



BRUNO BATISTA RIBEIRO

**PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS DE
CULTIVARES EM RELAÇÃO ÀS FACES DE
EXPOSIÇÃO DAS PLANTAS E
PROCESSAMENTOS PÓS-COLHEITA**

LAVRAS – MG

2014

BRUNO BATISTA RIBEIRO

**PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS DE CULTIVARES EM RELAÇÃO ÀS
FACES DE EXPOSIÇÃO DAS PLANTAS E PROCESSAMENTOS PÓS-
COLHEITA**

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

Orientadora

Dr^a. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

Coorientadores

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

Dr. Rubens José Guimarães

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Ribeiro, Bruno Batista.

Perfil sensorial de cafés de cultivares em relação às faces de
exposição das plantas e processamentos pós-colheita / Bruno Batista
Ribeiro. – Lavras : UFLA, 2014.

81 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica* L. 2. Cafés especiais. 3. Análise sensorial -
SCAA. 4. Café - Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 641.3373

BRUNO BATISTA RIBEIRO

**PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS DE CULTIVARES EM RELAÇÃO ÀS
FACES DE EXPOSIÇÃO DAS PLANTAS E PROCESSAMENTOS PÓS-
COLHEITA**

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

APROVADA em 21 de fevereiro de 2014.

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes	UFLA
Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho	EPAMIG
Dr. Evaristo Mauro de Castro	UFLA

Dr^a. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira
Orientadora

LAVRAS – MG

2014

*Aos meus avós (in memoriam) que presenciaram meu trajeto de estudos na
UFLA e têm me acompanhado, junto às estrelas no céu...*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço a imensidão de conquistas por sua benção.

À minha mãe, Cleonice Batista, meu reflexo de objetivos e fortalecimento na vida profissional e pessoal. Com simplicidade e com toda garra, ensinou-nos a batalhar pelos ideais, com humildade, respeito e a levantar nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos Caio e Fábio, pelo apoio, carinho e respeito.

A minha namorada Fernanda, pela amizade, amor e pela contribuição nos mais belos gestos de companheirismo em todos os segundos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por conceber tal oportunidade e contribuir sempre com meus estudos. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da UFLA, pelo excelente apoio e contribuição.

Ao empresário, Renato José Baiardi, proprietário da Fazenda Juliana e a todos que integram sua fantástica equipe, pelo incondicional apoio à realização deste trabalho, pela receptividade, contribuição e confiança.

À Prof^ª. Dr^ª. Rosemary G.F.A. Pereira, pela orientação e ensinamentos, essencial para realização deste trabalho e desenvolvimento profissional.

Ao apoio ético e profissional dos coorientadores deste trabalho, professores Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes e Dr. Rubens José Guimarães. Agradeço a simplicidade e atenção em todos os momentos.

Ao CPNQ pelo apoio nos estudos.

Ao professor Dr. Virgílio Anastácio, agradeço as palavras de ensinamento, amizade e simplicidade!

Ao professor Dr. Marcelo A. Cirillo pela grande contribuição nas análises estatísticas, simplicidade e oportunidade de trabalho em equipe.

A todas as pessoas ligadas ao Setor de Cafeicultura: pós-graduandos, graduandos, bolsistas, voluntários, estagiários, profissionais, amigos, funcionários, meu muito obrigado pela paciência e compreensão em todos os momentos. Em especial, ao Sr. Edson Marques, Thaís Borges pelo contato direto nos cuidados com o projeto. Aos amigos Plínio Duarte, Alex Camilo, Guilherme Saraiva, Thaís Borges, Rafael Fernandes, pela preciosa ajuda na condução do experimento de campo.

Ao Departamento de Biologia pela contribuição nos testes transversais realizados nos grãos. Em especial ao professor Evaristo Mauro de Castro pelo apoio.

A todos envolvidos no projeto, meu muito obrigado!

“A morte do homem começa no instante em que ele desiste de aprender”.
(Albino Teixeira)

RESUMO

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade sensorial de cafés de 6 cultivares de *Coffea arabica* L., Iapar 59, Paraíso MG H 419-1, Obatã IAC 1669-20, Catuaí Vermelho IAC-144, Bourbon Amarelo e Topázio MG 1190, colhidas em diferentes faces de exposição das plantas e submetidas a dois tipos de processamentos pós-colheita. Os cafés naturais e cerejas desmucilados, após secagem em terreiros suspensos, constituíram-se de frutos 100% maduros. O experimento foi conduzido em propriedade particular, no município de Monte Carmelo-MG, na região do Café do Cerrado, nas safras agrícolas 2011/12 e 2012/13. O local de execução do experimento foi demarcado, levando-se em consideração a altitude, latitude, longitude, condições de cultivo/manejo, características do solo e idade das lavouras. O delineamento experimental se fundamentou nas características cultivares χ faces de exposição χ processamentos pós-colheita, com 3 repetições de campo, combinações essas que resultaram em 72 amostras para cada ano. A análise sensorial foi realizada de acordo com o protocolo da Specialty Coffee Association of America - SCAA (LINGLE, 2001) com provadores credenciados pelo Coffee Quality Institute - CQI. Os provadores tiveram melhor discriminação entre os processos pós-colheita dos cafés obtidos na face sol das plantas. A cultivar Obatã apresentou a maior pontuação final entre os anos de avaliação e a Topázio proporcionou melhor expressão sensorial, quando processada por via seca, independente da face de exposição. Todas as cultivares apresentaram potencial para produção de cafés especiais com diferenças entre os limiares sensoriais dos atributos e particularidades das nuances descritas pelo protocolo da SCAA. As cultivares de frutos amarelos, Bourbon, Paraíso e Topázio, quando submetidas ao processamento via seca dos frutos obtidos na face sol das plantas, apresentaram os atributos acidez, corpo e geral mais elevados. Atributos como frutas amarelas, frutas vermelhas, chocolate e especiarias foram perceptíveis entre os diferentes tratamentos em estudo, características que são valorizadas e procuradas em cafés especiais.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. Cafés Especiais. Análise Sensorial – SCAA. Qualidade.

ABSTRACT

The present study was conducted with the objective of evaluating the sensorial quality of coffees from 6 cultivars, *Coffea arabica* L., lapar 59, Paraíso MG H 419-1, Obatã IAC 1669-20, Catuaí Vermelho 144, Bourbon Amarelo and Topázio MG 1190, harvested from different exposure sides of the plants and submitted to two types of post-harvest processes. The natural and cherry with no mucilage coffees, after drying in suspended terrains, constituted of 100% mature fruits. The experiment was conducted in a private property in the municipality of Monte Carmelo, Minas Gerais, Brazil, Café do Cerrado region, during the 2011/2012 and 2012/2013 harvests. The location for the experiment's execution was demarked, considering altitude, latitude and longitude, cultivation/management conditions, soil characteristics and age of the crops. The experimental design was based on the cultivars χ exposure sides χ post-harvest process characteristics, with three field replicates, combinations which resulted in 72 samples for each year. The sensorial analysis was performed according to the Specialty Coffee Association of America – SCAA (LINGLE, 2001) protocol with testers credentialed by the Coffee Quality Institute – CQI. The testers had better discrimination between the post-harvest processes of the coffees obtained in the sun side of the plants. The Obatã cultivar presented higher final grade between the evaluation years, and the Topázio provided better sensorial expression when dry processed, regardless of the exposure side. All cultivars presented potential for the production of special coffees with differences between the sensorial breaking point of the attributes and particularities of the nuances described by the SCAA protocol. The yellow fruit, Bourbon, Paraíso and Topázio cultivars, when submitted to dry processing, and obtained from the sun side of the plants, presented more elevated acidity, body and general attributes. Attributes such as yellow fruits, red fruits, chocolate and spices were perceptible among the different treatments studied which are highly valued and sought after in special coffees.

Keywords: *Coffea arabica* L. Special coffees. Sensorial analysis. SCAA. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Gráfico de Controle de Preparo da Bebida de Café	30
Figura 2	Formulário de avaliação do café (SCAA)	33
Figura 3	Temperaturas (médias) mínimas e máximas e precipitação, dados em milímetros.....	39
Figura 4	Representação da coleta de amostras de café maduro no terço médio das plantas no lado do nascer do sol e pelo lado da sombra (sol poente)	40
Figura 5	Representação da cobertura utilizada para as amostras durante a secagem.....	42
Figura 6	Gráfico da correlação entre as resposta dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a face sol	47
Figura 7	Gráfico da correlação entre as resposta dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a face sombra	49
Figura 8	Gráfico da correlação entre as resposta dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a via seca	51
Figura 9	Gráfico da correlação entre as resposta dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a via úmida	53
Figura 10	Biplots para os atributos sensoriais referentes ao ano 2011.....	57
Figura 11	Biplots para os atributos sensoriais referentes ao ano 2012.....	58
Figura 12	Gráfico dos efeitos principais para a variável pontuação final	59
Figura 13	Gráfico dos efeitos principais para a variável balanço.	61
Figura 14	Gráfico dos efeitos principais para a variável acidez	63

