que o Lexicon da WCR não apenas contém atributos e suas definições específicas, mas também inclui uma referência sensorial alimentar ou química específica para cada atributo, juntamente com uma intensidade em uma escala de 15 pontos. Isso permite que os painéis de degustação compartilhem uma definição comum e uma experiência sensorial compartilhada para cada atributo do léxico. Por essa razão, pesquisadores sensoriais de todo o mundo podem utilizar um conjunto comum de atributos e referências para a pesquisa em análise sensorial, tornando os resultados compatíveis entre os estudos (Chambers *et al.*, 2016; Lawless; Civille, 2013; Seninde; Chambers, 2020; Suwonsichon, 2019). Com o surgimento e o sucesso científico desse léxico, a SCA percebeu a oportunidade de aumentar a rigorosidade e a compatibilidade científica na degustação profissional de café, integrando-o à "linguagem comercial" dos cafés especiais. O fato de catadores da indústria e cientistas sensoriais utilizarem o mesmo vocabulário leva a uma maior compreensão e utilidade da pesquisa científica sensorial para o comércio de café. Ao mesmo tempo, auxilia o desenvolvimento de hipóteses na comunidade científica, tornando a linguagem do comércio de café compreensível para os pesquisadores da ciência sensorial.

Em 1995, foi criada a primeira Roda de Sabores do Degustador de Café (figura 3), inspirada nas rodas de aromas e sabores utilizadas na indústria de cerveja e vinho. A Roda de Sabores e Aromas continha noventa e quatro palavras descritivas, classificadas em categorias gustativas básicas (doce, ácido, salgado e amargo) ou em três categorias aromáticas: "enzimático", aromas considerados resultado de processos metabólicos na planta de café; "caramelização do açúcar", aromas considerados subprodutos da caramelização do açúcar e das reações de Maillard; e "destilação a seco", aromas considerados subprodutos da destruição da "fibra do grão" pelo calor durante o processo de torrefação (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021).

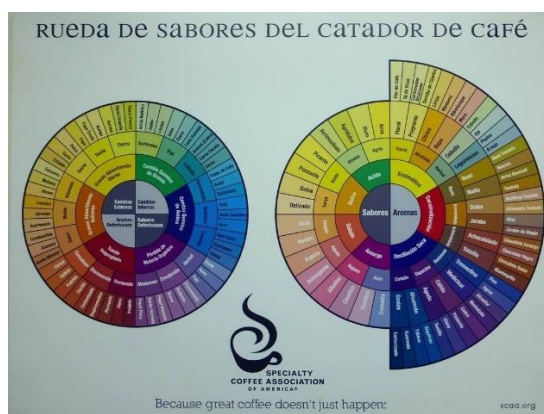


Figura 3: Primeira Roda de sabores do degustador pela Specialty Coffee Association de América (SCAA). Fonte: SCAA.

2.6.5. ESPECIALIDADE EM CAFÉ.

O termo café de especialidade foi utilizado pela norueguesa Erna Knutsen pela primeira vez. Na sua definição, ela relacionou o café de especialidade com grãos cultivados em microclimas geográficos especiais. Em 2007, a SCA classificou os cafés especiais como aqueles "produzidos a partir de grãos excepcionais cultivados exclusivamente em climas ideais para a produção de café; tendem a apresentar sabores distintivos, decorrentes das características únicas do solo que os produz". De acordo com Van der Merwe y Maree (2016), o termo pode se referir a um café gourmet processado usando grãos excepcionais cultivados em climas propícios à produção. Por fim, Traore *et al.* (2018) definem café de especialidade como aquele cultivado em regiões com climas específicos e ideais, apresentando um sabor único e poucos ou nenhum defeito.

O modelo de negócios dos cafés especiais oferece produtos altamente diferenciados com base em características intrínsecas ou atributos percebidos relacionados ao processo de produção, processamento e comercialização, apoiado no conceito de descobrir e reconhecer a origem, as variedades de café, as condições do local de produção e as classificações com base nos atributos de sabor (Donnet; Weatherspoon; Hoehn, 2007). Enquanto os preços do mercado de cafés especiais são estabelecidos com base na qualidade e nos custos de produção associados (Ponte, 2002), para um lote de café padronizado com base apenas nas características físicas dos grãos de café não torrados, os preços são fixados segundo a New York Board of Trade (NYBOT) para *C. Arabica* e a London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) para *C. Canephora*.

Iniciativas como os concursos de qualidade têm contribuído para a disseminação dos cafés especiais e têm alterado o foco dos produtores para a obtenção de produtos com maior valor agregado, seguindo as diretrizes propostas pelas associações e outras entidades que, entre outras atividades, organizam esses concursos (Jardim Barra; Da Silva E Oliveira; Moreira Machado, 2007). Segundo Oliveira *et al.* (2008), os concursos de qualidade de café reafirmam o papel crucial dessas entidades no fortalecimento, reconhecimento e valorização do mercado de cafés especiais.

2.6.6. DEFINIÇÃO ATUAL DE CAFÉ ESPECIAL CONFORME A SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION.

Desde a introdução do termo "café de especialidade", tem havido uma dificuldade contínua em definir concretamente o seu significado. As definições variam desde o tautológico ("o café de especialidade é especial") até o estreito e altamente técnico ("as amostras de café de especialidade devem ter zero defeitos de categoria 1 e não mais do que cinco defeitos de categoria 2"; "o café de especialidade é o café qualificado acima de 80 pontos numa escala de 100 pontos"). Essa falta de consenso na definição do café de especialidade levanta questões sobre a sua natureza e padrões de qualidade (Samoggia; Riedel, 2018).

O café se destaca por possuir uma multiplicidade de qualidades que se combinam para criar uma impressão global de qualidade. Essa multiplicidade de qualidades do café, também conhecida na literatura acadêmica como atributos, pode ser uma forma mais adequada de avaliar a "especialidade" de um café e, conseqüentemente, seu valor no mercado. Um atributo é uma característica intrínseca de algo, e um produto pode ser considerado um conjunto de atributos. Uma vez que os atributos se diferenciam entre si, para o café, é possível pensar numa forma de dividi-los em duas grandes categorias: atributos intrínsecos e atributos extrínsecos. Os atributos intrínsecos fazem parte da realidade material do café, envolvendo a sua forma e aparência, composição química e as propriedades sensoriais derivadas desses componentes materiais. O grau de torrefação do café, por exemplo, seria um atributo intrínseco, assim como o seu sabor e textura. Os atributos intrínsecos também são conhecidos como atributos físicos. Uma segunda categoria de atributos poderia ser denominada atributos extrínsecos, que se referem às informações sobre o produto. No caso do café, isso incluiria a sua origem, o nome do produtor e qualquer certificação que o café possa possuir. A marca também poderia ser um atributo extrínseco importante, assim como declarações de sustentabilidade (Traore; Wilson; Fields, 2018). A distinção entre atributos intrínsecos e extrínsecos é apenas uma forma de organizar os atributos.

Ao contrário de um conceito de "qualidade" difícil de definir, os atributos bem definidos podem ser identificados e quantificados usando diversos métodos. No caso do café, os atributos sensoriais podem ser quantificados por meio de métodos como análise sensorial descritiva, que emprega painéis treinados para descrever com precisão o sabor do café (Sanchez; Chambers, 2015). Outros métodos podem ser utilizados para medir outros atributos. Por exemplo, atributos hedônicos como "gosto" e "preferência" podem ser medidos utilizando ferramentas

psicológicas padronizadas e de pesquisa do consumidor (Fernández Alduenda; Giuliano, 2021). A combinação de uma abordagem descritiva dos atributos com testes afetivos é um campo de rápido crescimento e amplo alcance na pesquisa do consumidor, resultando em métodos como mapeamento de preferências.

Considerando que os atributos podem ser quantificados e medidos, um quadro baseado em atributos se presta a abordagens de pontuação, conhecidas no contexto do café de especialidade. No entanto, em vez de se restringir a pontuações de "qualidade" e contagem de defeitos, os atributos extrínsecos também podem ser levados em consideração. Esse é um enfoque muito mais abrangente da qualidade e do valor no mercado, fornecendo uma melhor compreensão do que impulsiona o valor tanto para os consumidores quanto para os produtores. Como os atributos têm valor intrínseco, um quadro baseado em atributos enfatiza menos as normas universais de qualidade e mais a maneira como atributos específicos podem ser valorizados em diversos mercados.

Nesse contexto, a SCA define atualmente café de especialidade como: "Um café ou uma experiência de café reconhecidos por seus atributos distintivos e, devido a esses atributos, possuem um valor adicional significativo no mercado". Esse conceito - e a definição de café de especialidade que dele decorre - foca no que é valorizado pelos amantes do café e pelo comércio de café, criando um framework que respeita as diversas preferências dos consumidores, ao mesmo tempo, em que fortalece a compreensão dos produtores sobre como comunicar e aumentar o valor dos cafés que produzem. Por fim, essa definição celebra e inclui todas as culturas de cafés especiais do mundo, por mais diversas e variadas que sejam, honrando a ideia de que não pode haver julgamentos de valor absolutos para um produto tão complexo e apreciado como o café (SCA, 2022).

2.7. CAFÉ DE ORIGEM: DENOMINAÇÃO DE ORIGEM (DO), INDICAÇÃO GEOGRÁFICA DE ORIGEM (IG) E ORIGEM PROTEGIDA (IGP)

Uma Indicação Geográfica (IG) protegida é uma forma de propriedade intelectual coletiva que estabelece um vínculo direto entre as características distintivas e a qualidade de um produto e a sua origem geográfica. As IGs são propriedade coletiva dos produtores e elaboradores regionais, que visam obter os benefícios econômicos decorrentes dos atributos de qualidade relacionados ao local de produção. Além disso, as IGs podem proporcionar benefícios

secundários, como a proteção dos valores ambientais e culturais e o fortalecimento das instituições sociais (Belletti; Marescotti; Touzard, 2017; Oberthür *et al.*, 2011, Como Se Citó En Barham, 2003)

O Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS), em vigor desde 1995, é considerado o primeiro acordo multilateral a fornecer a seguinte definição explícita do termo indicação geográfica: "Indicação que identifica um produto como originário do território de um Membro ou de uma região ou localidade desse território, quando determinada qualidade, reputação ou outras características do produto sejam fundamentalmente atribuíveis à sua origem geográfica" (Neilson; Wright; Aklimawati, 2018; Adpic, Artículo 22.1). A União Europeia estabeleceu dois tipos de proteção para alimentos locais e produtos alimentícios vinculados a um território: a "Indicação Geográfica" (IG) e a "Denominação de Origem" (DO) (Comissão Europeia, 2007). O status de IG é aplicado a produtos agrícolas ou alimentícios originários de uma região, local específico ou país, que possuem uma qualidade, reputação ou outra característica específica dessa área geográfica. A DO é aplicada a produtos originários de uma região, local ou país específico que possuem qualidades ou características essenciais ou exclusivamente atribuíveis a um meio geográfico particular. Para a DO, a ligação entre o produto e a origem é essencial, sendo necessário que todo o processo de produção ocorra na área geográfica delimitada. Já para a IG, é suficiente que tanto a produção quanto a transformação ou elaboração ocorram na origem delimitada.

A partir da década de 1990, surgiram novos padrões de demanda global por alimentos, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade (BSCA, 2021). Nesse período, o setor cafeeiro brasileiro passou por um processo de desregulamentação devido à extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC). O IBC era responsável por estabelecer políticas setoriais, coordenar e controlar as estratégias de produção e comercialização do café, tanto no mercado interno quanto externo. Além disso, o instituto fornecia assistência técnica e financeira e incentivava estudos e pesquisas relacionados ao café (EMBRAPA, 2021).

Essa desregulamentação resultou numa nova tendência, a valorização de produtos com atributos distintivos, tanto em termos tangíveis quanto intangíveis. A modernização nos sistemas de produção de café e a adoção de técnicas inovadoras tiveram que se fundamentar numa produção eficiente e de qualidade. Consequentemente, os cafés de qualidade superior passaram a ter preços mais atrativos tanto no mercado interno quanto no mercado internacional.(DE CARVALHO; AREVALO; PASSADOR, 2020). Diante de consumidores cada vez mais exigentes, os produtores de café precisaram ampliar o valor agregado dos seus

produtos, por meio da produção de cafés especiais com certificações de qualidade e indicações geográficas, adoção de novas estratégias de comercialização e maior conscientização em relação à sustentabilidade ambiental e às questões sociais, como as condições de trabalho empregadas na produção (Borrella; Mataix; Carrasco-Gallego, 2015; Volsi *et al.*, 2019).

As Indicações Geográficas (IG) visam distinguir a procedência geográfica de um produto ou serviço em particular. Elas oferecem reconhecimento e confiabilidade quanto à origem do produto, padronização da produção e a oportunidade de inserir o território na competitividade comercial (Caldas; Araújo; Coury, 2017). No Brasil, as Indicações Geográficas (IG) são reconhecidas pela Lei de Propriedade Industrial (Lei nº 9.279, 1996) (Valente *et al.*, 2012) e são regulamentadas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Caldas, 2013). O INPI desempenha o papel de analisar a relevância da indicação e efetuar o registro legal das IG (Lei nº 9.279, 1996), enquanto o MAPA promove as atividades relacionadas às IG e implementa ações para os produtos agrícolas (MAPA, 2017).

A cadeia produtiva do café desempenha um papel de extrema importância na economia brasileira, sendo uma das principais pautas de exportação do país ao longo dos anos. Com a crescente exigência dos consumidores (Pires *et al.*, 2003) que valorizam a origem e a qualidade do produto, os produtores têm aprimorado a sua produção visando adentrar ao novo mercado de café especial (Pellin, 2019). Como resultado, estão obtendo o reconhecimento de Indicação Geográfica (IG) para seus produtos, conferindo-lhes valor agregado e identificando as características da região produtora (EMBRAPA, 2021). O café é o produto agrícola que apresenta o maior número de registros de IG no INPI. Até a data de 6 de dezembro de 2022, foram registradas 100 Indicações Geográficas brasileiras no INPI, das quais 24 são Denominações de Origem (DOs) e 76 são Indicações de Origem (IOs). Dentre esse total, 14 IGs referem-se ao café, sendo 9 IOs e 5 DOs (tabela 1) (INPI, 2022).

Tabela 1: Indicações geográficas brasileiras para café registradas no INPI.

GI	Tipo/Ano de registro	Estado	Total de Municípios	Espécie de café	Caraterísticas
Alto mogiana	IP/2013	SP	15	Arabica	Café com corpo aveludado e cremoso; aroma forte e frutado com notas suaves de chocolate e frutas secas; acidez média e equilibrada
Campo das vertentes	IP/2020	MG	17	Arabica	Café doce, com um corpo equilibrado e notas de chocolate e nozes
Caparaó	DO/2021	ES, MG	16	Arabica	Café equilibrado entre acidez, doçura e aroma
Espírito Santo	IP/2021	ES	78	Conilon	Café com corpo cremoso, acidez modulada equilibrada e finalização suave; aromas e sabores intensos

Mantiqueira de Minas	DO/2020	MG	25	Arabica	Café doce e leve com acidez cítrica. Terroir favorável à produção de cafés especiais
Matas de Minas	IP/2020	MG	64	Arabica	Reconhecimento pela produção de cafés especiais
Matas de Rondônia	DO/2021	RO	15	Robusta Amazônico	Café encorpado e doce com aromas de chocolate, madeira, frutas, especiarias e ervas
Montanhas do Espírito Santo	DO/2021	ES	16	Arabica	Café com aroma de chocolate, melão de cana, frutas vermelhas e caramelo, além de sabor suave e final médio
Norte Pioneiro do Paraná	IP/2012	PR	45	Arabica	Café doce com corpo cremoso, acidez cítrica agradável, aromas que variam de chocolate, caramelo, floral e frutas cítricas
Oeste da Bahia	IP/2019	BA	11	Arabica	Café de sabor agradável, com boa fragrância e aroma levemente frutado e floral, com excelente doçura e boa acidez
Região do Pinhal	IP/2016	SP	7	Arabica	Café equilibrado entre corpo, acidez e doçura, com aroma intenso e finalização longa
Região do Cerrado Mineiro	DO/2014 E IP/2005	MG	55	Arabica	Café com aromas intensos que variam de caramelo a nozes, com delicada acidez cítrica e longa duração
Região de Garça	IP/2022	SP	15	Arabica	Café com notas de chocolate amargo, avelã, amêndoas e castanhas torradas, às vezes florais e frutadas, com uma leve acidez cítrica

Fonte: adaptado do MAPA (2021).

2.8. CERTIFICAÇÕES PARA CAFÉS ESPECIAIS

A certificação do café é um conceito amplo que abrange como é cultivado e comercializado (orgânico, comércio justo, sustentável, etc.), o local de cultivo (origem) e a percepção da sua qualidade na xícara. À medida que o conceito evoluiu ao longo do tempo, ele adaptou-se às novas demandas, como a rastreabilidade do campo à xícara e a necessidade de atingir os pequenos produtores a um preço justo (Farah, 2019).

Os preços do café começaram a diminuir significativamente em 1997, atingindo o seu ponto mais baixo em 2002, o que foi atribuído à superprodução mundial e à dissolução do Acordo Internacional do Café, que havia contribuído para sustentar os preços dos produtores por quase 40 anos (Alemu; Worako, 2011; Oberthür et al., 2011; Wilson et al., 2012). Como resposta a essa crise no início do século XXI, os países produtores perceberam a necessidade de aumentar a competitividade, o que resultou no surgimento do café de alta qualidade por meio da melhoria das práticas agrícolas e do manejo pós-colheita. Isso aumentou o valor do produto e proporcionou uma maior lucratividade para os produtores, tornando-se uma opção para impulsionar a demanda mundial no mercado de café (Oliveira; Elias; Lessa, 2008). Em resposta à crise do café, ONGs, empresas cafeeiras específicas e várias cooperativas de produtores de café lideraram os esforços para expandir os programas de certificação sustentável do café (Bacon et al., 2008), com o apoio de grandes e pequenos produtores,

empresas cafeeiras, governos e fundações que empreenderam projetos de desenvolvimento social para aumentar a demanda por esses cafés.

As certificações referem-se à ampla variedade de normas voluntárias estabelecidas por organizações terceirizadas, nas quais os produtores são auditados e certificados independentemente (ou verificados em alguns casos). Essas certificações podem ser consideradas um método baseado no mercado para atribuir valor a uma determinada qualidade de produto, seja ela de natureza ambiental, social ou econômica. Arnould *et al.* (2009) afirmam que as certificações melhoram principalmente a segurança dos meios de subsistência dos produtores, sob as perspectivas econômica, social e ambiental, ao fazerem parte de um movimento de justiça social. Por outro lado, Millard (2011), Bray y Neilson (2017) sugerem que as certificações devem ser consideradas principalmente como um mecanismo baseado no mercado para incentivar os agricultores a adotarem métodos de produção sustentáveis.

Em geral, esses programas de certificação visam oferecer incentivos econômicos aos agricultores para manterem características de habitat que atendam aos critérios estabelecidos, visando proporcionar habitat à biodiversidade dentro do sistema de produção de café (Mas; Dietsch, 2004). Ao mesmo tempo, eles desempenham a função de inspecionar a unidade produtora em relação a aspectos como: rastreabilidade, documentação, auditorias internas e registros, histórico e gestão do local, manejo do solo e substratos, proteção das culturas, colheita, plano de resíduos e poluição, reciclagem e reutilização, saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores. Alguns exemplos de organizações certificadoras são UTZ, Rainforest Alliance, Fair Trade, Organic, AMSC (Alta Mogiana Specialty Coffees), 4C e BSCA (Brazilian Specialty Coffee Association) (Bacon *et al.*, 2008; Belletti; Marescotti; Touzard, 2017; Giovannucci; Ponte, 2005; Mutersbaugh, 2004; Oliveira; Elias; Lessa, 2008). Além disso, o estado brasileiro de Minas Gerais criou o seu próprio programa de sustentabilidade para o café chamado Certifica Minas Café, que abrange cerca de 1.500 produtores e resulta na produção de um total de 1,8 milhões de sacas de café certificado (Farah, 2019).

A COE pode ser considerada, em parte, como uma certificadora de cafés de origem única. Ao contrário de outras certificações de terceiros que verificam declarações de qualidade, como "cultivado à sombra", "orgânico" ou "comércio justo", as qualidades intrínsecas dos cafés de origem única são certificadas por um painel de provadores nacionais e internacionais aprovados pelo Conselho de Excelência, que realiza mais de cinco rodadas de avaliação às cegas para cada amostra de café apresentada (Wilson *et al.*, 2012). Em geral, todos esses programas têm gerado novas oportunidades, benefícios, custos e complicações

para os pequenos agricultores e as suas organizações, além de contribuir e apoiar processos de melhoria da qualidade do ambiente e dos grãos, por meio de práticas agrícolas sustentáveis e preços superiores no comércio desses cafés.

Quando um café é certificado, a aprovação é concedida por uma organização ou agência de certificação independente que garante que o café é produzido seguindo as diretrizes estabelecidas pelo organismo de certificação, desde que as unidades a serem certificadas sigam um ou mais dos seguintes aspectos: social, visando melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e agricultores; ambiental, para uma produção respeitosa ao meio ambiente; econômico, buscando um acesso adequado ao mercado e preços justos para os agricultores; qualidade, estabelecendo um padrão mínimo de qualidade para os grãos de café (o que se certifica é a forma de produzir o café) (Guhl, 2009; Lentijo; Hostetler, 2011). É importante destacar que os processos de certificação são voluntários.

É importante destacar que os consumidores de café estão cada vez mais exigentes e buscam no mercado produtos de qualidade superior, encontrando nos cafés especiais um mercado que atende às suas demandas. As novas formas de consumir café, que se concentram na qualidade, na diferenciação e nas características do café que agregam valor, criaram um segmento de mercado de cafés especiais que cresceu massivamente desde os seus primeiros anos de formação na década de 1980 (Donnet et al. 2007 como se cito em Roseberry, 1996; PONTE, 2001). Essa indústria surgiu quando pequenos torrefadores começaram a diferenciar o café e a utilizar estratégias empresariais inovadoras para atender à demanda dos consumidores que apreciam o aroma, o sabor e os perfis distintivos das diferentes origens e sabores do café, tornando-se líderes na cadeia, uma vez que definem a qualidade e fornecem o produto aos consumidores (Donnet; Weatherspoon; Moss, 2010; Ponte, 2001).

Para capturar o valor oferecido no segmento de mercado das especialidades, os cafés de alta qualidade são geralmente associados e levam o nome das suas origens, como o Blue Mountain Jamaicano, o Kona Havaiano e o AA Queniano (Donnet; Weatherspoon; Hoehn, 2007). Portanto, os selos emitidos pelas unidades certificadoras desempenham um papel importante na comercialização do café, fornecendo transparência ao consumidor, segurança alimentar, garantia de melhor qualidade e informações confiáveis sobre o produto e a sua origem (Oliveira; Elias; Lessa, 2008).

Os produtores interessados em iniciar esses processos devem considerar alguns aspectos importantes na dinâmica do café no mundo, sendo a rastreabilidade o primeiro a ser considerado. A verificação ou certificação deve incluir a cadeia de custódia, desde as fazendas

até os compradores. A sustentabilidade, como segundo aspecto, pode ser definida como o café cultivado para preservar a natureza e fornecer melhores meios de subsistência para as pessoas que o cultivam e processam, sem comprometer a capacidade de produção das gerações futuras. A recompensa pode ir além do prêmio de preço e estar relacionada ao uso de melhores práticas agrícolas que, por sua vez, levam a uma maior produtividade, menores custos de produção e maiores receitas. A origem é tradicionalmente associada aos sabores e características específicas do café da região ou país em que é cultivado. Por fim, a qualidade é o critério que determina parte da especialidade de um café. Esse aspecto é geralmente descrito pela combinação de classificação (tamanho da peneira e contagem de defeitos) e avaliação sensorial (Farah, 2019).

2.8.1. FAIRTRADE

O comércio justo é definido como "uma abordagem alternativa ao comércio convencional que tem como objetivo aprimorar os meios de subsistência e o bem-estar dos pequenos produtores, promovendo seu acesso ao mercado, fortalecendo suas organizações, garantindo um preço justo com um valor mínimo fixo e estabelecendo continuidade nas relações comerciais" (Giovannucci; Koekoek, 2003).

O Fairtrade é um movimento internacional que promove práticas comerciais justas na agricultura e na indústria. No caso do café, o Fairtrade concentra-se em melhorar as condições econômicas e de trabalho dos agricultores e trabalhadores do café por meio de preços justos e uma série de benefícios adicionais. A certificação de café Fairtrade baseia-se num conjunto de critérios ambientais, sociais e econômicos. Além dos critérios de certificação, os agricultores e trabalhadores de café certificados pelo Fairtrade também têm acesso a um fundo Fairtrade utilizado para financiar projetos comunitários e melhorar as condições de vida dos agricultores e trabalhadores. Os produtos certificados podem utilizar o selo Fairtrade nas suas embalagens, o que auxilia os consumidores na identificação de produtos comercializados de forma justa.

A certificação é concedida às cooperativas ou associações de agricultores e não aos agricultores individuais, e as premiações costumam ser investidas em projetos que beneficiam toda a comunidade. Essa certificação não requer um tipo específico de produção agrícola, e o café pode ser certificado como Fairtrade tanto se for orgânico quanto se não for, seja ele cultivado ao sol ou à sombra das árvores. Esse programa de certificação encoraja os produtores

de café ao sol e à sombra a adotarem uma gestão integrada de pragas mais sustentável e outras práticas sustentáveis, como o cultivo de cercas de árvores e plantas herbáceas para evitar a erosão do solo ou reduzir a contaminação da água proveniente dos processos do café (Lentijo; Hostetler, 2011).

2.8.2. RAINFOREST ALLIANCE

A Rainforest Alliance é uma organização internacional sem fins lucrativos que atua com diversos produtos, incluindo café, cacau, banana, frutas tropicais, madeira e papel, promover práticas sustentáveis na agricultura e na gestão florestal. Fundada em 1986, a organização tem como foco a conservação da biodiversidade e os direitos das comunidades locais, por meio da certificação de produtos sustentáveis e da capacitação de agricultores e empresas. A organização desenvolve padrões sustentáveis para o cultivo de café e, posteriormente, certifica produtores e empresas que estejam conforme esses padrões. Os produtos certificados podem exibir o selo da organização nas suas embalagens, o que auxilia os consumidores a reconhecerem os produtos sustentáveis

A certificação de café da Rainforest Alliance é fundamentada em um conjunto de critérios ambientais, sociais e econômicos. Os critérios ambientais abrangem a conservação da biodiversidade, a utilização de pesticidas e fertilizantes sustentáveis, bem como a gestão hídrica. No âmbito social, estão inclusos o cumprimento das leis trabalhistas, o respeito aos direitos humanos e a igualdade de gênero. Já os critérios econômicos englobam a estabilidade financeira dos agricultores e a melhoria da rentabilidade das propriedades rurais.

Com esse programa, o café é cultivado em fazendas que conservam florestas, rios, solos e a fauna e flora selvagens, garantindo tratamento respeitoso aos trabalhadores, remuneração justa, disponibilidade de equipamentos adequados e seguros, além de acesso à educação e atendimento médico. Essa certificação exige que o café seja cultivado sob sombra de árvores, porém não requer certificação orgânica. Os critérios para sombra são rigorosos neste programa de certificação: são necessárias pelo menos 12 espécies nativas diferentes de árvores de sombra por hectare (ou 2,47 acres), com uma cobertura foliar de pelo menos 40% e formação de duas camadas, visando imitar de forma mais eficaz as diferentes camadas do dossel formadas pelas árvores na floresta natural (Lentijo; Hostetler, 2011).

A base da certificação agrícola da Rainforest Alliance é a norma da Rede de Agricultura Sustentável (RAS), desenvolvida por um grupo de agricultores, cientistas, organizações de conservação e comunidades. Embasada em dez princípios da agricultura sustentável, essa norma fornece uma medida concreta pela qual as práticas ambientais e sociais podem ser avaliadas. As fazendas de café que atendem aos critérios da norma RAS recebem o selo Rainforest Alliance Certified™ e estão autorizadas a comercializar uma quantidade específica de produto como certificado Rainforest Alliance (Botero; Galindo-Leva, 2013).

2.8.3. UTZ

Este programa de certificação exige que os agricultores cultivem o seu café de forma profissional, levando em consideração suas comunidades locais e o meio ambiente. Um dos objetivos do programa é capacitar os agricultores com conhecimentos sobre as melhores práticas agrícolas e o mercado global de café. A UTZ exige que os produtores certificados treinem os seus funcionários em procedimentos de saúde, segurança e no uso adequado de pesticidas. Em relação ao aspecto ambiental, as propriedades certificadas pela UTZ se esforçam para minimizar o uso de água, energia e pesticidas, além de reduzir a erosão do solo. Além disso, uma propriedade deve evitar o desmatamento por dois anos antes de se inscrever no programa. De forma geral, o processo de certificação é menos rigoroso e permite a certificação de muitos cultivadores que, de outra forma, não poderiam optar por outras certificações. O aspecto-chave do programa de certificação UTZ é a rastreabilidade, o que significa que os consumidores podem saber exatamente a origem do seu café e como ele foi produzido. Os seus critérios de cadeia de custódia garantem que o café certificado pela UTZ não seja misturado com café não certificado (Fox, 2007; Lentijo; Hostetler, 2011).

2.8.4. CERTIFICAÇÃO 4C

Estabelecido em 2008, o Código Comum para a Comunidade do Café, ou Código de Conduta 4C, inclui requisitos básicos para a produção, processamento e comércio sustentáveis do café, eliminando práticas inaceitáveis. Um dos principais aspectos do Código 4C é sua visão abrangente do negócio do café. Ele abrange muitos princípios sociais, ambientais e econômicos para todos os participantes da cadeia de abastecimento do café, desde os agricultores e

organizações de produtores até os exportadores e comerciantes. Entre as práticas inaceitáveis estão o trabalho forçado, o tráfico de pessoas, a falta de fornecimento de água potável para todos os trabalhadores, o desmatamento de florestas primárias ou a destruição de outros recursos naturais, bem como transações comerciais imorais segundo as leis e práticas internacionais. No aspecto ambiental, o Código 4C não impõe um método de produção agrícola específico (por exemplo, cultivo ao sol ou à sombra), mas promove a implementação de um programa para conservação e melhoria da fauna e flora nativas, proteção do solo contra a erosão, conservação da água e utilização de métodos culturais e biológicos para o controle de pragas, com a minimização do uso de pesticidas e produtos químicos (Lentijo; Hostetler, 2011).

2.8.5. CERTIFICAÇÃO DE CAFÉ ORGÂNICO

O objetivo é promover e melhorar a atividade natural do solo e o ciclo dos recursos, auxiliando na criação de um substrato rico e fértil para o cultivo e na manutenção do equilíbrio ecológico, proibindo o uso de agroquímicos produzidos artificialmente (sintéticos). Os produtores devem implementar procedimentos para garantir a colheita exclusiva de café proveniente de plantações certificadas, e, uma vez que a maioria do café é colhida manualmente, os recipientes ou sacos utilizados durante a colheita devem estar limpos, sem conter ou ter sido tratados anteriormente com substâncias proibidas. Embora não seja um critério de certificação, o café orgânico é geralmente cultivado sob sombra, pois os agricultores necessitam da matéria orgânica proveniente das folhas caídas das árvores de sombra para fertilizar as áreas de cultivo do café. O cultivo do café em pleno sol (no qual os arbustos de café são expostos diretamente à luz solar, sem a utilização de árvores de sombra) também é possível, porém é muito caro para os agricultores adquirirem a matéria orgânica necessária quando esta não pode ser produzida na própria fazenda (Lentijo; Hostetler, 2011).

2.8.6. CERTIFICA MINAS CAFÉ (CMC)

O Certifica Minas Café é um programa de certificação para produtos de café no estado de Minas Gerais, Brasil. O programa visa a garantir a qualidade dos produtos agrícolas e agroindustriais. Uma das ações do programa é a certificação de propriedades produtoras de café, que visa atestar a conformidade das propriedades. A certificação atesta que o café foi

produzido por meio da adoção de boas práticas agrícolas com sustentabilidade e responsabilidade socioambiental (Soares, 2021).

O processo de certificação do programa Certifica Minas Café (CMC) é similar aos modelos que utilizam as boas práticas como ferramenta para alcançar a sustentabilidade na produção do café. O produtor ao aderir ao Certifica Minas recebe um documento denominado ‘Manual do Produtor’, logo após a efetivação do seu cadastro no CMC, elaborado em 2013 pela EMATER-MG, em parceria com o IMA e a EPAMIG, sob a coordenação da SEAPA. Este Manual serve para guiar os produtores no programa, incluindo instruções para: adesão; exigências para obtenção da certificação; normas de conduta em casos de reprovações na auditoria, desistências e penalidades; e orientações para adequação da propriedade (IMA MG, 2009).

Qualquer propriedade cafeicultora do estado pode participar do programa, sendo necessário percorrer sete etapas nesse processo: conhecer o processo de certificação, solicitar a certificação, análise de solicitação e acompanhamento, auditoria de conformidade, critérios para aprovação e tratamento das não conformidades, concessão de certificação e selo e manutenção da certificação. As três primeiras etapas são de responsabilidade da EMATER: o produtor entra em contato com esta entidade para conhecer as normas, solicitar a certificação e para receber a assistência técnica gratuita que irá auxiliá-lo na adequação da sua propriedade às normas de produção exigidas neste processo. A EMATER fornece este serviço às unidades cafezeiras aptas a serem certificadas. Além disso, ela seleciona as propriedades aprovadas para a auditoria de conformidade e envia ao IMA os respectivos requerimentos de certificação. As etapas seguintes são executadas pelo IMA, que emite o Contrato de Certificação a ser assinado pelo produtor e realiza a primeira auditoria de conformidade na propriedade (Amaral *et al.*, 2017; Monteiro Souza, 2020).