Figura 15	Gráfico dos efeitos principais para a variável aroma/fragrância....	64
Figura 16	Seções de grãos de cafés das diferentes cultivares estudadas (selecionados grãos da Face Sol das Plantas pelo processamento Via Seca), coradas com Sudan IV para lipídeos....	65
Figura 17	Biplot com escalonamento multidimensional para as cultivares em função dos atributos sensoriais	67
Figura 18	Média das notas finais dos anos de 2011 e 2012 dada pelos provadores, referente aos diferentes tratamentos	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Escala de pontuações e qualidades atribuídas.....	34
Tabela 2	Escala de classificação para análise sensorial de cafés, conforme o protocolo da SCAA.....	34
Tabela 3	Cultivares e seus parâmetros dos locais de cultivo	38
Tabela 4	Média das notas dada pelos provadores considerando o desdobramento da face sol em função do tipo de processamento pós-colheita para todas as cultivares.....	48
Tabela 5	Média das notas dada pelos considerando o desdobramento da face sombra em função do tipo de processamento pós-colheita para todas as cultivares	50
Tabela 6	Média das notas dada pelos provadores considerando o desdobramento do processamento via seca em função das faces de exposição para todas as cultivares	52
Tabela 7	Média das notas dada pelos provadores considerando o desdobramento do processamento via úmida em função das faces de exposição para todas as cultivares	54
Tabela 8	Coefficientes estimados para os dois primeiros componentes principais utilizados na construção dos gráficos Biplots	56
Tabela 9	Coordenadas principais utilizadas na distribuição das cultivares apresentadas na figura 17.....	67
Tabela 10	Atributos sensoriais observados pelos provadores para cada tratamento	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEORICO	17
2.1	Cafeeiros	18
2.1.1	Cultivar Borboun Amarelo	19
2.1.2	Cultivar Paraíso MG H 419-1	19
2.1.3	Cultivar Iapar 59	19
2.1.4	Cultivar Topázio MG 1190	20
2.1.5	Cultivar Catuaí Vermelho 144	21
2.1.6	Cultivar Obatã IAC 1669-20	21
2.2	Fatores Ambientais e processamento do Café	21
2.3	Origens e regiões produtivas	25
2.4	Cafés Especiais e Análise Sensorial	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1	Localização e parâmetros edafoclimáticos	38
3.2	Obtenção e processamentos dos cafés	40
3.3	Teor de água	43
3.4	Testes Transversais	43
3.5	Protocolo de análise sensorial	43
3.6	Análises estatísticas	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

Diversas cultivares estão implantadas no extenso território brasileiro, porém a produtividade nem sempre vincula-se à qualidade do produto final. Conhecedores desses fatores, grupos de pesquisa nacionais e internacionais buscam melhores compreensões sobre os mesmos para auxiliar na obtenção de cafés de qualidade. De acordo com Carvalho et al. (2011), geneticamente, o melhoramento para qualidade de bebida é um processo de difícil execução, pois sofre grandes interferências do ambiente.

A distribuição do parque cafeeiro se encontra em diversas regiões que permitem a produção de cafés com qualidade diferenciada (ZYLBERSZTAJN; FARINA, 2001). Os variados sistemas de plantio, nas diferentes coordenadas cardeais, podem ser encontrados em solos de topografias planas a onduladas. Essas variações de direcionamento de plantio são orientadas para facilitar os sistemas manejo, minimizar a incidência de doenças e assuntos voltados para a produtividade. Os fatores microclimáticos com influência, principalmente da altitude e latitude da região de cultivo, juntamente ao posicionamento das plantas em relação à face de exposição, referentes ao sol incidente pela manhã e pela tarde, são poucos explorados no histórico de informações técnico - científicas, quando se relata a manifestação dos resultados na qualidade do café.

Os tratos culturais, colheita e pós-colheita são alguns dos fatores determinantes da qualidade do grão com características positivas, para atender às exigências dos consumidores. A qualidade do café é fundamental para decisão no momento da venda e ferramenta imprescindível para competitividade. Os mecanismos de comunicação facilitam para os consumidores o entendimento sobre os meios de processos e diferentes caminhos de escoamento para elabora-

ção do café torrado e moído. Dessa forma, os altos preços para implementação e condução do processo produtivo do café, novas técnicas de produção e informações adequadas para elaboração de cafés de melhores padrões de qualidade se tornaram uma necessidade para atingir mercados mais exigentes e valorizados de consumo.

Os processos de maturação, colheita e pós-colheita estão estritamente relacionados às modificações físicas e químicas que podem afetar a qualidade sensorial do café. Portanto são fatores decisivos na escolha do momento, local, técnicas e tecnologias adequadas de execuções para se alcançar o padrão de qualidade desejado. É importante ressaltar que esses parâmetros são dependentes das condições edofoclimáticas da região, informações adequadas de produção e disponibilidade de capital.

A complexidade e singularidade dos sabores e os compostos aromáticos, percebidos na bebida dos cafés especiais, diferenciam-nos dos cafés commodity, inclusive, com valorização da exotividade do produto comercializado. Diversos países como Etiópia, Uganda, Colômbia, Guatemala e Jamaica são reconhecidos, mundialmente, pela especialidade dos atributos sensoriais de seus cafés. O território brasileiro apresenta excelentes condições para produzir cafés de altíssimos padrões de qualidade, comparáveis aos melhores cafés do mundo.

As regiões geográficas do Alto Paranaíba e do Triângulo Mineiro, que produzem o tradicional Café do Cerrado foram as primeiras regiões a investir esforços coletivos visando ao marketing e à valorização do seu café, por meio de ações que culminaram com a primeira certificação de origem produtiva do Brasil, tendo como uma das áreas privilegiadas o município de Monte Carmelo. Por apresentar extenso território geográfico e amplitudes térmicas elevadas, as microrregiões do Cerrado Mineiro necessitam de novas ações de pesquisa e exten-

são para o entendimento no processo de obtenção de cafés com perfis de qualidade mais elevados.

Na região do Cerrado Mineiro são produzidos cafés de altíssima qualidade, com sabores e aroma diferenciados. As empresas demandam porém por pesquisas que identifiquem as cultivares mais promissoras e o melhor tipo de processamento pós-colheita que resultem em cafés especiais, diferenciados e com maior valor comercial.

Diante disso, este projeto teve como objetivo identificar os atributos sensoriais de cafés de diferentes cultivares obtidos em um mesmo espaço geográfico. Para uma caracterização da qualidade mais detalhada optou-se pela coleta dos frutos em duas faces de exposição à radiação solar das mesmas plantas com posterior processamento pós-colheita por via úmida e via seca. Os perfis sensoriais foram identificados por provadores credenciados para utilização do protocolo da Specialty Coffee Association of America - SCAA .

2 REFERENCIAL TEORICO

A diversidade de espécies de café é significativa quando se relata escala de produção, em contra partida, apenas *Coffea. arabica* L. e *Coffea. canephora* Pierre são cultivadas, o que representa quase a totalidade do café comercializado. Ambas as espécies apresentam suas particularidades, em relação aos aspectos produtivos, tecnológicos e sensoriais, assim, os grãos são utilizados industrialmente de forma diversa de acordo com o produto e público consumidor almejados.

Durante longo tempo, a partir da introdução do café no Brasil, foi atribuída maior importância à produtividade, com pouca preocupação com a qualidade. Historicamente, a cafeicultura no Brasil teve uma representativa passagem de um modelo extrativista para um modelo tecnológico voltado à produtividade em escala. Assim, por meio da introdução de novas cultivares e melhoria do uso de fertilizantes, defensivos e tecnologias de produção, houve redução de custos e aumento da produtividade das lavouras, porém, a preocupação com a melhoria de processos e a obtenção de cafés de melhor qualidade, não foram estrategicamente utilizadas para alcançar o reconhecimento e valorização no mercado interno e externo. Nas últimas décadas, as ações integradas de ensino, pesquisa e extensão, aplicadas aos diferentes segmentos do setor cafeeiro aliadas ao marketing, resultaram na adoção de tecnologias adequadas com conseqüente agregação de valor, oferta de cafés especiais com qualidades diferenciadas e maior competitividade no mercado internacional.

Os fatores ambientais, genéticos e tecnológicos estão inteiramente ligados à qualidade do café, pela contribuição na formação dos atributos sensoriais (ALPIZAR; BERTRAND, 2004; VILELA; PEREIRA, 1998). O local de cultivo constitui um dos elos mais impactantes para diferenciação de regiões cafeeiras, pois exerce influência direta sobre a temperatura, a radiação, na distribuição de chuvas, a pressão parcial dos gases, na velocidade dos ventos. Essas mudanças podem ocorrer em uma curta distância do gradiente altitudinal (AVELINO et al., 2005; DECAZY et al., 2003; LAVIOLA et al., 2007; GUYOT et al., 1996; JÖET et al., 2010; KOFIDIS; BOSABALIDIS; MOUSTAKAS, 2007; ÖNCEL et al., 2004; ZHU et al., 2010 citados por SANTOS, 2013). Pouco se sabe sobre a influência fonológica da planta, durante o desenvolvimento dos frutos na qualidade da bebida e a sua relação com os componentes químicos (FAGAN et al., 2011). A combinação de fatores é tão complexa que, mesmo em uma única plantação, ocorrem variações de qualidade e sabores (NATIONAL COFFEE ASSOCIATION, 2011).

Para Avelino et al. (2005), as intensidades dos sabores dos cafés estão correlacionadas com a inclinação das plantas em relação à luz solar, assim como a altitude e ambiente nos quais encontram implantadas as lavouras.

2.1 Cafeeiros

Os cafeeiros são plantas Angiospermas pertencentes à divisão do grupo das Fanerógamas e da classe dicotiledônea. Sua ordem é chamada de Rubiales, família Rubiaceae da tribo Coffeaceae, subtribo Coffeinae, originada dos gêneros *Coffea* e *Psilanthus*. As espécies do gênero *Psilanthus* têm estilo curto e flores com anteras e estigmas inclusos, não ultrapassando o tubo da corola. Nas espécies do gênero *Coffea*, as flores apresentam anteras, estigmas proeminentes e estilo longo. É composto por dois subgêneros, *Coffea* e *Baracoffea*. O Subgê-

nero *Coffea* agrupa 103 espécies (DAVIS et al., 2006; GUERREIRO FILHO et al., 2008).

2.1.1 Cultivar Bourbon Amarelo

As plantas são cultivadas pelo alto potencial de obtenção de um produto de qualidade superior e escalonamento da colheita, em virtude da precocidade de amadurecimento, com indicação para regiões de maior altitude e com temperaturas médias menores para produção de cafés especiais, por prolongar seu tempo de amadurecimento. Os frutos maduros apresentam coloração amarela, conferida, principalmente, pelo pigmento nomeado de xantocarpa. O peso do fruto maduro é, em média, de 1,0 g e em sua maioria com sementes retidas em peneiras de diâmetro 16. A cultivar Bourbon pode ter origem na cultivar Bourbon Vermelho ou do cruzamento natural entre Bourbon Vermelho e Amarelo de Botucatu, com produção média e precocidade de maturação dos frutos que variam, respectivamente, entre 30% a 50% menos e 20 a 30 dias que a da cultivar Mundo Novo (CARVALHO et al., 2008a).