A concessão do selo tem como base o procedimento de auditoria interna realizado pelo IMA nas propriedades, que avalia segundo normas nacionais e internacionais o cumprimento de itens de conformidade que compõem o Manual de Normas para a Certificação de Propriedades Cafezeiras. Esse Manual é composto por seis grupos de normas, denominados: 1) Lavoura, 2) Rastreabilidade, 3) Responsabilidade ambiental, 4) Responsabilidade social, 5) Capacitação, e 6) Gestão da propriedade. De acordo com IMA (2019 a), para cada grupo de normas constam itens de conformidade específicos. Esses itens, por sua vez, classificam-se em três níveis de exigibilidade: obrigatórios, restritivos e recomendáveis, dos quais são identificados pela cor vermelho amarelo e verde, recebendo peso relativo com valor ponderado

de 3, 2 e 1, respectivamente. Nos processos de auditoria todas as normas do Manual são verificadas conforme os critérios de cumprimento de cada item e atribuídas nota “zero” para o não atendimento da conformidade, nota “um” para o atendimento da conformidade, ou “NA” ao item de verificação que não se aplica à propriedade auditada, de maneira a não pontuar nesta avaliação. Os itens avaliados são ponderados conforme os pesos da classificação de exigibilidade dos mesmos. O resultado da auditoria de conformidade é formado pelo somatório de todas as notas dos itens de conformidade (Amaral *et al.*, 2017; Monteiro Souza, 2020)..

2.9. PROGRAMA DE CAFÉS ESPECIAIS: CUP OF EXCELLENCE (COE)

As subastas eletrônicas de cafés especiais surgiram como um sistema inovador para descobrir, promover e comercializar grãos de café de alta qualidade (Unctad, 2003). Esses sistemas surgiram de um conjunto único de circunstâncias que incluem: o renascimento do café após a "crise do café", uma crescente valorização dos seus atributos de qualidade e uma preocupação cada vez maior com cadeias de suprimento de alimentos mais sustentáveis e equitativas. Nesses sistemas, os cafés de maior qualidade são selecionados nacionalmente nos países produtores e, em seguida, vendidos através da internet para compradores ao redor do mundo, criando um espaço onde produtores e compradores podem interagir, estabelecer preços e, o que é mais importante, revelar os valores associados à qualidade dos atributos do café (Donnet; Jeitschko; Weatherspoon, 2011; Ponte, 2002).

Esses sistemas compreendem um concurso de degustação e um leilão online, nos quais as avaliações de qualidade, bem como as amostras de café e as informações de produção, são disponibilizadas aos potenciais compradores. Existem leilões eletrônicos nos quais são negociados lotes pequenos, com uma média aproximada de 20 sacos, e os cafés são avaliados por um júri sensorial especializado, o que resulta em compras adicionais e preços mais altos. Há também leilões nos quais são negociados volumes de café muito maiores. Nesses leilões, os lotes são medidos em termos do volume de um contêiner de transporte padrão e oferecem menos informações sobre os cafés comercializados (Donnet; Weatherspoon; Hoehn, 2007).

O programa Cup of Excellence (COE) oferece uma série de concursos nacionais que incentivam os produtores de café a testarem os seus melhores cafés em relação a outros produtores do seu país. Esse programa é organizado pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), em colaboração com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e

Investimentos (Apex-Brasil) e a organização sem fins lucrativos que administra o COE, a Aliança para a Excelência do Café (ACE), também criada pela BSCA em 1999. O primeiro leilão online de cafés especiais ocorreu no Brasil em 1999 (Teuber, 2010). Desde então, o COE e os leilões online foram estabelecidos em múltiplos países ao redor do mundo.

O COE é um evento que ocorre uma ou duas vezes por ano, após a colheita do café nos países participantes. Atualmente, é realizado na Bolívia, Brasil, Burundi, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Etiópia, Guatemala, Honduras, Indonésia, México, Nicarágua, Ruanda e Peru. O concurso consiste em três etapas: uma pré-seleção dos melhores lotes de café apresentados e duas etapas de degustação e pontuação, nas quais jurados nacionais e internacionais avaliam sequencialmente os cafés pré-selecionados usando o formulário de degustação do COE. Essas avaliações são baseadas em múltiplos critérios sensoriais, como ausência de defeitos, limpeza da xícara, doçura, qualidade da acidez e sensação na boca, sabor, retrogosto e equilíbrio. O formulário de degustação Cup of Excellence® (Figura 5) é livremente baseado no sistema de pontuação descrito no livro "Winetaster's Secrets" pelo falecido Andrew Sharp e no formulário de degustação original da SCAA.

The image shows a detailed sensory evaluation form for the Cup of Excellence. It includes fields for sample identification (NAME, #, DATE, ROUND, SN, TBL#, COUNTRY) and a grid for 10 samples. Each sample row contains a roast color scale, three aroma sub-categories (Dry, Crust, Break), a defects section with a score multiplier, and 11 sensory attributes: Clean Cup, Sweet, Acidity, Mouth Feel, Flavor, Aftertaste, Balance, and Overall. Each attribute is scored on a scale of 0-8 using a grid of horizontal lines. A 'TOTAL' column at the end of each row is for the sum of scores. The form is copyrighted by George Howell in 2021.

Figura 5: Formulário de avaliação sensorial usado no Cup Of Excellence.

O concurso está aberto a todos os agricultores do país, sejam eles grandes ou pequenos, proprietários de fazendas ou cooperativas. Cada agricultor pode inscrever gratuitamente 1 amostra. Posteriormente, as amostras passam por uma etapa de pré-seleção, onde as 150 melhores, com pontuações superiores a 86, avançam. Essas 150 amostras são avaliadas por um painel sensorial composto por juízes nacionais, que selecionam, na primeira rodada, as melhores 90 amostras com pontuação superior a 86 pontos e, na segunda rodada, as melhores 40 amostras, que avançam para a rodada final com o painel sensorial internacional. O painel internacional realiza a seleção final mediante duas rodadas, onde a primeira permite selecionar cafés com pontuação igual ou maior a 87 pontos, que avançam para a rodada final, onde são escolhidos os 30 melhores cafés da competição, que serão leiloados eletronicamente.

Para o leilão, o índice de qualidade, classificação e descrição técnica de cada lote de café são disponibilizados aos potenciais compradores. Os cafés comercializados nesses leilões são todos cafés de origem única, de qualidade excepcionalmente alta (Teuber; Herrmann, 2012). Este certame é considerado o principal concurso de qualidade de cafés especiais do mundo. No site do COE, as pontuações dos cafés de alta qualidade são divulgadas gratuitamente, com parte das informações sobre o lote, produtor e perfil sensorial.

Ao longo de mais de 20 anos de existência, o COE tem contribuído de diversas formas para a expansão do mercado de cafés especiais, com ênfase no fortalecimento da reputação do país como uma importante origem de cafés especiais, no estímulo à melhoria dos processos de produção e no fortalecimento da relação entre compradores e produtores (Jardim Barra; Da Silva E Oliveira; Moreira Machado, 2007; Nunes Maciel *et al.*, 2022). Na história do COE, houve um momento que marcou o início de uma mudança de perspectiva dos provadores, compradores e outros envolvidos no evento: a criação de um concurso de qualidade para cafés naturais. Inicialmente, essa categoria não existia, com os cafés do processo úmido recebendo maior destaque. Em resposta a isso, em 2011, membros da BSCA e da ACE propuseram a realização de um concurso específico para cafés naturais, que ocorreu em 2012. O concurso recebeu 132 amostras e, como resultado, foram premiados 19 cafés especiais, sendo que quatro deles alcançaram mais de 90 pontos. Isso representou um marco na história do concurso e do mercado de cafés especiais, permitindo reconhecer o potencial desses cafés quando processados adequadamente. Desde então, surgiram muitos novos sabores, à medida que os cafés naturais foram separados e submetidos a um processo de beneficiamento adequado (Nunes Maciel *et al.*, 2022). De maneira geral, o programa tem causado um impacto significativo na indústria do café, contribuindo para o aprimoramento da qualidade do café e para a promoção de práticas

agrícolas sustentáveis. Além disso, tem auxiliado os produtores na obtenção de preços mais elevados por seus produtos e na melhoria da sua lucratividade.

3. REFERENCIAS

ABUBAKAR, Y.; HASNI, D.; MUZAIFA, M.; SULAIMAN; MAHDI; WIDAYAT, H. P.; SULAIMAN, M. I.; WIDAYAT, H. P. Effect of varieties and processing practices on the physical and sensory characteristics of Gayo Arabica specialty coffee. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 523, n. 1, p. 012027, 1 maio 2019. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1431>>.

ALEMU, Z. G.; WORAKO, T. K. Price transmission and adjustment in the Ethiopian coffee market. *Agrekon*, v. 50, n. 2, p. 27–43, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03031853.2011.617162>>.

AMARAL, A. M. S. do; DA SILVA, A. B.; ANGELOCCI, M. A.; PUTTI, F. F.; COELHO, T. L. de A.; CORSINI, W. T. C.; CORSINI, F. D. S. Influência do certifica minas café nas lavouras cafeeiras de Alfenas – Sul de Minas Gerais. *Coffee Science*, v. 12, n. 1, p. 114, 30 mar. 2017. Disponível em: <<http://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1262>>.

ANTHONY, F.; BERTHAUD, J.; GUILLAUMET, J. L.; LOURD, M. Collecting Wild Coffea Species in Kenya and Tanzania. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter*, v. 69, p. 23–29, 1987. Disponível em: <<https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/plant-genetic-resources-newsletter-26/>>.

ANTHONY, F.; LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; ASTORGA, C.; BERTRAND, B.; GRAZIOSI, G. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. *Theor Appl Genet*, v. 104, p. 894–900, 2002.

ARNOULD, E. J.; PLASTINA, A.; BALL, D. Does fair trade deliver on its core value proposition? Effects on income, educational attainment, and health in three countries. *Journal of Public Policy and Marketing*, v. 28, n. 2, p. 186–201, 2009.

BACON, C. M.; ERNESTO MÉNDEZ, V.; GÓMEZ, M. E. F.; STUART, D.; FLORES, S. R. D. Are Sustainable Coffee Certifications Enough to Secure Farmer Livelihoods? The Millenium Development Goals and Nicaragua's Fair Trade Cooperatives. *Globalizations*, v. 5, n. 2, p. 259–274, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14747730802057688>>.

BARAHONA, I.; SANMIGUEL JAIMES, E. M.; YANG, J. Sensory attributes of coffee beverages and their relation to price and package information: A case study of Colombian customers' preferences. *Food Science & Nutrition*, v. 8, n. 2, p. 1173–1186, 16 fev. 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.1404>>.

BARBOSA, J. N.; BORÉM, F. M.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; DE SOUZA, V. C. O. Spatial distribution of coffees from minas gerais state and their relation with quality. *Coffee Science*, v. 5, n. 3, p. 237–250, 2010. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/5412>>.

BELLETTI, G.; MARESCOTTI, A.; TOUZARD, J.-M. Geographical Indications, Public Goods, and Sustainable Development: The Roles of Actors' Strategies and Public Policies. *World Development*, v. 98, p. 45–57, out. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.004>>.

BENTO, M.; CAMARGO, P. D. E. ESCALA PARA AVALIAÇÃO DE ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO CAFEEIRO ARÁBICA. *Bragantia*, v. 62, n. 3, p. 499–505, 2003.

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEGO, R. Smallholder Farmers in the Speciality Coffee Industry: Opportunities, Constraints and the Businesses that are Making it Possible. *IDS Bulletin*, v. 46, n. 3, p. 29–44, maio 2015. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/1759-5436.12142>>.

BOTERO, J. E.; GALINDO-LEVA, L. A. Impacts of Rainforest Alliance Certification on Coffee Farms in Colombia. *Impacts of Rainforest Alliance Certification on Coffee Farms in Colombia*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <www.rainforest-alliance.org>.

BSCA. Brazil Specialty Coffee Association, 2021. A BSCA. Retrieved from <https://bsca.com.br/a-bsca>

BRAY, J. G.; NEILSON, J. Reviewing the impacts of coffee certification programmes on smallholder livelihoods. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, v. 13, n. 1, p. 216–232, 1 jan. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/21513732.2017.1316520>>.

BYTOF, G.; KNOPP, S. E.; SCHIEBERLE, P.; TEUTSCH, I.; SELMAR, D. Influence of processing on the generation of γ -aminobutyric acid in green coffee beans. *European Food Research and Technology*, v. 220, n. 3–4, p. 245–250, 2005.

CALDAS, A. S. (2013). Indicações Geográficas: marco regulatório e distribuição espacial. In Caldas, A. S., Brito, C., Fonseca, A. A. M., & Pertile, N. (Eds.), *Gestão do Território e Desenvolvimento: novos olhares e tendências* (v. 1, pp. 127-152). Salvador: JM.

CALDAS, A. dos S.; ARAÚJO, C. C. de; COURY, R. de L. M. AS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS (IGS) COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL: DESAFIOS E POTENCIALIDADES NO DISTRITO DE MARAGOGIPINHO, ARATUÍPE, BA. *RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 1, n. 39, p. 81, abr. 2017. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/issue/view/280>>.

CANDOLLE, A. *Origin of cultivated plants*. London, UK: Trench & co, 1884. 533 p.

CANGUSSU, L. B.; MELO, J. C.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Chemical Characterization of Coffee Husks , a By-Product of *Coffea arabica* Production. *Foods*, v. 10, n. 3125, p. 18, 2021.

CAPORASO, N.; WHITWORTH, M. B.; CUI, C.; FISK, I. D. Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. *Food Research International*, v. 108, p. 628–640, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.077>>.

CASTRO DA SILVA, F.; MOREIRA DA SILVA, F.; DA SILVA, A. C.; MACHADO DE BARROS, M.; ZAMBILLO PALMA, M. A. Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força de desprendimento dos frutos. *Coffee Science*, v. 8, n. 1, p. 53–60, 2013.

CHAMBERS, E.; KAROLINA, I. V; UYEN, S.; RHONDA, X. T. P.; CIVILLE, G. V; DI, B. Development of a “ living ” lexicon for descriptive sensory analysis of brewed coffee. n. October, p. 465–480, 2016.

CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. Fascicule III, Systématique des caféiers et faux-caféiers, maladies et insectes nuisibles. Paris, Francia: encyclopedie biologique, 1947. v. 3356 p.

CIARAMELLI, C.; PALMIOLI, A.; AIROLDI, C. Coffee variety, origin and extraction procedure: Implications for coffee beneficial effects on human health. *Food Chemistry*, v. 278, n. October 2018, p. 47–55, abr. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.063>>.

CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. Coffee recent developments. Osney mead, Oxford: Blackwell Science Ltda, 2001. 266 p.

CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. COFFEE: BOTANY, BIOCHEMISTRY AND PRODUCTION OF BEANS AND BEVERAGE. Westport, Connecticut: THE AVI PUBLISHING COMPANY, INC, 1985. 466 p.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. PIB do Agronegócio Brasileiro. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>.

CORDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Y. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science and Technology*, v. 96, n. November 2019,

p. 45–60, fev. 2020. Disponível em:
<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224419305692>>.

CÓRDOBA, N.; MORENO, F. L.; OSORIO, C.; VELÁSQUEZ, S.; RUIZ, Y. Chemical and sensory evaluation of cold brew coffees using different roasting profiles and brewing methods. *Food Research International*, v. 141, n. August 2020, p. 110141, mar. 2021. Disponível em:
<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996921000387>>.

CORDOBA, N.; PATAQUIVA, L.; OSORIO, C.; MORENO, F. L. M.; RUIZ, R. Y. Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 8440, 11 dez. 2019. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>>.

COSTA FREITAS, A. M.; MOSCA, A. I. Coffee geographic origin - an aid to coffee differentiation. *Food Research International*, v. 32, p. 565–573, 1999. Disponível em:
<[https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00132-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00132-5)>.

COYNE, D. P.; POEHLMAN, J. M. *Plant Breeding Reviews*. Wetport, Connecticut: AVI PUBLISHING COMPANY, INC., 1984.

CUBRY, P.; BELLIS, F. De; AVIA, K.; BOUCHET, S.; POT, D.; DUFOUR, M.; LEGNATE, H.; LEROY, T. An initial assessment of linkage disequilibrium (LD) in coffee trees : LD patterns in groups of *Coffea canephora* Pierre using microsatellite analysis. *BMC Genomics* 2013, v. 14, n. 10, p. 15, 2013. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/14/10>>.

CUBRY, P.; BELLIS, F. De; POT, D.; MUSOLI, P.; LEROY, T. Global analysis of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo-Congolese region reveals impacts from climatic refuges and migration effects Global analysis of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo-Congoles. *Genet Resour Crop Evol*, v. 60, p. 483–501, 2014.

CZARNIECKA-SKUBINA, E.; PIELAK, M.; SAŁEK, P.; KORZENIOWSKA-GINTER, R.; OWCZAREK, T. Consumer Choices and Habits Related to Coffee Consumption by Poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 8, p. 3948, 9 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/3948>>.

DA SILVA TAVEIRA, J. H.; BORÉM, F. M.; V. F. DA ROSA, S. D.; OLIVEIRA, P. D.; FORTUNATO, V. A.; D. GIOMO, G.; PEDROZA ISQUIERDO, E. Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans. *AcademicJournal*, v. 10, n. 12, p. 1457–1466, 2015.

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, n. 4, p. 485–510, 2007.

DAVIS, A. P. Six species of *Psilanthus* transferred to *Coffea* (Coffeae, Rubiaceae). *PHYTOTAXA*, v. 10, n. Vol 10: 28 Oct. 2010, p. 41–45, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.10.1.6>>.

DAVIS, A. P.; CHESTER, M.; MAURIN, O.; FAY, M. F. SEARCHING FOR THE RELATIVES OF COFFEA (RUBIACEAE, IXOROIDEAE): THE CIRCUMSCRIPTION AND PHYLOGENY OF COFFEEAE BASED ON PLASTID SEQUENCE DATA AND MORPHOLOGY AARON. *American Journal of Botany*, v. 94, n. 3, p. 313–329, 2007.

DAVIS, A. P.; GOLE, T. W.; BAENA, S.; MOAT, J. The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): Predicting Future Trends and Identifying Priorities. *PLoS ONE*, v. 7, n. 11, p. 10–14, 2012.

DAVIS, A. P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 152, n. 4, p. 465–512, dez. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2006.00584.x>>.

DE ALMEIDA DIAS, C.; TAVARES DE ANDRADE, E.; ÀVILA LEMOS, I.; MEIRA BORÉM, F.; NOGUEIRA WESTERICH, D.; ALMEIDA DA SILVA, A. C. Mathematical

modeling of dehydration resistance of pericarp tissues and endosperm in fruits of Arabic coffee. *Coffee Science*, v. 15, n. 1, p. 1–9, 2020.

DE CARVALHO, J. P.; AREVALO, J. L. S.; PASSADOR, J. L. Interfaces and changes in the institutionalization process of special coffee in Brazil. *Gestao e Producao*, v. 27, n. 2, p. 1–17, 2020.

DE CASTRO, R. D.; MARRACCINI, P. Cytology , biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 175–199, 2006.

DE MELO PEREIRA, G. V.; DE CARVALHO NETO, D. P.; MEDEIROS, A. B. P.; SOCCOL, V. T.; NETO, E.; WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, C. R. Potential of lactic acid bacteria to improve the fermentation and quality of coffee during on-farm processing. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 51, n. 7, p. 1689–1695, 2016.

DE MELO PEREIRA, G. V.; NETO, E.; SOCCOL, V. T.; MEDEIROS, A. B. P.; WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, C. R. Conducting starter culture-controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: Growth, metabolic analyses and sensorial effects. *Food Research International*, v. 75, p. 348–356, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.027>>.

DELGADO, S. R.; ARBELAEZ, A. F. A.; ROJANO, B. Antioxidant capacity, bioactive compounds in coffee pulp and implementation in the production of infusions. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, v. 18, n. 3, p. 235–248, 2019.

DEPAULA, J.; CUNHA, S. C.; REVI, I.; BATISTA, A. M.; SÁ, S. V. M. D.; CALADO, V.; FERNANDES, J. O.; CRUZ, A.; FARAH, A. Contents of key bioactive and detrimental compounds in health performance coffees compared to conventional types of coffees sold in the United States market. *Food & Function*, v. 11, n. 9, p. 7561–7575, 2020. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=D0FO01674H>>.

DEPAULA, J.; FARAH, A. Caffeine Consumption through Coffee: Content in the Beverage, Metabolism, Health Benefits and Risks. *Beverages*, v. 5, n. 2, p. 37, 2019.

DONNET, M. L.; JEITSCHKO, T. D.; WEATHERSPOON, D. D. The Impact of E-Auctions in Adjusting Procurement Strategies for Specialty Coffee. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, v. 59, n. 1, p. 63–86, mar. 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7976.2010.01191.x>>.

DONNET, M. L.; WEATHERSPOON, D. D.; HOEHN, J. P. What Adds Value in Specialty Coffee? Managerial Implications from Hedonic Price Analysis of Central and South American E-Auctions. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 10, n. 3, 2007.

DONNET, M. L.; WEATHERSPOON, D. D.; HOEHN, J. P. Price determinants in top-quality e-auctioned specialty coffees. *AGRICULTURAL ECONOMICS*, v. 38, p. 267–276, 2008.

DONNET, M. L.; WEATHERSPOON, D. D.; MOSS, C. B. Measuring Food Product Differentiation by Quality Ratings: A Cross-Entropy Analysis of Specialty Coffee e-Auctions. *Journal of Agricultural Economics*, v. 61, n. 1, p. 122–137, fev. 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1477-9552.2009.00225.x>>.

DUARTE, G. S.; PEREIRA, A. A.; FARAH, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, v. 118, n. 3, p. 851–855, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.042>>.

DULSAT SERRA, N.; QUINTANILLA CASAS, B.; VICHI, S. Volatile thiols in coffee: A review on their formation, degradation, assessment and influence on coffee sensory quality. *Food Research International*, v. 89, n. 2, p. 982–988, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.02.008>>.

EIRA, M. T. S.; AMARAL DA SILVA, E. A.; DE CASTRO, R. D.; DUSSERT, S.; WALTERS, C.; BEWLEY, J. D.; HILHORST, H. W. M. Coffee seed physiology. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 149–163, 2006.

EMBRAPA. Brazilian Agricultural Research Corporation. (2021). Retrieved from <https://www.embrapa.br/cafe/historia>.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, v. 46, n. 2, p. 488–495, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>>.

EUROPEAN COMMISSION, 2007. Fact Sheet: European Policy for Quality Agricultural Products. European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Unit F4: Agricultural Product Quality Policy, Brussels, Belgium, ISBN 92-79-0322 8-3.

EVANGELISTA, S. R.; DA CRUZ PEDROSO MIGUEL, M. G.; SILVA, C. F.; MARQUES PINHEIRO, A. C.; FREITAS SCHWAN, R. Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, v. 210, p. 102–112, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.06.008>>.

FABBRI, A.; CEVOLI, C.; ALESSANDRINI, L.; ROMANI, S. Numerical modeling of heat and mass transfer during coffee roasting process. *Journal of Food Engineering*, v. 105, n. 2, p. 264–269, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.02.030>>.

FADAI, N. T.; MELROSE, J.; PLEASE, C. P.; SCHULMAN, A.; VAN GORDER, R. A. A heat and mass transfer study of coffee bean roasting. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, v. 104, p. 787–799, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.08.083>>.

FALKNER, L. An Exploratory Study of Generational Coffee Preferences. 2020. Murray State University, 2020. Disponível em: <<https://digitalcommons.murraystate.edu/honorstheses/50>>.

FARAH, A. Production, Quality and Chemistry. London, UK: Royal Society of Chemistry, 2019. 873 p.

FARAH, A.; FERREIRA, T. The Coffee Plant and Beans: An Introduction. In: ACADEMIC PRESS. Coffee in Health and Disease Prevention. [s.l.] Elsevier Inc., 2015. p. 5–10.

FAUSTO, B.; FAUSTO, S. A Concise History of Brazil. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1999.

FERNÁNDEZ ALDUENDA, M. R.; GIULIANO, P. Coffee Sensory and Cupping Handbook. [s.l.] Specialty Coffee Association, 2021. 1–130 p.

FERREIRA, T.; SHULER, J.; GUIMARÃES, R.; FARAH, A. Introduction to Coffee Plant and Genetics. In: FARAH, A. Coffee: Production, Quality and Chemistry. [s.l.] Royal Society of Chemistry, 2019. p. 1–25.

FIBRIANTO, K.; UMAM, K.; SHINTA WULANDARI, E. Effect of Roasting Profiles and Brewing Methods on the Characteristics of Bali Kintamani Coffee. v. 172, n. FANRes, p. 194–197, 2018.

FLAMENT, I. Coffee Flavor Chemistry. England: John Wiley & Sons, Ltd, 2002. 410 p.

FOX, T. THE COFFEE SYSTEM : WHAT STANDARD , WHAT MEANS ? “FAIR TRADE” AND “UTZ”. [s.l: s.n.].

FREITAS SCHWAN, R.; H. FLEET, G. Cocoa and Coffee Fermentations. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press Taylor & Francis Group, 2014. 485–492 p.

GIOVANNUCCI, D.; KOEKOEK, F. J. The State of Sustainable Coffee: A Study of Twelve Major Markets. Cali, Colombia: Cenicafé (Colombia), 2003. 200 p.

GIOVANNUCCI, D.; PONTE, S. Standards as a new form of social contract? Sustainability initiatives in the coffee industry. Food Policy, v. 30, n. 3, p. 284–301, jun. 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030691920500031X>>.

GONZALEZ RIOS, O.; SUAREZ QUIROZ, M. L.; BOULANGER, R.; BAREL, M.; GUYOT, B.; GUIRAUD, J. P.; SCHORR-GALINDO, S. Impact of “ecological” post-harvest processing

on the volatile fraction of coffee beans: I. Green coffee. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 20, n. 3–4, p. 289–296, 2007.

GUHL, A. Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander*. *Revista de Estudios Sociales*, n. 32, p. 114–125, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.7440/res32.2009.08>>.

GUMECINDO-ALEJO, A. L.; SÁNCHEZ-LANDERO, L. A.; ORTIZ-CEBALLOS, G. C.; ROBERTO CERDÁN CABRERA, C.; ALVARADO-CASTILLO, G. Factors related to coffee quality, based on the “Cup of Excellence” contest in Mexico. *Coffee Science*, v. 16, p. 1–10, 2021. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1887>>.

HAILE, M.; HEE KANG, W. The Harvest and Post-Harvest Management Practices’ Impact on Coffee Quality. *Coffee - Production and Research*, p. 1–18, 2020.

HERNANDEZ-AGUILERA, J. N.; GÓMEZ, M. I.; RODEWALD, A. D.; RUEDA, X.; ANUNU, C.; BENNETT, R.; VAN ES, H. M. Quality as a Driver of Sustainable Agricultural Value Chains: The Case of the Relationship Coffee Model. *Business Strategy and the Environment*, v. 27, n. 2, p. 179–198, fev. 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.2009>>.

HUCH, M.; FRANZ, C. M. A. P. *Coffee: Fermentation and microbiota*. [s.l.] Elsevier Ltd, 2015. 501–513 p.

ILLY, A.; VIANI, R. *Espresso coffee: The science of quality*. Oxford, UK: Elsevier Academic Press, 2005. 417 p.

ILLY, E. The complexity of Coffee. *Scientific American*, v. 286, n. 6, p. 86–91, 2002.

IMA MG (Ed.). *Certifica Minas Café, Regulamento Geral*. 2009. Disponível em: <http://ns.ima.mg.gov.br/intranet/nova/gec/outros_documentos/Cafe/Regulamento_certificaminascafe-versao8.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2017.

IMA MG. Certifica Minas: Etapas para a certificação. 2019a. Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/certifica-minas#cafe>>. Acesso em: 10 out. 2019.

IMA MG. Normas - Certifica Minas Café. 2019b. Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/certifica-minas#cafe>>. Acesso em: 10 out. 2019.

INDRIATI, A.; HIDAYAT, D. D.; ANDRIANSYAH, C. E.; RAHAYUNINGTYAS, A.; SUDARYANTO, A. Changes Of Some Engineering Properties Of Coffee Beans Due To Roasting Process. Asian Journal of Applied Sciences, v. 8, n. 1, 2020.

INPI Ordinance nº 4 (12 de janeiro de 2022). Diário Oficial da União. Publicado em 25/01/2022, ed. 17, seção 1, página 40. Retrieved from <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria/inpi/pr-n-4-de-12-de-janeiro-de-2022-375778644>.

INPI Ordinance nº 415 (24 de dezembro de 2020). Institui a 1ª Edição do Manual de Indicações Geográficas. Retrieved from https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/legislacaoig/Portaria_INPI_PR_4152020.pdf.

INPI Resolution nº 55/2013. Dispõe sobre o depósito dos pedidos de registro de desenho industrial e dos pedidos de registro de indicação geográfica e dos procedimentos relativos a numeração destes pedidos. Retrieved from https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/desenhos-industriais/arquivos/legislacao-di/resolucao_55-2013.pdf.

INPI. National Institute of Industrial Property. (2021a). Instituídos os selos brasileiros de indicações geográficas. Retrieved from <https://www.gov.br/pt-br/propriedade-intelectual/noticias/2021/10/instituidos-os-selos-brasileiros-de-indicacoes-geograficas>.

INPI. National Institute of Industrial Property. (2021b). Manual de Identidade Visual e Uso dos Selos Brasileiros de Indicações Geográficas. Retrieved from https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoesgeograficas/arquivos/legislacao-ig/manual_identidade_visual_selos_upt.pdf

INPI. National Institute of Industrial Property. (2022). Pedidos de Indicação Geográfica no Brasil. Retrieved from <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/pedidos-de-indicacao-geografica-no-brasil>.

JANISSEN, B.; HUYNH, T. Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 128, n. September 2017, p. 110–117, 2018.

JARDIM BARRA, G. M.; DA SILVA E OLIVEIRA, V. C.; MOREIRA MACHADO, R. T. O Papel Das Associações De Interesse Privado No Mercado Cafeeiro Brasileiro. *Administração Rural e Agroindustrial*, v. 14, n. 2, p. 17–31, 2007. Disponível em: <<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rege/v14n2/v14n2a2.pdf>>.

JAWO, T. O.; KYEREH, D.; LOJKA, B. The impact of climate change on coffee production of small farmers and their adaptation strategies: a review. *Climate and Development*, v. 0, n. 0, p. 1–17, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/17565529.2022.2057906>>.

JOËT, T.; LAFFARGUE, A.; DESCROIX, F.; DOULBEAU, S.; BERTRAND, B.; DE KOCHKO, A.; DUSSERT, S. Influence of environmental factors , wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chemistry*, v. 118, n. 3, p. 693–701, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.048>>.

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, 2006.

KOLE, C. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Carolina del Sur, United States: Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2011.

LACHENMEIER, D. W.; SCHWARZ, S.; RIEKE-ZAPP, J.; CANTERGIANI, E.; RAWEL, H.; MARTÍN-CABREJAS, M. A.; MARTUSCELLI, M.; GOTTSTEIN, V.; ANGELONI, S. Coffee by-products as sustainable novel foods: Report of the 2nd international electronic

conference on foods—“future foods and food technologies for a sustainable world”. *Foods*, v. 11, n. 3, p. 16, 2022.

LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT, A.; ANTHONY, F.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. *Molecular and General Genetics*, v. 261, n. 2, p. 259–266, 1999. Disponível em: <[10.1007/s004380050965](https://doi.org/10.1007/s004380050965)>.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. *Sensory Evaluation of Food: Principles and practices*. Ithaca, New York, USA: Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2010.

LAWLESS, L. J. R.; CIVILLE, G. V. Developing Lexicons: A review. *Journal of Sensory Studies*, v. 28, n. 4, p. 270–281, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/joss.12050>>.

LÉCOLIER, A.; BESSE, P.; CHARRIER, A.; TCHAKALO, T.-N.; NOIROT, M. Unraveling the origin of *Coffea arabica* “Bourbon pointu” from La Réunion : a historical and scientific perspective. *Euphytica*, v. 168, p. 1–10, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10681-009-9886-7>>.

LEE, K. G.; SHIBAMOTO, T. Analysis of volatile components isolated from Hawaiian green coffee beans (*Coffea arabica* L.). *Flavour and Fragrance Journal*, v. 17, n. 5, p. 349–351, 2002.

LEE, L. W.; CHEONG, M. W.; CURRAN, P.; YU, B.; LIU, S. Q. Coffee fermentation and flavor - An intricate and delicate relationship. *Food Chemistry*, v. 185, p. 182–191, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.124>>.

LENTIJO, G. M.; HOSTETLER, M. *Evaluating Certified Coffee Programs*The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). [s.l.: s.n.].

LEONG, K. H.; CHEN, Y. S.; PAN, S. F.; CHEN, J. J.; WU, H. C.; CHANG, Y. C.; YANAGIDA, F. Diversity of lactic acid bacteria associated with fresh coffee cherries in taiwan. *Current Microbiology*, v. 68, n. 4, p. 440–447, 2014.

LINGLE, T. R. The coffee cupper's handbook systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. Long Beach, California: Specialty Coffee Association, 2011. 78 p.

LINNÉ, C. von. Hortus cliffortianus. Amstelaedamum (Amsterdam): Amstelaedami, 1737. 530 p.

MAS, A. H.; DIETSCH, T. V. LINKING SHADE COFFEE CERTIFICATION TO BIODIVERSITY CONSERVATION: BUTTERFLIES AND BIRDS IN CHIAPAS, MEXICO. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 642–654, jun. 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1890/02-5225>>.

MILLARD, E. Incorporating agroforestry approaches into commodity value chains. *Environmental Management*, v. 48, n. 2, p. 365–377, 2011.

Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply. (2017). Política Agrícola. Café no Brasil. Retrieved from <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>.

Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply. (2021). No dia Internacional do café, conheça tipos únicos da bebida. Retrieved from <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/dia-internacional-do-cafe>.