2.1.2 Cultivar Paraíso MG H 419-1

Por apresentar resistência à ferrugem do cafeeiro, a cultivar Paraíso pode ser uma opção para produção de café orgânico e seu porte baixo facilita na colheita tanto mecanizada quanto manual. Resultante do cruzamento artificial entre Catuaí Amarelo IAC 30 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 445-46, a cultivar Paraíso é de porte baixo, apresenta alto nível de resistência à ferrugem do cafeeiro, frutos de coloração amarela quando maduros e alta produtividade (CARVALHO et al., 2008b).

2.1.3 Cultivar Iapar 59

Em face da precocidade de maturação, pequeno porte e resistência à ferrugem do cafeeiro, a cultivar Iapar 59 é, preferencialmente, indicada para regiões mais frias, com plantios adensados e superadensados, para evitar o excesso de superprodução por planta, o que diminui a seca de ramos após a colheita. Em torno do quinto ano de colheita, recomenda-se iniciar podas programadas. A cultivar Iapar 59 apresenta complexa resistência às 45 raças de *Hemileia vastatrix*, porte baixo e menor diâmetro e volume de copa que a Catuaí, com possibilidades de cultivo em plantios adensados. A origem da Iapar 59 teve como matriz o cruzamento entre Villa Sarchi CIFC 971/10 e Híbrido de Timor CIFC 832/2 que, após algumas gerações, destacou-se nos ensaios realizados pelo Iapar nos municípios de Londrina, Loanda e Carlópolis, no estado do Paraná. Seus frutos são vermelhos, com maturação medianamente precoce e sua produção é elevada, nos primeiros anos de cultivo, o que pode ocasionar intensa seca de ramos, quando plantada em sistema convencional, com maiores espaçamentos, que induzem alta produtividade (CARVALHO et al., 2008b).

2.1.4 Cultivar Topázio MG 1190

Oriunda de retrocruzamentos entre as cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo, inicialmente, realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Topázio teve sua introdução em Minas Gerais pelo Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária (Epamig-UFLA-UFV) e sua seleção intensificada, o que resultou na liberação da cultivar Topázio MG 1190 para plantio comercial. Sua produtividade é elevada e apresenta frutos, quando maduros, de coloração amarela. Nas regiões com altitudes acima de 1.200 metros, deve-se utilizar espaçamento entre plantas maiores, uma vez que em espaçamentos menores a maturação dos frutos pode ser desuniforme e tardia (CARVALHO et al., 2008b).

2.1.5 Cultivar Catuaí Vermelho 144

Nacionalmente reconhecida, a cultivar Catuaí Vermelho originou-se após seleção por várias gerações com base na recombinação de um cruzamento artificial entre as cultivares Caturra Amarelo IAC 476-11 e Mundo Novo IAC 374-19. O peso médio dos frutos maduros, obtidos desta cultivar, varia de 1,10 a 1,24 g. Esta cultivar apresenta ampla capacidade de adaptação em diferentes ambientes e bons resultados em produtividade. Em razão do pequeno porte, o cultivo de Catuaí Vermelho permite maior densidade de plantio, tornando a colheita mais econômica e facilitando os tratamentos fitossanitários (CARVALHO et al., 2008b).

2.1.6 Cultivar Obatã IAC 1669-20

A cultivar Obatã é derivada do cruzamento da cultivar Villa Sarchi com o Híbrido de Timor (CIFC 832/2), com a seleção após várias gerações pelo Instituto Agrônomo de Campinas. Durante os ciclos de seleção, aparentemente, ocorreram cruzamentos naturais com as cultivares Catuaí Vermelho e/ou Catuaí Amarelo. A Obatã IAC 1669-20 é resultante de uma provável hibridação natural de um cafeeiro de H 361/4 com outro da cultivar Catuaí Vermelho. Essa cultivar apresenta elevada resistência à ferrugem e tem seus frutos com maturação tardia e de coloração vermelha intensa quando maduros. A porcentagem de grãos de peneiras “chatas” é superior a 85% (CARVALHO et al., 2008b).

2.2 Fatores Ambientais e processamento do Café

A qualidade do café brasileiro, em virtude do extenso território no sentido Norte-Sul, algo que concebe a interação de múltiplos ambientes, é diversificada quanto aos atributos sensoriais, possibilitando inúmeras combinações de grãos e elaboração de produtos diferenciados (ALVES et al., 2011).

O cafeeiro e sua produção necessitam de condições ambientais adequadas para melhor desenvolvimento. Para as regiões aptas, os limites térmicos estão entre 19°C a 22°C. A altitude ideal para o cultivo é entre 900 e 1400 metros. Desenvolve-se melhor em regiões com 1600 a 2000 mm de chuva por ano e o solo ideal tem uma boa mistura de argila e areia, com pH entre 6 e 6,5, com um espaço poroso de 60 % e um bom nível de matéria orgânica. O número de floradas depende do clima em que a região se localiza (EVANGELISTA et al., 2002; FEIJÓ, 2010).

A qualidade da bebida do café, também, depende da influência da sombra sobre o desempenho fisiológico do cafeeiro, já que pode propiciar a redução de cargas de frutos, porém com tamanhos superiores em peso, além de diminuir o estresse na planta (GEROMEL et al., 2008). Tem sido relatado que o aumento na produção de frutos diminui, significativamente, a massa seca nos grãos e que menores temperaturas são responsáveis pelo adiamento do processo de amadurecimento (VAAST et al., 2004, 2006).

A sombra diminuiu a produtividade do cafeeiro em 18%, quando foram avaliados dois contrastes de luz (pleno sol e 45% de sombra), em condição ideal de cultivo de café no vale central da Costa Rica. Ressalta-se que a sombra afetou, positivamente, o desenvolvimento do fruto, bem como a qualidade da bebida por retardar o amadurecimento em até um mês nas condições testadas (VAAST et al., 2006).

A direção de plantio do cafeeiro pode alterar a intensidade de doenças na parte aérea, de acordo com a exposição da face da planta à radiação solar que modifica o período de molhamento e sombreamento das folhas, causando prejuí-

zos quantitativos na produção e qualidade do produto final (CUSTÓDIO et al., 2010; MENDONÇA et al., 2007).

O processamento pós-colheita, adotado em grande escala de produção do café no Brasil, distinguiu-se de muitos outros países pelo processamento com manutenção da casca e da mucilagem. Em regiões produtoras, em boa parte das propriedades cafezeiras, após a colheita, os frutos com os diferentes estádios de maturação passam por separação hidráulica por peso, com orientação de coleta do maior número possível de frutos maduros na lavoura. Esse tipo de processamento, os frutos permanecem com sua forma original de colheita no início da secagem, com modificações visuais de pigmentações e formato em razão do processo lento de desidratação.

A permanência da casca confere ao fruto uma estrutura com mais resistência e necessidade de tempo de secagem para o ponto ideal de armazenamento, quando comparado a qualquer outro tipo de processamento. Além do mais, são necessários maiores cuidados e atenção para que não haja a depreciação dos cafés secados com casca por fermentações indesejáveis, em virtude da mucilagem presente. Técnicas de remoção da mucilagem são adotadas, para diminuir as chances de perda de qualidade, como a fermentação e desmucilamento mecânico. Além de diminuir o tempo de secagem e espaço nos terreiros/pátios, a remoção da casca pode propiciar maior suavidade à bebida do café pela seletividade dos lotes quanto aos diferentes estádios de maturação.

É importante ressaltar que o processamento, via úmida, resulta em grandes volumes de água residuária, rica em matéria orgânica em suspensão, além de outros materiais orgânicos e inorgânicos em solução, altamente poluentes, que, se lançados ao meio ambiente sem os devidos tratamentos, podem causar degradação ambiental. É de fundamental importância que o cafeicultor se atente quanto às instalações de sistemas de tratamento das águas residuárias resultantes do processo (MALTA, 2011).

Estudos a respeito da influência de fatores ambientais, processamento via úmida e suas interações na composição química dos grãos de café arábica demonstraram que o extrato etéreo e sólidos solúveis não foram influenciados pelo clima, entre as 16 parcelas experimentais em Ilha Reunion (com solo vulcânico, diferentes microclimas e inúmeras redes de estações meteorológicas) (JOËT et al., 2009).

Ao comparar o café produzido por três tipos de variedades estabelecidas em diversos ensaios em altitudes que variam de 700-1600m em três países (El Salvador, Costa Rica e Honduras), para as cultivares tradicionais, a altitude teve um efeito significativo sobre a composição química do grão (BERTRAND et al., 2006). A exigência em fotoassimilados do cafeeiro cultivado em regiões de maiores altitudes é mais tardia que em regiões de menores altitudes (LAVIOLA et al., 2007). A altitude da região exerce influência tanto no conteúdo da mucilagem quanto no seu teor de água. Em regiões mais altas os frutos possuem maior quantidade de mucilagem com menor quantidade de água, assim, o café Bourbon, cultivado a 250 m, a mucilagem seca equivale a 3,1% do peso do fruto fresco enquanto que, em café cultivado a 1.700m, equivale a 5,5% (BORÉM, 2008).

As investigações científicas sobre a influência da altitude na qualidade do café foram impulsionadas na década de 2000, em virtude da maior competitividade de cafés especiais da Colômbia e América Central no mercado internacional.

Em pesquisas conduzidas em oito fazendas com diferentes altitudes em Costa Rica (ensaio 1), e de dez parcelas experimentais com diferentes altitudes em El Salvador, Honduras e Costa Rica (ensaio 2), a expectativa dos autores era de obtenção de perfil sensorial mais destacado nas lavouras implantadas em altitudes mais elevadas. Porém, em uma das fazendas com altitude intermediária, a qualidade da bebida obteve excelente classificação, indicando assim a interferência de outros fatores. Essa fazenda estava localizada em uma área muito fér-

til, com excelente nutrição das plantas (ALPIZAR & BERTRAND, 2004). Ao avaliar cafés cerejas descascados de 32 propriedades da região Sul de Minas, situadas em faixas de altitude variando de 720 a 920 metros e de 920 a 1120 metros, Silva et al. (2004) observaram que os cafés produzidos na faixa de altitude de 920 a 1120 metros apresentam corpo e acidez mais fracos e doçura mais alta do que os produzidos na faixa de 720 a 920 metros.

Laviola et al. (2007) avaliaram a alocação de fotoassimilados em frutos e folhas de cafeeiro arábica, da antese à maturação, em duas altitudes de cultivo a 720 e 950 m, no Município de Martins Soares-MG. Perceberam que houve uma antecipação no acúmulo de amido, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores em frutos de cafeeiro cultivados na altitude mais baixa. Os melhores cafés foram obtidos em altitudes acima de 1.000 m com precipitação anual (média) abaixo de 1.500 mm, em pesquisa realizada em Honduras, com 52 lotes de café arábica, em seis regiões produtoras (DECAZY et al., 2003).

2.3 Origens e regiões produtivas

As origens produtivas se diferenciam por aspectos longitudinais, de altitude, solo, diversidades de ambientes e diferentes métodos adotados da cadeia produtiva do café, resultando em cafés de qualidade diferenciada. Na Etiópia, berço das primeiras plantas cafeeiras registradas entre florestas silvestres, com solo rico e altitudes que variam de 800 a 2800 metros, os cafés são cultivados, principalmente, nas regiões de Sidamo e Harar propiciando características únicas e exóticas à bebida. Os cafés quenianos são bem conhecidos e apreciados nos Estados Unidos e Europa. Os grãos de café queniano resultam em uma bebida singular com acidez frutada intensa, combinada com corpo elevado e fragrância rica. A formação dos grãos produzidos no Iémen é prejudicada no processo de

locação de fotoassimilados para sua total formação tanto por tamanho como por formato em decorrência da escassez de água e solos áridos, porém o café iemenita tem particularidades distintas, profundas e ricas. A Indonésia é composta por milhares de ilhas (Sumatra, Java e Sulawesi). Pequenas fazendas de café de 1 a 2 hectares predominam e os Cafés Indonésios são caracterizados por possuírem pronunciado corpo, rico em sabores e acidez moderada.

O Brasil apresenta uma gama de regiões produtoras de café. As regiões do Cerrado Mineiro, Mogiana Paulista e Chapada Diamantina possuem temperatura média de 18°C a 23°C, altitude de produção cafeeira de 700 a 1.300 metros acima do nível do mar e índice pluviométrico de 1600 milímetros anual, com baixa umidade relativa do ar no período da colheita. Isso se deve, em grande parte, ao inverno extremamente seco, com temperaturas amenas coincidindo com o período de colheita do café.

As características básicas da bebida do Café do Cerrado são: aroma intenso, com notas variando entre caramelo e nozes, acidez delicada, predominantemente cítrica, corpo variando de mediano a encorpado, sabor adocicado e a-chocolatado intenso e finalização de longa duração. Na Alta Mogiana, estado de São Paulo, as altitudes são iguais ou acima de 1000 metros, com média anual de temperatura e precipitação de 21°C e 1.500 mm, respectivamente, (bioma de Mata Atlântica com ocorrência de Campos Rupestres). Os cafés dessa região apresentam acidez de média intensidade, corpo mediano, aroma de erva cidreira e capim limão e finalização adocicada.

As serras do Sul de Minas Gerais são regiões mais frias, com biomas de transição de Cerrado e Mata Atlântica e ocorrência de Campos Rupestres. Altitudes entre 800 a 1.400 m, com temperaturas médias anuais entre 12 e 22°C e precipitação em torno de 1.500 mm. Cafés encorpados, acidez média a fraca, características cítricas e doçura elevada. A região das Matas de Minas exibe bioma de Mata Atlântica, temperatura, precipitação (médias anuais) e altitude

com os valores respectivos de 18 a 23°C, 1.400 a 1.600 mm e 400 a 1.000 m; o café dessa região apresenta características sensoriais doce com acidez acentuada, encorpado e equilibrado. Com o bioma das Matas de Minas, os cafés das Montanhas Capixabas apresentam sabor intenso adocicado, acidez frutada mediana o que confere equilíbrio à bebida. A temperatura, precipitação (médias anuais) e altitude com os valores respectivos de 15 a 22 °C, 1.400 mm e 650 a 1.200 m. O Norte Pioneiro do Paraná apresenta altitudes de 400 a 1000 m, bioma de Mata Atlântica com temperaturas (médias anuais) 19 a 22 °C e precipitação (médias anuais) de 1.200 a 1.500 mm; os cafés produzidos neste ambiente apresentam acidez e corpo mediano, doçura baixa e finalização de longa duração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC, 2009; BORÉM; FRIEDLANDER, 2009 citados por ALVEZ et al., 2011; EXPOCACCER, 2011; ORTEGA, 2008).

2.4 Cafés Especiais e Análise Sensorial

O histórico de fortalecimento do mercado de cafés de melhores padrões de qualidade nasceu pela necessidade de uma série de inovações nos processamentos, embalagens e comercialização, tornando-se favorável a elaboração de produtos com melhores procedências, produzido por grandes indústrias alimentícias. Isso favoreceu a exploração de novas patentes para extração e processamento do café, como exemplo a Prensa Francesa em 1852.

Em 1953 atenção especial foi direcionada para a Jamaica, por receber reconhecimento pelo cultivo e processamento nos mais altos padrões de produção. A primeira loja da Starbucks foi inaugurada em 1971 e três anos depois o termo “Cafés Especiais” foi introduzido para designar a produção de pequenos lotes de café e de alto nível de qualidade. Em 1982, quarenta membros do comércio do café se reuniram para discutir a focalização na obtenção de cafés es-

peciais, o que fez surgir os requerimentos e leis da Specialty Coffee Association of America – SCAA. Em 1996 foi criada a Specialty Coffee Institute (atualmente chamada de Coffee Quality Institute) que é uma organização sem fins lucrativos que trabalha para melhorar a qualidade do café e a vida das pessoas que os produzem. A SCAA se tornou a maior associação de comércio de café do mundo, com mais de 2.600 filiados em 40 países (COFFEE QUALITY INSTITUTE - CQI, 2011; SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICAN - SCAA, 2012).

Segundo a SCAA (2008), a especialidade do café não é definida por um método de extração, tais como o uso de máquina de espresso ou algo adicionado, como exemplo de flavorizantes. A denominação de cafés especiais é representada pela alta qualidade da bebida e suas características potenciais proferidas pelos mecanismos sensoriais e o prazer proporcionado no consumo. Caso os grãos de café apresentem excelente aspecto físico e a bebida não expressar alto padrão de qualidade, o café não é tido como especial.

O café especial terá sua particularidade sensorial explorada, após todo o processo de produção, de acordo com o perfil de torração, o que traz características distintas e, às vezes, única.

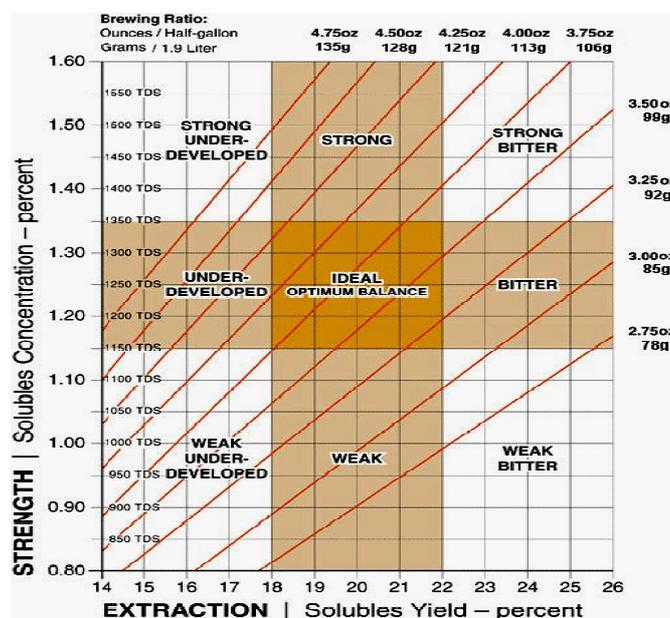
O método de análise sensorial pela Specialty Coffee Association of America é realizado por provadores treinados e credenciados como Juízes (SCAA - *Certified Cupping Judge*) para avaliação de cafés (HOWELL, 1988). De acordo com Lingle (2001), o protocolo de análise sensorial desenvolvido pelo Comitê de Normas Técnicas permite seguir os passos mais indicados para avaliação sensorial de cafés, além de uma melhor compreensão das características sensoriais dos mesmos.

As normas para análise sensorial pelo protocolo da SCAA (2009), além de recomendar os utensílios, equipamentos e ambientes adequados, para a avaliação dos cafés, determina que todas as etapas para

a julgamento são de extrema importância. As amostras analisadas devem ser torradas, preferencialmente, dentro de um prazo de 24 horas, antes da degustação para liberação de gases CO₂, com um perfil de coloração que situe entre #58 para o grão torrado e # 63 para o grão torrado e moído, verificado pelo equipamento Mbasic Agtron. Caso seja utilizado o conjunto de discos Agtron-SCAA, a tonalidade de coloração do café torrado deve se posicionar entre #65 e #55.

O tempo de torração indicado é de 8 e 12 minutos, de acordo com a origem do cultivo do café. É importante ressaltar que, após o processo de torração, as amostras devem ser arrefecidas imediatamente, exclusivamente por ar e devem ser estocadas em recipientes herméticos ou sacos impermeáveis por, no mínimo, 8 horas até o momento da degustação. Os grãos denominados Quakers devem ser retirados da amostra torrada em virtude de suas características depreciativas nos atributos sensoriais.

Para realização da análise sensorial do café pela SCAA, é recomendável a utilização de 5 xícaras para cada amostra para verificação da uniformidade da bebida do café em relação aos atributos do sabor, finalização, acidez e corpo. O café torrado deve ser pesado em grãos para cada xícara. É orientado que o ponto médio de equilíbrio para a obtenção do Golden Cup (Figura 1), segundo o padrão USA, seja de 5,5% m/v de café moído para quantidade de água adicionada. Para obtenção deste valor, a eficiência de extração do café deve se localizar em 20%. Ao cruzar a eficiência de extração de 20%, a concentração de sólidos solúveis (entre 850 TDS a 900 TDS) no ponto ideal de balanço dos atributos do café (Ideal Optimum Balance), verifica-se que o intervalo entre os traços em perpendicular (em vermelho) dirija-se a quantidade de pó de café adequado (próximo ao 106g). Sendo assim, a utilização como base de 1,9 litros de água com 104,5 gramas de pó de café resulta em 5,5% m/v.