MOLDAVER, A. *Coffee Obsessions*. United States: Dorling Kindersley Limited, 2014. 226 p.

MONTEIRO SOUZA, L. PROGRAMA CERTIFICA MINAS CAFÉ: CARACTERIZAÇÃO E DESEMPENHO. 2020. Universidade Federal de Viçosa, 2020.

MORLAND, L. Values added in speciality coffee. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, v. 19, n. 2, p. 113–124, 7 maio 2018. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1465750318761648>>.

MURTHY, P. S.; NAIDU, M. M. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 66, p. 45–58, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>>.

MUTERSBAUGH, T. Serve and Certify: Paradoxes of Service Work in Organic-Coffee Certification. *Environment and Planning D: Society and Space*, v. 22, n. 4, p. 533–552, 1 ago. 2004. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1068/d396>>.

NEILSON, J.; WRIGHT, J.; AKLIMAWATI, L. Geographical indications and value capture in the Indonesia coffee sector. *Journal of Rural Studies*, v. 59, n. January, p. 35–48, abr. 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0743016717304588>>.

NOIROT, M.; CHARRIER, A.; STOFFELEN, P.; ANTHONY, F. Reproductive isolation , gene flow and speciation in the former *Coffea* subgenus : a review. *Trees*, v. 30, p. 597–608, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00468-015-1335-8>>.

NOWAK, M. D.; DAVIS, A. P.; YODER, A. D. Sequence Data from New Plastid and Nuclear COSII Regions Resolves Early Diverging Lineages in *Coffea* (Rubiaceae). *Systematic Botany*, v. 37, n. 4, p. 995–1005, 2012. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/full/10.1600/036364412X656482%0ABioOne>>.

NUNES MACIEL, G.; MONTAGNANA VICENTE LEME, P. H.; REIS GUIMARÃES, E.; NUNES MACIEL, F. Cup of excellence and the evolution of the brazilian specialty coffee market: a historical perspective. *Coffee Science*, v. 16, n. e161980, p. 1–16, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.25186/.v16i.1980>>.

OBERTHÜR, T.; LÄDERACH, P.; POSADA, H.; FISHER, M. J.; SAMPER, L. F.; ILLERA, J.; COLLET, L.; MORENO, E.; ALARCÓN, R.; VILLEGAS, A.; USMA, H.; PEREZ, C.; JARVIS, A. Regional relationships between inherent coffee quality and growing environment for denomination of origin labels in Nariño and Cauca, Colombia. *Food Policy*, v. 36, n. 6, p. 783–794, dez. 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919211000923>>.

OLIVEIRA, J. S.; ELIAS, T. J.; LESSA, M. B. Café especial: agregação de valor ao tradicional café. *Revista Eletrônica de Comunicação*, v. 5, n. 1, p. 1–8, 2008.

OLIVEIRA, P. D.; BORÉM, F. M.; PEDROZA ISQUIERDO, E.; DA SILVA GIOMO, G.; RIBEIRO DE LIMA, R.; ALVES CARDOSO, R. Physiological Aspects Of Coffee Beans, Processed And Dried Through Different Methods, Associated With Sensory Quality. *Coffee Science*, Lavras, v. 8, n. 2, p. 203–211, 2013.

OROZCO BLANCO, D. A. *Treinamento De Provadores Na Análise Sensorial De Cafés Especiais E Avaliação Das Papilas Gustativas*. 2020. Universidade Federal de Lavras, 2020.

PELLIN, V. Indicações Geográficas e desenvolvimento regional no Brasil: a atuação dos principais atores e suas metodologias de trabalho. *Interações (Campo Grande)*, p. 63–78, 21 mar. 2019. Disponível em: <<https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/1792>>.

PENDERGRAST, M. *Uncommon grounds: The history of coffee and how it transformed our world*. New York, USA: Basic Books, 2010. 519 p.

PEÑUELA MARTINEZ, A. E.; ZAPATA ZAPATA, A. D.; DURANGO RESTREPO, D. L. Performance of different fermentation methods and the effect on coffee quality (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science*, Lavras, v. 13 (4), p. 465–476, 2018. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11118>>.

PERIYASAMY, S.; SENTHIL, V. K.; SENTHIL KUMAR, P.; ISABEL, J. B.; TEMESGEN, T.; B. M., H.; B.B., M.; BADR A., M.; DAI-VIET NGUYEN, V. Chemical , physical and biological methods to convert lignocellulosic waste into value - added products . A review. *Environmental Chemistry Letters*, v. 20, n. 2, p. 1129–1152, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10311-021-01374-w>>.

PIRES, M. de M.; CAMPOS, A. C.; BRAGA, M. J.; RUFINO, J. L. dos S. Impactos do crescimento do consumo de cafés especiais na competitividade inter-regional da atividade cafeeira. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 41, n. 3, p. 53–71, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032003000300003&lng=pt&tlng=pt>.

POISSON, L.; AUZANNEAU, N.; MESTDAGH, F.; BLANK, I.; DAVIDEK, T. New Insight into the Role of Sucrose in the Generation of α -Diketones upon Coffee Roasting. *Agricultural and food chemistry*, v. 66, p. 2422–2431, 2018.

PONTE, S. The latte revolution winners and losers in the re-structuring of the global coffee marketing chain. *CDR Working Paper*, v. 1, n. 3, p. 1–35, 2001.

PONTE, S. Standards, trade and equity: Lessons from the specialty coffee industry. *CDR Working Paper*, v. 2, n. 13, p. 1–43, 2002.

REBELLES REIS, P.; DA CUNHA, R. L. *Café Arábica do plantio a colheita*. Lavras, Minas Gerais, Brasil: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 2010. 18 p.

RIBEIRO, F. C.; MEIRA BORÉM, F.; SILVA GIOMO, G.; RIBEIRO DE LIMA, R.; RIBEIRO MALTA, M.; PEREIRA FIGUEIREDO, L. Storage of green coffee in hermetic packaging injected with CO₂. *Journal of Stored Products Research*, v. 47, n. 4, p. 341–348, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2011.05.007>>.

SAMOGGIA, A.; RIEDEL, B. Coffee consumption and purchasing behavior review: Insights for further research. *Appetite*, v. 129, n. November 2002, p. 70–81, out. 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195666318305142>>.

SANCHEZ, K.; CHAMBERS, E. How Does Product Preparation Affect Sensory Properties? An Example with Coffee. *Journal of Sensory Studies*, v. 30, n. 6, p. 499–511, dez. 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12184>>.

SANTINATO, F.; PEREIRADA SILVA, R.; TUFAILE CASSIA, M.; SANTINATO, R. Análise quali-quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. *Coffee Science*, v. 9, n. 4, p. 495–505, 2014. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8091>>.

SCA. *Towards a Definition of Specialty Coffee: A Conception Based on Attributes* United Kingdom. Specialty Coffee Association, 2022.

SCA. A new system to assess coffee value. Introduction the Beta Version of Specialty Coffee Association's Coffee Value Assessment (April 2023)2023.

SELMAR, D.; BYTOF, G.; KNOPP, S. E. New Aspects of Coffee Processing: The Relation Between Seed Germination and Coffee Quality. Dix-neuvième Colloque Scientifique International sur le Café, p. 19–25, 2002.

SELMAR, D.; BYTOF, G.; KNOPP, S. E.; BREITENSTEIN, B. Germination of coffee seeds and its significance for coffee quality. *Plant Biology*, v. 8, n. 2, p. 260–264, 2006.

SENINDE, D. R.; CHAMBERS, E. Coffee Flavor: A Review. *Beverages*, v. 6, n. 3, p. 44, 8 jul. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/beverages6030044>>.

SENINDE, D. R.; CHAMBERS, E.; CHAMBERS, D. Determining the impact of roasting degree, coffee to water ratio and brewing method on the sensory characteristics of cold brew Ugandan coffee. *Food Research International*, v. 137, n. August, p. 109667, nov. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109667>>.

SILVA, C. F.; VILELA, D. M.; DE SOUZA CORDEIRO, C.; DUARTE, W. F.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 29, n. 2, p. 235–247, 2013.

SOARES, D. O impacto da certificação do café nos custos de produção e preço pago ao produtor rural: uma discussão sob a ótica da economia dos custos de transação. 2021. Universidade Federal de Uberlândia, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32274>>.

SPEER, K.; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 201–216, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100014>>.

STONE, H.; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. *Sensory Evaluation Practices*. New York, USA: Elsevier Inc., 2012. 449 p.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. Redwood Citry, California, USA: Elsevier Academic Press, 2004. 377 p.

SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, v. 62, p. 315–325, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030>>.

SUWONSICHON, S. The Importance of Sensory Lexicons for Research and. *Foods*, v. 8, n. 27, p. 16, 2019.

TEUBER, R. Geographical Indications of Origin as a Tool of Product Differentiation: The Case of Coffee. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, v. 22, n. 3–4, p. 277–298, 25 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08974431003641612>>.

TEUBER, R.; HERRMANN, R. Towards a differentiated modeling of origin effects in hedonic analysis: An application to auction prices of specialty coffee. *Food Policy*, v. 37, n. 6, p. 732–740, dez. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.001>>.

TOCI, A. T.; NETO, V. J. M. F.; TORRES, A. G.; FARAH, A. Changes in triacylglycerols and free fatty acids composition during storage of roasted coffee. *LWT - Food Science and Technology*, v. 50, n. 2, p. 581–590, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.007>>.

TOLEDO, P. R. A. B. A. B.; PEZZA, L.; PEZZA, H. R.; TOCI, A. T. Relationship Between the Different Aspects Related to Coffee Quality and Their Volatile Compounds. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, v. 15, n. 4, p. 3–16, 2016.

TRAORE, T. M.; WILSON, N. L. W.; FIELDS, D. What Explains Specialty Coffee Quality Scores And Prices: A Case Study From The Cup Of Excellence Program. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 50, n. 3, p. 349–368, 12 ago. 2018. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1074070818000056/type/journal_article>.

UFER, D.; LIN, W.; ORTEGA, D. L. Personality traits and preferences for specialty coffee: Results from a coffee shop field experiment. *Food Research International*, v. 125, n. 108504, p. 1–9, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108504>>.

UKERS, W. H. *All About Coffee*. [s.l.: s.n.]847 p.

UKERS, W. H. *All about Coffee: A History of Coffee from the Classic Tribute to the World's Most Beloved Beverage*. Massachusetts, USA: Adams Media, 2012. 160 p.

UNCTAD. *Informe Sobre Comercio y Desarrollo*. Nueva York, Ginebra: Naciones Unidas, 2003. v. 1

USDA. *Coffee: World Markets and Trade Ending Stocks to Rise*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>>.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.-J.; GUYOT, B.; GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, p. 197–204, 2006.

VALENTE, M. E. R.; PEREZ, R.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P. Indicação geográfica de alimentos e bebidas no Brasil e na União Europeia. *Ciência Rural*, v. 42, n. 3, p. 551–558, mar. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000300027&lng=pt&tlng=pt>.

VAN DER MERWE, K.; MAREE, T. The behavioural intentions of specialty coffee consumers in South Africa. *International Journal of Consumer Studies*, v. 40, n. 4, p. 501–508, 2016.

VILELA, D. M.; DE M. PEREIRA, G. V.; SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). *Food Microbiology*, v. 27, n. 8, p. 1128–1135, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2010.07.024>>.

VOLSI, B.; TELLES, T. S.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. da. The dynamics of coffee production in Brazil. PLOS ONE, v. 14, n. 7, p. e0219742, 23 jul. 2019. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0219742>>.

VOSSSEN, H. Van Der; BERTRAND, B.; CHARRIER, A. Next generation variety development for sustainable production of arabica coffee (*Coffea arabica* L .): a review. Euphytica, v. 204, p. 243–256, 2015.

WELLMAN, F. L. Coffee botany, cultivation, and utilization. London, Eden Street, N.W: World Crops Book, Leonard Hill Limited, 1961. 239 p.

WILSON, B. R.; CONLEY, J. F.; HARRIS, T. M.; LAFONE, F. New terrains of taste: Spatial analysis of price premiums for single origin coffees in Central America. Applied Geography, v. 35, n. 1–2, p. 499–507, nov. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.10.004>>.

WINTGENS, J. N. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Switzerland: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004. v. 13294 p.

WINTGENS, J. N. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. [s.l: s.n.]87–136 p.

WORKU, M.; ASTATKIE, T.; BOECKX, P. Shade and postharvest processing effects on arabica coffee quality and biochemical composition in lowland and midland coffee-growing areas of southwestern Ethiopia. Journal of Food Composition and Analysis, v. 115, n. October 2022, p. 105027, jan. 2023a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105027>>.

WORKU, M.; ASTATKIE, T.; BOECKX, P. Quality and biochemical composition of Ethiopian coffee varied with growing region and locality. Journal of Food Composition and Analysis, v. 115, n. October 2022, p. 105015, jan. 2023b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105015>>.

WORLD COFFEE RESEARCH. World Coffee Research: Arabica Coffee Varieties. [s.l: s.n.].

YASHIN, A.; YASHIN, Y.; WANG, J.; NEMZER, B. Antioxidant and Antiradical Activity of Coffee. *Antioxidants*, v. 2, n. 4, p. 230–245, 15 out. 2013. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-3921/2/4/230>>.

SEGUNDA PARTE: ARTIGO

ANÁLISE DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS E A SUA INFLUÊNCIA NA SELEÇÃO DOS CAFÉS ESPECIAIS APRESENTADOS NA “CUP OF EXCELLENCE” (COE) DO BRASIL DE 2019 A 2021

ANALYSIS OF EXTRINSIC ATTRIBUTES AND THEIR INFLUENCE ON THE SELECTION OF SPECIALTY COFFEES PRESENTED IN BRAZIL’S CUP OF EXCELLENCE (COE) FROM 2019 TO 2021

Soto Mora, Juan Eduardo¹; Nunes, Cleiton Antônio²; Marques Pinheiro, Ana Carla²

RESUMO

A qualidade de um café especial é determinada por vários fatores, incluindo características geográficas, agrônômicas e de processamento pós-colheita. Os programas Cup of Excellence (COE) oferecem uma série de competições nacionais que incentivam os produtores a testarem os seus melhores cafés contra outros produtores do seu país. Dados relevantes, como localização, cultivares, processamento pós-colheita e perfil sensorial, classificados em atributos intrínsecos e extrínsecos, podem ser encontrados no site do COE. O objetivo do estudo foi analisar o impacto dos atributos extrínsecos (certificações, tipo de colheita, processamento, secagem, equipamento de secagem) no perfil sensorial, no número de descritores e na pontuação geral de cafés participantes do COE do Brasil entre 2019 e 2021, por meio da exploração de dados abertos disponíveis no site do programa. Para compreender essas correlações, foi utilizada uma abordagem multifatorial empregando Análise de Fatores Múltiplos (MFA). Através deste estudo, constatou-se que o processamento natural é a metodologia mais eficaz em termos de qualidade e riqueza sensorial. O sistema de processamento tradicional, que envolve secagem parcial em terreiros e acabamento em secadores mecânicos, continua a ser amplamente utilizado. As regiões de Mantiqueira de Minas, Sul de Minas, Cerrado Mineiro e Chapada Diamantina, com as cultivares Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo IAC62SL e Gesha, processadas por via úmida ou natural e complementadas com fermentação e secagem solar em leitos africanos, obtiveram as melhores pontuações no COE. Cafés com atributos alcoólicos/fermentados, cítricos, de cacau, florais, de baunilha e frutados apresentaram pontuações mais altas.

Palavras Chave: Análise de Fatores Múltiplos (MFA); cafés especiais; perfil sensorial; concurso de cafés especiais; competição de cafés; competição de qualidade.

ABSTRACT

The quality of a specialty coffee is determined by several factors, including geographic, agronomic, and post-harvest processing characteristics. Cup of Excellence (COE) programs offer a series of national competitions that encourage producers to showcase their best coffees against other producers in their country. Relevant data, such as location, cultivars, post-harvest processing, and sensory profile classified into intrinsic and extrinsic attributes, can be found on the COE website. The objective of this study was to analyze the impact of extrinsic attributes (certifications, harvesting method, processing, drying, drying equipment) on the sensory profile, number of descriptors, and overall score of COE coffees from Brazil between 2019 and 2021, by exploring open data available on the program's website. To understand these correlations, a multifactorial approach employing Multiple Factor Analysis (MFA) was used. Through this study, it was found that natural processing is the most effective methodology in terms of quality and sensory richness. The traditional processing system, which involves partial drying on patios and finishing in mechanical dryers, continues to be widely used. The regions of Mantiqueira de Minas, Sul de Minas, Cerrado Mineiro, and Chapada Diamantina, with cultivars such as Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo IAC62SL, and Gesha, processed via wet or natural methods and supplemented with fermentation and solar drying on African beds, achieved the highest scores in COE. Coffees with alcoholic/fermented, citrus, cocoa, floral, vanilla, and fruity attributes showed higher scores.

Keywords: Multiple Factor Analysis (MFA); specialty coffees; sensorial profile; specialty coffee competition; coffee competition; quality competition.

1. INTRODUÇÃO

O café especial é a revitalização da arte de cultivar, colher, selecionar, processar, classificar, torrar, analisar, preparar e apreciar uma bebida com aroma e sabor excepcionais (Donnet; Weatherspoon; Hoehn, 2007). É uma bebida altamente valorizada no mercado devido ao seu sabor e aroma extraordinários, sendo uma 'commodity' que exerce grande influência na economia global. A produção mundial de café atingiu 9,9 milhões de toneladas, o equivalente a 174,95 milhões de sacas de 60 kg, das quais 95 milhões de sacas foram de *Coffea arabica* e 79,95 milhões de sacas de *Coffea canephora*. Brasil, Vietnã e Colômbia são os três maiores produtores mundiais, contribuindo com 64,3 milhões, 30,9 milhões e 13 milhões de sacas,

respectivamente (USDA, 2022). Segundo a Organização Internacional do Café (ICO), em 2021, o consumo global de café ultrapassou 10 milhões de toneladas, o que equivale a pelo menos 2 bilhões de xícaras de café por dia em todo o mundo. A popularidade dessa bebida se deve aos efeitos estimulantes da cafeína e aos benefícios antioxidantes atribuídos a determinados componentes, como fenóis, ácidos clorogênicos e melanoidinas (Cordoba et al., 2019; Worku; Astatkie; Boeckx, 2023; Yashin et al., 2013). Além disso, são lhe atribuídos benefícios à saúde, como redução do risco de doenças, melhora da saúde cardiovascular e redução da inflamação (Ciaramelli; Palmioli; Airoidi, 2019; Depaula et al., 2020; Depaula; Farah, 2019). Essa bebida tem um significado cultural enraizado em diversas comunidades ao redor do mundo, desempenhando um papel importante na história, promovendo a criatividade, impulsionando revoluções, startups, literatura e música, e é frequentemente associada à vida social e à construção de comunidades (Bacon et al., 2008; Bray; Neilson, 2017). O setor cafeeiro tem passado por uma evolução contínua para atender às exigências dos consumidores, adaptando-se às mudanças por meio do desenvolvimento de novos produtos e serviços, como o café cultivado de forma sustentável, e realizando pesquisas de mercado para entender melhor os hábitos e as preferências dos consumidores. Ao mesmo tempo, os avanços tecnológicos permitiram a implementação de métodos sofisticados para investigar melhor as preferências dos consumidores, sendo a análise sensorial um aliado essencial para a percepção de mudanças nos padrões de consumo relacionados à seleção dos métodos de preparo do café (Barahona; Sanmiguel Jaimes; Yang, 2020; Czarniecka-Skubina et al., 2021; Falkner, 2020).

Na década de 1960, foi assinado um pacto entre os países produtores e consumidores de café denominado "The International Coffee Agreement" (ICA), que estabelecia cotas de fornecimento para cada país produtor e regulava os preços do café. No entanto, após 30 anos de funcionamento, o ICA chegou ao fim em 1989 devido a divergências entre os países signatários. Após a desregulamentação, o Brasil teve a oportunidade de aprimorar a qualidade do café e a sua indústria local por meio de investimentos em processos pós-colheita para melhorar a qualidade do café, com o apoio de programas governamentais; criação de associações de agricultores locais para fortalecer os vínculos entre fornecedores e importadores e valorização do café gourmet; fundação da "Brazil Specialty Coffee Association" (BSCA) para aprimorar a aquisição de café de alta qualidade; e criação de concursos de qualidade, como o "Cup of Excellence" (COE), organizado pela BSCA desde 1999 em colaboração com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX-BRASIL) e a "Alliance for Coffee Excellence" (ACE) (Costa, 2020). Esse evento contribuiu para a popularidade dos cafés

especiais em todo o mundo e motivou os produtores a concentrarem-se na produção de maior valor agregado (Jardim Barra; Da Silva e Oliveira; Moreira Machado, 2007).

O COE é considerado o principal concurso de qualidade de cafés especiais do mundo. Este concurso visa avaliar a qualidade dos grãos de café arábica, independentemente dos seus atributos extrínsecos e intrínsecos, desempenhando um papel crucial no fortalecimento, reconhecimento e valorização do mercado de cafés especiais. O programa é composto por diferentes rodadas de concursos de qualidade que reúnem provadores nacionais e internacionais. Eles consideram apenas os cafés com pontuação acima de 86/87 pontos no sistema SCA. As classificações não apenas influenciam o preço de venda dos lotes qualificados, que são selecionados e passam por um leilão, mas também contribuem para a reputação de regiões, produtores e comerciantes (Gumecindo-Alejo et al., 2021).

Há estudos que utilizam extensivamente o conjunto de dados do COE para prever os preços de cafés especiais. Por exemplo, Traore et al. (2018), no seu trabalho intitulado "What explains specialty coffee quality scores and prices: a case study from the cup of excellence program", estudaram os efeitos dos atributos de qualidade materiais e simbólicos na pontuação e nos preços do Cup of Excellence. Estudos como os conduzidos por Gumecindo et al. (2021), intitulado "Factors related to coffee quality, based on the 'Cup of Excellence' contest in Mexico", assim como o trabalho de Wilson (2014), intitulado "The economics of quality in the specialty coffee industry: insights from the Cup of Excellence auction programs", e o estudo de Wilson et al. (2012), intitulado "New terrains of taste: Spatial analysis of price premiums for single origin coffees in Central America", concentram-se em compreender como os preços do café variam com base nos atributos sensoriais e como essa relação entre qualidade, preço e geografia pode ser explicada a partir de uma perspectiva econômica. Além disso, buscam compreender como esses aspectos afetam a economia dos agricultores, com base nos incentivos que recebem para produzir café com atributos diferenciados. No entanto, até o momento, nenhum desses estudos avaliou como os atributos extrínsecos influenciam as pontuações de qualidade dos cafés especiais.

Com base no exposto anteriormente, o objetivo principal deste estudo é mensurar o impacto dos atributos extrínsecos nas pontuações de qualidade dos cafés especiais, utilizando o conjunto de dados do COE de 2019 a 2021 para o Brasil. Especificamente, este trabalho tem como propósito analisar o comportamento de múltiplos fatores presentes durante a colheita e pós-colheita do café em relação ao perfil sensorial (descritores sensoriais em três categorias), número de descritores e pontuação geral, por meio de uma Análise de Fatores Múltiplos (MFA)

exploratória utilizando os dados fornecidos por esse concurso. Essa análise permitirá uma compreensão mais aprofundada da influência desses fatores nas características sensoriais e na qualidade geral dos cafés especiais. Sugere-se que essa pesquisa contribuirá para o conhecimento científico e para aprimorar a produção e seleção de cafés especiais, proporcionando informações valiosas aos produtores, comerciantes e demais envolvidos na cadeia produtiva do café.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. BANCO DE DADOS

Os dados de acesso aberto foram coletados diretamente do sítio web do COE de 2019 a 2021 sobre vários aspectos do café, como a sua colocação no concurso, produtor, região, estado, programa de certificação, altitude, cultivar, tipo de colheita, processamento, tipo de secagem e equipamento usado para esse fim, número de descritores, pontuação geral e descritores sensoriais padronizados conforme o léxico sensorial da “World Coffee Research” (WCR). Em seguida, eles foram classificados em atributos primários, secundários e terciários segundo a roda de sabores do provador da SCA. Os dados foram coletados manualmente e são representados como variáveis dicotômicas (presente = 1 ou ausente = 0), exceto a variável "pontuação", que foi contabilizada consoante a classificação fornecida pelo COE, e a variável "altitude", para a qual foi calculada uma média para a MFA (segue material complementar).

2.2. SOFTWARE ESTATÍSTICO

A linguagem de programação R (versão 4.2.2) e o ambiente de programação R Studio 2022.12.0 Build 353 foram usados para executar o MFA. Os pacotes FactoMineR, Factoextra e ggplot2 foram usados para gerar as tabelas e os gráficos necessários para a interpretação dos resultados.

2.3. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE MÚLTIPLOS FATORES (MFA) NA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R

O MFA é uma metodologia exploratória que oferece grande versatilidade na análise comparativa de diferentes conjuntos de dados, independentemente da sua natureza e estrutura,

tanto por meio de medidas numéricas quanto de representações gráficas tridimensionais (Calvo; Isabel, 2016). É um método estatístico multivariado que permite conhecer a relação que existe entre um conjunto de variáveis que podem ser quantitativas, qualitativas, de escala ou de frequência. Além de ser uma das estratégias mais comuns para a análise de diversas variáveis ou fatores, como os pesquisados em estudos sensoriais

Na estrutura do MFA, é usada uma tabela de dados $\{X_1, \dots, X_n\}$ em que cada linha representa um indivíduo e cada coluna é uma característica observada. A tabela principal é dividida em grupos (subtabelas) conforme a natureza das variáveis. A MFA analisa j tabelas de dados, K_1, \dots, K_j , em que cada K_i contém uma parte do conjunto de dados com observações quantitativas ou qualitativas sobre os mesmos indivíduos. Essa análise consiste em três fases nas quais os pesos são atribuídos às variáveis: na primeira fase, uma análise parcial de cada K_i é realizada usando PCA ou MCA, dependendo do tipo de variável. Nesta fase, a MFA compara grupos entre indivíduos, agrupa tipologias num espaço comum e identifica indivíduos específicos no grupo; para a segunda fase, a influência de cada K_i é equilibrada; para a terceira fase, uma PCA ponderada é realizada na tabela de dados combinados e ponderados contendo todos os K_i para obter os componentes principais (De Tayrac et al., 2009; Ochoa-Muñoz et al., 2022).

O MFA também fornece medidas globais da relação entre grupos, com base no coeficiente de correlação vetorial de Escoufier entre matrizes R_V (ROBERT; ESCOUFIER, 1976). Esse coeficiente é calculado a partir dos coeficientes de correlação linear entre duas variáveis. O seu valor varia de 0 (indicando não haver relação entre os indicadores considerados) a 1 (indicando que as estruturas dos grupos comparados são idênticas). Pesquisadores como Abascal et al. (2001) e Abascal et al. (2000) indicaram que um valor de R_V superior a 0,6 indica uma relação significativa entre as duas matrizes, enquanto um valor inferior a 0,3 indica uma relação fraca. Conforme o mencionado anteriormente, para este estudo, optou-se por selecionar um coeficiente $R_V \geq 0,5$, considerando que esse valor atende ao contexto e aos objetivos da pesquisa.

Após analisar a variância, os ‘clusters’ e as inércias, os cenários de estudo são criados usando representações em nível de fator da análise geral. Nesse processo, são usados quatro gráficos importantes: uma representação dos indivíduos no mapa fatorial individual; uma representação dos pontos médios e parciais dos indivíduos observados e os seus indicadores no mesmo plano; e, finalmente, um diagrama de correlação das variáveis na análise global. Ao

analisar as posições dos pontos nesses gráficos, é possível estudar a relação entre os indicadores medidos e, assim, obter uma visão das semelhanças e diferenças entre eles.

Para determinar a quantidade de fatores relevantes que explicam a informação, são utilizados diversos critérios, como o critério de Kaiser, o gráfico de scree, a análise paralela, a Média parcial mínima (MAP), entre outros. Neste estudo, foram considerados os critérios de Kaiser e gráfico de scree, uma vez que os dados se ajustam a um modelo de estrutura fatorial subjacente e estamos a trabalhar num contexto específico. O critério de Kaiser se fundamenta na ideia de que os fatores com autovalores superiores a 1 explicam uma maior variância do que uma única variável, portanto, são relevantes para a análise. Por outro lado, o gráfico de scree é um método gráfico que compara os autovalores com o número de fatores, e determina-se o número de fatores a serem retidos identificando o ponto em que o gráfico se estabiliza (Auerswald; Moshagen, 2019). Consequentemente, em cada uma das análises realizadas, determinou-se que os dois primeiros fatores atendiam a esses dois critérios.

Foram traçadas elipses de distribuição normal com um nível de confiança de 95% sobre o diagrama de correlação das variáveis, utilizadas para representar a variância e covariância entre as variáveis latentes do modelo. A forma da elipse indicou a correlação entre as variáveis latentes, enquanto o seu tamanho indicou a variância das variáveis latentes. A presença de elipses de grande tamanho foi interpretada como um sinal de alta variabilidade nas variáveis latentes e uma correlação significativa entre elas, enquanto elipses de menor tamanho indicaram baixa variabilidade nas variáveis latentes e uma correlação reduzida entre elas.

Antes da aplicação da análise multifatorial, os termos usados foram abreviados para facilitar a interpretação dos dados durante a execução da MFA, e constam na tabela 1S do material suplementar. Posteriormente, foi criada uma estrutura de dados para abrigar todas as variáveis relacionadas aos conjuntos de dados descritos acima, consistindo nos seguintes grupos: certificações (Cert), tipo de colheita (Colh), processamento (Process), fermentação (Ferm), tipo de secagem (Sec), equipamentos (Equip), altitude (Alti), número de descritores (NumDescr) foram considerados variáveis ativas; regiões (Reg), cultivares (Cult) e colocação no COE (Pos) foram consideradas indivíduos; por fim, os estados (Es) e a pontuação (Pont) foram considerados variáveis complementares de previsão visando obter uma visão mais completa do conjunto de dados e, nesse contexto, prever a variabilidade dos indivíduos utilizando os fatores extraídos no MFA, sem incluí-los diretamente na construção dos fatores. No caso da variável estado, ao não incluí-la na construção dos fatores, obtêm-se informações sobre o comportamento das variáveis ativas em nível territorial. Quanto à pontuação, ao

considerá-la como variável complementar, é possível prever a dependência ou independência relativa a uma entidade certificadora específica ou a uma das variáveis pós-colheita, como tipo de colheita, processamento, secagem ou equipamento utilizado para a secagem, em relação à pontuação atribuída no COE. Os conjuntos de dados foram organizados e o número de variáveis em cada conjunto de dados foi determinado, conforme exigido pelo parâmetro "group" dos pacotes FactoMineR e FactoExtra. Posteriormente, foi determinado o tipo de variável, considerando como categórica (tipo = "n") o grupo ES e os demais grupos desta análise como escalonados (tipo = "s"), com o objetivo de equilibrar os pesos entre as variáveis (código de idioma R do material complementar). A estrutura da análise para o MFA descrito acima está ilustrada na tabela 1 e a matriz de dados usada no MFA se descreve na tabela 5S do material complementar.

Tabela 1: resumo da estrutura de dados do MFA.

INDIVÍDUOS			VARIÁVEIS ATIVAS							VARIÁVEIS COMPLEMENTARES		
REG	CUL T	POS	G1 CER T	G2 COL H	G3 PROCESS	G4 FER	G5 SEC	G6 EQUI P	G7 NumDescr	G8 Alti	G9 ES	G10 PONT
Tipo de variável			Indivíduo			Escalada (s)				Categórica (n)		Escalada (s)

2.4. PERFIL SENSORIAL

Foram apresentados os perfis sensoriais individuais a partir dos resultados obtidos com o MFA, com as variáveis que apresentaram uma relação significativa ($\cos^2 \geq 0,5$) com os indivíduos, detalhadas nas tabelas 2S, 3S e 4S do material complementar. Para a visualização gráfica, utilizou-se a roda de sabores da SCA como referência. Na análise, foram considerados 10 grupos de descritores primários e 27 grupos de descritores secundários. Além disso, foram examinados os descritores terciários, que incluem 87 descritores de aroma e sabor, 16 descritores sensoriais de acidez e 18 descritores da impressão geral (overall).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CONSIDERANDO AS REGIÕES COMO INDIVÍDUOS.

O número de dimensões a serem analisadas é estabelecido por meio do exame dos autovalores, que indicam a inércia ou a variação explicada por cada dimensão. A Tabela 2 demonstra que os dois primeiros eixos fatoriais contêm 61,72% da variabilidade dos dados,

sendo suficientes para descrever as variáveis analisadas. O primeiro eixo fatorial é particularmente relevante, uma vez que explica 41,94% da inércia total, enquanto o segundo eixo explica 19,79%.

Tabela 2: autovalores do MFA e contribuição dos grupos para as duas primeiras dimensões.

Fatores	Valor Próprio	% de Variância	% de Variância acumulada	Grupo	Contribuição	
					Dim.1	Dim.2
Dim.1	4,91	41,94	41,94	Cert	6,31	28,80
Dim.2	2,31	19,79	61,72	Colh	18,83	38,22
Dim.3	1,71	14,63	76,36	Process	14,05	16,81
Dim.4	1,29	11,06	87,42	Ferm	0,02	9,51
Dim.5	0,78	6,63	94,05	Sec	18,74	0,05
Dim.6	0,56	4,75	98,80	Equip	19,90	0,49
Dim.7	0,14	1,20	100,00	Alti	2,29	6,12
				NumDescr	19,87	0,00

Tabela 3: Coeficiente R_v por grupos.