Strength – Solubles Concentration (Concentração de Sólidos Solúveis)

Extraction – Solubles yield (Eficiência de Extração)

Fonte da Imagem: Mountain City Coffee Roasters (2012)

Figura 1 Gráfico de Controle de Preparo da Bebida de Café

Antes da moagem do café, o protocolo da SCAA recomenda a devida higienização do equipamento e trituração de um pequeno volume da amostra a ser avaliada para que não ocorra contaminação com resíduos de outras amostras moídas anteriormente. O moinho deve ser aferido, adequadamente, para que o tamanho das partículas moídas de café torrado passe com 70% do volume por peneira de furos de 20 mesh. Outro aspecto fundamental é que, após a moagem (até 15 minutos antes da análise sensorial), as xícaras devem ser fechadas de forma hermética para preservar os aromas do café e evitar o processo de oxidação do pó em contato com oxigênio.

Compondo, praticamente, todo o volume do extrato do café, após a filtração, a água usada para degustação deve ser limpa, inodora, de boa procedência, com Sólidos Dissolvidos Totais compreendidos na faixa entre 125-175 ppm. O aquecimento da água deve ser aquecida a $93^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. O formulário da avaliação sensorial da SCAA possibilita, além do perfil de torração, a verificação de 10 importantes atributos com escalas e intensidades:

- a) *Fragrância e Aroma*: até 15 minutos, após a moagem do café torrado, as amostras em pó devem ser avaliadas. Depois da hidratação do pó com água a $93^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ forma-se uma crosta, que é mantida intacta, durante 4 minutos, para a primeira percepção de compostos voláteis em vapor. Após os 4 minutos, são realizadas as rupturas das crostas para uma nova avaliação do aroma, assim como no momento da sucção do café na sensorial.
- b) *Sabor*: Com a retirada da espuma sobrenadante e 8 a 10 minutos após a adição da água, a análise gustativa é iniciada. O extrato de café é sugado junto com oxigênio, com objetivo de encobrir toda a língua, palato alto e fornecer vapores à área retronasal. O sabor caracteriza o que o café apresenta em seu potencial e é um dos atributos de maior peso no julgamento, pela verificação de sabores básicos a complexos, sua intensidade e qualidade. As sensações são percebidas desde a boca ao aparelho olfatório.
- c) *Finalização*: Imediatamente após a avaliação do sabor, ao expelir o café, a qualidade e a persistência dos resíduos que ficam na boca é avaliado como finalização ou *aftertaste*.
- d) *Acidez*: Após a avaliação da qualidade da finalização do café, a acidez é verificada, com pronúncias na análise sensorial com variadas categorias (cítrica, málica, fosfórica, acética e láctica) e intensidades,

sendo primordial a verificação das mesmas para qualificá-las. A acidez pode ser agradável ou não, dependendo da natureza do ácido predominante e sua intensidade.

- e) *Corpo*: Com a verificação da acidez, o atributo “corpo da bebida” se observa pela intensidade de percepção tátil do líquido com a boca. A viscosidade da bebida do café denota quantidade de carboidratos e sólidos solúveis.
- f) *Equilíbrio*: É a sinergia entre o sabor, finalização, acidez e corpo, de forma a verificar se ocorre um bom equilíbrio, o que reflete na pontuação. Eles podem se complementar em harmonia ou contrastar-se.
- g) *Uniformidade*: Neste requisito confere se há igualdade entre todas as xícaras do lote em todos os atributos avaliados. A cada xícara desuniforme (pelo sabor, finalização, acidez, corpo, xícara com defeito, com diferente doçura), dois pontos são penalizados.
- h) *Xícara Limpa*: Será(ão) penalizado(s) a(s) xícara(s) nas quais houver a identificação e perda de qualidade decorrente de defeito(s) na bebida. A cada xícara com defeito, dois pontos são penalizados.

- **Defeitos**- No final da ficha de avaliação sensorial da SCAA, os defeitos são avaliados de duas maneiras, além da identificação do quesito xícara limpa:
 - Defeitos Leves: refere-se a um sabor desagradável de menor intensidade, atribuindo-se a penalização de dois pontos por xícara que evidenciá-los.
 - Defeitos Graves: quando a bebida apresentar características sensoriais inaceitáveis como exemplo fermentações indesejáveis (4 pontos de penalização por xícara).

- A soma dos defeitos (leves e graves) é subtraída da soma total obtida após a avaliação sensorial.
- i) *Doçura*: Refere-se ao sabor doce da bebida. É penalizada com dois pontos a xícara que apresentar um intenso amargor indesejável, proveniente da origem do café, cultivar, ou por processo depreciativo da qualidade (ex: café com fermentação indesejável).
- j) *Impressão Global*: Deve refletir total coerência em relação à avaliação sensorial feita pelo provador credenciado. Expressa o julgamento pessoal do provador.

Pela ficha de avaliação sensorial da SCAA, o degustador credenciado pode determinar diferentes características sensoriais entre as diferentes amostras, além de descrever as notas de sabores e aromas identificadas. Isto se torna uma ferramenta valiosa para destinar os diferentes padrões de qualidade dos cafés de diversas partes do Mundo. O formulário de avaliação (Figura 2) é composto pelos atributos fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, balanço e geral, com $\frac{1}{4}$ de ponto (0,25) entre os valores numéricos “6” e “10”, e de “0” a “10” para uniformidade, xícara limpa e doçura, ambas as unidades representam a construção dos níveis de qualidade da bebida do café (Tabela 1).

Amostra #	Nível de água	Pontos:		Pontos:		Pontos:		Pontos:		Pontos:		Pontos:		Pontos:		Total
		Fragrância/Aroma		Sabor		Acidez		Corpo		Uniformidade		Xícara Limpa		Geral		
		6 7 8 9 10		6 7 8 9 10		6 7 8 9 10		6 7 8 9 10		6 7 8 9 10		6 7 8 9 10		6 7 8 9 10		
		Sabor		Finalização		Intensidade		Intensidade		Balanço		Doçura		Defeitos		
		Qualidade		6 7 8 9 10		Alta		Muito		6 7 8 9 10		Leve=2		Fortes=4		
						Baixa		Pouco								
Obs:															Total Final	

Figura 2 Formulário de avaliação do café (SCAA)

Tabela 1 Escala de pontuações e qualidades atribuídas

Escala de Qualidade			
6.00 - Bom	7.00 - Muito Bom	8.00 - Excelente	9.00 - Excepcional
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Após a soma dos resultados pode-se obter a descrição do grau de qualidade, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 Escala de classificação para análise sensorial de cafés, conforme o protocolo da SCAA

Pontuação Total	Descrição Especial	Classificação Specialty
90 – 100	Exemplar	Specialty Rare (Especial Raro)
85 – 89,99	Excelente	Specialty Origin (Especial de Origem)
80 - 84,99	Muito Bom	Specialty (Especial)
< 80	Abaixo do Grau Specialty	Below Specialty (Não Especial)

Fonte: Lingle (2001)

É importante mencionar que o segmento de cafés especiais tem representado cerca de 12% do mercado internacional. São consideradas para valorização do café, as características físicas do lote, complexidade dos atributos sensoriais, cultivares, origem da implantação, vigências de ordem ambiental, social e econômica, além dos cuidados adotados em todo processo de produção. Como variação de preços, em relação aos cafés commoditys, os cafés especiais têm a valorização por saca em torno de 30% a 40% a mais. Em alguns casos, os valo-

res podem chegar acima de 100% (BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2012).

O olfato é uma ferramenta eficiente na interpretação dos odores sem contato direto com os alimentos, essencial para a construção dos sabores e gostos percebidos no paladar. Os diferentes tipos de odores, detectados de maneira consciente, provocam respostas emocionais e cognitivas variadas. Os compostos odoríferos ligam-se às proteínas receptoras que emitem sinais elétricos que percorrem ao longo dos neurônios em direção ao bulbo olfativo. Por meio desse mecanismo, que se estende para os centros sensoriais, os estímulos são descritos (AXEL, 2009).

Os estímulos sensoriais básicos interpretados pelo cérebro são registrados por meio de uma série de reações de expressões químicas nas células dos botões gustativos. Diante disso, existem cinco vias bioquímicas, para cada característica do gosto, porém as células gustativas individuais não respondem a apenas um tipo de estímulo gustativo. Referendo-se ao gosto salgado na percepção sensorial, como exemplo o cloreto de sódio, ocorre à ativação das células gustativas quando os íons de sódio (Na^+) penetram nos canais iônicos presentes nas microvilosidade da parte superior da superfície celular. O acúmulo de íons de sódio causa alterações eletroquímicas comumente chamadas de despolarização, para entrada de íons de cálcio (Ca^{++}) na célula que, por sua vez, induz a célula a liberar neurotransmissores que estão contidos em vesículas. Os neurônios recebem a mensagem e transmitem os sinais para o cérebro.

Os estímulos doces se ligam aos receptores na superfície das células gustativas que estão associados às proteínas “G”. Isso faz com que as subunidades da proteína G (complexo Gustducina) se dissociem, ativando uma enzima que converte um precursor presente na célula em um segundo mensageiro, que provoca, indiretamente, o fechamento dos canais de potássio. Ressalta-se que os estímulos doces não entram nas células gustativas e, sim, provocam mudanças

intracelulares. O gosto ácido, quando em solução, gera íons de hidrogênio, os quais agem nas células gustativas de três modos:

- a) Entram diretamente na célula;
- b) Bloqueiam os canais iônicos de potássio (K^+) das microvilosidades;
- c) Ligam-se aos canais iônicos presentes nas microvilosidades, o que proporciona a abertura dos mesmos, permitindo a entrada de outros íons positivos na célula.

O conseqüente acúmulo de cargas positivas despolariza a célula e provoca a liberação de neurotransmissores. Para distinção do amargor, como exemplo o componente quinino, os estímulos agem por meio de receptores acoplados à proteína “G” e segundos mensageiros. Os segundos mensageiros provocam a liberação de íons cálcio do retículo endoplasmático, o que concede o acúmulo de cálcio intracelular. Isso faz com que ocorra a despolarização e a liberação de neurotransmissores.