RV	Es	Cert	Colh	Process	Ferm	Sec	Equip	Alti	NumDescr	Pont	MFA
Es	1,00	0,35	0,27	0,35	0,22	0,12	0,24	0,48	0,13	0,12	0,41
Cert	0,35	1,00	0,65	0,34	0,05	0,30	0,34	0,02	0,25	0,08	0,60
Colh	0,27	0,65	1,00	0,54	0,04	0,54	0,64	0,06	0,66	0,04	0,82
Process	0,35	0,34	0,54	1,00	0,05	0,54	0,56	0,22	0,53	0,09	0,73
Ferm	0,22	0,05	0,04	0,05	1,00	0,03	0,04	0,40	0,01	0,06	0,28
Sec	0,12	0,30	0,54	0,54	0,03	1,00	0,91	0,05	0,88	0,07	0,80
Equip	0,24	0,34	0,64	0,56	0,04	0,91	1,00	0,12	0,92	0,05	0,85
Alti	0,48	0,02	0,06	0,22	0,40	0,05	0,12	1,00	0,07	0,21	0,34
NumDescr	0,13	0,25	0,66	0,53	0,01	0,88	0,92	0,07	1,00	0,12	0,81
Pont	0,12	0,08	0,04	0,09	0,06	0,07	0,05	0,21	0,12	1,00	0,13
MFA	0,41	0,60	0,82	0,73	0,28	0,80	0,85	0,34	0,81	0,13	1,00

Ao analisar os dados resumidos na tabela 3 para o coeficiente RV, verificou-se que a maioria dos grupos, à exceção de Estados, Fermentação, Altitude e Pontuação, tem uma correlação superior a 0,5, o que significa que eles são homotéticos e possuem comportamento semelhante.

Inicialmente, foram analisadas as correspondências associadas ao grupo de Certificação. Para uma compreensão completa dessas correspondências, é essencial entender a natureza dos cafés certificados. Os cafés certificados são definidos como aqueles que levam em consideração a sustentabilidade em diversos aspectos (econômico, ambiental, de qualidade e social). Esses cafés são produzidos de acordo com diretrizes específicas estabelecidas pelos cafeicultores e são verificados por organizações de certificação independentes. Essas organizações garantem que a produção esteja conforme as diretrizes estabelecidas pelo órgão certificador, de acordo com os seus objetivos e critérios (Lentijo; Hostetler, 2011).

Os dados do COE revelaram a participação de lotes certificados pela Rainforest Alliance, UTZ, BSCA, Café Orgânico, Certifica Minas Café (CMC), 4C e Café Biodinâmico. Embora cada órgão possua as suas próprias diretrizes, todas elas são baseadas nos princípios de produção sustentável, qualidade do café e práticas de comércio justo. No entanto, esses

requisitos não incluem exigências de altitude mínima nem a obrigatoriedade de utilizar um processo ou equipamento específico para colheita, secagem e processamento. Como resultado, cada produtor tem autonomia para processar os seus lotes de café, desde que estejam conforme as práticas sustentáveis.

Por meio da MFA, observou-se uma correlação entre o grupo de certificação e o grupo de colheita, sugerindo uma correspondência entre alguns dos órgãos de certificação avaliados e um tipo específico de método de colheita para cada região. No entanto, constatou-se uma ausência de correlação entre variáveis como altitude e fermentação, corroborando a premissa de que não há requisitos mínimos de altitude ou a necessidade de aplicar fermentação no pós-colheita para obter a certificação. No entanto, foi identificada uma relação entre o grupo de colheita e os conjuntos de processamento, secagem e equipamentos, indicando que a seleção desses elementos é influenciada pela escolha do método de colheita. Por outro lado, observou-se que a altitude não apresenta correspondência com esse grupo, assim como o grupo de fermentação. Isso indica que o método de colheita utilizado não depende da altitude do terreno ou se a fermentação é realizada posteriormente na massa de café.

Os resultados revelaram uma correlação entre o grupo de processamento e os grupos de secagem e equipamentos, assim como entre os grupos de secagem e equipamentos. De acordo com Barbosa et al., 2019 e Pimienta et al., 2018, a escolha do método de processamento do café desempenha um papel crucial na rentabilidade da produção de café e é condicionada por diversos fatores, como variáveis climáticas, disponibilidade de capital, tecnologia e equipamentos, demandas do mercado consumidor em relação às características do produto, disponibilidade de água e tecnologia para tratamento de efluentes. Portanto, a existência dessa correspondência entre os grupos indica que a escolha de um método específico de pós-colheita, bem como o tipo de secagem e equipamento utilizados, deriva dos recursos disponíveis nas regiões, bem como da interação entre o ambiente de cultivo e as características genéticas das plantas. Além disso, não foi observada nenhuma associação estatisticamente significativa entre o processo de fermentação e o tipo de processamento, secagem e equipamento, o que implica que não há uma relação clara entre a combinação da fermentação e nenhum desses três grupos.

Com relação à fermentação, a correlação mais significativa foi identificada com o grupo Altitude, com um valor de RV de 0,40. Isso sugere que, em algumas regiões, a altitude desempenha um papel relevante na decisão de realizar processos de fermentação, pelo menos até certo ponto. Por fim, os grupos Colh, Process, Sec e Equip apresentam uma alta correspondência com o grupo NumDescr, sugerindo uma influência significativa na expressão

sensorial do perfil do café nas diferentes regiões. Em termos de pontuação, embora nenhuma variável tenha apresentado uma correlação superior a 0,5, observou-se que a altitude teve a correlação mais alta, atingindo o valor de apenas 0,21. Esse fenômeno pode sugerir que a altitude desempenha um papel interessante na expressão de características sensoriais distintas que afetam a pontuação dos cafés de algumas regiões. Em geral, a maioria dos grupos apresenta uma alta correspondência com a representação nos valores gerados pelo MFA.

3.2. REPRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E INDIVÍDUOS

Usando a análise de correspondência global descrita na Figura 1, o perfil dos produtores de café pode ser caracterizado, como foi feito no estudo de Moreira et al. (2011) intitulado "Cafeicultura Brasileira: Características da certificação do café no Brasil". Esse estudo estabeleceu perfis específicos de produtores de café em relação às certificações. Por exemplo, constatou-se que a certificação orgânica é destinada principalmente a produtores de diferentes tamanhos, cuja preocupação está voltada para a preservação ambiental e que estão localizados em regiões com solos naturalmente férteis. Por outro lado, o Fairtrade concentra-se em micro, pequenos e médios produtores com preocupações ambientais, que estão organizados em associações ou cooperativas. A Rainforest Alliance é uma alternativa para produtores de grande escala, que possuem excelente infraestrutura, alta produtividade e grandes áreas de preservação vegetal, geralmente com acesso ao mercado internacional. Já a UTZ é voltada para produtores de médio e grande porte, que possuem boa organização e visão de mercado.

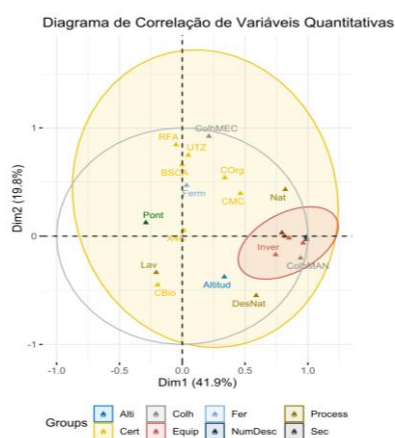


Figura 1: Círculo de correlação das variáveis na análise global com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5$. ColhMEC: colheita mecânica; ColhMAN: colheita manual; SecSun: secagem Solar; SecMEC: secagem mecânica; RFA: Rainforest Alliance; UTZ; BSCA: Associação Brasileira de Cafés Especiais; COrg: certificação orgânica; CMC: Certifica Minas Café; 4C; CBio: certificação

biodinâmica; Lav: Lavado; DesNat: despolpado natural; Nat: natural; Ferm: Fermentação; Altitude; Inver: Estufa; PatCon: Pátios de concreto; PatHorm: Pátios de concreto; CamAfr: Leitões africanos.

No escopo das certificações, uma grande elipse pode ser observada, indicando uma ampla distribuição no plano. Essa configuração permite estabelecer correspondências entre variáveis de certificação, como RFA, UTZ e BSCA, com as variáveis de processo, como ColhMEC e Ferm. De acordo com Pinto et al. (2014), a maioria dos cafeicultores envolvidos nessa rede de certificação são produtores de *C. arabica*, localizados em regiões tradicionais de cultivo de café nos biomas cerrado e mata atlântica, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Bahia. Esses produtores podem ser classificados como grandes (>450 ha), médios (121 - 450 ha), pequenos (31-120 ha) e minis (≤ 30 ha). O mesmo estudo constatou que os lotes certificados apresentam níveis de produtividade mais altos, o que é atribuído à implementação de práticas de produção aprimoradas exigidas pelas regulamentações. A representação do padrão de distribuição dos produtores mencionados acima é claramente visualizada na Figura 2, onde os estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e São Paulo estão dispersos ao longo do segundo componente do plano.

Com base no exposto e conforme o estudo realizado por Moreira et al. (2011), esse grupo de agricultores pode ser classificado como grandes produtores altamente ligados à colheita mecânica. Mohammedsani (2017) e Williams et al. (2022) postulam que os cafeicultores enfrentam uma decisão de custo-benefício na busca da qualidade do café por meio da colheita de cerejas maduras ou de um produto misturado complementado por um tratamento pós-colheita adequado. Com a colheita seletiva, obtém-se maior qualidade a um custo mais alto, enquanto a colheita mecânica reduz a qualidade do café a um custo mais baixo. No entanto, essa análise sugere que, apesar da maior produtividade dos grandes produtores, não há correlação positiva em termos de riqueza sensorial, o que implica que, às vezes, alguma qualidade é sacrificada quando a colheita mecânica é usada, principalmente devido à mistura de frutos com diferentes estágios de maturação. Em resposta a esse problema, pesquisadores como Bazame et al. (2021), Furriel et al. (2022) e Kazama et al. (2021) realizaram avaliações de metodologias para a colheita seletiva de café usando a colheita mecânica e abordagens de seleção. Essas metodologias incluem a otimização das configurações do equipamento em áreas de gestão, detecção, classificação e mapeamento de frutos de café durante a colheita. Embora esses estudos e tecnologias sejam promissores, sua aplicação bem-sucedida na realidade da cafeicultura apresenta desafios.

Ao retomar a análise em andamento, através da figura 1, identificou-se uma correlação significativa entre o grupo "Fermentação" e a colheita mecânica. Isso indica que os grandes

produtores têm encontrado nos processos de fermentação uma alternativa viável para mitigar a perda de qualidade e valorizar os seus lotes de café. Em relação ao selo BSCA, mencionado no estudo de Soares (2021), a sua principal função é certificar lotes que apresentem atributos sensoriais diferenciados, alcançando uma classificação de xícara acima de 80 pontos. Embora a cafeicultura de cafés especiais estabeleça um padrão mínimo de 80 pontos, a pontuação de um café representa apenas uma medida da qualidade sensorial e não avalia a diversidade de atributos que compõem o perfil sensorial. Esse fato é revelado na figura 1, onde as regiões certificadas pela RFA, BSCA e UTZ alcançam pontuações acima de 86 pontos (requisito mínimo do COE), mas não se caracterizam por possuir uma grande variedade de descritores sensoriais nos lotes, considerando que essas variáveis estão distantes da variável número de descritores.

Através da análise MFA, pode-se observar na figura 1 que a diversidade sensorial, representada pelo número de descritores, está relacionada à elipse correspondente ao grupo "Equipamentos". Esse grupo engloba as variáveis SecMEC, SecSun, ColhMan, PatCon, PatHorm, Inver, CamAfr, FaTr e NumDesc. Segundo o estudo realizado por Moreira et al. (2011), as regiões associadas a esse conjunto de variáveis podem ser correlacionadas com produtores classificados como médios e pequenos, que estão altamente envolvidos na colheita manual.

É interessante notar que a única certificação associada ao número de descritores é a certificação Fairtrade. Conforme a revisão da literatura realizada por Alvarenga e Arraes (2017), em 2014, o Brasil possuía o sexto maior número de organizações de produtores de café com certificação Fairtrade, concentradas principalmente em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Rondônia. Devido à significativa participação dessa certificação no território brasileiro, a análise MFA revelou uma correlação entre essa certificação e os processos de colheita manual, que estão mais associados a pequenos produtores. Além disso, como evidenciado na figura 2, a região da Mantiqueira de Minas se destaca como a área com o maior número de produtores certificados pela Fairtrade.

Por outro lado, há uma clara correspondência entre a colheita manual e o número de descritores sensoriais, e essa correlação é validada quando se considera que a colheita manual seletiva permite que apenas as cerejas maduras sejam colhidas, proporcionando diversas vantagens para o processamento e a produção de café de alta qualidade. Conforme mostrado nas figuras 2 e 3, as regiões da Mantiqueira de Minas, Matas de Minas, Chapada Diamantina e

Montanhas do Espírito Santo são áreas onde a colheita manual predomina em relação à colheita mecânica.

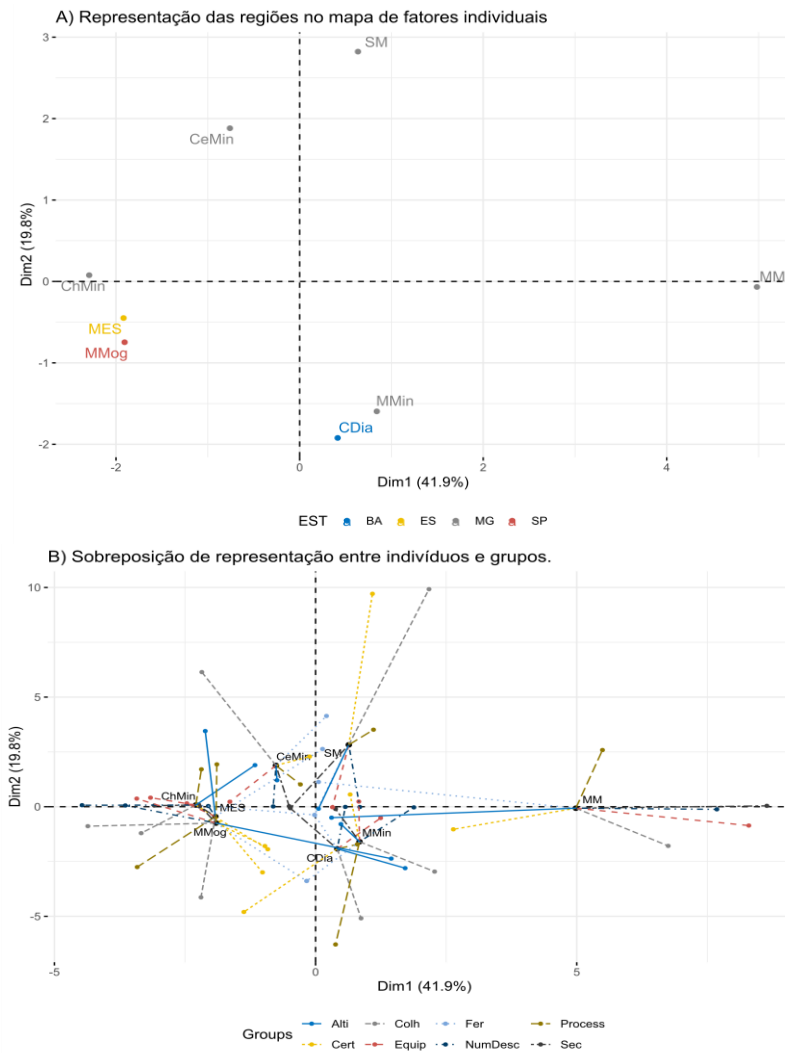


Figura 2: A) Representação de regiões no mapa de fatores individuais; B) Representação de sobreposição entre indivíduos e grupos. MM: Mantiqueira de Minas; MMin: Matas de Minas; CDia: Chapada Diamantina; SM: Sul de Minas; CeMin: Cerrado Mineiro; ChMin: Chapada Diamantina; MES: Montanhas do Espírito Santo; MMog: Media Mogiana.

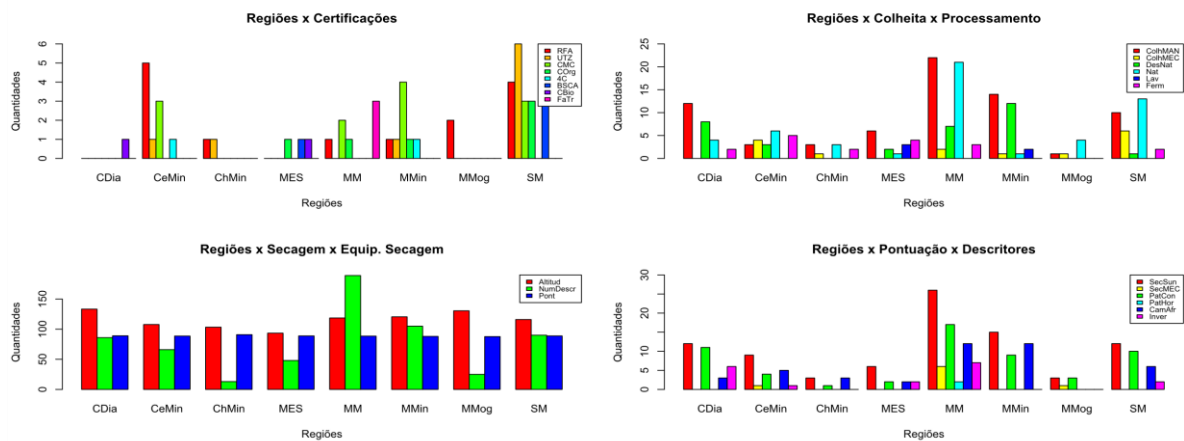


Figura 3: Gráfico de barras entre regiões e frequência absoluta dos grupos analisados.

No Brasil, apesar do aumento do uso do processamento úmido, o sistema tradicional de processamento seco ainda é predominante. Esse sistema envolve a secagem do café por meio de dois métodos: o método mais comum é secar completamente o café em terreiros, enquanto uma alternativa é secar parcialmente o café em terreiros e finalizar a secagem usando secadores mecânicos (DA SILVA et al., 2008). Autores como Borém et al. (2018) e Oliveira et al. (2018) obtiveram resultados satisfatórios ao combinar a secagem mecânica e manual, ressaltando que o café despulpado é mais tolerante à secagem mecânica do que o café natural. Com base nas referências mencionadas e considerando a relação entre os métodos de colheita e a quantidade de descritores sensoriais, pode-se inferir de forma válida que, independentemente da região, os produtores reconhecem que a combinação dos dois métodos de secagem permite a produção de cafés com nível de qualidade de competição de excelência (COE). Em relação ao processamento, não foi encontrada uma correlação significativa com o processamento lavado. Portanto, pode-se inferir que, no Brasil, geralmente se obtêm melhores resultados, incluindo em competições como o COE, por meio do processamento natural e do despulpado natural.

Estudos como os realizados por Do Carmo et al. (2020), Gabriel et al. (2013) e Mohammedsani (2017) demonstraram uma influência significativa do efeito da colheita do café e dos métodos de processamento pós-colheita, evidenciando que a maior diversidade sensorial é alcançada por meio do processamento natural, embora a maior qualidade sensorial em termos de pontuação e sinergia entre os atributos tenha sido encontrada nos cafés lavados. No entanto, com as devidas precauções durante a colheita, processamento e secagem dos frutos, é possível obter grãos de altíssima qualidade por meio do processamento seco e secagem ao sol usando estufas, leitões africanos e pátios de concreto. Isso resulta em bebidas de excelente qualidade, com maior corpo e menor acidez em comparação com os cafés processados por via úmida, que são frequentemente preferidos pelo setor de cafés especiais em relação aos cafés de processo natural (Borém et al., 2018; Gabriel et al., 2013; Marsh; Mawardi, 2010).

A escolha do método de processamento pós-colheita é geralmente baseada em métodos químicos, físicos e sensoriais para identificar qual tipo de processamento é mais adequado para a cultivar plantada e as condições ambientais. Na sua revisão da literatura, Williams et al. (2022) destacam que o método natural é adequado para regiões secas e quentes durante a colheita, sendo o caso da maioria das regiões cafeeiras do Brasil. Além disso, esse método geralmente requer equipamentos mais simples, o que o torna mais acessível para os produtores. Por outro lado, o método lavado é mais adequado para regiões com alto índice de chuvas e umidade.

Pesquisadores como Cortés et al. (2022) e Rodríguez et al. (2020) revelaram que, ao processar a mesma variedade de café usando diferentes métodos pós-colheita, não foram observadas diferenças significativas em relação à pontuação da SCA. No entanto, foi evidente que cada método de processamento foi capaz de realçar diferentes aspectos, que seriam valorizados de forma variável dependendo do consumidor ou mercado-alvo.

No presente estudo do COE, observou-se uma preferência entre as regiões participantes pelo processamento natural, seguido pelo despulpado natural, enquanto o método úmido foi menos utilizado. Além disso, notou-se que os cafés processados de forma natural apresentaram perfis sensoriais mais complexos em comparação com os outros métodos, o que sugere que os juízes sensoriais do COE são capazes de detectar e avaliar essas diferenças nos perfis sensoriais, uma vez que cada rodada de análise é conduzida de forma cega, a fim de evitar qualquer viés ou preferência durante a avaliação.

Com base na análise da figura 3, foi possível identificar que as regiões da Mantiqueira de Minas, Sul de Minas e Cerrado Mineiro, localizadas no plano superior do mapa fatorial, apresentaram maior associação com o processamento natural. Por outro lado, as regiões da Chapada Diamantina e das Matas de Minas mostraram maior afinidade com o despulpado natural. Por sua vez, a Serra do Espírito Santo apresentou a maior correspondência com o processamento lavado. Essas observações são factíveis, considerando que a área de cultivo de café dessa região está próxima a 1.200 metros de altitude.

Outra correspondência relevante observada por meio da MFA está relacionada às variáveis Altitude e DesNat. Pesquisadores como Borém et al. (2019), Da Silva et al. (2008), Do Carmo et al. (2020), Silveira et al. (2016), Taveira et al. (2011) e Williams et al. (2022) destacaram que maiores altitudes (dentro das faixas estabelecidas em cada estudo) resultam em cafés com características superiores, e que a altitude, após a escolha da cultivar, é um dos principais fatores que influenciam a qualidade do café. É importante observar que, nesses estudos, todas as amostras de café utilizadas na análise foram submetidas ao processamento de despulpado natural. Nesse contexto, a correlação encontrada pelo MFA está em consonância com os estudos supracitados, o que nos permite inferir que, na cafeicultura brasileira, independentemente da região, os produtores que optam por processos úmidos ou semissecos são aqueles que possuem terras com altitudes superiores a 1.200 m.

Embora em altitudes mais elevadas as plantas de café tenham um ciclo de crescimento mais longo, o que permite um maior acúmulo de compostos como açúcares, ácidos e aminoácidos, que contribuem para um sabor mais agradável (Avelino et al., 2005; Bosselmann

et al., 2009; Silveira et al., 2016; Smith, 2018), não foi encontrada uma correlação direta entre esse fator e a variável NumDescr. No entanto, por meio da representação sobreposta entre indivíduos e grupos ilustrada na figura 2, foi possível observar que, em regiões como Mantiqueira de Minas, Matas de Minas, Chapada de Minas, Sul de Minas e Média Mogiana, o indicador de altitude (linha azul sólida) se alinha à posição da altitude no plano. Isso sugere que a altitude pode não estar relacionada à quantidade, mas sim à qualidade dos descritores sensoriais.

Por meio do MFA, foi observada outra conexão relevante entre as variáveis CMC e Nat. Um estudo realizado por Amaral et al. (2017) revelou que esse programa atrai a atenção dos agricultores devido ao seu baixo custo em comparação com outras certificações atualmente disponíveis e é considerado uma valiosa ferramenta de gestão para agricultores familiares e de médio porte. Dentro dos padrões estabelecidos pela entidade, há uma exigência "restritiva" de que os cafés colhidos iniciem o processo de secagem no mesmo dia. Essa condição favorece o uso quase exclusivo do processamento natural, que, por sua vez, está mais ligado aos pequenos produtores.

Não foi observada associação significativa entre o escore e as variáveis analisadas, o que foi inesperado, considerando que se esperava pelo menos uma correspondência mínima com o grupo NumDescr. Regiões como CDia, SM, MMin e MM apresentam os escores mais altos em ordem crescente. Estudos como os desenvolvidos por DI Donfrancesco et al. (2014), Giacalone et al. (2016) e Worku et al. (2016) constataram que as pontuações da prova de xícara não são repetíveis em diferentes grupos de provadores, não estão relacionadas à aceitação do café pelo consumidor e não são uma boa ferramenta para rastrear alterações sensoriais relacionadas a efeitos ambientais ou de produção específicos. Nesse sentido, o sucesso e a participação de diferentes regiões podem estar mais associados ao terroir (potencial qualitativo) de cada área geográfica e à sua riqueza sensorial do que ao potencial quantitativo associado a uma classificação SCA.

Para finalizar, é importante destacar que este estudo, em consonância com os resultados obtidos por pesquisadores como Beza (2011), Emaná (2014), Salla (2009) e Tesfa (2019), permite concluir que a colheita seletiva, a secagem ao sol e o uso de equipamentos de secagem, como pátios de concreto e camas africanas, podem ser incentivados para manter e melhorar a qualidade inerente do café. Ao mesmo tempo, reforça que grande parte da qualidade sensorial se deve a características inerentes as cultivares, seguidas do terroir característico da região,

considerando a pós-colheita como um mecanismo capaz de potencializar ou reduzir a qualidade sensorial do café.

3.3. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS USANDO DESCRITORES PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS

Foi elaborado um diagrama de correlação entre as variáveis quantitativas (Figura 4) para mostrar graficamente o comportamento de todas as variáveis relativamente aos descritores previamente armazenados no primeiro e no segundo nível sensorial.

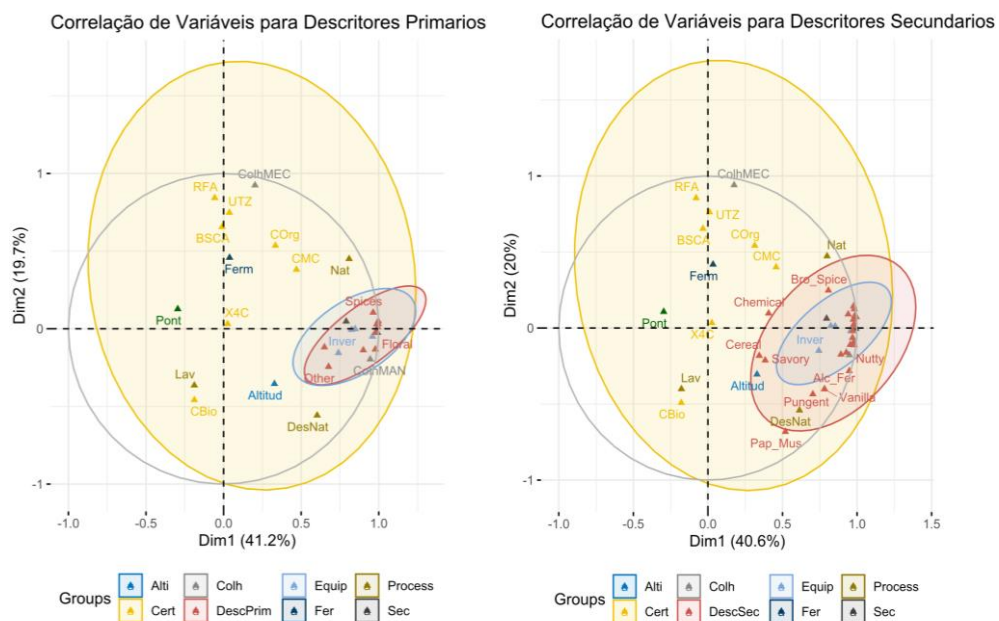


Figura 4: De esquerda para direita: círculo de correlação das variáveis diante de descritores primários e secundários com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$. Dr_Fruta: Frutas secas; Tr_Fruits: Frutas tropicais; St_Fruit: Frutas de caroço; Alc_Fer: Álcool/Fermentado; Ov_Sweet: Doce Geral; Br_Sugar: Açúcar mascavo; Oth_Fruit: Outras frutas; Especiarias; Bagas; Cítricos; Bro_Spice: Especiarias marrons; Gr_Veg: Verde/Vegetativo; Sour_Fer: Sour/Fermented (azedo/fermentado); Pap_Mus: Papery/Musty; Sw_Aro: Aromáticos doces.

O terroir do café é definido como a expressão sensorial única que surge de um café torrado de origem única, refletindo a sua proveniência geográfica. O terroir do café geralmente não é criado intencionalmente, mas é o resultado da interação de espécies e variedades de *Coffea* cultivadas, fatores ambientais e agrícolas, bem como dos métodos de colheita e pós-colheita empregados. A combinação única desses elementos proporciona ao consumidor uma experiência de degustação excepcional, evocando o local de origem do café (Conley; wilson (2020) e williams et al. (2022)). Observou-se que, ao usar descritores sensoriais agrupados no primeiro nível (descritores gerais) com um nível de confiança de 95%, o MFA os agrupa com os grupos Sec, Equip e as variáveis ColhMAN e FaTr na mesma elipse. Isso sugere que esses

fatores, em sinergia com as características edáficas e climáticas de cada uma das regiões, expressam a complexidade sensorial das amostras que atendem ao limite mínimo de pontuação exigido pelo COE. Com o aumento da especificidade dos descritores, foram estabelecidas associações estatísticas com o mesmo nível de confiança, como nos descritores secundários, em que se observou que o despulpado natural e a altitude contribuem para a expressão sensorial nas diversas regiões. Entretanto, essa primeira análise não nos permitiu extrair informações suficientes para identificar padrões de comportamento entre variáveis e indivíduos. Como resultado, foi proposta uma nova análise com foco nos descritores terciários (figura 5).

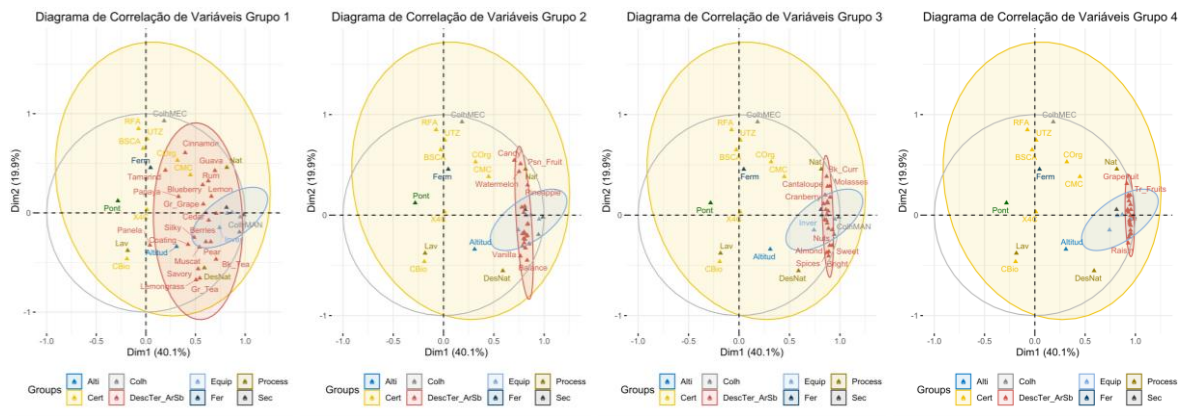


Figura 5: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários de aroma e sabor com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$. Para facilitar a interpretação dos dados, eles foram divididos em quatro grupos.

Os descritores terciários são considerados aqueles que permitem a identificação de aspectos mais detalhados e específicos das características sensoriais de um produto, sendo utilizados quando se deseja maior precisão na análise. Ao expandir as opções de descritores sensoriais, verificou-se que o MFA foi capaz de estabelecer conexões importantes para identificar padrões de comportamento entre as regiões, conforme registrado na Tabela 4, com base nas correspondências geradas em torno dos descritores sensoriais.

Tabela 4: descritores terciários de aroma e sabor associados a variáveis extrínsecas.

Grupo	Descritores terciários de Aroma e Sabor	Cert	Process	Colh	Sec	Equip
1	Guava, Bro_Spice, Bk_Tea, Lemon, Cedar, Rum, Sug_Cane, Pear, Berries, Gr_Grape, Blueberry, Savory, Muscat, Gr_Tea, Silky, Lemongrass, Coating, Cinnamon, Papaya, Tamarind, Panela.	CMC, COrg, FaTr	DesNat, Nat	Altitud, ColhMAN	SecSun, SecMEC	PatCon, PatHor, CamAfr, Inver
2-3	Pineapple, Citrus, Orange, Balance, Complex, Mango, Strawberry, Yl_fruit, Red_curr, Floral, Clean, Sugar, Hazelnut, Or_Bloss, Dk_Choco, Honey, MandOr, Psn_Fruit, Mint, Vanilla, Watermelon, Candy, Gr_Apple, Sweet, Lime, Molasses, Fresh, Wh_Grape, Cocoa, Lychee, Almond, Blackberry, Apricot, Cantaloupe, Nuts, Bittersweet, St_Fruit, Cranberry, Jammy, Bright, Caramel, Bk_Curr, Winey, Spices	FaTr	Nat	ColhMAN	SecSun, SecMEC	PatHor, CamAfr, Inver
4	Chocolate, Rd_Apple, Plum, Tr_Fruits, Fruit, Juicy, Pomagranate, Peach, Nibs, Bk_Cherry, MpSyr, Dr_Date, Bro_Sugar, Jasmine, Dr_Fruits, Grapes, Raspberry, Grapefruit, Prune, Raisin, Creamy, Cherry	FaTr	Nat	ColhMAN	SecSun	PatCon

Destaca-se que, entre os três tipos de processamento considerados, o processamento natural e o despolpado natural apresentam um impacto estatisticamente significativo na expressão sensorial de aroma e sabor. Ao aumentar o nível de especificidade dos descritores sensoriais, foi identificado que a maior riqueza sensorial é obtida por meio do processamento natural, especialmente com a colheita manual, e que a maioria dos produtores, independentemente da sua região, possui certificação Fairtrade. Em relação ao tipo de secagem e ao equipamento utilizado, pode-se inferir que ambos são importantes e afetam a expressão sensorial de diferentes maneiras. Além disso, foi encontrada uma associação entre todos os descritores sensoriais do grupo 1, altitude e as certificações CMC e COrg. Isso indica que regiões com lotes de maior altitude apresentam perfis sensoriais distintos, que estão associados a produtores de médio e pequeno porte.