Na percepção do chamado quinto sabor básico, alvo de recentes estudos, o Umami, possivelmente pelos aminoácidos como glutamato, ligam-se a receptores associados à proteína “G” e ativam os segundos mensageiros. Porém, não se conhecem os passos intermediários entre a formação dos segundos mensageiros e a liberação das vesículas contendo neurotransmissores. A percepção dos gostos é muito complexa pois envolve interações e os componentes fisiológicos de cada indivíduo (SMITH; MARGOLSKEE, 2009). A interpretação dos gostos básicos, odores, interações e propriedades dos mesmos são essenciais para percepção dos diferentes perfis de qualidade do café, assim como compreensão da influência ocasionada pelo processo de produção e cultivares implantadas nos diferentes ambientes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e parâmetros edafoclimáticos

O trabalho foi realizado em Minas Gerais, na região do Café do Cerrado, município de Monte Carmelo, em propriedade particular denominada Fazenda Juliana, do empresário Renato José Baiardi. As coordenadas geográficas e altitude do local sede fazenda são, respectivamente: 18°42'31.2" (S) / 47°32'47.82" (O) com 911 metros. Foram avaliadas 6 cultivares da espécie *Coffea arabica* L. (Iapar 59, Paraíso MG H 419-1, Obatã IAC 1669-20, Catuaí Vermelho IAC-144, Bourbon Amarelo e Topázio MG 1190). As características edafoclimáticas da área de implantação das cultivares estudadas estão representadas na tabela 3, sendo materiais genéticos amplamente encontrados nas regiões produtoras do Brasil. Para o monitoramento de variáveis relacionadas ao clima foi utilizada uma estação climatológica com registro das temperaturas médias mínimas e máximas, assim como da precipitação em milímetros (Figura 3).

Tabela 3 Cultivares e seus parâmetros dos locais de cultivo

Cultivares	Bourbon Amarelo	Paraíso MG H 419-1	Iapar 59	Topázio MG 1190	Catuaí Vermelho IAC 144	Obatã IAC 1669-20
Plantio	2007	2007	2006	2008	2008	2006
Altitude (M)	804	844	867	839	866	892
Latitude (S)	18°41'51.6"	18°42'32.4"	18°42'33.8"	18°41'34.3"	18°43'01.6"	18°42'34.6"
Longitude (O)	47°33'37.4"	47°34'05.7"	47°33'52.7"	47°33'30.7"	47°33'07.2"	47°32'52.9"
Textura do Solo	Argilosa	Argilosa	Franco Argilo Arenoso	Argila Arenosa	Argilosa	Franco Argiloso

Para mensuração dos parâmetros anuais, foi utilizada uma estação climática, para o levantamento das temperaturas médias mínimas e máximas, assim como para as precipitações, dados em milímetros cúbicos (Figura 3).

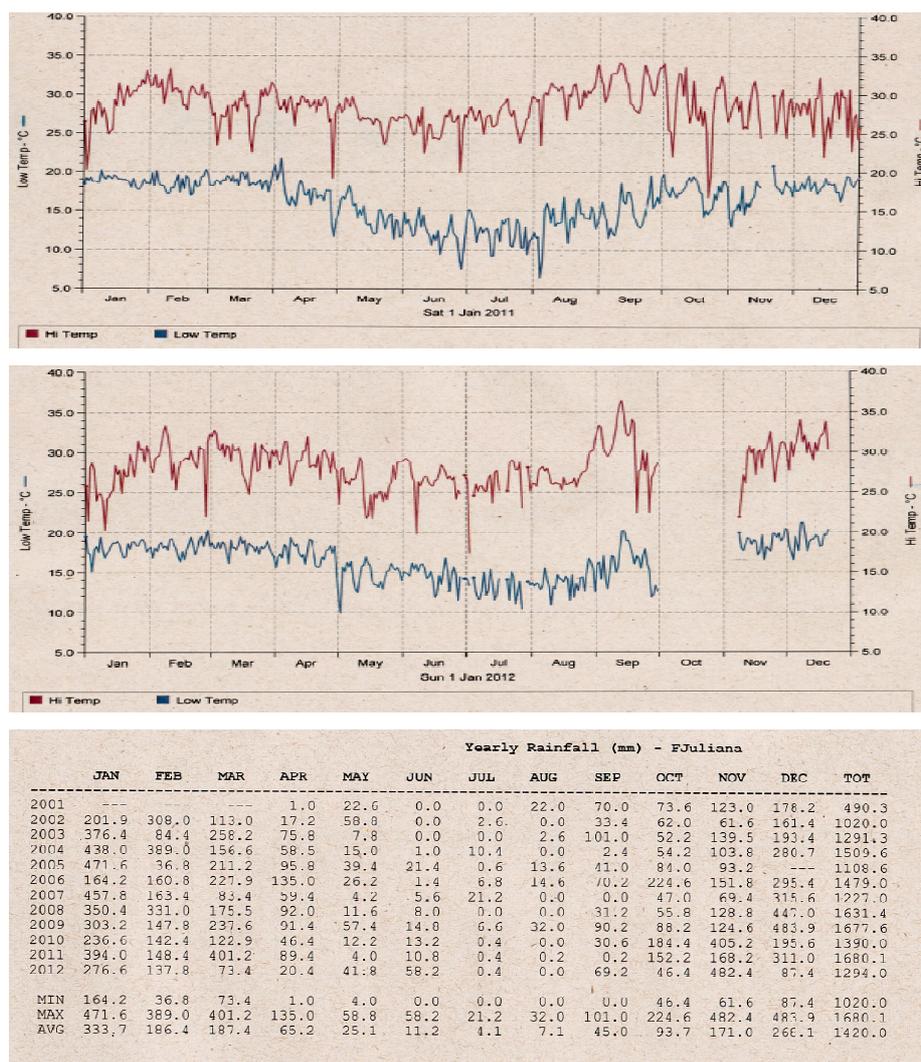


Figura 3 Temperaturas (médias) mínimas e máximas e precipitação, dados em milímetros

3.2 Obtenção e processamentos dos cafés

Primeiramente foi delimitado o espaço de bordadura no talhão de cada cultivar, respeitando-se três linhas iniciais após o “carreador” e três plantas na “entrelinha” para iniciar a coleta. Nove linhas de plantas foram demarcadas com 30 metros de comprimento e a cada três linhas corresponderam uma parcela de campo. A coleta dos frutos maduros foi feita seletiva e manual, em todas as cultivares, em período de 48 horas, somente no terço médio das plantas, separando-se as faces de exposição das linhas voltadas para o sol da manhã das faces voltadas para sombra da manhã (plantio no sentido Norte/Sul) (Figura 4). Após a coleta dos frutos, foi feito um repasse nas amostras, retirando-se frutos verdes remanescentes, além da separação hidráulica dos frutos mais secos em galões de 100 litros de água. Cada parcela resultou em 20 litros de frutos maduros.



Figura 4 Representação da coleta de amostras de café maduro no terço médio das plantas no lado do nascer do sol e pelo lado da sombra (sol poente)

Na secagem das amostras, foram utilizados terreiros suspensos com 1,20 m de altura a 804 metros de altitude em relação ao nível do mar e com repartições para cada amostra. Os cafés naturais e desmucilados foram revolvidos 12 vezes ao dia. A camada de secagem para os cafés naturais foi de “fruto a fruto” nos dois primeiros dias para a desidratação superficial e dia após dia as camadas foram dobradas até a medida de 5 cm de altura, com os frutos já em estágio “passa” na secagem. Após o quinto dia de secagem, os frutos receberam uma cobertura constituída por saco de ráfia (para retenção de água condensada pela massa dos frutos) e lona (isolante térmico), ambos limpos (Figura 5). O mesmo procedimento foi adotado para os cafés naturais para as amostras de cafés desmucilados, porém o dobramento das camadas e a cobertura iniciaram-se no segundo dia de secagem. Todas as amostras foram cobertas às 15h30min para o aproveitamento do calor retido na massa dos frutos, durante o dia, no período da noite e descobertas às 8h, para evitar a absorção de umidade local pelos frutos. Junto ao terreiro suspenso, foram instalados termohigrógrafos nas coletas de 2011 e 2012 para o registro da temperatura média durante os dias de secagem. Os dados corresponderam, em média, a 32°C às 13h, 12°C às 5h e umidade relativa em média de 27% às 12h30min e 87% às 6h.

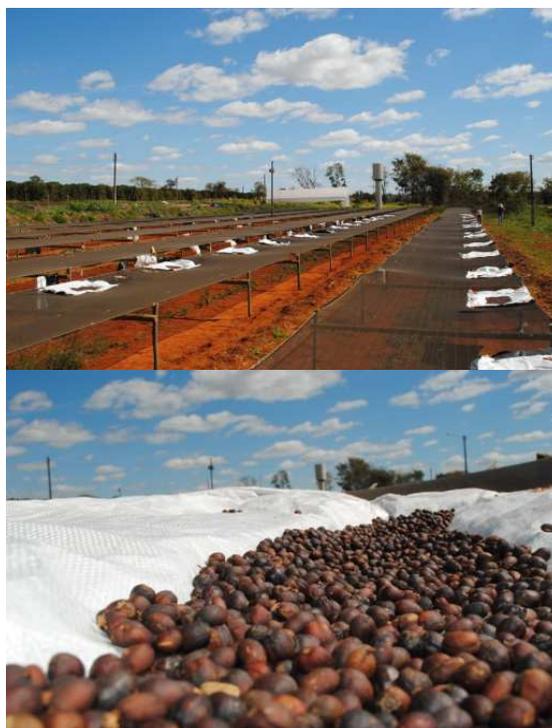


Figura 5 Representação da cobertura utilizada para as amostras durante a secagem

Tais procedimentos foram seguidos até que as amostras de cafés atingiram o teor de água de 11% (b.u). As amostras foram recolhidas, armazenadas em coco (cafés naturais) e pergaminho (cafés desmucilados) em sacos de papel recoberto com sacos plásticos de polietileno, por 60 dias, em sala de armazenamento climatizada a 15°C, isenta de luminosidade, localizada no Polo de Tecnologia em Qualidade do Café – UFLA. Após esse período, as amostras foram, cuidadosamente, beneficiadas no Polo de Tecnologia em Pós-Colheita do Café – UFLA. Para as análises sensoriais foram utilizados somente os grãos retidos na peneira 16/64 avos de polegada. Todos os defeitos extrínsecos e intrínsecos fo-

ram removidos, além dos grãos mocos, para uma melhor uniformidade das amostras.