Por fim, alguns resultados previsíveis foram observados em relação ao coeficiente RV na tabela 3. Por exemplo, no grupo Ferm, embora tenha sido sugerido anteriormente que os grandes produtores encontraram nos processos de fermentação uma alternativa viável para mitigar a perda de qualidade e aumentar o valor dos seus lotes de café, ao analisar os descritores terciários, não foi observado nenhum efeito positivo na riqueza sensorial ao aplicá-los. Estudos como os desenvolvidos por Batista et al. (2022), Febrianto e Zhu (2023), Jiménez et al. (2023) e Martinez et al. (2021) constataram que os cafés fermentados processados eram naturalmente caracterizados por sensações de sabor frutado, fermentado de vinho, amadeirado, notas esverdeadas, torrado, castanha, caramelo, pipoca, frutas secas, amêndoa e açúcar caramelizado. Por outro lado, os cafés despolpados naturais e lavados apresentaram sabores e aromas florais, cítricos, de ameixa, pêssego, nozes, chocolate, caramelo e castanha, com resultados geralmente melhores em comparação com os processos lavados e despolpado natural. No setor de cafés especiais, observou-se que descritores sensoriais como fermentado de vinho, madeira, notas esverdeadas, torrado, pipoca e nozes não são considerados agradáveis ou exóticos, enquanto os descritores florais, cítricos e frutados são valorizados positivamente. No contexto do Brasil, onde o processamento natural é predominante, pode-se inferir que os processos de fermentação associados a esse tipo de processamento não conseguiram melhorar significativamente a riqueza sensorial. Portanto, é possível deduzir que, nas regiões participantes do COE que aplicaram processos de fermentação, é possível que não tenham conseguido destacar descritores diferenciados ou até mesmo que algumas delas não tenham passado pelas primeiras etapas de seleção do COE.

Com relação ao grupo Cert, é possível observar que essas certificações estão mais direcionadas ao perfil do produtor, estratificadas principalmente com base no tamanho da fazenda e no volume de produção. A sua implementação pode estar relacionada a questões políticas, ambientais, morais, filosóficas ou econômicas de cada produtor, ou certificadora. No entanto, é importante observar que o objetivo principal dessas certificações não é agregar valor sensorial ao café. Em relação aos descritores terciários de acidez e impressão global, as correlações estabelecidas pelo MFA estão ilustradas na figura 6.

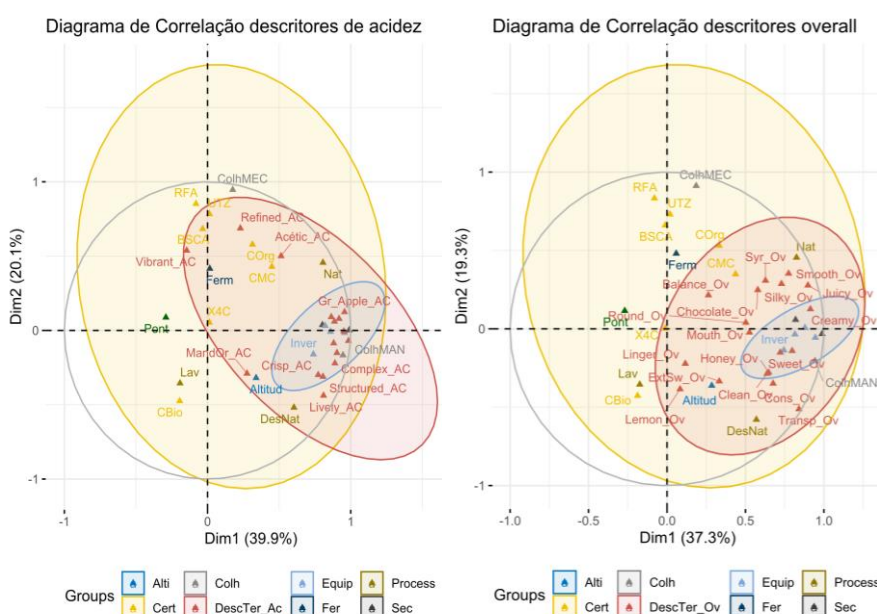


Figura 6: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários acidez (esquerda) e global (direita) com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$.

Em contraste com os descritores de aroma e sabor, tanto os descritores de acidez quanto os descritores gerais mostram um comportamento mais integrativo relativamente a um amplo conjunto de variáveis extrínsecas avaliadas. Por meio dessa análise, destaca-se um fato interessante: a variável *Ferm* está relacionada à expressão dos atributos de acidez, mas não a descritores gerais. Esse fato é justificado considerando os resultados obtidos por Bressani et al. (2020), Carmo et al. (2020) nas suas pesquisas, onde constataram que a aplicação de processos de fermentação permite melhorar a qualidade da acidez da bebida, bem como o corpo médio e a doçura.

Apesar das evidências anteriores de correlação entre algumas variáveis extrínsecas na expressão do número de descritores sensoriais, pode-se afirmar que um maior número de descritores apenas indica uma maior variedade de possibilidades e perfis sensoriais devido à

ampla experiência dos analistas sensoriais que avaliaram os cafés no concurso. Portanto, por meio da análise multifatorial, foi possível compor estatisticamente os perfis sensoriais das regiões participantes do COE para o período 2019-2021, que estão detalhados na tabela 2S do material suplementar. Além disso, foi possível ilustrar o comportamento desses descritores sensoriais e as variáveis que influenciam a expressão e a complexidade sensorial no território brasileiro relativamente a esse evento.

3.4. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CONSIDERANDO AS CULTIVARES COMO INDIVÍDUOS

A tabela 5 mostra que os dois primeiros eixos fatoriais contêm 69,81% da variabilidade na tabela de dados, sendo suficientes para descrever as variáveis analisadas. O primeiro eixo fatorial é particularmente relevante, pois explica 55,43% da inércia total, enquanto o segundo eixo explica 14,38%. É nesses dois eixos que examinamos como os grupos em análise comportam-se e interagem.

O uso de regiões como entidades individuais implica uma redução significativa da espacialidade ao considerar as variáveis, limitando o número de combinações possíveis. Embora essa configuração resulte em respostas mais específicas, ainda são gerais devido à ampla gama de possibilidades a serem consideradas durante a correlação dos resultados. Por outro lado, a inclusão de cultivares como entidades individuais reduz essa lacuna, uma vez que as cultivares são selecionadas pelos agricultores com base na sua produtividade e adaptabilidade às condições locais. Como resultado, muitos agricultores em diferentes áreas geográficas podem cultivar a mesma variedade, o que permite a criação de associações mais precisas e respostas mais específicas por meio da inclusão de variáveis independentes da região no MFA.

Tabela 5: autovalores do MFA e contribuição dos grupos para as duas primeiras dimensões.

Fatores	Valor Próprio	% de Variância	% de Variância acumulada	Grupo	Contribuição	
					Dim.1	Dim.2
Dim.1	6,00	55,43	55,43	Cert	12,13	17,47
Dim.2	1,56	14,38	69,81	Colh	15,02	7,10
Dim.3	1,02	9,43	79,24	Process	15,75	32,45
Dim.4	0,54	5,03	84,27	Fer	8,16	21,87
Dim.5	0,51	4,68	88,95	Sec	15,50	5,36
Dim.6	0,40	3,74	92,69	Equip	15,95	12,71
Dim.7	0,30	2,81	95,50	Altí	1,09	2,82
Dim.8	0,22	2,04	97,54	NumDesc	16,40	0,22
Dim.9 - 21	0,27	2,46	100,00	Pont	12,13	17,47

Ao analisar os dados resumidos na tabela 6 para o coeficiente RV, foi observado que a maioria dos grupos, com exceção de Ferm, Alti e Pont, apresenta uma correlação superior a 0,5. Isso indica que esses grupos são homotéticos e compartilham semelhanças nas suas características. No entanto, ao considerar as cultivares como entidades individuais, os grupos Cert, Colh, Process, Sec, Equip e NumDescr apresentam correlações entre si. Por outro lado, verificou-se que variáveis como altitude e fermentação não estão correlacionadas. É importante observar que as análises estatísticas indicam uma correlação entre os grupos Ferm e Process, o que não havia sido observado anteriormente. Em conclusão, a maioria dos grupos apresenta uma alta correspondência com a representação nos mapas do MFA.

De modo geral, parece que a maioria das cultivares concorrentes está relacionada a lotes certificados, sugerindo que os agricultores que adotam práticas de certificação de qualidade têm maior probabilidade de se classificarem entre os melhores cafés do COE. Por outro lado, em relação às variáveis pós-colheita, não foram encontradas associações em nível regional. No entanto, ao analisar as cultivares, identificou-se que os grupos Colh, Process, Sec e Equip apresentam correspondências, o que sugere que estabelecer padrões de comportamento em nível regional pode não ser viável devido à variabilidade das práticas agrícolas, como costumes, conhecimento empírico e práticas associadas à heterogeneidade das condições edáficas e climáticas, entre outros fatores. No entanto, a identificação de padrões de comportamento entre cultivares é menos complexa, uma vez que existem dados de rendimento e potencial sensorial associados ao material genético resultantes de múltiplas pesquisas, o que permite que os agricultores adotem as melhores práticas pós-colheita para manter ou melhorar a qualidade sensorial.

Tabela 6: Coeficiente R_v por grupos.

RV	Cert	Colh	Process	Ferm	Sec	Equip	Alti	NumDescr	Pont	MFA
Cert	1,00	0,54	0,54	0,26	0,69	0,60	0,05	0,57	0,04	0,72
Colh	0,54	1,00	0,77	0,34	0,80	0,79	0,07	0,87	0,02	0,87
Process	0,54	0,77	1,00	0,52	0,76	0,81	0,05	0,83	0,01	0,89
Ferm	0,26	0,34	0,52	1,00	0,35	0,41	0,00	0,48	0,03	0,56
Sec	0,69	0,80	0,76	0,35	1,00	0,84	0,04	0,90	0,01	0,90
Equip	0,60	0,79	0,81	0,41	0,84	1,00	0,05	0,87	0,02	0,90
Alti	0,05	0,07	0,05	0,00	0,04	0,05	1,00	0,05	0,04	0,21
NumDescr	0,57	0,87	0,83	0,48	0,90	0,87	0,05	1,00	0,02	0,93
Pont	0,04	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,04	0,02	1,00	0,03
MFA	0,72	0,87	0,89	0,56	0,90	0,90	0,21	0,93	0,03	1,00

3.5. REPRESENTAÇÃO DE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E INDIVÍDUOS

As regras para interpretar esses resultados são idênticas às de um PCA, considerando as percentagens de inércia fornecidas pelo MFA na figura 7 (55,7% para a dimensão 1, 14,4% para a dimensão 2).

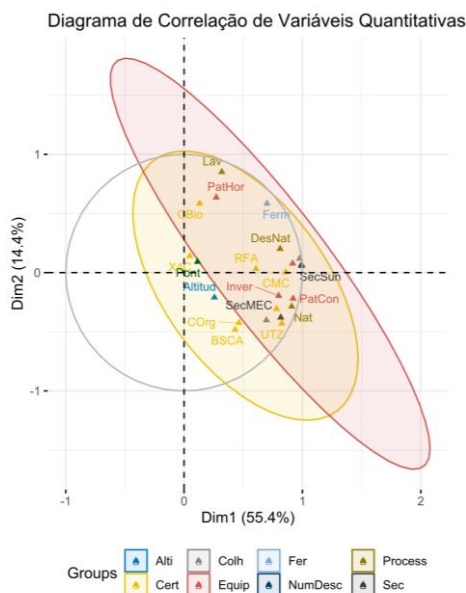


Figura 7: Círculo de correlação das variáveis na análise global com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$.

Ao abordar as cultivares como unidades individuais, a MFA gerou duas elipses que representam os clusters Cert e Sec. A magnitude dessas elipses indica a alta dispersão desses clusters no plano fatorial. Esse grau de dispersão implica haver várias opções de interação entre as variáveis que afetam a expressão sensorial, expressas em termos de número de descritores e pontuações obtidas, nas diferentes cultivares.

Para a interpretação das cultivares como indivíduos, será considerado que aquelas com perfis semelhantes estão próximas umas das outras no mapa de fatores (figuras 8 e 9). Como a primeira dimensão armazena a maior percentagem de explicações das variáveis, elas são distribuídas da direita para a esquerda de acordo com a sua contribuição para o dimensionamento do eixo, ou seja, da maior para a menor participação no COE, sendo que as 10 primeiras são as mais representativas das 22 avaliadas.

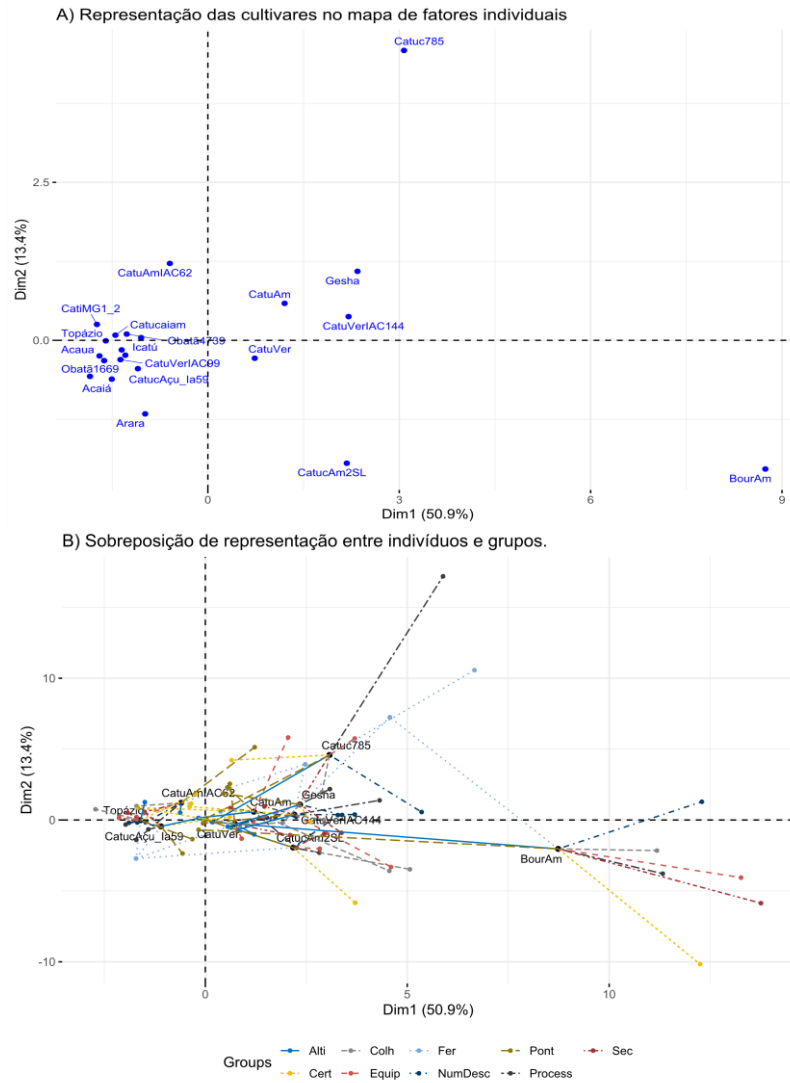


Figura 8: A) Representação de cultivares no mapa de fatores individuais; B) Representação de sobreposição entre indivíduos e grupos.

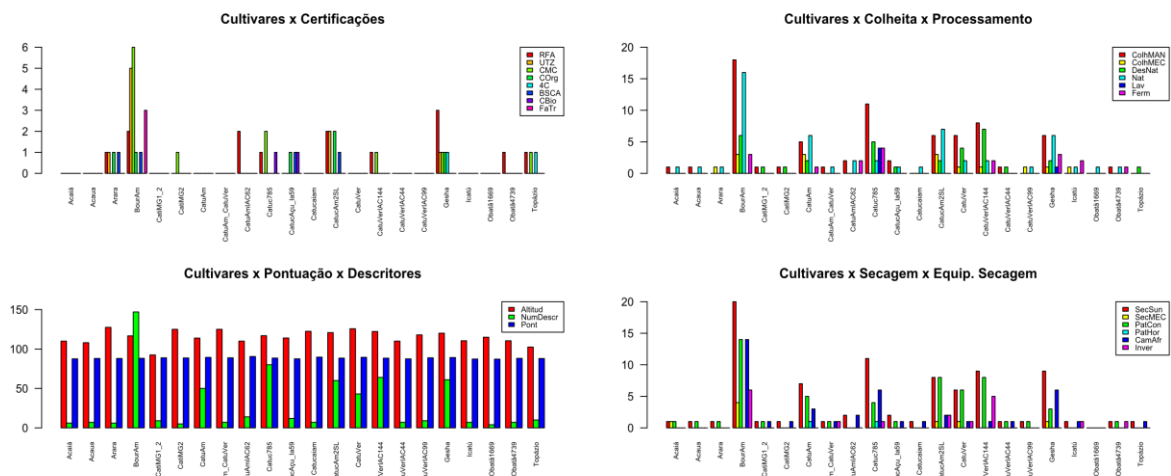


Figura 9: Gráfico de barras entre as cultivares e a frequência absoluta dos grupos analisados.

No presente estudo, foram identificados três grupos com base na proximidade no nível do fator, os quais estão associados aos diferentes tipos de processamento avaliados. O primeiro grupo está relacionado ao processamento lavado e à secagem em pátios de concreto, com a cultivar Catuc785. O segundo grupo apresenta uma correspondência entre as cultivares BourbAm, Catuc785, CatuVerIAC144, CatuVer e Topázio (frutos vermelhos) com as certificações CMC e RFA, processamento de despulpado natural, colheita manual e secagem solar em leitos africanos. Esse grupo está próximo do grupo NumDescr, sugerindo que essas variáveis podem ser consideradas precursoras da expressão sensorial, independentemente do tipo de cultivar. Vale ressaltar a inclusão da variável RFA na correlação com o número de descritores. Conforme discutido anteriormente, a certificação RFA está associada a grandes produtores e à colheita mecânica. Como não existem estudos que relacionem a certificação RFA a variáveis como colheita manual ou métodos de secagem que visam determinar a qualidade sensorial em pequenas propriedades, essa nova correlação sugere que alguns grandes produtores possam ter nanolotes ou lotes experimentais com cultivares específicas em ambientes especiais. Esses lotes passam por um processamento pós-colheita tradicional que lhes permite manter ou melhorar a qualidade até atender aos requisitos mínimos para participar de eventos como o COE. O último grupo correlaciona as cultivares BourbAm, Gesha, CatucAm2SL, CatuAm, CatuAmIAC62 (frutos amarelos) com as variáveis BSCA, UTZ, FaTr e COrg, com os métodos de processamento natural, secagem mecânica e secagem solar em pátios de concreto e estufas. Essa configuração foi avaliada anteriormente, destacando a correspondência entre a certificação Certifica Minas Café e o processamento natural, bem como a combinação de secagem mecânica e solar na expressão e melhoria da qualidade sensorial do café. Por fim, assim como no estudo das regiões, não foi observada correlação entre a pontuação e as variáveis analisadas.

Durante o período de 2019 a 2021, o COE atribuiu a pontuação mais alta de 92,23 e a pontuação mais baixa foi de 87,1, indicando baixa variabilidade no grupo Pont. Quando as pontuações são distribuídas em relação as cultivares presentes no concurso, a variabilidade concentra-se no primeiro quadrante, com menos impacto, pois está distribuída em mais indivíduos. Esse padrão permitiu-nos identificar que a cultivar Bourbon Amarelo armazena o maior número de frequências associadas às variáveis extrínsecas. Embora essa cultivar seja amplamente utilizada no Brasil e submetida a vários processos, ela não apresenta as pontuações mais altas devido à sua localização na extrema-direita do plano fatorial. Por outro lado, as cultivares CatuAm, CatuVer, Gesha e CatuVerIAC144, apesar de terem menos descritores

sensoriais e frequências variáveis, apresentam as maiores pontuações. Isso confirma que a pontuação não está correlacionada com o número de descritores sensoriais. Além disso, observou-se que as cultivares, como o Bourbon Amarelo, possuem uma riqueza sensorial inata que pode ser aumentada ou reduzida dependendo do processamento pós-colheita ou das condições locais de produção.

3.6. CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS USANDO DESCRITORES PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS

Para entender e visualizar o comportamento de todas as variáveis relativamente aos descritores previamente armazenados no primeiro e no segundo nível sensorial, foi feito um diagrama de correlação entre as variáveis quantitativas, conforme ilustrado na figura 10.

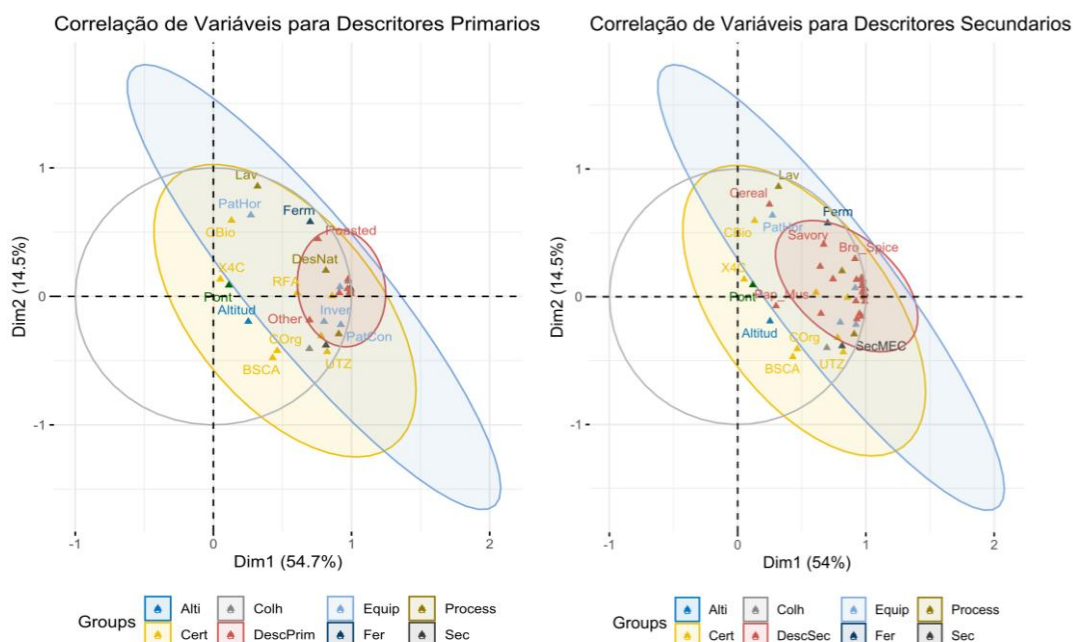


Figura 10: Da esquerda para a direita: círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores primários e secundários com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$.

Durante o estudo, os descritores sensoriais agrupados no primeiro nível foram representados por elipses com um nível de confiança de 95%. O MFA agrupou esses descritores com as variáveis ColhMAN, DesNat, Nat, CMC, FaTr, SecSun, PatCon, Inver e CamAfr na mesma elipse. Na análise das regiões, observou-se uma correlação semelhante entre essas variáveis, refletindo a complexidade sensorial das cultivares que atendem ao requisito mínimo de pontuação estabelecido pelo COE em termos gerais de expressão sensorial. No entanto, ao analisar as cultivares individualmente, constatou-se que a variável SecMEC não estava

correlacionada com esses descritores sensoriais. Isso sugere que a prática de combinar a secagem mecânica com a secagem solar, em nível regional, está geralmente relacionada à riqueza sensorial, enquanto, ao examinar as cultivares como entidades individuais, o uso exclusivo da secagem solar prevalece na expressão sensorial. Portanto, pode-se inferir que o uso da secagem mecânica está provavelmente associado à quantidade de descritores, mas não necessariamente à sua qualidade. No entanto, essa análise inicial foi insuficiente para identificar padrões de comportamento entre variáveis e indivíduos. Como resultado, uma nova análise foi proposta, com foco nos descritores terciários (ver Figura 11).

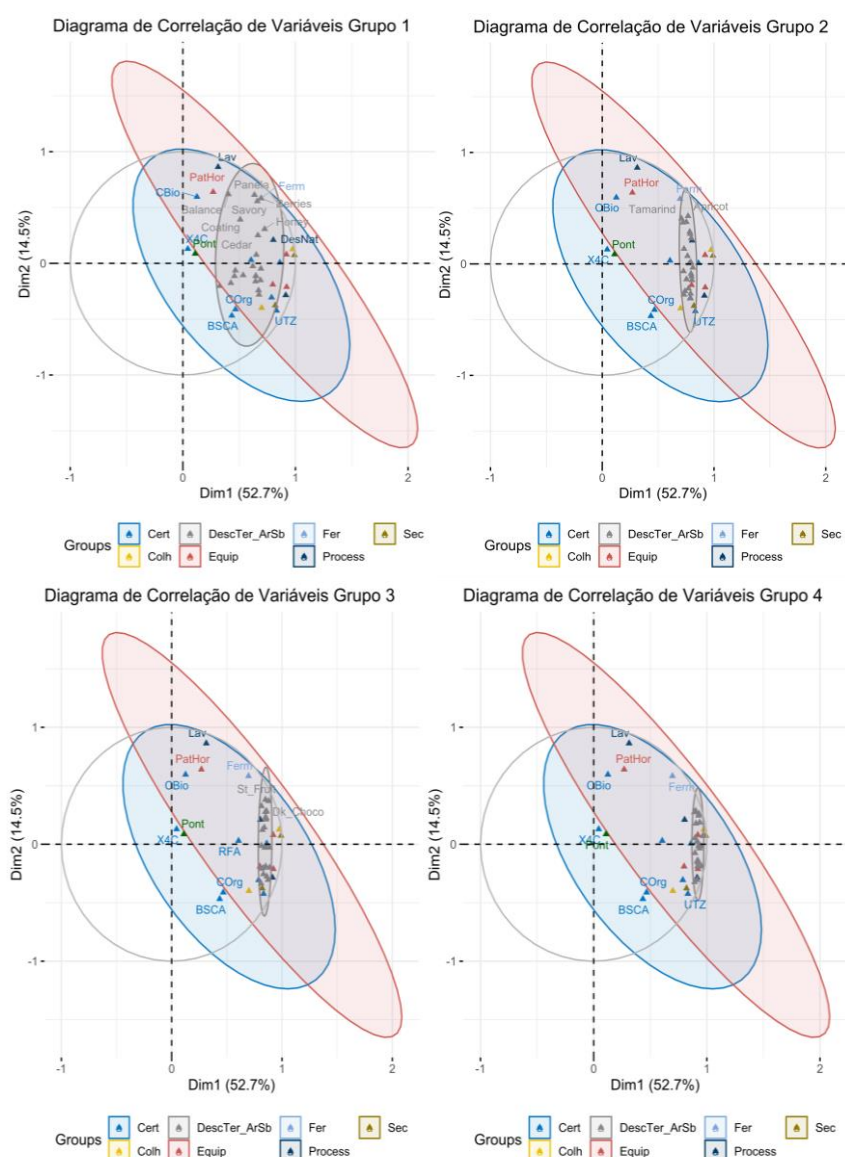


Figura 11: Círculo de correlação das variáveis relativamente aos descritores terciários aroma e sabor com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$. Para facilitar a interpretação dos dados, eles foram divididos em quatro grupos.

Ao ampliar as opções de descritores sensoriais, foi possível observar que o MFA conseguiu estabelecer conexões significativas para identificar padrões de comportamento entre as cultivares. Esses padrões foram relatados na tabela 7, com base nas correspondências geradas relativamente aos descritores sensoriais.

Tabela 7: Descritores terciários de aroma e sabor associados a variáveis extrínsecas.

Grupo	Descritores terciários de Aroma e Sabor	Cert	Process	Colh	Sec	Equip
1	Honey, Blueberry, Berries, Creamy, Cedar, Or_Bloss, Savory, Hazelnut, Gr_Grape, Winey, Wh_Grape, Jammy, Panela, Pineapple, Dr_Date, Coating, Cinnamon, Silky, Bittersweet, Balance, Watermelon	RFA, Corg, FaTr, BSCA, UTZ, CMC	DesNat, Ferm	ColhMEC	SecMEC, SecSun	Inver, CamAfr
2	Nuts, Lime, Cocoa, Bk_Curr, Bro_Spice, Sugar, Molasses, Muscat, Guava, Red_curr, Rum, Psn_Fruit, Apricot, Clean, Lemongrass, Bright, Strawberry, Complex, Vanilla, Candy, Tamarind, Yl_fruit	FaTr, UTZ, CMC	DesNat, Ferm	ColhMEC	SecMEC, SecSun	Inver
3	Lemon, Plum, Dk_Choco, Cantaloupe, Pomagranate, Papaya, Lychee, Citrus, MandOr, Blackberry, Bk_Cherry, St_Fruit, MpSyr, Spices, Gr_Tea, Nibs, Gr_Apple, Pear, Fruit, Sug_Cane, Almond, Mint	UTZ, CMC	DesNat e Nat	ColhMAN, ColhMEC	SecMEC, SecSun	Inver, CamAfr
4	Cherry, Mango, Chocolate, Raisin, Grapefruit, Caramel, Bro_Sugar, Orange, Sweet, Dr_Fruits, Grapes, Prune, Jasmine, Juicy, Rd_Apple, Floral, Peach, Tr_Fruits, Bk_Tea, Raspberry, Fresh, Cranberry		Nat	ColhMAN	SecSun	PatCon, CamAfr

Destaca-se que, entre os três métodos de processamento considerados, o processamento natural e o despulpado natural têm um efeito estatisticamente significativo na expressão sensorial do aroma e sabor das cultivares. Cultivares como Bourbon Amarelo, CatuAm2SL, Gesha, CatuAm, CatuAmIAC62, Icatu, Arara, Acaia e Acaua, localizadas nos quadrantes inferiores do plano fatorial, apresentam correlação com o processamento natural. Por outro lado, CatuVerIAC144, Catuc785, CatuVer e Topázio, localizadas nos quadrantes superiores, apresentam correlação com o processamento despulpado natural.

Destaca-se um fato relevante envolvendo a correspondência entre os grupos 1 e 2 com as variáveis RFA, BSCA, UTZ, DesNat, Ferm, ColhMEC e SecMEC. Essas variáveis estão previamente associadas a médios e grandes produtores que utilizam principalmente a colheita mecânica, embora essa prática sacrifique a qualidade do café em favor do cumprimento das metas de produtividade. Como alternativa para neutralizar essa redução na qualidade, esses produtores tendem a empregar processos de fermentação. Observa-se que a fermentação está associada exclusivamente ao despulpado natural, o que coincide com as pesquisas de Batista et al. (2022), Febrianto e Zhu (2023), Jiménez et al. (2023) e Martinez et al. (2021), que encontraram melhores resultados na melhoria da qualidade dos cafés lavados e despolpados em comparação com os cafés naturais. Isso corrobora a hipótese apresentada sobre o uso da fermentação como resposta à perda de qualidade causada pela prática da colheita mecânica do café.

Por outro lado, observa-se que os grupos 3 e 4 estão relacionados principalmente ao processamento natural e à colheita manual, bem como às certificações UTZ e CMC, e até mesmo à ausência de certificações. Esse comportamento já foi discutido anteriormente e tem

sido associado a pequenos produtores que, em tese, implementam uma gestão mais cuidadosa de toda a cadeia produtiva do café, obtendo melhores resultados desde a colheita até a secagem. Além disso, estudos anteriores, como o de Van Mullem et al. (2022), mostraram que, independentemente da cultivar do café, quando processado pelo método natural, há predominância de compostos químicos e sensoriais com notas florais (benzaldeído) e frutadas (butirolactona), atributos intimamente relacionados à maior qualidade e valor em cafés especiais. Esses compostos são encontrados principalmente nos grupos 3 e 4 da análise.

A cultivar de café Bourbon Amarelo é endêmica no Brasil e apresenta rendimentos notavelmente mais altos e menor variabilidade na produção bienal. No entanto, ela também apresenta alta suscetibilidade à ferrugem e aos nematoides. Possui plantas de altura considerável, frutos amarelos e maturação precoce (Malta et al., 2020; Siqueira De Carvalho et al., 2022). Segundo a pesquisa de Romano et al. (2022) com 22 linhagens de Bourbon Amarelo, verificou-se que todos os genótipos avaliados obtiveram pontuação acima de 80 pontos SCA, com média acima de 85 e máxima de 90,50. O perfil sensorial de aroma/sabor apresentou atributos sensoriais que incluíram frutas, mel, floral e nuances de caramelo. O MFA apoiou o desempenho sensorial dessa cultivar, o qual foi associado aos atributos mencionados acima. No geral, ela se destacou como a cultivar mais versátil, sendo associada tanto ao processamento natural quanto ao despulpado natural, bem como a todas as variáveis extrínsecas avaliadas. Esse comportamento indica que essa cultivar possui um potencial inerente no seu genótipo, o que lhe permite oferecer excelentes resultados sensoriais numa ampla gama de possibilidades de processamento.

Um estudo realizado por Van Mullem et al. (2022) avaliou quatro métodos de processamento pós-colheita nas cultivares Mundo Novo e Catuai Vermelho. Eles descobriram que, para ambas as cultivares, os cafés naturais obtiveram a maior pontuação. Além disso, nenhum grupo de compostos individuais foi identificado como associado a um método de processamento específico ou a uma cultivar em particular, como evidenciado no presente estudo da MFA. Por outro lado, Borém et al. (2020) constataram que a acidez cítrica, o corpo cremoso, o sabor cítrico e a alta intensidade de doçura foram os principais descritores sensoriais das cultivares de café de frutos amarelos, independentemente do método de processamento utilizado. Enquanto isso, a acidez cítrica, o corpo cremoso, o sabor floral e cítrico, as intensidades média-alta de acidez e corpo e a alta intensidade de doçura foram os principais descritores sensoriais das cultivares de café de frutos vermelhos. Ao examinar o mapa de representação individual (figura 8), observa-se a mesma divisão entre as cultivares conforme a

cor dos frutos. Além disso, destaca-se que as cultivares com frutos vermelhos estão associadas ao processamento natural, o qual está relacionado a aromas e sabores frutados e florais, o que é consistente com os resultados encontrados no estudo mencionado acima.

Mediante a figura 12, destaca-se novamente que a variável *Ferm* está relacionada com a expressão dos atributos de acidez, fato apoiado anteriormente por pesquisas que identificaram que a aplicação de processos fermentativos permite melhorar a qualidade da acidez da bebida, bem como o corpo médio e a doçura. Por meio da análise multifatorial, foi possível compor estatisticamente os perfis sensoriais das cultivares participantes do COE para o período de 2019 a 2021, os quais estão detalhados na tabela 2S do material suplementar. Além disso, foi possível ilustrar o comportamento desses descritores sensoriais e as variáveis que influenciam a expressão sensorial e a complexidade das cultivares que participaram desse concurso.

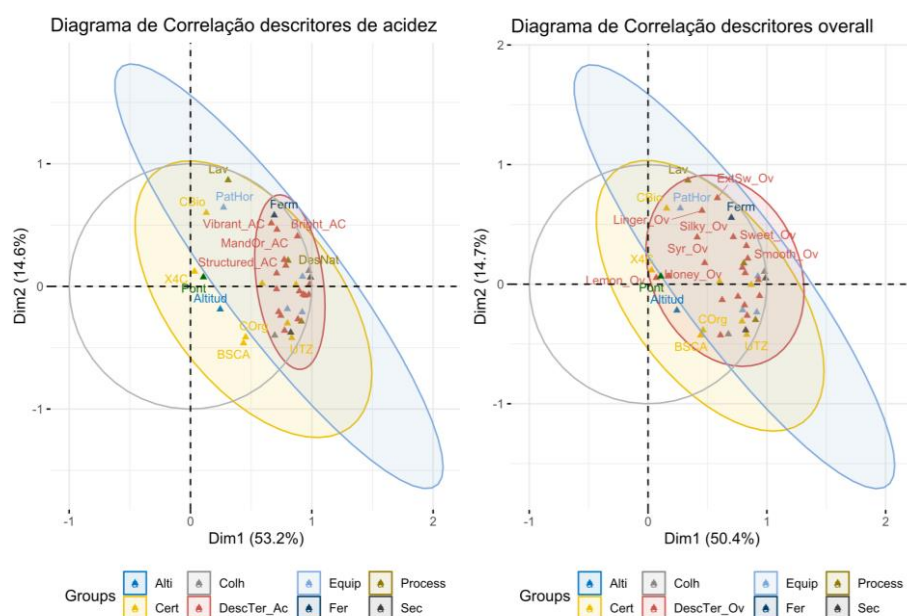


Figura 12: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários acidez (esquerda) e global (direita) com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$.

3.7. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CONSIDERANDO AS COLOCAÇÕES NO CONCURSO COMO INDIVÍDUOS

Nesta análise, as posições das amostras de café no COE serão consideradas indivíduos. A tabela 8 mostra que os dois primeiros eixos fatoriais explicam 39,79% da variabilidade na tabela de dados, com o primeiro eixo fatorial contribuindo com 27,43% da inércia total e o segundo com 12,36%.

Tabela 8: Autovalores do MFA e contribuição dos grupos para as duas primeiras dimensões.

Fatores	Valor Próprio	% de Variância	% de Variância acumulada	Grupo	Contribuição	
					Dim.1	Dim.2
Dim.1	3,98	27,43	27,43	Cert	2,42	33,34
Dim.2	1,79	12,36	39,79	Colh	20,87	30,43
Dim.3	1,55	10,68	50,47	Process	12,36	3,67
Dim.4	1,24	8,57	59,04	Fer	12,40	1,47
Dim.5	0,98	6,77	65,81	Sec	21,00	12,03
Dim.6	0,91	6,27	72,07	Equip	6,45	18,21
Dim.7	0,68	4,70	76,78	Alti	5,89	0,08
Dim.8-15	3,37	23,22	100,00	NumDesc	18,60	0,79

O conceito de usar itens como indivíduos surge da identificação das variáveis que se destacam nas primeiras posições e como elas influenciam a pontuação. Ao examinar os dados resumidos na tabela 9 para o coeficiente de correlação RV, observou-se uma correlação superior a 0,5 entre o NumDescr e os grupos Colh, Sec e Pont. Como visto nas análises anteriores, a mesma correspondência entre os grupos é encontrada, mas, desta vez, a pontuação é adicionada. Essa perspectiva é relevante, uma vez que as colocações no concurso são atribuídas conforme a pontuação obtida após cada rodada de análise sensorial. Com esses resultados, reafirma-se a noção de que tanto a colheita quanto a secagem são variáveis de grande importância na expressão do perfil sensorial do café.

Tabela 9: Coeficiente R_v por grupos.

RV	Cert	Colh	Process	Ferm	Sec	Equip	Alti	NumDescr	Pont	MFA
Cert	1,00	0,19	0,08	0,07	0,07	0,11	0,08	0,07	0,06	0,43
Colh	0,19	1,00	0,28	0,17	0,40	0,16	0,07	0,51	0,30	0,68
Process	0,08	0,28	1,00	0,32	0,22	0,06	0,14	0,21	0,14	0,52
Ferm	0,07	0,17	0,32	1,00	0,17	0,10	0,20	0,20	0,09	0,48
Sec	0,07	0,40	0,22	0,17	1,00	0,23	0,06	0,47	0,29	0,65
Equip	0,11	0,16	0,06	0,10	0,23	1,00	0,04	0,13	0,10	0,48
Alti	0,08	0,07	0,14	0,20	0,06	0,04	1,00	0,09	0,10	0,35
NumDescr	0,07	0,51	0,21	0,20	0,47	0,13	0,09	1,00	0,65	0,61
Pont	0,06	0,30	0,14	0,09	0,29	0,10	0,10	0,65	1,00	0,40
MFA	0,43	0,68	0,52	0,48	0,65	0,48	0,35	0,61	0,40	1,00

3.8. REPRESENTAÇÃO DE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E INDIVÍDUOS

As regras para interpretar esses resultados são idênticas às de um PCA, levando em conta as porcentagens de inércia (27,4% para a dimensão 1, 12,4% para a dimensão 2).

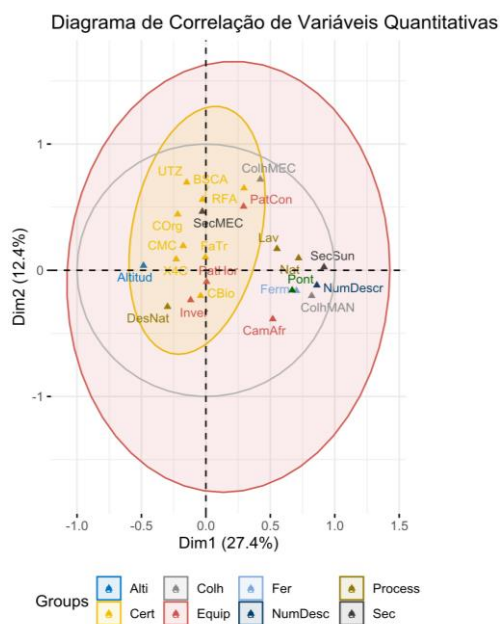


Figura 13: Círculo de correlação das variáveis na análise global com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$.

Utilizando o MFA para tratar as colocações no concurso como unidades individuais, foi gerada uma elipse que engloba todas as variáveis relacionadas ao grupo de equipamentos, indicando a grande variabilidade desse grupo em comparação com as outras variáveis. Além disso, observa-se outra elipse associada às certificações, que é um pouco mais restrita e está relacionada a algumas variáveis, apresentando certa correspondência com ela. A partir da Figura 13, pode-se concluir que, em termos de colocações no concurso, a sinergia é dividida em dois grandes grupos: aqueles que correspondem às certificações e aqueles que não correspondem. Considerando que o grupo associado às certificações também está relacionado a variáveis como ColhMEC, SecMEC e DesNat, pode-se inferir que as colocações no concurso nessas áreas do mapa são ocupadas por médios e grandes produtores. Por outro lado, o grupo que não está associado a nenhuma certificação e se alinha com as variáveis correspondentes parece ser composto por médios e pequenos produtores.

Como o objetivo da análise é examinar a influência das variáveis extrínsecas na pontuação e expressão sensorial, é importante observar que os cafés associados a variáveis que não apresentam correlação com as certificações tendem a ocupar as primeiras colocações no COE. Para a interpretação das colocações no concurso como indivíduos, será considerado que aqueles com perfis semelhantes estão próximos uns dos outros no mapa de fatores (Figura 14).

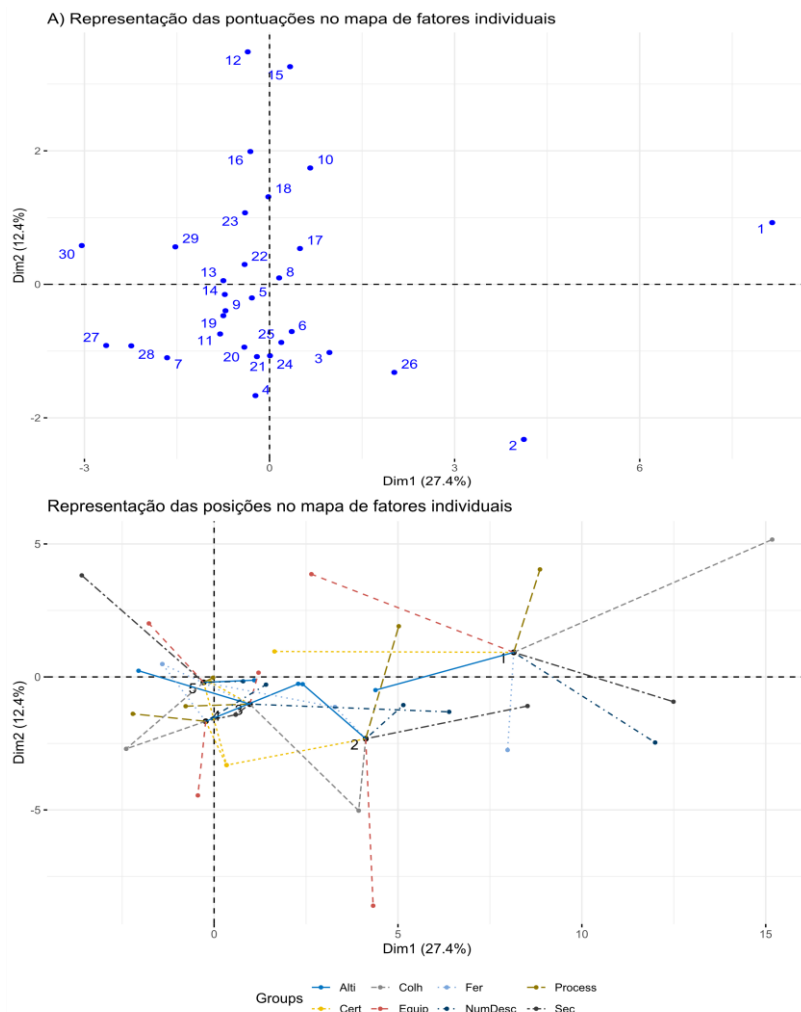


Figura 14: A) Representação das posições no mapa de fatores individuais; B) Representação de sobreposição entre indivíduos e grupos.

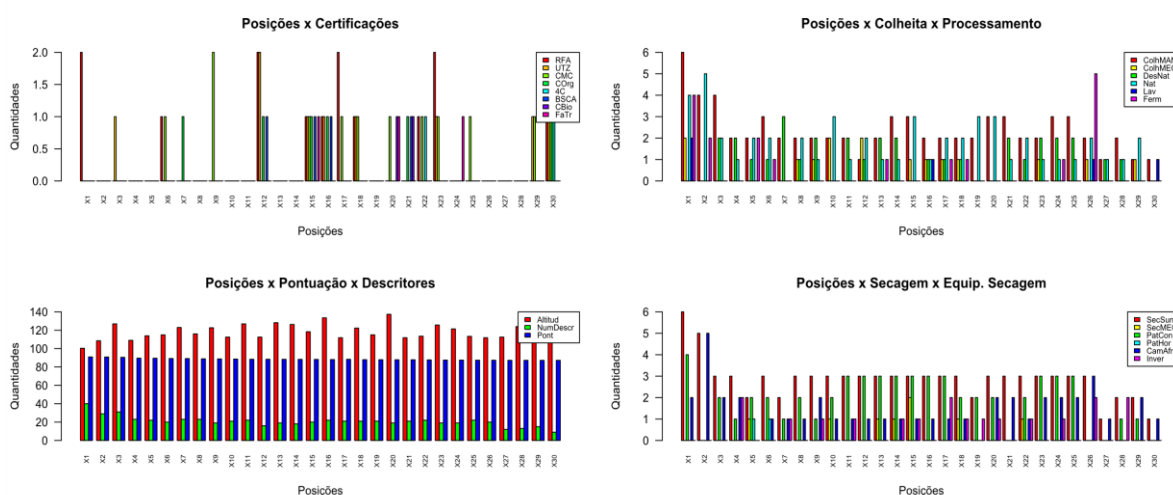


Figura 15: Gráfico de barras entre as posições e a frequência absoluta dos grupos analisados.

Como a primeira dimensão armazena a maior porcentagem de explicações das variáveis, elas são distribuídas da direita para a esquerda de acordo com a sua contribuição para o

dimensionamento do eixo, ou seja, da maior para a menor participação no COE. Anteriormente, foi estabelecida a relação das variáveis ColhMAN, SecSun, Nat, Lav, Ferm e CamAfr com as primeiras colocações no concurso. Agora, com o apoio do plano de indivíduos, pode-se observar que, à medida que as posições se movem da direita para a esquerda no plano de fatores e são associadas a um grupo mais amplo de componentes pós-colheita do que os analisados, observa-se uma diminuição no número de descritores e na pontuação. Em outras palavras, a probabilidade de ocupar colocações mais baixas no COE aumenta.

3.9. CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS USANDO DESCRITORES PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS

Para entender e visualizar o comportamento de todas as variáveis relativamente aos descritores previamente armazenados no primeiro e no segundo nível sensorial, foi feito um diagrama de correlação entre as variáveis quantitativas, conforme ilustrado na figura 16.

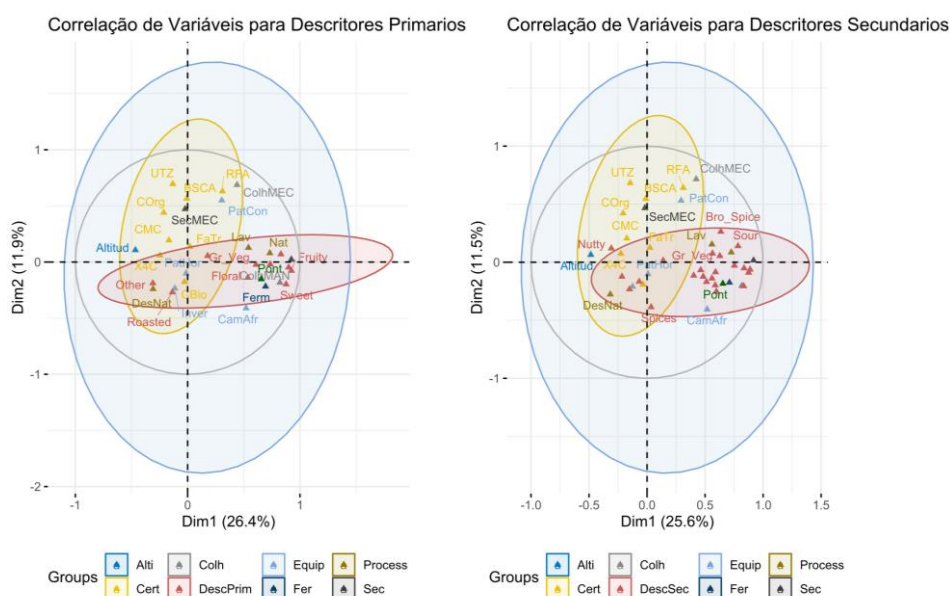


Figura 16: Da esquerda para a direita: círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores primários e secundários com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$.

Ao analisar os descritores de primeiro nível, foram observadas correlações significativas que ajudam a entender o impacto dos atributos extrínsecos na pontuação e expressão sensorial no COE. Uma das constatações mais interessantes é a associação de descritores de primeiro nível, como "outros" e "torrado", que são considerados defeitos segundo o léxico sensorial estabelecido pela WCR, com o processamento despulpado natural e a secagem em estufas,

pátios de concreto, bem como com certificações como 4C e CBio. Por outro lado, observa-se que descritores como florais, doce, frutado e picante estão associados à proximidade dos processos de fermentação e secagem em leitos africanos. Esses descritores foram encontrados em estudos anteriores de autores como Batista et al. (2022), Febrianto e Zhu (2023), Jiménez et al. (2023) e Martinez et al. (2021), que mencionaram a presença desses descritores em cafés submetidos à fermentação e secagem em leitos suspensos (leitos africanos). Quanto ao processamento natural, ele está associado a descritores como amargo/fermentado, que foram identificados por outros autores mencionados em análises anteriores. Com relação à colheita e à secagem, nota-se que a pontuação do COE está intimamente relacionada à colheita manual e à secagem solar em leitos africanos.

Na análise de descritores de segundo nível, observa-se que descritores como "químico", "cereal" e "papel", que são considerados defeitos, estão novamente associados ao processamento despulpado natural, secagem em estufas, pátios de concreto, bem como às certificações 4C e CBio. Por outro lado, o processamento natural e o processamento lavado estão associados a descritores positivos, como "especiarias marrons", "cacau", "bagas" e "frutas secas". Além disso, foi encontrada uma correlação entre a pontuação e descritores como "baunilha", "floral", "álcool fermentado" e "açúcar mascavo". Por fim, a correspondência entre a pontuação do COE e a colheita manual, bem como a secagem solar por meio de leitos africanos, é mantida. Aumentando a especificidade dos descritores, foi proposta uma nova análise com foco nos descritores terciários (consulte a figura 17).

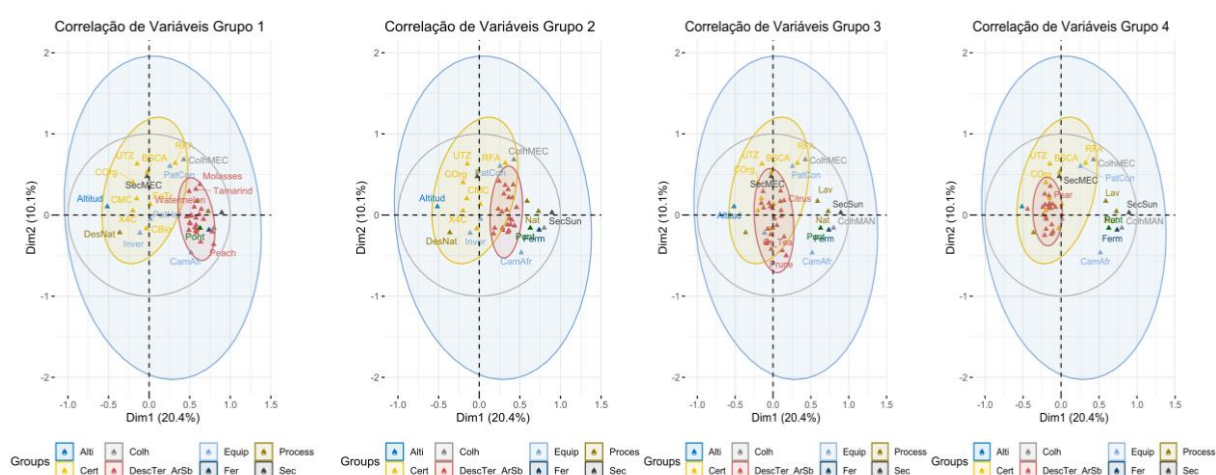


Figura 17: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários aroma e sabor com elipses normalmente distribuídas com $\alpha = 5\%$. Para facilitar a interpretação dos dados, foi feita uma divisão em quatro grupos.

Nesse ponto, por meio do agrupamento em elipses de distribuição normal estabelecido pelo MFA, foi possível identificar o conjunto específico de variáveis e descritores sensoriais de aroma e sabor que obtiveram as maiores pontuações no COE (tabela 10). A Figura 18 mostra o comportamento das variáveis em relação à acidez e ao total.

Tabela 10: Descritores terciários de aroma e sabor associados a variáveis extrínsecas.

Grupo	Descritores terciários de Aroma e Sabor	Cert	Process	Colh	Sec	Equip
1-2	Peach, Tr_Fruits, Rum, Psn_Fruit, Blueberry, Molasses, MandOr, Tamarind, Jasmine, Vanilla, Guava, Mango, Strawberry, Pineapple, Cedar, Red_curr, Blackberry, Plum, Bro_Sugar, Savory, Watermelon, Wh_Grape, Lychee, Bro_Spice, Panela, Bk_Curr, Cranberry, Bk_Tea, Grapes, Cinnamon, Yl_fruit, Nibs, Sug_Cane, Apricot, Dk_Choco, Raisin, Orange, Rd_Apple, St_Fruit, Berries, Cocoa, Cherry, Papaya, Bk_Cherry		Lav, Nat, Ferm	ColhMAN	SecSun	CamAfr
3-4	Prune, Lemon, Caramel, Citrus, Raspberry, Lime, Dr_Date, Gr_Tea, Honey, Or_Bloss, Chocolate, Jammy, Creamy, Sugar, Floral, Grapefruit, MpSyr, Gr_Apple, Nuts, Cantaloupe, Muscat, Dr_Fruits, Pear, Complex, Spices, Fresh, Fruit, Gr_Grape, Pomagranate, Hazelnut, Bright, Coating, Candy, Bittersweet, Winey, Balance, Juicy, Butter, Almond, Silky, Lemongrass, Clean, Mint, Sweet	COrg, X4C, BSCA, CBio, FaTr	DesNat	ColhMEC	SecMEC	PatHor, Inver

Ao aumentar o nível de especificidade dos descritores sensoriais, chegamos ao ponto de definir que os descritores que compõem os grupos 1 e 2 têm a maior correspondência com a pontuação do COE. Esses descritores são altamente avaliados pelos especialistas sensoriais durante as várias rodadas de análise sensorial realizadas. Além disso, foi possível determinar que esses descritores são o resultado de processos de processamento úmido ou natural, complementados por fermentação e secagem solar usando leitos africanos.

Conforme as análises anteriores, não foi encontrada nenhuma correlação entre os descritores sensoriais, a pontuação e as certificações. Isso indica que os processos de certificação não desempenham um papel significativo na melhoria da qualidade sensorial do café, mas sim na gestão de processos ao longo de toda a cadeia de produção, desde o plantio até a colheita. Isso permite que os produtores de café obtenham um melhor desempenho, o que se traduz em maior produtividade, por meio de práticas econômica e ambientalmente sustentáveis.

Além disso, a baixa correlação com os órgãos certificadores sugere que as colocações mais altas no COE podem estar associadas a pequenos produtores ou a médios e grandes produtores envolvidos na produção de cafés de alta qualidade em nanolotes. Diante disso, recomenda-se que a comunidade acadêmica realize análises semelhantes abrangendo uma gama maior de atributos extrínsecos e, por que não, também considere variáveis intrínsecas que

possam identificar padrões de comportamento ainda mais específicos do que os descobertos neste estudo.

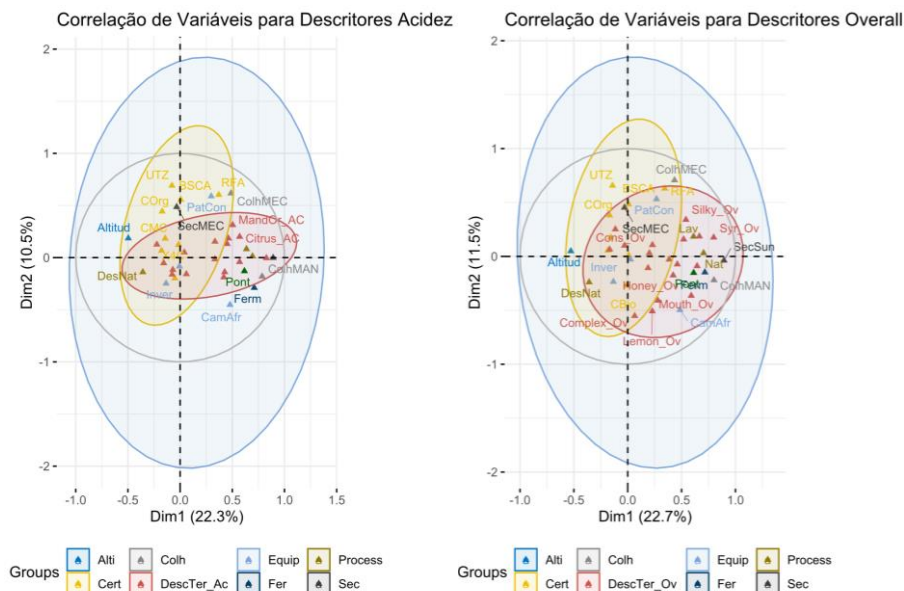


Figura 18: Círculo de correlação das variáveis em relação aos descritores terciários acidez (esquerda) e global (direita) com elipses de distribuição normal com $\alpha = 5\%$.

Por meio da análise multifatorial, foi possível compor estatisticamente os perfis sensoriais dos cinco primeiros colocados do COE para o período de 2019 a 2021, que estão detalhados na tabela 3S do material complementar. Além disso, foi possível ilustrar o comportamento desses descritores sensoriais e as variáveis que influenciam a expressão sensorial e a complexidade das cinco primeiras colocações no concurso.

4. CONCLUSÕES

Seguindo o histórico do COE, vale ressaltar que, a partir de 2019, o concurso decidiu avaliar as amostras de café sob as mesmas regras, independentemente das condições de processamento. Essa decisão resultou em dados mais dispersos em nível de fator, o que implica em maior variabilidade nas possibilidades de expressão dos perfis sensoriais nas amostras. No entanto, essa variabilidade permitiu-nos identificar, por meio do MFA, que as variáveis com os melhores resultados na expressão do número de descritores sensoriais são a certificação Fairtrade, colheita manual, processamento natural e despulpado natural, secagem solar e mecânica usando pátios de concreto, leitões africanos e estufas.

Através deste estudo, identificou-se que o processamento natural continua a ser a metodologia mais eficaz em termos de qualidade e riqueza sensorial para os produtores. Além disso, é evidente que o sistema de processamento tradicional, que envolve a secagem parcial do café em terreiros seguida de acabamento em secadores mecânicos, continua a ser amplamente utilizado devido aos seus resultados positivos. Também foi identificado que o processamento do café de forma tradicional e quase artesanal continua a oferecer os melhores resultados no COE.

Conforme os resultados obtidos nas diversas análises realizadas com diferentes indivíduos e com base nas correspondências encontradas entre as colocações no concurso e as pontuações, estabelece-se que as regiões de Mantiqueira de Minas, Sul de Minas, Cerrado Mineiro e Chapada Diamantina, com as variedades Bourbon Amarelo, Catuai Amarelo, Catuai Vermelho, Catuai Amarelo IAC62SL e Gesha, que estão associadas a processos de fermentação e secagem solar utilizando camas africanas em métodos de processamento úmido e natural, tendem a obter as maiores pontuações de COE. Além disso, é demonstrado que as maiores pontuações são atribuídas aos cafés que apresentam atributos sensoriais relacionados às categorias álcool/fermentado, cítrico, cacau, floral, baunilha e frutado no seu perfil sensorial.

Devido à vasta gama de possibilidades sensoriais descobertas neste estudo e em pesquisas relacionadas, destaca-se a necessidade de realizar pesquisas mais abrangentes que permitam verificar os resultados encontrados aqui, além de utilizar ferramentas mais robustas para definir o terroir do café a ponto de identificar áreas com denominação de origem.

Finalmente, para os cafeicultores, os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que a escolha de um método de processamento pós-colheita mais adequado pode fazer a diferença entre produzir um café comum e um café de qualidade especial, o que impacta significativamente no preço do café e, a nível do COE, na pontuação final e, portanto, na colocação no concurso. Por outro lado, este estudo reforça a noção de que a pontuação representa uma escala quantitativa que avalia a qualidade sensorial e não está intrinsecamente ligada à abundância de descritores sensoriais. Em outras palavras, este estudo está alinhado com a abordagem recente da SCA, que valoriza os descritores sensoriais acima da pontuação.

AGRADECIMENTO

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

REFERENCIAS

ABASAL, E. A.; FERNANDEZ, K.; MODROÑO, J. I.; LANDALUCE, M. I. Técnicas Factoriales De Analisis De Tablas Multiples : NUEVOS DESARROLLOS EMPIRICOS. p. 1–27, 2001. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/6491487.pdf%0Ahttps://addi.ehu.es/handle/10810/5765>>.

ABASCAL, E.; LANDALUCE, M. I. Métodos factoriales de análisis de tablas múltiples como técnicas de validación de los resultados de un análisis de componentes principales. XIV Reunión ASEPELT, p. 21, 2000.

ABUBAKAR, Y.; HASNI, D.; MUZAIFA, M.; SULAIMAN; MAHDI; WIDAYAT, H. P.; SULAIMAN, M. I.; WIDAYAT, H. P. Effect of varieties and processing practices on the physical and sensory characteristics of Gayo Arabica specialty coffee. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 523, n. 1, p. 012027, 1 maio 2019. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1431>>.

ALVARENGA, R. P.; ARRAES, N. A. M. Certificação fairtrade na cafeicultura brasileira: análises e perspectivas. Coffee Science, v. 12, n. 1, p. 124–147, 2017. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8269>>.

AMARAL, A. M. S. do; DA SILVA, A. B.; ANGELOCCI, M. A.; PUTTI, F. F.; COELHO, T. L. de A.; CORSINI, W. T. C.; CORSINI, F. D. S. Influência do certifica minas café nas lavouras cafeeiras de Alfenas – Sul de Minas Gerais. Coffee Science, v. 12, n. 1, p. 114, 30 mar. 2017. Disponível em: <<http://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1262>>.

AUERSWALD, M.; MOSHAGEN, M. How to determine the number of factors to retain in exploratory factor analysis: A comparison of extraction methods under realistic conditions. Psychological Methods, v. 24, n. 4, p. 468–491, ago. 2019. Disponível em: <<http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/met0000200>>.

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 altitudeterroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 85, n. 11, p. 1869–1876, 30 ago. 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2188>>.

BACON, C. M.; ERNESTO MÉNDEZ, V.; GÓMEZ, M. E. F.; STUART, D.; FLORES, S. R. D. Are Sustainable Coffee Certifications Enough to Secure Farmer Livelihoods? The Millenium Development Goals and Nicaragua’s Fair Trade Cooperatives. Globalizations, v. 5, n. 2, p. 259–274, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14747730802057688>>.

BARAHONA, I.; SANMIGUEL JAIMES, E. M.; YANG, J. Sensory attributes of coffee beverages and their relation to price and package information: A case study of Colombian customers’ preferences. Food Science & Nutrition, v. 8, n. 2, p. 1173–1186, 16 fev. 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.1404>>.

BARBOSA, I. de P.; OLIVEIRA, A. C. B. de; ROSADO, R. D. S.; SAKIYAMA, N. S.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A. Sensory quality of Coffea arabica L. genotypes influenced by postharvest processing. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 19, n. 4, p. 428–435, dez. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332019000400428&tlng=en>.

BATISTA DA MOTA, M. C.; BATISTA, N. N.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Impact of microbial self-induced anaerobiosis fermentation (SIAF) on coffee quality. Food Bioscience, v. 47, n. July 2021, p. 101640, jun. 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212429222000992>>.

BAZAME, H. C.; MOLIN, J. P.; ALTHOFF, D.; MARTELLO, M. Detection, classification, and mapping of coffee fruits during harvest with computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 183, n. February, p. 106066, abr. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169921000843>>.

BEZA, T. E. EFFECT OF PROCESSING METHODS AND DRYING MATERIALS ON BEAN PHYSICAL AND SENSORIAL QUALITY ATTRIBUTES OF COFFEE (*Coffea arabica* L .) VARIETIES AT GERA AND JIMMA MATERIALS ON BEAN PHYSICAL AND SENSORIAL QUALITY ATTRIBUTES OF COFFEE (*Coffea arabica* L .) VAR. 2011. Jimma University, 2011.

BORÉM, F. M.; CIRILLO, M.; DE CARVALHO ALVES, A. P.; DOS SANTOS, C. M.; LISKA, G. R.; RAMOS, M. F.; DE LIMA, R. R. Coffee sensory quality study based on spatial distribution in the Mantiqueira mountain region of Brazil. *Journal of Sensory Studies*, v. 35, n. 2, 2020.

BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; ALVES, G. E.; RIBEIRO, D. E.; SIQUEIRA, V. C.; TAVEIRA, J. H. D. S. QUALITY OF NATURAL COFFEE DRIED UNDER DIFFERENT TEMPERATURES AND DRYING RATES. *Coffee Science*, v. 13, n. 2, p. 159, 26 jun. 2018. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1410>>.

BORÉM, F. M.; LUZ, M. P. S.; SÁFADI, T.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; BORÉM, R. A. T.; MACIEL, D. A. METEOROLOGICAL VARIABLES AND SENSORIAL QUALITY OF COFFEE IN THE MANTIQUEIRA REGION OF MINAS GERAIS. *Coffee Science*, v. 14, n. 1, p. 38, 28 mar. 2019. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1522>>.

BOSELDMANN, A. S.; DONS, K.; OBERTHUR, T.; OLSEN, C. S.; RÆBILD, A.; USMA, H. The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 129, n. 1–3, p. 253–260, jan. 2009. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880908002557>>.