3.3 Teor de água

O teor de água dos grãos crus de café foi determinado em estufa, a $105\pm 1^\circ\text{C}$, por $16\pm 0,5$ horas, conforme o método padrão internacional da ISO 6673 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO, 1999).

3.4 Testes Transversais

As secções destinadas às análises histoquímicas foram obtidas mediante corte manual dos grãos de café cru com o auxílio de uma lâmina de barbear. Os cortes foram tratados, durante três minutos, com o reagente Sudan IV, em solução etanólica a 80%, para a visualização de lipídeos, segundo o protocolo proposto por Jensen (1962) com modificações.

3.5 Protocolo de análise sensorial

As análises sensoriais foram feitas nas safras agrícolas 2011/12 e 2012/13, realizadas por provadores treinados e qualificados com credenciamento, para avaliação de cafés especiais (Q-Graders), utilizando-se a metodologia proposta pela Associação Americana de Cafés Especiais – SCAA (LINGLE, 2001).

Foram torrados 100 gramas de cada amostra, em torrador Probat TP2-Leogap, em intervalo de 24 horas, antes da análise sensorial, com um perfil de coloração entre #58 para o grão torrado e # 63 para o grão torrado e moído, veri-

ficado pelo equipamento Mbasic Agtron. O tempo de torração foi monitorado, respeitando o intervalo de 8 a 12 minutos, com o tempo médio de torra entre as amostras de 8 minutos e 46 segundos. A moagem foi padronizada em moinho Guatemala - Mahlkönig, com textura média de 70% do pó passado em peneira de 20 Meshs. A água mineral, utilizada para infusão, foi fervida à temperatura de $93^{\circ}\text{C} \pm 1$. Para cada amostra foram preparadas cinco xícaras com 5,5% m/v (café torrado e moído/água) para o procedimento de análise sensorial. Todos os provadores passaram por calibrações antecedentes às análises sensoriais. O ambiente e local das degustações foram preparados para redução de ruídos, eliminação de cheiros e padronização criteriosa para a avaliação dos tratamentos com níveis de qualidade com intervalos de 0,25 pontos.

Foram avaliados os atributos sensoriais: Aroma/Fragrância; Sabor; Finalização; Corpo; Acidez; Equilíbrio (acidez e corpo); Uniformidade entre as Xícaras; Ausência de defeitos; Doçura e Impressão Global. O somatório das notas obtidos nos atributos resultou nas notas finais.

3.6 Análises estatísticas

De acordo com a concordância das notas dos provadores, para cada atributo sensorial, em função das cultivares avaliadas nas condições experimentais (Face e Via), procedeu-se à estimação de uma matriz de correlação, organizada em um arranjo gráfico denominado de corgrama. A vantagem em utilizar esta técnica gráfica é verificada nas densidades entre as cores que expressam os níveis de correlação, torna-se mais compreensível a visualização do grau das correlações, maiores detalhes da construção e interpretação desse gráfico poderão ser encontrados em Michael (2002).

Em consonância com os objetivos propostos, a análise estatística para os dados iniciais, primeiramente, utilizou-se a técnica de análise de componentes

principais, com o propósito de eliminar as variáveis altamente correlacionadas. Assim, para cada ano, foram constituídos os gráficos Biplots (GOWER; HAND, 1996) assumindo os dois primeiros componentes.

Posteriormente, dada à seleção das variáveis via os gráficos biplots, para cada atributo sensorial, avaliou-se o efeito das cultivares quanto aos fatores dos efeitos de cada atributo sensorial em relação à média anual, utilizando os gráficos dos efeitos principais, cuja interpretação é sugerida em Montgomery (1997). Em função de o experimento envolver diversos fatores, o que ocasionaria uma análise de variância com interações de ordem superior a três, optou-se pela análise gráfica dos efeitos.

Por fim, visando identificar a cultivar que apresentou melhores índices para os atributos sensoriais avaliados, procedeu-se ao uso da técnica de escalonamento multidimensional dada a formação de eixos preditivos construídos sobre a escala de cada atributo. O procedimento numérico utilizado na construção desses gráficos poderá ser encontrado em Borg e Groenen (2005). Todos os métodos estatísticos, utilizados na análise dos dados sensoriais, foram realizados no Software R Core Team (2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo estatístico expresso nos gráficos 6, 7, 8 e 9 possibilita verificar a similaridade entre as pontuações dadas pelos provadores ao fixar um dos fatores adotados nos procedimentos de campo. Tal fato é perceptível, ao avaliar a coloração dos gráficos circulares em tons de azul, indicando uma forte correlação nas pontuações finais, assim como a representatividade no sentido horário da cor. Os resultados ilustrados na figura 6 e tabela 4, evidenciam que, para todos os cafés avaliados, os provadores P1, P2 e P3 apresentam respostas similares em relação aos cafés que foram submetidos às condições experimentais dadas pela via úmida.

Os resultados demonstram que os provadores P1 e P2 tiveram as notas mais próximas, seguidos pelas correlações P1 e P3 e, por último, P2 e P3. No mesmo contexto, a via de processamento seca obteve pontuações altamente correlacionadas, em razão da uniformidade das notas entre os provadores P1 e P3 e P2 e P3, tendo menor concordância entre o grupo, os avaliadores P1 e P2. Tal fato demonstra elevada concordância para pontuação final na análise sensorial ao fixar a face sol das cultivares avaliadas diante aos processamentos pós-colheita. É importante ressaltar que a análise sensorial possibilita avaliar as características sensoriais dos alimentos, por meio das percepções identificadas pelo sentido humano e que os provadores necessitam apresentar distinção sensível e treinada, visto a complexidade de sabores e aromas da bebida do café com suas diferentes formas de compreensão (FIGUEIREDO, 2013; ILLY, 2002; MANFUGÁS, 2007; NEBESNY; BUDRYN, 2006; STONE; SIDEL, 2004).

Ao isolar as pontuações dadas pelos avaliadores credenciados entre vias de processo Umida χ Seca para face sol, verificou-se menor concordância entre as pontuações, visualizada pela coloração em tons vermelhos, que, ao apresentar tonalidades mais intensas no sentido antihorário, percebe-se menor paridade

entre as pontuações. Esses resultados expressam a confiabilidade dos dados, pois os diferentes tipos de processamentos pós-colheita contribuem, para que ocorram variados processos metabólicos no interior dos frutos do cafeeiro, alterando, expressivamente, a composição química do grão cru e, conseqüentemente, os atributos sensoriais após a torração (BYTOF et al., 2005, 2007; ILLY; VIANI, 1995; LELOUP et al., 2004; SELMAR; BYTOF; KNOPP, 2002).

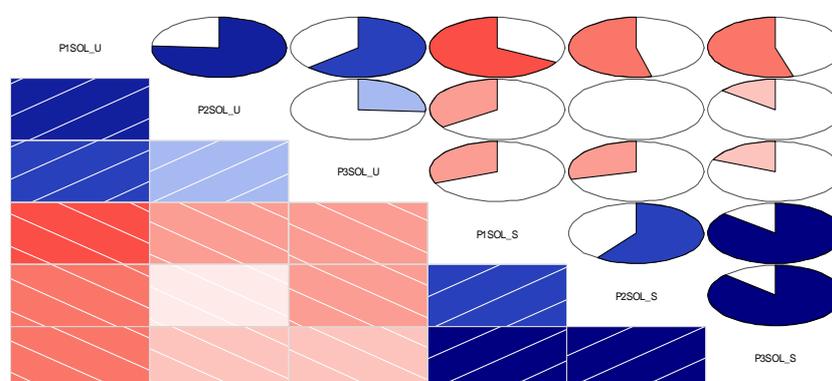


Figura 6 Gráfico da correlação entre as respostas dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a face sol

Nota: P1 – Provador 1; P2 – Provador 2; P3 – Provador 3; SOL_U- Frutos da Face Sol Processados por Via Úmida; SOL_S - Frutos da Face Sol Processados por Via Seca.

Tabela 4 Média das notas dada pelos provadores considerando o desdobramento da face sol em função do tipo de processamento pós-colheita para todas as cultivares

Cultivar	Provadores					
	Via Úmida			Via Seca		
	P1SOL_U	P2SOL_U	P3SOL_U	P1SOL_S	P2SOL_S	P3SOL_S
Paraíso	81,292	82,167	82,417	83,292	83,708	83,500
Catuaí V.	81,958	81,458	83,042	82,458	82,125	82,208
Bourbon A.	82,667	82,250	82,542	82,708	82,750	82,917
Topázio	81,292	81,917	81,292	83,000	82,583	82,542
Iapar59	82,625	82,375	82,250	81,542	82,583	81,917
Obatã	83,833	83,042	83,167	82,167	82,208	82,125

Ao manter fixada a face sombra, por meio dos resultados ilustrados na Figura 7 e tabela 5, observa-se, novamente, uma discriminação dos produtores entre os cafés produzidos na via úmida e seca, de modo que as notas finais apresentaram-se fortemente correlacionadas e positivas, uma vez que o ângulo no sentido horário é maior com coloração azul mais intensa, com destaque aos produtores P2 e P3.

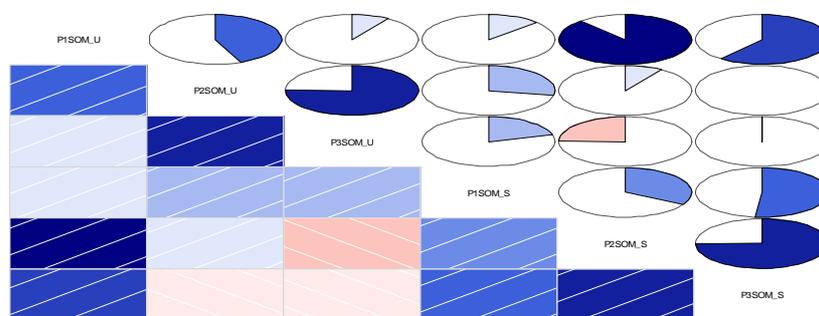


Figura 7 Gráfico da correlação entre as respostas dos produtores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a face sombra

Nota: P1 – Produtor 1; P2 – Produtor 2; P3 – Produtor 3; SOM_U- Frutos da Face Sombra Processados por Via Úmida; SOM_S - Frutos da Face Sombra Processados por Via Seca.