BRAY, J. G.; NEILSON, J. Reviewing the impacts of coffee certification programmes on smallholder livelihoods. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, v. 13, n. 1, p. 216–232, 1 jan. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/21513732.2017.1316520>>.

BRESSANI, A. P. P.; MARTINEZ, S. J.; SARMENTO, A. B. I.; BORÉM, F. M.; SCHWAN, R. F. Organic acids produced during fermentation and sensory perception in specialty coffee using yeast starter culture. *Food Research International*, v. 128, n. May 2019, p. 108773, fev. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108773>>.

CALVO, L.; ISABEL, M. Análisis exploratorio de estructuras temporales desde la óptica de tablas múltiples. Una aplicación. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, n. 22, p. 55–77, 2016.

CANGUSSU, L. B.; MELO, J. C.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Chemical Characterization of Coffee Husks , a By-Product of *Coffea arabica* Production. *Foods*, v. 10, n. 3125, p. 18, 2021.

CARMO, K. C. B. do; CARMO, J. C. B. do; KRAUSE, M. R.; PETERLE, G. Sensory and physiological quality of arabic coffee under different fermentation times. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 2, p. 429–438, 11 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079514634&doi=10.14393%2FBJ-v36n2a2020-43255&partnerID=40&md5=6a1d85f0c46afe95447b477dbec0a994>>.

CIARAMELLI, C.; PALMIOLI, A.; AIROLDI, C. Coffee variety, origin and extraction procedure:

Implications for coffee beneficial effects on human health. *Food Chemistry*, v. 278, n. October 2018, p. 47–55, abr. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.063>>.

CONLEY, J.; WILSON, B. Coffee terroir: cupping description profiles and their impact upon prices in Central American coffees. *GeoJournal*, v. 85, n. 1, p. 67–79, 16 fev. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10708-018-9949-1>>.

CORDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Y. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science and Technology*, v. 96, n. November 2019, p. 45–60, fev. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224419305692>>.

CÓRDOBA, N.; MORENO, F. L.; OSORIO, C.; VELÁSQUEZ, S.; RUIZ, Y. Chemical and sensory evaluation of cold brew coffees using different roasting profiles and brewing methods. *Food Research International*, v. 141, n. August 2020, p. 110141, mar. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996921000387>>.

CORDOBA, N.; PATAQUIVA, L.; OSORIO, C.; MORENO, F. L. M.; RUIZ, R. Y. Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 8440, 11 dez. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>>.

CORTÉS-MACÍAS, E. T.; LÓPEZ, C. F.; GENTILE, P.; GIRÓN-HERNÁNDEZ, J.; LÓPEZ, A. F. Impact of post-harvest treatments on physicochemical and sensory characteristics of coffee beans in Huila, Colombia. *Postharvest Biology and Technology*, v. 187, n. December 2021, p. 111852, maio 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925521422000205>>.

COSTA, B. D. R. Brazilian specialty coffee scenario. *In: Coffee Consumption and industry Strategies in Brazil*. [s.l.: s.n.]

CZARNIECKA-SKUBINA, E.; PIELAK, M.; SAŁEK, P.; KORZENIOWSKA-GINTER, R.; OWCZAREK, T. Consumer Choices and Habits Related to Coffee Consumption by Poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 8, p. 3948, 9 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/3948>>.

DA SILVA TAVEIRA, J. H.; BORÉM, F. M.; V. F. DA ROSA, S. D.; OLIVEIRA, P. D.; FORTUNATO, V. A.; D. GIOMO, G.; PEDROZA ISQUIERDO, E. Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans. *AcademicJournal*, v. 10, n. 12, p. 1457–1466, 2015.

DA SILVA, V. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; FERREIRA, D. F. Quality of dry processed coffees in different altitudes in the south of minas gerais state. *Revista em Agronegocio e Meio Ambiente*, v. 1, n. 2, p. 2–11, 2008.

DAVIS, A. P.; GOLE, T. W.; BAENA, S.; MOAT, J. The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): Predicting Future Trends and Identifying Priorities. *PLoS ONE*, v. 7, n. 11, p. 10–14, 2012.

DE ALMEIDA DIAS, C.; TAVARES DE ANDRADE, E.; ÀVILA LEMOS, I.; MEIRA BORÉM, F.; NOGUEIRA WESTERICH, D.; ALMEIDA DA SILVA, A. C. Mathematical modeling of dehydration resistance of pericarp tissues and endosperm in fruits of Arabic coffee. *Coffee Science*, v. 15, n. 1, p. 1–9, 2020.

DE TAYRAC, M.; LÊ, S.; AUBRY, M.; MOSSER, J.; HUSSON, F. Simultaneous analysis of distinct Omics data sets with integration of biological knowledge: Multiple Factor Analysis approach. *BMC*

Genomics, v. 10, n. 1, p. 32, 20 dez. 2009. Disponível em: <<https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2164-10-32>>.

DEPAULA, J.; CUNHA, S. C.; REVI, I.; BATISTA, A. M.; SÁ, S. V. M. D.; CALADO, V.; FERNANDES, J. O.; CRUZ, A.; FARAH, A. Contents of key bioactive and detrimental compounds in health performance coffees compared to conventional types of coffees sold in the United States market. *Food & Function*, v. 11, n. 9, p. 7561–7575, 2020. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=D0FO01674H>>.

DI DONFRANCESCO, B.; GUTIERREZ GUZMAN, N.; CHAMBERS, E. Comparison of Results from Cupping and Descriptive Sensory Analysis of Colombian Brewed Coffee. *Journal of Sensory Studies*, v. 29, n. 4, p. 301–311, ago. 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12104>>.

DO CARMO, K. B.; CARMO, J. C. B. do; MARCELO RODRIGO KRAUSE; ALDEMAR POLONINI MORELI; PAOLA ALFONSA VIEIRA LO MONACO. Quality of arabic coffee under different processing systems, drying methods and altitudes. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 4, p. 1116–1125, 17 mar. 2020. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/47890>>.

DONNET, M. L.; WEATHERSPOON, D. D.; HOEHN, J. P. What Adds Value in Specialty Coffee? Managerial Implications from Hedonic Price Analysis of Central and South American E-Auctions. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 10, n. 3, 2007.

EMANA, B. T. Coffee berry disease (*Colletotrichum kahawae*): status, pathogenic variability and reactions of coffee landraces in Hararghe, Eastern Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, v. 1, n. 2, p. 18–27, 2014. Disponível em: <www.premierpublishers.org>.

FALKNER, L. An Exploratory Study of Generational Coffee Preferences. 2020. Murray State University, 2020. Disponível em: <<https://digitalcommons.murraystate.edu/honorstheses/50>>.

FEBRIANTO, N. A.; ZHU, F. Coffee bean processing: Emerging methods and their effects on chemical, biological and sensory properties. *Food Chemistry*, v. 412, n. September 2022, p. 135489, jun. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135489>>.

FIBRIANTO, K.; UMAM, K.; SHINTA WULANDARI, E. Effect of Roasting Profiles and Brewing Methods on the Characteristics of Bali Kintamani Coffee. v. 172, n. FANRes, p. 194–197, 2018.

FURRIEL, G. P.; FURRIEL, B. C. R. S.; COIMBRA, A. P.; CALIXTO, W. P. Acoustics applied in the development of equipment for precision agriculture: Coffee handling and harvesting. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 198, n. February 2021, p. 106981, jul. 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169922002988>>.

GABRIEL, F.; ES, P. F.; QUELMO, S. de N.; MARCELO, R. M.; S; RA, E. de S. Quality of coffee produced in the Southwest region of Bahia, Brazil subjected to different forms of processing and drying. *African Journal of Agricultural Research*, v. 8, n. 20, p. 2334–2339, 29 maio 2013. Disponível em: <<http://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/D47F4BF37363>>.

GIACALONE, D.; FOSGAARD, T. R.; STEEN, I.; MÜNCHOW, M. “Quality does not sell itself”. *British Food Journal*, v. 118, n. 10, p. 2462–2474, 3 out. 2016. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-03-2016-0127/full/html>>.

GUMECINDO-ALEJO, A. L.; SÁNCHEZ-LANDERO, L. A.; ORTIZ-CEBALLOS, G. C.; ROBERTO CERDÁN CABRERA, C.; ALVARADO-CASTILLO, G. Factors related to coffee quality, based on the “Cup of Excellence” contest in Mexico. *Coffee Science*, v. 16, p. 1–10, 2021. Disponível em:

<<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1887>>.

INDRIATI, A.; HIDAYAT, D. D.; ANDRIANSYAH, C. E.; RAHAYUNINGTYAS, A.; SUDARYANTO, A. Changes Of Some Engineering Properties Of Coffee Beans Due To Roasting Process. *Asian Journal of Applied Sciences*, v. 8, n. 1, 2020.

JARDIM BARRA, G. M.; DA SILVA E OLIVEIRA, V. C.; MOREIRA MACHADO, R. T. O Papel Das Associações De Interesse Privado No Mercado Cafeeiro Brasileiro. *Administração Rural e Agroindustrial*, v. 14, n. 2, p. 17–31, 2007. Disponível em: <<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rege/v14n2/v14n2a2.pdf>>.

JAWO, T. O.; KYEREH, D.; LOJKA, B. The impact of climate change on coffee production of small farmers and their adaptation strategies: a review. *Climate and Development*, v. 0, n. 0, p. 1–17, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/17565529.2022.2057906>>.

JIMENEZ, E. J. M.; MARTINS, P. M. M.; VILELA, A. L. de O.; BATISTA, N. N.; ROSA, S. D. V. F. da; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Influence of anaerobic fermentation and yeast inoculation on the viability, chemical composition, and quality of coffee. *Food Bioscience*, v. 51, n. September 2022, p. 102218, fev. 2023. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212429222006782>>.

JOËT, T.; LAFFARGUE, A.; DESCROIX, F.; DOULBEAU, S.; BERTRAND, B.; DE KOCHKO, A.; DUSSERT, S. Influence of environmental factors , wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chemistry*, v. 118, n. 3, p. 693–701, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.048>>.

KAZAMA, E. H.; DA SILVA, R. P.; TAVARES, T. de O.; CORREA, L. N.; DE LIMA ESTEVAM, F. N.; NICOLAU, F. E. de A.; MALDONADO JÚNIOR, W. Methodology for selective coffee harvesting in management zones of yield and maturation. *Precision Agriculture*, v. 22, n. 3, p. 711–733, 25 jun. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11119-020-09751-1>>.

LACHENMEIER, D. W.; SCHWARZ, S.; RIEKE-ZAPP, J.; CANTERGIANI, E.; RAWEL, H.; MARTÍN-CABREJAS, M. A.; MARTUSCELLI, M.; GOTTSTEIN, V.; ANGELONI, S. Coffee by-products as sustainable novel foods: Report of the 2nd international electronic conference on foods—“future foods and food technologies for a sustainable world”. *Foods*, v. 11, n. 3, p. 16, 2022.

LENTIJO, G. M.; HOSTETLER, M. Evaluating Certified Coffee Programs The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). [s.l: s.n.].

MALTA, M. R.; FASSIO, L. de O.; LISKA, G. R.; CARVALHO, G. R.; PEREIRA, A. A.; BOTELHO, C. E.; FERAZ, V. P.; SILVA, A. D.; PEDROSA, A. W.; ALVARO, L. N.; PEREIRA, R. G. F. A. Discrimination of genotypes coffee by chemical composition of the beans: Potential markers in natural coffees. *Food Research International*, v. 134, n. April, 2020.

MARSH, A.; MAWARDI, S. The Influence of Primary Processing Methods on the Cup Taste of Arabica Coffee from the Indonesian Island of Flores. *ASIC 23rd International Conference on Coffee Science*, p. 1–6, 2010.

MARTINEZ, S. J.; RABELO, M. H. S.; BRESSANI, A. P. P.; DA MOTA, M. C. B.; BORÉM, F. M.; SCHWAN, R. F. Novel stainless steel tanks enhances coffee fermentation quality. *Food Research International*, v. 139, n. November 2020, p. 109921, jan. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996920309467>>.

MOHAMMEDSANI, A. A. Influence of harvesting and postharvest processing methods on the quality of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Eastern Ethiopia. *ISABB Journal of Food and Agricultural*

Sciences, v. 7, n. 1, p. 1–9, 31 jan. 2017. Disponível em: <<http://academicjournals.org/journal/ISABB-JFAS/article-abstract/B53DFEF62906>>.

MOREIRA, C. F.; FERNANDES, E. A. de N.; VIAN, C. E. de F. CARACTERÍSTICAS DA CERTIFICAÇÃO NA CAFEICULTURA BRASILEIRA. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 13, n. 2011, p. 344–351, 2011. Disponível em: <<http://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/429>. Acesso em: 17 maio. 2023.>.

OCHOA-MUÑOZ, A. F.; PEÑA-TORRES, J. A.; GARCÍA-BERMÚDEZ, C. E.; MOSQUERA-MUÑOZ, K. F.; MESA-DIEZ, J. On characterization of sensory data in presence of missing values: The case of sensory coffee quality assessment. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, v. 30, n. 3, p. 564–573, set. 2022. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052022000300564&lng=en&nrm=iso&tlng=en>.

OLIVEIRA, P. D.; BIAGGIONI, M. A. M.; BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; VAZ DAMASCENO, M. D. O. QUALITY OF NATURAL COFFEE AND PULPED IN THE FUNCTION OF TEMPERATURE ALTERNATION DURING MECHANICAL DRYING. *Coffee Science*, v. 13, n. 4, p. 415, 19 dez. 2018. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1435>>.

OLIVEIRA, P. D.; BORÉM, F. M.; PEDROZA ISQUIERDO, E.; DA SILVA GIOMO, G.; RIBEIRO DE LIMA, R.; ALVES CARDOSO, R. PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF COFFEE BEANS, PROCESSED AND DRIED THROUGH DIFFERENT METHODS, ASSOCIATED WITH SENSORY QUALITY. *Coffee Science, Lavras*, v. 8, n. 2, p. 203–211, 2013.

PEÑUELA MARTINEZ, A. E.; ZAPATA ZAPATA, A. D.; DURANGO RESTREPO, D. L. Performance of different fermentation methods and the effect on coffee quality (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science, Lavras*, v. 13 (4), p. 465–476, 2018. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11118>>.

PERIYASAMY, S.; SENTHIL, V. K.; SENTHIL KUMAR, P.; ISABEL, J. B.; TEMESGEN, T.; B. M., H.; B.B., M.; BADR A., M.; DAI-VIET NGUYEN, V. Chemical , physical and biological methods to convert lignocellulosic waste into value - added products . A review. *Environmental Chemistry Letters*, v. 20, n. 2, p. 1129–1152, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10311-021-01374-w>>.

PIMENTA, C. J.; ANGÉLICO, C. L.; CHALFOUN, S. M. Challenges in coffee quality: Cultural, chemical and microbiological aspects. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 42, n. 4, p. 337–349, ago. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542018000400337&lng=en&tlng=en>.

PINTO, L. F. G.; GARDNER, T.; MCDERMOTT, C. L.; AYUB, K. O. L. Group certification supports an increase in the diversity of sustainable agriculture network–rainforest alliance certified coffee producers in Brazil. *Ecological Economics*, v. 107, p. 59–64, nov. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.006>>.

ROBERT, P.; ESCOUFIER, Y. A Unifying Tool for Linear Multivariate Statistical Methods: The RV-Coefficient. *Applied Statistics*, v. 25, n. 3, p. 257, 1976. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2347233?origin=crossref>>.

RODRIGUEZ, Y. F. B.; GUZMAN, N. G.; HERNANDEZ, J. G. EFFECT OF THE POSTHARVEST PROCESSING METHOD ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY ANALYSIS OF ARABICA COFFEE. *Engenharia Agrícola*, v. 40, n. 2, p. 177–183, abr. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n2p177-183/2020>>.

ROMANO, L. S.; GIOMO, G. S.; COELHO, A. P.; FILLA, V. A.; LEMOS, L. B. Characterization of Yellow Bourbon coffee strains for the production of differentiated specialty coffees. *Bragantia*, v. 81, 2022. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052022000100220&tlng=en>.

SALLA, H. M. Influence Of Genotype, Location and Processing Methods On The Quality Of Coffee (*Coffea arabica* L.). 2009. HAWASSA UNIVERSITY, 2009.

SENINDE, D. R.; CHAMBERS, E.; CHAMBERS, D. Determining the impact of roasting degree, coffee to water ratio and brewing method on the sensory characteristics of cold brew Ugandan coffee. *Food Research International*, v. 137, n. August, p. 109667, nov. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109667>>.

SILVEIRA, A. D. S.; PINHEIRO, A. C. T.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, L. J. da; RUFINO, J. L. dos 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, n. 4, p. 436–443, ago. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2016000400436&lng=en&tlng=en>.

SIQUEIRA DE CARVALHO, C. H.; BARTELEGA, L.; HIROSHI SERA, G.; BRAZ MATIELLO, J.; DE ALMEIDA, S. R.; SANTINATO, F.; LENZI HOTZ, A. Catálogo de cultivares de café arábica. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

SMITH, J. Coffee Landscapes: Specialty Coffee, Terroir, and Traceability in Costa Rica. *Culture, Agriculture, Food and Environment*, v. 40, n. 1, p. 36–44, jun. 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cuag.12103>>.

SOARES, D. O impacto da certificação do café nos custos de produção e preço pago ao produtor rural: uma discussão sob a ótica da economia dos custos de transação. 2021. Universidade Federal de Uberlândia, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32274>>.

TAVEIRA, J. H. da S.; BORÉM, F. M.; ROSA, S. D. V. F. da; RIBEIRO, D. E.; CHAVES, A. R. C. da S.; FERREIRA, D. de A.; FERREIRA, I. T.; RIBEIRO, R. C. Aspectos fisiológicos de grãos de café produzidos em ambientes variados da micro região da serra da mantiqueira. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, p. 3–6, 2011. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3181>>.

TESFA, M. Review on Post-Harvest Processing Operations Affecting Coffee (*Coffea Arabica* L.) Quality in Ethiopia. *Journal of Environment and Earth Science*, p. 30–39, dez. 2019. Disponível em: <<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/50685>>.

TOLEDO, P. R. A. B. A. B.; PEZZA, L.; PEZZA, H. R.; TOCI, A. T. Relationship Between the Different Aspects Related to Coffee Quality and Their Volatile Compounds. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, v. 15, n. 4, p. 3–16, 2016.

TRAORE, T. M.; WILSON, N. L. W.; FIELDS, D. WHAT EXPLAINS SPECIALTY COFFEE QUALITY SCORES AND PRICES: A CASE STUDY FROM THE CUP OF EXCELLENCE PROGRAM. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 50, n. 3, p. 349–368, 12 ago. 2018. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1074070818000056/type/journal_article>.

USDA. Coffee: World Markets and Trade Ending Stocks to Rise. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>>.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.-J.; GUYOT, B.; GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, p. 197–204, 2006.

VAN MULLEM, J. J.; DE SOUSA BUENO FILHO, J. S.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Chemical and sensory characterization of coffee from *Coffea arabica* cv. Mundo Novo and cv. Catuai Vermelho obtained by four different post-harvest processing methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 102, n. 14, p. 6687–6695, 21 nov. 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.12036>>.

W. WILSON, N. L. When Higher Quality Does Not Translate to Higher Prices: A Case of Quality and Specialty Coffees from the Cup of Excellence Auctions. *Agricultural & Applied Economics Association's* 2014, p. 1–34, 2014. Disponível em: <https://libkey.io/10.22004/ag.econ.180061?utm_source=ideas>.

WILLIAMS, S. D.; BARKLA, B. J.; ROSE, T. J.; LIU, L. Does Coffee Have Terroir and How Should It Be Assessed? *Foods*, v. 11, n. 13, p. 1907, 27 jun. 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/11/13/1907>>.

WILSON, B. R.; CONLEY, J. F.; HARRIS, T. M.; LAFONE, F. New terrains of taste: Spatial analysis of price premiums for single origin coffees in Central America. *Applied Geography*, v. 35, n. 1–2, p. 499–507, nov. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.10.004>>.

WORKU, M.; ASTATKIE, T.; BOECKX, P. Shade and postharvest processing effects on arabica coffee quality and biochemical composition in lowland and midland coffee-growing areas of southwestern Ethiopia. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 115, n. October 2022, p. 105027, jan. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105027>>.

WORKU, M.; DUCHATEAU, L.; BOECKX, P. Reproducibility of coffee quality cupping scores delivered by cupping centers in Ethiopia. *Journal of Sensory Studies*, v. 31, n. 5, p. 423–429, out. 2016. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12226>>.

YASHIN, A.; YASHIN, Y.; WANG, J.; NEMZER, B. Antioxidant and Antiradical Activity of Coffee. *Antioxidants*, v. 2, n. 4, p. 230–245, 15 out. 2013. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-3921/2/4/230>>.

MATERIAL COMPLEMENTAR

ANEXO 1 - LISTA DE SIGLAS

Tabela 1S: lista de siglas usadas durante a implementação do MFA

Categoria	Nome	Abreviatura
Atributos	Pontuação	PONT
	Colocação no concurso	POS
Certificação	Demeter Café Biodinamico	CBio
	Certifica Minas	CMC
	Café Organico	COrg
	FairTrade	FaTr
	Rainforest Alliance	RFA
	Starbucks Practices	StPrac
	Certificación	CERT
Colheita	Colheita Manual	ColhMAN
	Colheita Mecanizada	ColhMEC
Cultivar	Acaiaá	Acaiaá
	Acauãnovos	Acaua
	Arara	Arara
	Bourbón Amarelo	BourAm
	Bourbón Vermelho	BourVer
	Caparaó Amarelo	CapAm
	Catiguá MG1 & MG2	CatiMG1_2
	Catiguá MG2	CatiMG2
	Catuaí 81	Catu81
	Catuaí Amarelo	CatuAm
	Catuaí Amarelo e Acaiaá	CatuAm_Acaiaá
	Catuaí Amarelo e Bourbón Amarelo	CatuAm_BourAm
	Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho	CatuAm_CatuVer
	Catuaí Amarelo IAC 62	CatuAmIAC62
	Catuaí	Catuc
	Catuaí 785-15	Catuc785
	Catuaí Açú e Iapar 59	CatucAçu_Ia59
	Catuaíam 24137	Catuaíam
	Catuaí Amarelo	CatucAm
	Catuaí Amarelo e Bourbón Amarelo	CatucAm_BourAm
	Catuaí Amarelo 2SL	CatucAm2SL
	Catuaí Vermelho	CatuVer
	Catuaí Vermelho IAC 144	CatuVerIAC144
	Catuaí Vermelho IAC 44	CatuVerIAC44
	Catuaí Vermelho IAC 99	CatuVerIAC99
	Gesha	Gesha
	Icatú	Icatú
	Icatú Amarelo	IcatúAm
	Maragotype Amarelo	MarAm
	Maragotype Vermelho	MarVer

	Mundo Novo Mundo Novo e Acaiá Obatã IAC 1669-20 Obatã IAC 4739 Topázio MG 1190	Mundo Mundo_Acaiá Obatã1669 Obatã4739 Topázio
Equipamento	Leitos Africanos Invernaderos Mecanizada Pátio de Concreto Pátio de Hormigón	CamAfr Inver EquipMec PatCon PatHor
Estado	Bahia Espírito Santo Estado Minas Gerais Paraná São Paulo	BA ES EST MG PR SP
Fermentação	Fermentação	Ferm
Localização	Altitude Cidade	Alti CDE
Processamento	Despolpado Natural Lavado Natural	DesNat Lav Nat
Região	Alto Mogiana Cerrado Mineiro Chapada de Minas Montanhas no Espírito Santo Mantiqueira de Minas Matas de Minas Média Mogiana Norte Pioneiro do PR Região Sul de Minas	AMog CeMin ChMin MES MM MMin MMog NoPiPR RG SM
Secagem	Sol Mecanizada	SecSun SecMEC
Primeira e segunda categoria de descritores sensoriais	Dried Fruits Tropical Fruits Stone Fruits Alcohol/Fermented Overall Sweet Brown Sugar Other Fruits Spices Berry Citrus Brown Spice Green/Vegetative Sour/Fermented Papery/Musty	Dr_Fruit Tr_Fruits St_Fruit Alc_Fer Ov_Sweet Br_Sugar Oth_Fruit Spices Berry Citrus Bro_Spice Gr_Veg Sour_Fer Pap_Mus

	Sweet Aromatics	Sw_Aro
Terceira categoria de descritores sensoriais	Mandarin Orange	MandOr
	Sugar Cane	Sug_Cane
	Brown Sugar	Br_Sugar
	Dark Chocolate	Dk_Choco
	Brazil Nut	Br_Nut
	Passion Fruit	Psn_Fruit
	Yellow Fruits	Yl_fruit
	Black Currant	Bk_Curr
	Red Currant	Red_Curr
	Sweet potato	Sw_Potato
	Black Pepper	Bk_Pepper
	Green Grape	Gr_Grape
	Green Tea	Gr_Tea
	Green Pepper	Gr_Pepper
	Black Tea	Bk_Tea
	Orange Blossom	Or_Bloss
	Maple Syrup	MpSyr
	White Wine	Wh_Wine
	Black Cherry	Bk_Cherry
	Coffe Blossom	Cof_Bloss
	Red Apple	Rd_Apple
	Yellow Raspberry	Yl_Raspberry
	Roasted Nut	Rt_Nut
	Apple Cider	App_Cid
	Sweet Corn Cream	Sw_Cr_Cream
	Golden Raisin	Gd_Raisin
	Macadamia Nut	Mac_Nut
	Ripened Fruit	Rp_Fruit
	Coffee Cherry	Cof_Cherry
	Fresh Fig	Fh_Fig
	Sweet Tobacco	Sw_Tobaco
	Red Fruit	Rd_Fruit
	Roasted Hazelnut	Rt_Hazelnut
	Yellow Apple	Yl_Apple
	Sweet Milk	Sw_Milk
	Sweet Spices	Sw_Spices
	Dried Blackberry	Dr_Blackberry
	Dried Strawberry	Dr_Strawberry
	Brown Spice	Bro_Spice
	Dried Date	Dr_Date
	Dried Fruits	Dr_Fruits
	Green Apple	Gr_Apple
	Ripened Peach	Rp_Peach
	White Grapes	Wh_Grape
	Lemon Tea	Lem_Tea
Mouth Drying	Mouth_Dr	
Burnt Sugar	Bt_Sugar	

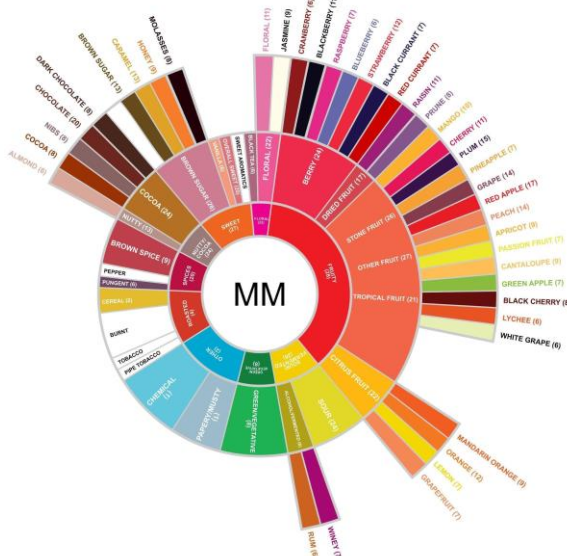
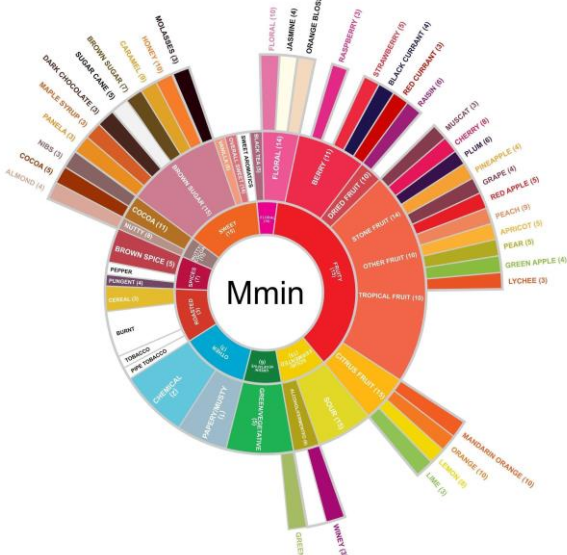
Garden Peas	Gd_Peas
Orange Peel	Or_Peel
Lemon Peel	Lem_Peel
Low Sweetness	Low_Swness
Salted Caramel	Sal_Caramel
Bittersweet Chocolate	Bit_Choc
Liqueur Chocolate	Liq_Choc
Basmati Rice	Bas_Rice
Roasted Almond	Rt_Almond
Dark Fruits	Dk_Fruits
Purple Fruits	Ple_Fruits
Dried Mango	Dr_Mango
Fruit Compote	Fr_Comp
Dried Fig	Dr_Fig
Ripened Grape	Rp_Grape
Stewed Fruit	Stw_Fruit
Banana Peel	Bnn_Peel
Green Pea	Gr_Pea
Lacks Sweetness	Lack_Sweet
Condensed Milk	Cond_Milk
White Chocolate	Wh_Choco
Powdered Milk	Pow_Milk
Irish Creme	Ir_Creme
White Tea	Wh_Tea
Lack Complexity	Lack_Complex
Effervescent	Eff
Transparent	Transp
Sweet Winey	Sw_Winey
Multidimensional Complex	Mt_Complex
Long Lasting	LongLast
Integrated	Integ
Expansive	Expan
Improved on Cool	ImpCool
Consistent	Cons
Fruit Cake	Fr_Cake
Dimentional	Dim
Pronounced	Prono
Medium Impact	MedImp
Medium Acidity	MedAc
Flamboyant	Flamb
Amaretto	Amar
Syrupy	Syr
Vanilla Ice Cream	VanCre
Champagne	Champ
Delicious	Deli
Good Body	G_Body
Cooked Apple	C_App
Viscous	Visc


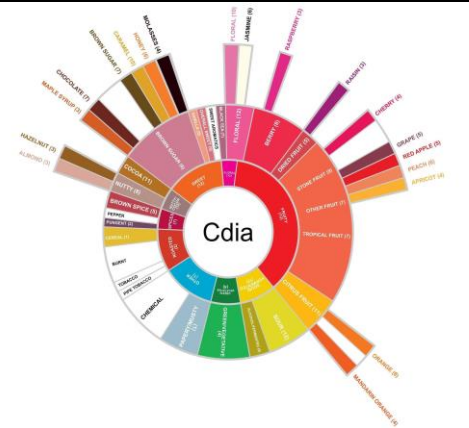

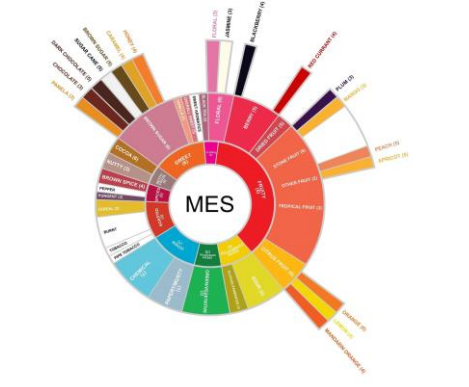
Syrupy Body	SyrBd
Cotton Candy	Cot_Candy
Doce de Leite	Dleite
MilkyWay	MkWay
Golden Currant	Gd_Curr
Creamy Body	Creamy_Bd
Phosphoric	Phos
Lemon Peel	LemPeel
Got Sweeter	Got_Sw
Sweet Bread	Sw_Bread
Sweet Long Lasting	SwLongLast
Slightly Smoky	SISmoky
Quick Finishes	QFinish
Stable Sweetness Through All Temperature	StSwTemp
Fresh Herbs	FhHerbs
Stable Sweet	StSw
Extremely Sweet	ExtSw
Equilibrium	Equil

ANEXO 2 - PERFIL SENSORIAL POR REGIÃO

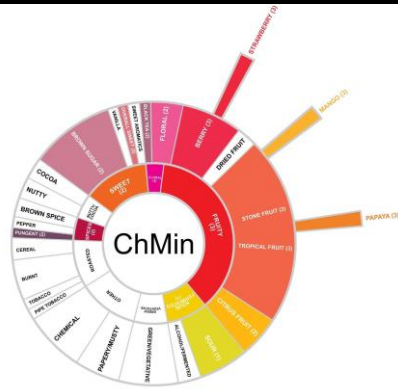
Usando a roda de sabores do provador da SCA como referência, os perfis sensoriais de cada um dos indivíduos considerados na MFA foram ilustrados, com todas as variáveis que mostraram uma correspondência significativa ($\cos^2 \geq 0,5$). A análise examinou 10 grupos de descritores primários e 27 grupos de descritores secundários. Além disso, foram examinados e classificados 87 descritores de aroma e sabor de acordo com sua relação com os eixos. Adicionalmente, 16 descritores sensoriais foram analisados em relação à acidez, e 18 descritores foram analisados em relação ao total.

Tabela 2S. Perfil sensorial por região

Mantiqueira de Minas	Acidez	Overall/Mouthfeel	
	Málic_AC	Juicy_Ov	
	Citrus_AC	Creamy_Ov	
	Tartáric_AC	Complex_Ov	
	Bright_AC	Smooth_Ov	
	Complex_AC	Silky_Ov	
	Lemon_AC	Mouth_Ov	
	Gr_Apple_AC	Sweet_Ov	
	Sparkling_AC	Round_Ov	
	Lively_AC	Syr_Ov	
		Honey_Ov	
		Transp_Ov	
	Variáveis		
	<p>RFA, CMC, COrg, FaTr, ColhMan, ColMEC, Nat, DesNat, Ferm, SecSun, SecMEC, PatCon, CamAfr, Inver e PatHorm</p>		
	Matas de Minas	Acidez	Overall/Mouthfeel
		Málic_AC	Smooth_Ov
		Citrus_AC	Linger_Ov
Bright_AC		Juicy_Ov	
Lemon_AC		Sweet_Ov	
Tartáric_AC		Clean_Ov	
Complex_AC		Crisp_AC	
Crisp_AC		Structured_AC	
Structured_AC		Sweet_AC	
Variáveis			
<p>CMC, RFA, UTZ, COrg, 4C, ColhMan, ColhMEC, DesNat, Nat, SecSun, PatCon e CamAfr</p>			

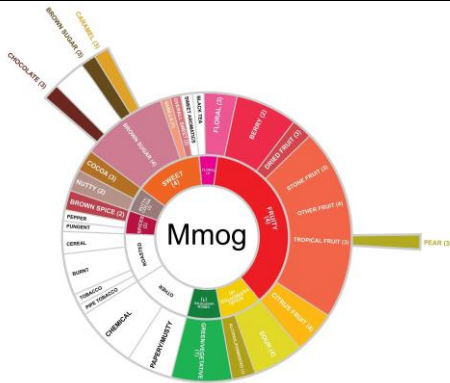
Sul de Minas	Acidez	Overall/Mouthfeel
	Citrus_AC Máltic_AC Bright_AC Refined_AC Lemon_AC Vibrant_AC Tartáric_AC	Balance_Ov Juicy_Ov Smooth_Ov Creamy_Ov
Variáveis		
<i>UTZ, RFA, BSCA, CMC, COrg, ColhMan, ColhMEC, Nat, DesNat, Ferm, SecSun, PatCon, CamAfr e Inver.</i>		
Chapada Diamantina	Acidez	Overall/Mouthfeel
	Citrus_AC Máltic_AC Bright_AC Complex_AC Tartáric_AC Crisp_AC Lively_AC	Balance_Ov Creamy_Ov
Variáveis		
<i>CBio, ColMan, DesNat, Nat, Ferm, SecSun, PatCon, Inver e CamAfr.</i>		
Cerrado Mineiro	Acidez	Overall/Mouthfeel
	Citrus_AC Tartáric_AC Máltic_AC Bright_AC Complex_AC Lemon_AC Acétic_AC	Smooth_Ov
Variáveis		
<i>RFA, CMC, UTZ, 4C, ColMEC, ColMAN, Nat, DesNat, Ferm, SecSun, SecMEC, PatCon, CamAfr e Inver.</i>		
Montanhas de Espiritu Santo	Acidez	Overall/Mouthfeel
	Citrus_AC Bright_AC Máltic_AC Lemon_AC MandOr_AC Vibrant_AC	Mouth_Ov Juicy_Ov Linger_Ov Sweet_Ov ExtSw_Ov
Variáveis		
<i>COrg, BSCA, CBio, ColMAN, Lav, DesNat, Nat, Ferm, SecSun, SecMEC, PatCon, CamAfr e Inver.</i>		

Chapada de Minas	Acidez	Overall/Mouthfeel
		Variáveis



RFA, UTZ, ColMAN, ColhMEC, Nat, Ferm, SecSun, PatCon e CamAfr.

Media Mogiana	Acidez	Overall/Mouthfeel
	Citrus_AC	Variáveis

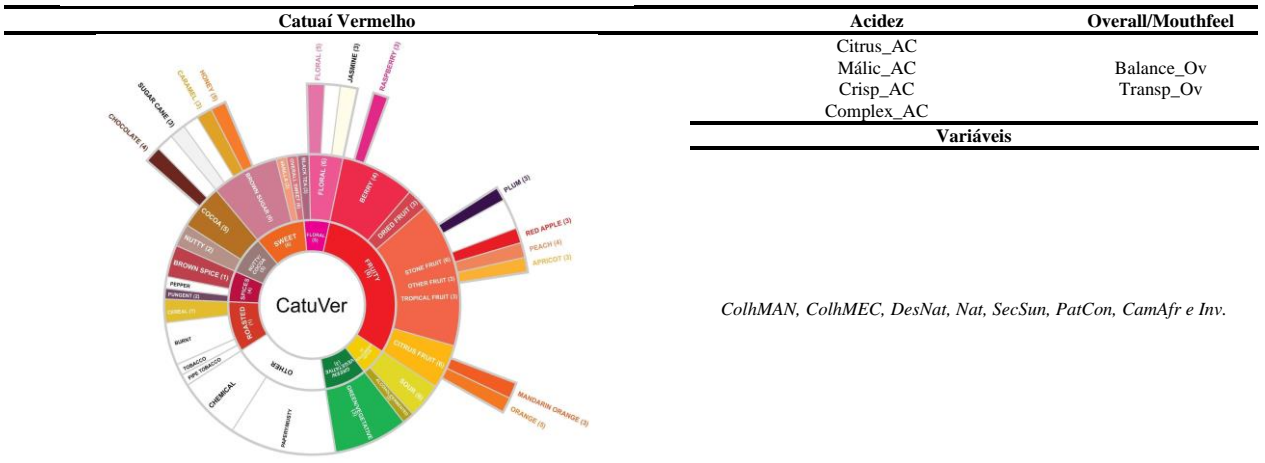
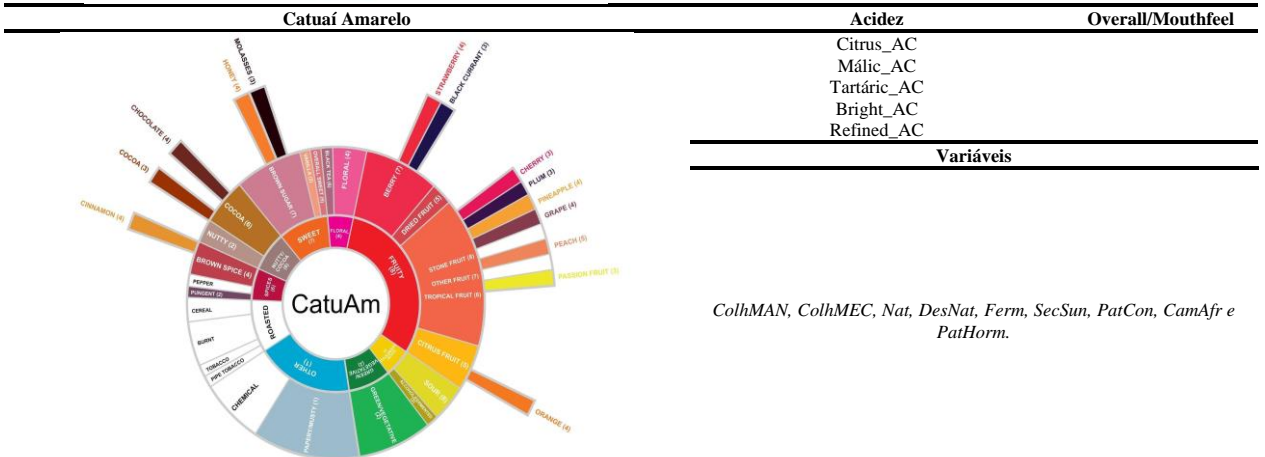
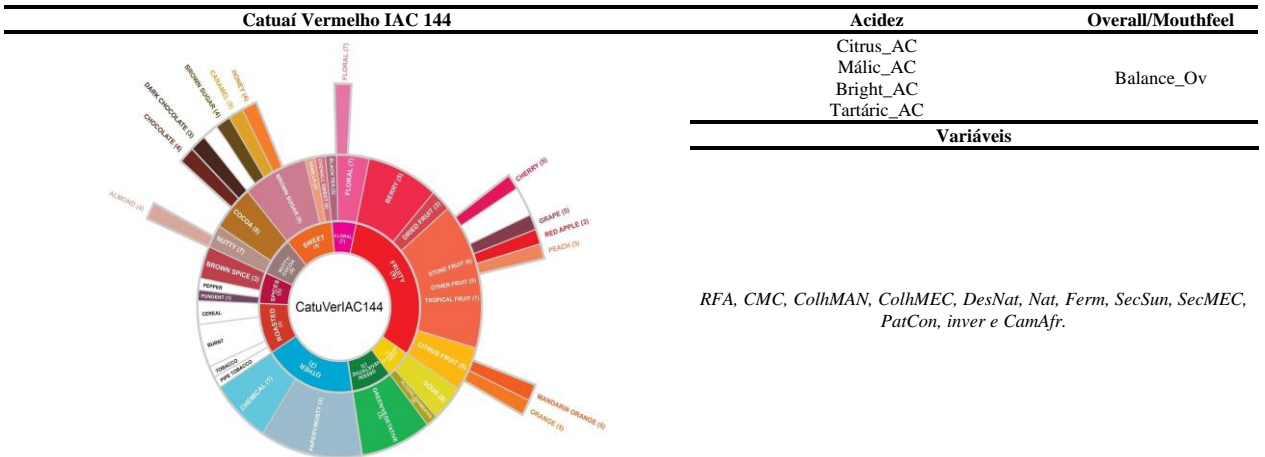
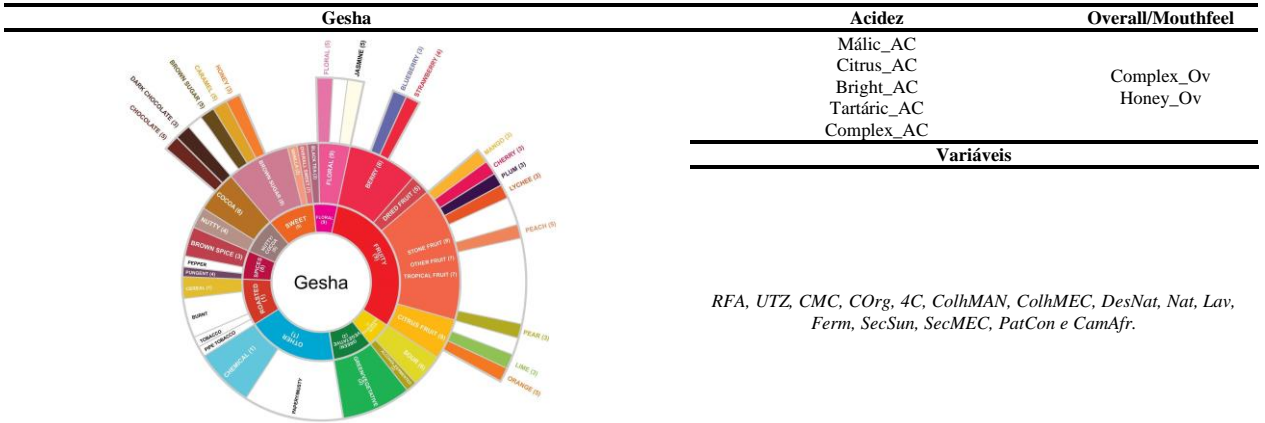


RFA, ColMAN, ColhMEC, Nat, SecSun, SecMEC e PatCon.

PERFIL SENSORIAL POR CULTIVARES

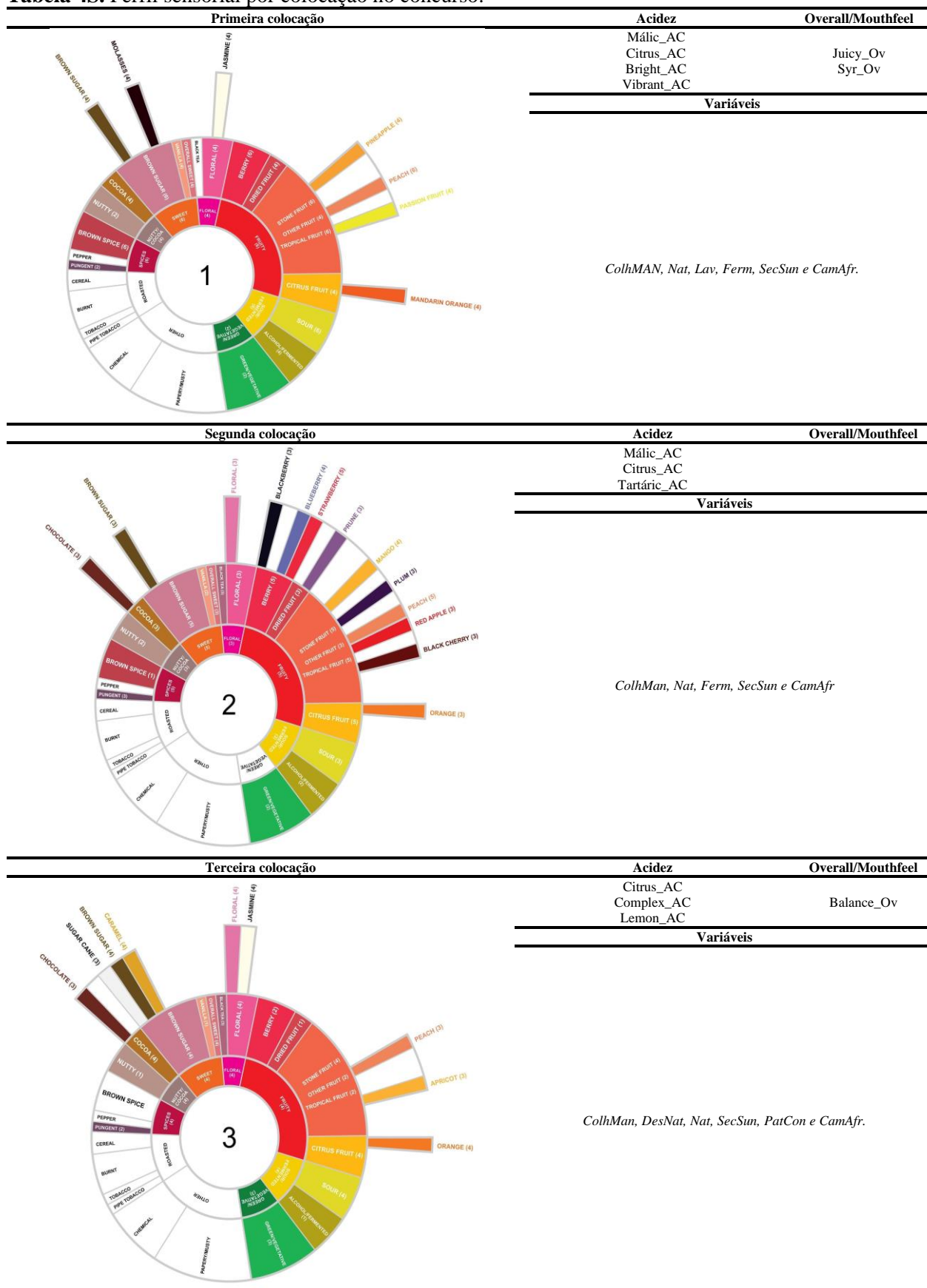
Tabela 3S. Perfil sensorial por cultivar.

Bourbon Amarelo	Acidez	Overall/Mouthfeel
	<p>Citrus_AC Málic_AC Tartáric_AC Lemon_AC Complex_AC Bright_AC Acétic_AC Crisp_AC Gr_Apple_AC Sparkling_AC Structured_AC Sweet_AC Refined_AC</p>	<p>Juicy_Ov Creamy_Ov Smooth_Ov Balance_Ov Complex_Ov Round_Ov Clean_Ov Mouth_Ov Sweet_Ov</p>
Variáveis		
<p>CMC, UTZ, FaTr, RFA, COrg, BSCA, ColhMAN, ColhMEC, Nat, DesNat, Ferm, SecSun, SecMEC, PatCon, CamAfr e Inver.</p>		
Catucaí 785	Acidez	Overall/Mouthfeel
	<p>Bright_AC Citrus_AC Málic_AC Lemon_AC Complex_AC Vibrant_AC MandOr_AC</p>	<p>Juicy_Ov Smooth_Ov Sweet_Ov Silky_Ov Linger_Ov ExtSw_Ov</p>
Variáveis		
<p>CMC, RFA, CBio, ColhMAN, DesNat, Lav, Nat, Ferm, SecSun e PatCon.</p>		
Catucaí Amarelo 2SL	Acidez	Overall/Mouthfeel
	<p>Citrus_AC Málic_AC Tartáric_AC Lemon_AC Complex_AC Lively_AC</p>	<p>Juicy_Ov Smooth_Ov Balance_Ov Complex_Ov</p>
Variáveis		
<p>RFA, UTZ, COrg, BSCA, ColhMAN, ColhMEC, Nat, DesNat, SecSun, SecMEC, PatCon, CamAfr e Inver.</p>		



PERFIL SENSORIAL POR COLOCAÇÃO NO CONCURSO

Tabela 4S. Perfil sensorial por colocação no concurso.



ANEXO 3 - CÓDIGO NA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R

```

library(FactoMineR)      # Análise exploratória de dados multivariados e extração de dados
library(factoextra)     # Extração e visualização dos resultados da análise de dados multivariados
library(readr)         # Leitura de dados de texto retangular
library(ggplot2)       # Crie visualizações de dados elegantes com gramáticas de gráficos

x <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3. BR/1.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE) # Leitura da tabela de dados para MFA
x=data.frame(x,row.names=1)                    # Dataframe para implementação de MFA

# 1. Relacionando regiões ao número de descritores sensoriais
res <- MFA(x, group=c(1,8,2,3,1,2,4,1,1,1), type=c("n","s","s","s","s","s","s","s","s","s"),
  name.group=c("Es","Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","NumDesc","Pont"),
  num.group.sup=c(1,10))                      # "s" é usado para dimensionar os valores para uma variação
summary(res, nbelements=Inf)                  # Resumo geral dos dados ilimitados
eig.val<-get_eigenvalue(res)                   # Autovalores de cada uma das dimensões
write.infile(eig.val, file="eig.csv")          # Permite sobrescrever em um arquivo .csv os valores de cada dimensão.
fviz_screplot(res, main="Análise do valor próprio", ncp=50) # Gráfico de autovalor
write.infile(res, file="res.csv")              # Permite sobrescrever todos os valores de MFA em um arquivo .csv
res$group

fviz_mfa_var(res, "group", repel=TRUE, title="Correlação entre grupos e dimensões") # Diagrama de grupos e dimensões
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
  addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Diagrama de Correlação de Variáveis
Quantitativas")                               #Diagrama de correlação variáveis quantitativas

fviz_mfa_ind(res, invisible=c("quali.var","quali"), habillage="EST", palette="jco", repel=TRUE, legend="bottom",
  title="A) Representação das regiões no mapa de fatores individuais") # Diagrama de correlação dos indivíduos
fviz_mfa_ind(res, partial="all", labels=3, repel=TRUE, palette="jco", legend="bottom",
  title="B) Sobreposição de representação entre indivíduos e grupos.") # Diagrama de correlação de indivíduos e eixos
parciais

# Gráfico de barras regiões vs. certificações e variáveis pós-colheita
Certificações <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Regiones/Certificações.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Certificações=data.frame(Certificações,row.names=1)
Colheita <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Regiones/Colheita.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Colheita=data.frame(Colheita,row.names=1)
Secagem <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Regiones/Secagem.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Secagem=data.frame(Secagem,row.names=1)
Equipamento <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Regiones/Equipamento.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Equipamento=data.frame(Equipamento,row.names=1)
par(mfrow = c(2,2))
barplot(as.matrix(Certificações), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(8),args.legend=list(x="topright",
cex=0.7),ylab="Quantidades", xlab="Regiões", main="Regiões x Certificações", ylim=c(0,6))
barplot(as.matrix(Colheita), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(6),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
ylab="Quantidades", xlab="Regiões", main="Regiões x Colheita x Processamento", ylim=c(0,25))
barplot(as.matrix(Secagem), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(3),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
ylab="Quantidades", xlab="Regiões", main="Regiões x Secagem x Equip. Secagem", ylim=c(0,190))
barplot(as.matrix(Equipamento), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(6),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
ylab="Quantidades", xlab="Regiões", main="Regiões x Pontuação x Descritores", ylim=c(0,30))

# 2. Frequências do Brasil em relação aos Descritores Primários
res <- MFA(x, group=c(1,8,2,3,1,2,4,1,10,1), type=c("n",rep("s",9)),
  name.group=c("Est","Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescPrim","Pont"),
  num.group.sup=c(1,10))

```

```
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
  addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores
  Primarios")
```

```
# 3. Frequências do Brasil em relação aos descritores secundários
res <- MFA(x, group=c(1,8,2,3,1,2,4,1,24,1), type=c("n",rep("s",9)),
  name.group=c("Est","Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescSec","Pont"),
  num.group.sup=c(1,10))
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
  addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",title="Correlação de Variáveis para Descritores
  Secundarios")
```

```
# 4. Frequências do Brasil em relação aos Descritores Terciários/Aroma
res <- MFA(x, group=c(1,8,2,3,1,2,4,1,87,1), type=c("n",rep("s",9)),
  name.group=c("Est","Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_ArSb","Pont"),
  num.group.sup=c(1,10))
summary(res, nbelements=Inf)
write.infile(res, file="res.csv")
res$group
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
  Quantitativas",geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
  select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","DesNat",
    "Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","Altitud","Pont")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
  Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
  select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","DesNat",
    "Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","Altitud","Pont",
    "Chocolate","Rd_Apple","Plum","Tr_Fruits","Fruit","Juicy","Pomaganrate",
    "Peach","Nibs","Bk_Cherry","MpSyr","Dr_Date","Bro_Sugar","Jasmine",
    "Dr_Fruits","Grapes","Raspberry","Grapefruit","Prune","Raisin","Creamy","Cherry")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
  Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
  select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","DesNat",
    "Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","Altitud","Pont",
    "Gr_Apple","Sweet","Lime","Molasses","Fresh","Wh_Grape","Cocoa","Lychee",
    "Almond","Blackberry","Apricot","Cantaloupe","Nuts","Bittersweet","St_Fruit",
    "Cranberry","Jammy","Bright","Caramel","Bk_Curr","Winey","Spices")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
  Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
  select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","DesNat",
    "Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","Altitud","Pont",
    "Pineapple","Citrus","Orange","Balance","Complex","Mango","Strawberry",
    "Yl_fruit","Red_curr","Floral","Clean","Sugar","Hazelnut","Or_Bloss",
    "Dk_Choco","Honey","MandOr","Psn_Fruit","Mint","Vanilla","Watermelon","Candy")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
  Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
  select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","DesNat",
    "Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","Altitud","Pont",
    "Guava","Bro_Spice","Bk_Tea","Lemon","Cedar","Rum","Sug_Cane","Pear",
    "Berries","Gr_Grape","Blueberry","Savory","Muscat","Gr_Tea","Silky",
    "Lemongrass","Coating","Cinnamon","Papaya","Tamarind","Panela")))
```

```
# 5. Frequências Brasil em relação aos atributos Terciário/acidez
res <- MFA(x, group=c(1,8,2,3,1,2,4,1,16,1), type=c("n",rep("s",9)),
  name.group=c("Est","Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_Ac","Pont"),
  num.group.sup=c(1,10))
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação descritores de acidez",
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", geom=c("point", "text"), legend="bottom")
```

```
# 6. Frequências do Brasil em relação aos atributos Terciário/Geral
res <- MFA(x, group=c(1,8,2,3,1,2,4,1,18,1), type=c("n",rep("s",9)),
name.group=c("Est","Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_Ov","Pont"),
num.group.sup=c(1,10))
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação descritores overall",
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", geom=c("point", "text"), legend="bottom")
```

#BRAZIL CULTIVARES

```
# 7. Frequências de cultivares no Brasil em relação ao número de descritores
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,1,1), type=c(rep("s",9)),
name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","NumDesc","Pont"),
num.group.sup=9)
eig.val<-get_eigenvalue(res)
write.infile(eig.val, file="eig.csv")
fviz_screplot(res, main="Análise do valor próprio", ncp=50)
write.infile(res, file="res.csv")
res$group
```

```
fviz_mfa_var(res, "group", repel=TRUE, title="Correlação entre grupos e dimensões")
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Diagrama de Correlação de Variáveis Quantitativas")
```

```
fviz_mfa_ind(res, invisible=c("quali.var","quali"), palette="jco", labels=3, repel=TRUE, title="A) Representação das
cultivares no mapa de fatores individuais")
```

```
fviz_mfa_ind(res, labels=3, repel=TRUE, palette="jco", alpha.ind=1, legend="bottom",
partial=c("BourAm","Catuc785","CatuVerIAC144","Gesha","CatucAm2SL","CatuAm","CatuVer","CatuAmIAC62","Catuc
Açu_Ia59","Topázio"),
select.ind=(list(name=c("BourAm","Catuc785","CatuVerIAC144","Gesha","CatucAm2SL","CatuAm","CatuVer","CatuAmI
AC62","CatucAçu_Ia59","Topázio"))), title="B) Sobreposição de representação entre indivíduos e grupos.")
```

```
# Gráfico de barras cultivares vs. certificações e variáveis pós-colheita
Certificações <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Cultivares/Certificações.txt",
"\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Certificações=data.frame(Certificações,row.names=1)
Colheita <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Cultivares/Colheita.txt",
"\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Colheita=data.frame(Colheita,row.names=1)
Secagem <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Cultivares/Secagem.txt",
"\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Secagem=data.frame(Secagem,row.names=1)
Equipamento <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Cultivares/Equipamento.txt",
"\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Equipamento=data.frame(Equipamento,row.names=1)
par(mfrow = c(2,2))
barplot(as.matrix(Certificações), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(8),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
las=2, main="Cultivares x Certificações", ylim=c(0,6), cex.names=0.6)
barplot(as.matrix(Colheita), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(6),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
las=2, main="Cultivares x Colheita x Processamento", ylim=c(0,20), cex.names=0.6)
barplot(as.matrix(Secagem), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(3),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
las=2, main="Cultivares x Pontuação x Descritores", ylim=c(0,160), cex.names=0.6)
barplot(as.matrix(Equipamento), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(6),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
las=2, main="Cultivares x Secagem x Equip. Secagem", ylim=c(0,20), cex.names=0.6)
```

7.1. Frequências do Brasil em relação aos Descritores Primários

```
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,10,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescPrim","Pont"),
  num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores Primarios") #
Diagrama de correlação variáveis quantitativas com vectores
```

7.2. Frequências do Brasil em relação aos descritores secundários

```
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,24,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescSec","Pont"),
  num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores Secundarios")
```

8. Frequências do Brasil em relação aos atributos Terciário/Aroma

```
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,87,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_ArSb","Pont"),
  num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC",
  "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","altitud","Pont",
  "Cherry","Mango","Chocolate","Raisin","Grapefruit","Caramel","Bro_Sugar","Orange",
  "Sweet","Dr_Fruits","Grapes","Prune","Jasmine","Juicy","Rd_Apple","Floral","Peach",
  "Tr_Fruits","Bk_Tea","Raspberry","Fresh","Cranberry")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC",
  "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","altitud","Pont",
  "Lemon","Plum","Dk_Choco","Cantaloupe","Pomagranate","Papaya","Lychee","Citrus",
  "MandOr","Blackberry","Bk_Cherry","St_Fruit","MpSyr","Spices","Gr_Tea","Nibs",
  "Gr_Apple","Pear","Fruit","Sug_Cane","Almond","Mint")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC",
  "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","altitud","Pont",
  "Nuts","Lime","Cocoa","Bk_Curr","Bro_Spice","Sugar","Molasses","Muscat","Guava",
  "Red_curr","Rum","Psn_Fruit","Apricot","Clean","Lemongrass","Bright","Strawberry",
  "Complex","Vanilla","Candy","Tamarind","Yl_fruit")))
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação de Variáveis
Quantitativas", geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC",
  "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver","altitud","Pont",
  "Honey","Blueberry","Berries","Creamy","Cedar","Or_Bloss","Savory","Hazelnut",
  "Gr_Grape","Winey","Wh_Grape","Jammy","Panela","Pineapple","Dr_Date","Coating",
  "Cinnamon","Silky","Bittersweet","Balance","Watermelon")))
```

9. Frequências Brasil em relação aos atributos Terciário/acidez

```
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,16,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_Ac","Pont"),
  num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação descritores de acidez",
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", geom=c("point", "text"), legend="bottom") # Diagrama de
correlação variáveis quantitativas com vectores
```

```

# 10. Frequências do Brasil em relação aos atributos Terciário/Geral
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,18,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alt","DescTer_Ov","Pont"),
  num.group.sup=)
summary(res, nbelements=Inf)

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Diagrama de Correlação descritores overall",
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", geom=c("point", "text"), legend="bottom")

#BRAZIL COLOCAÇÕES NO COCNCURSO

# 11. Frequências Brasil em relação ao número de descritores
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,1,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alt","NumDesc","Pont"),
  num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)
eig.val<-get_eigenvalue(res)
write.infile(eig.val, file="eig.csv")
fviz_sceplot(res, main="Análise do valor próprio", ncp=80)
write.infile(res, file="res.csv")
res$group

fviz_mfa_var(res, "group", repel=TRUE, title="Correlação entre grupos e dimensões")

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Diagrama de Correlação de Variáveis Quantitativas")

fviz_mfa_ind(res, invisible=c("quali.var","quali"), palette="jco", repel=TRUE, legend="bottom", title="A) Representação das
pontuações no mapa de fatores individuais")

fviz_mfa_ind(res, invisible=c("quali.var","quali"), palette="jco", repel=TRUE, legend="bottom",
select.ind=list(name=c(1:5)), partial=c(1:10), title="Representação das posições no mapa de fatores individuais") #
INFAMAP

# Gráfico de barras colocações no concurso vs. certificações e variáveis pós-colheita
Certificações <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Posiciones/Certificações.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Certificações=data.frame(Certificações,row.names=1)
Colheita <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Posiciones/Colheita.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Colheita=data.frame(Colheita,row.names=1)
Secagem <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Posiciones/Secagem.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Secagem=data.frame(Secagem,row.names=1)
Equipamento <- read_delim("H:/Mi unidade/UFLA/TRABALHO MESTRADO/4. ESTADISTICA/3.
BR/Barras_Posiciones/Equipamento.txt",
  "\t", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)
Equipamento=data.frame(Equipamento,row.names=1)
par(mfrow = c(2,2))
barplot(as.matrix(Certificações), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(8),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
cex.names=0.6, las=2, ylab="Quantidades", xlab="Posições", main="Posições x Certificações", ylim=c(0,2))
barplot(as.matrix(Colheita), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(6),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
cex.names=0.6, las=2, ylab="Quantidades", xlab="Posições", main="Posições x Colheita x Processamento", ylim=c(0,6))
barplot(as.matrix(Secagem), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(3),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
cex.names=0.6, las=2, ylab="Quantidades", xlab="Posições", main="Posições x Pontuação x Descritores", ylim=c(0,140))
barplot(as.matrix(Equipamento), beside=TRUE, legend.text=TRUE, col=rainbow(6),args.legend=list(x="topright", cex=0.7),
cex.names=0.6, las=2, ylab="Quantidades", xlab="Posições", main="Posições x Secagem x Equip. Secagem", ylim=c(0,6))

# 11.1. Frequências do Brasil em relação aos Descritores Primários
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,10,1), type=c(rep("s",9)),
  name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alt","DescPrim","Pont"),

```

```

num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores Primários")

# 11.2. Frequências do Brasil em relação aos descritores secundários
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,24,1), type=c(rep("s",9)),
name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescSec","Pont"),
num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores Secundários")

# 12. Frequências do Brasil em relação aos atributos terciários aroma e sabor
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,88,1), type=c(rep("s",9)),
name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_ArSb","Pont"),
num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Correlação de Variáveis Quantitativas",
geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","Altitud","P
ont", "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver",
"Peach","Tr_Fruits","Rum","Psn_Fruit","Blueberry","Molasses","MandOr",
"Tamarind","Jasmine","Vanilla","Guava","Mango","Strawberry","Pineapple",
"Cedar","Red_curr","Blackberry","Plum","Bro_Sugar","Savory","Watermelon",
"Wh_Grape")))

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Correlação de Variáveis Quantitativas",
geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","Altitud","P
ont", "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver",
"Lychee","Bro_Spice","Panela","Bk_Curr","Cranberry","Bk_Tea","Grapes","Cinnamon",
"Yl_fruit","Nibs","Sug_Cane","Apricot","Dk_Choco","Raisin","Orange","Rd_Apple",
"St_Fruit","Berries","Cocoa","Cherry","Papaya","Bk_Cherry")))

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Correlação de Variáveis Quantitativas",
geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","Altitud","P
ont", "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver",
"Prune","Lemon","Caramel","Citrus","Raspberry","Lime","Dr_Date","Gr_Tea","Honey",
"Or_Bloss","Chocolate","Jammy","Creamy","Sugar","Floral","Grapefruit","MpSyr",
"Gr_Apple","Nuts","Cantaloupe","Muscat","Dr_Fruits")))

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", labels=3, title="Correlação de Variáveis Quantitativas",
geom=c("point", "text"), legend="bottom", addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm",
select.var=list(name=c("RFA","UTZ","CMC","COrg","X4C","BSCA","CBio","FaTr","ColhMAN","ColhMEC","Altitud","P
ont", "DesNat","Nat","Lav","Ferm","SecSun","SecMEC","PatCon","PatHor","CamAfr","Inver",
"Pear","Complex","Spices","Fresh","Fruit","Gr_Grape","Pomagranate","Hazelnut",
"Bright","Coating","Candy","Bittersweet","Winey","Balance","Juicy","Butter",
"Almond","Silky","Lemongrass","Clean","Mint","Sweet")))

# 13. Frequências Brasil em relação aos atributos terciários Acidez
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,16,1), type=c(rep("s",9)),
name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_Ac","Pont"),
num.group.sup=9)
summary(res, nbelements=Inf)

fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labels=3,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores Acidez")

# 14. Frequências do Brasil em relação aos atributos terciários Geral
res <- MFA(x, group=c(8,2,3,1,2,4,1,18,1), type=c(rep("s",9)),
name.group=c("Cert","Colh","Process","Fer","Sec","Equip","Alti","DescTer_Ov","Pont"),

```

```
num.group.sup=9)  
summary(res, nbelements=Inf)
```

```
fviz_mfa_var(res, "quanti.var", repel=TRUE, palette="jco", geom=c("point", "text"), legend="bottom", labelsize=3,  
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.95, ellipse.type="norm", title="Correlação de Variáveis para Descritores Overall")
```