Tabela 5 Média das notas dada pelos considerando o desdobramento da face sombra em função do tipo de processamento pós-colheita para todas as cultivares

Cultivar	Provedores					
	Via Úmida			Via Seca		
	P1SOM_U	P2SOM_U	P3SOM_U	P1SOM_S	P2SOM_S	P3SOM_S
Paraíso	81,708	82,208	82,375	82,208	81,375	80,958
Catuaí V.	82,458	82,208	81,667	81,917	83,500	82,667
Bourbon A.	82,375	82,792	83,208	81,917	82,208	82,583
Topázio	82,083	81,542	81,875	81,458	82,458	82,208
Iapar59	82,083	82,417	82,333	81,125	81,333	79,750
Obatã	82,792	82,583	82,458	82,000	84,125	82,375

Os resultados ilustrados na Figura 8 e tabela 6 corroboram com a similaridade entre as pontuações finais, considerando os cafés avaliados na via seca. Observa-se que a correlação entre as respostas dos provadores é mais expressiva quando os cafés foram avaliados na condição de exposição face sol. Especificamente para a face sombra, as correlações são positivas, porém de menor intensidade.

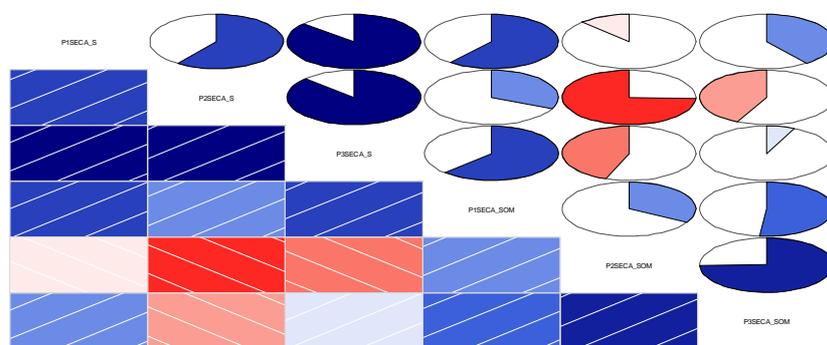


Figura 8 Gráfico da correlação entre as resposta dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a via seca

Nota: P1 – Provador 1; P2 – Provador 2; P3 – Provador 3; SECA_S- Frutos Processados por Via Úmida da Face Sol; SECA_SOM - Frutos Processados por Via Seca da Face Sombra.

Tabela 6 Média das notas dada pelos provadores considerando o desdobramento do processamento via seca em função das faces de exposição para todas as cultivares

Cultivar	Provadores					
	Face Sol			Face Sombra		
	P1SECA_S	P2SECA_S	P3SECA_S	P1SECA_SOM	P2SECA_SOM	P3SECA_SOM
Paraíso	83,292	83,708	83,500	82,208	81,375	80,958
Catuaí V.	82,458	82,125	82,208	81,917	83,500	82,667
Bourbon A.	82,708	82,750	82,917	81,917	82,208	82,583
Topázio	83,000	82,583	82,542	81,458	82,458	82,208
Iapar59	81,542	82,583	81,917	81,125	81,333	79,750
Obatã	82,167	82,208	82,125	82,000	84,125	82,375

Na situação em que os cafés foram submetidos à via úmida, em função da face sol e sombra, os resultados ilustrados na Figura 9 e tabela 7 evidenciam que, praticamente, em todas as situações as correlações foram positivas, diferindo apenas na intensidade. Tal fato sugere uma discordância entre aferição das pontuações para os cafés, demonstrando pouca perceptividade entre as diferenças entre as faces de exposição para o processamento via úmida.

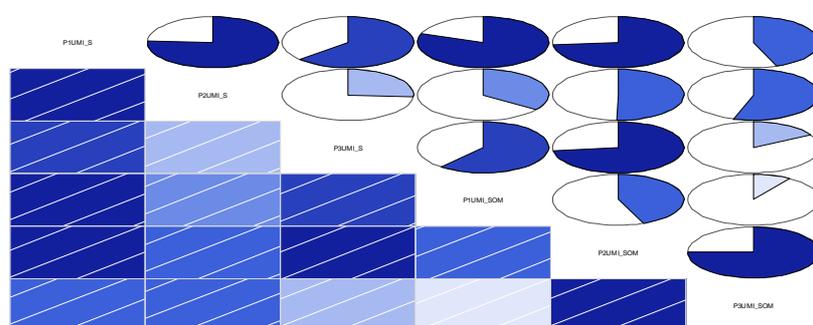


Figura 9 Gráfico da correlação entre as respostas dos provadores para a pontuação final em relação aos cafés avaliados fixada a via úmida

Nota: P1 – Provador 1; P2 – Provador 2; P3 – Provador 3; UMI_S- Frutos Processados por Via Úmida da Face Sol; UMI_SOM - Frutos Processados por Via Úmida da Face Sombra.

Tabela 7 Média das notas dada pelos provadores considerando o desdobramento do processamento via úmida em função das faces de exposição para todas as cultivares

Cultivar	Provadores					
	Face Sol			Face Sombra		
	P1UMI_S	P2UMI_S	P3UMI_S	P1UMI_SOM	P2UMI_SOM	P3UMI_SOM
Paraíso	81,292	82,167	82,417	81,708	82,208	82,375
Catuaí V.	81,958	81,458	83,042	82,458	82,208	81,667
Bourbon A.	82,667	82,250	82,542	82,375	82,792	83,208
Topázio	81,292	81,917	81,292	82,083	81,542	81,875
Iapar59	82,625	82,375	82,250	82,083	82,417	82,333
Obatã	83,833	83,042	83,167	82,792	82,583	82,458

Mediante a concordância sensorial entre os provadores, procedeu-se à execução das demais análises estatísticas. Os resultados na Tabela 8 correspondem aos coeficientes estimados para os dois primeiros componentes principais, utilizados na confecção dos gráficos biplots, para o ano de 2011 e 2012, considerando a matriz de correlação dos atributos sensoriais. Os coeficientes que apresentaram os mesmos valores em média das repetições, não foram incluídos na tabela. Os coeficientes que apresentaram a menor numeração para o primeiro e segundo componente principal referente ao ano de 2011, respectivamente, foram os atributos acidez e aroma. Para o primeiro e segundo componente principal, ao seguir a mesma linha de raciocínio para o ano de 2012, a uniformidade e o corpo tiveram os menores valores.

Tabela 8 Coeficientes estimados para os dois primeiros componentes principais utilizados na construção dos gráficos Biplots

Variável	Ano 2011		Ano 2012	
	PC1	PC2	PC1	PC2
Aroma	0,321	-0,486	0,326	0,400
Sabor	0,388	-0,059	0,388	0,083
Finalização	0,370	0,228	0,390	-0,216
Acidez	0,213	0,577	0,327	-0,098
Corpo	0,240	-0,459	0,193	-0,675
Balanço	0,359	0,392	0,387	-0,190
Uniformidade	-	-	0,051	-0,162
Xícara Limpa	-	-	-	-
Doçura	-	-	-	-
Impressão Global	0,400	-0,091	0,295	0,508
Pontuação Final	0,466	-0,049	0,455	0,035

Os resultados ilustrados nas Figuras 10 e 11 correspondem aos biplots construídos em função dos dois primeiros componentes principais obtidos em relação aos atributos sensoriais. Desta forma, considerando o ano de 2011, nota-se que a porcentagem de variabilidade restituída pelos dois primeiros componentes é de, aproximadamente, 72,8%, sendo explicada pelo primeiro componente com 57,2% e com 15,6% para o segundo componente principal. Dada esta qualidade de ajuste considerada adequada, pode-se afirmar, por meio dos valores dos ângulos entre os vetores, que a variável pontuação final é altamente correlacionada com sabor e impressão global. De forma análoga, nota-se a correlação entre aroma e corpo, balanço e finalização.

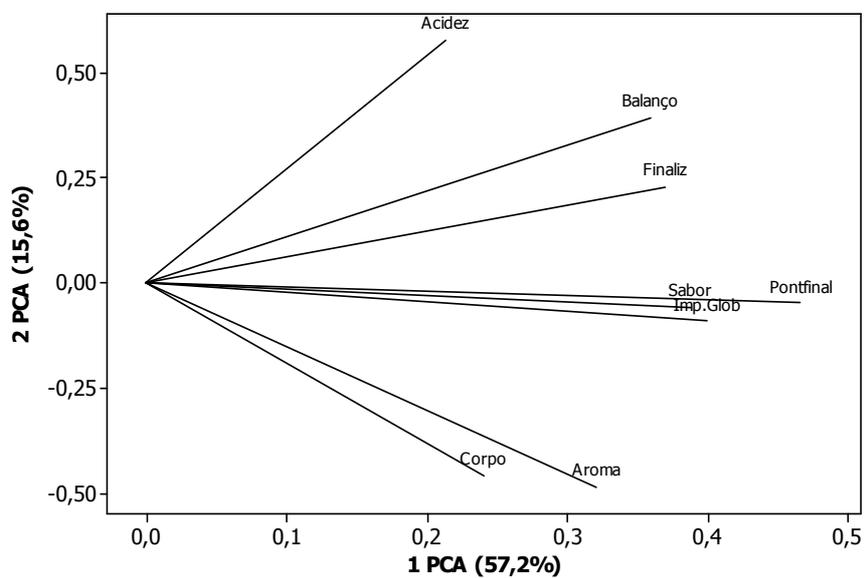


Figura 10 Biplots para os atributos sensoriais referentes ao ano 2011

No ano 2012 (Figura 11), a percentagem da variabilidade restituída pelos dois eixos, foi de, aproximadamente, em 66,8%. Seguindo a mesma interpretação dos biplots (Figura 5), é possível a detecção das variáveis que estão correlacionadas com a análise exploratória.

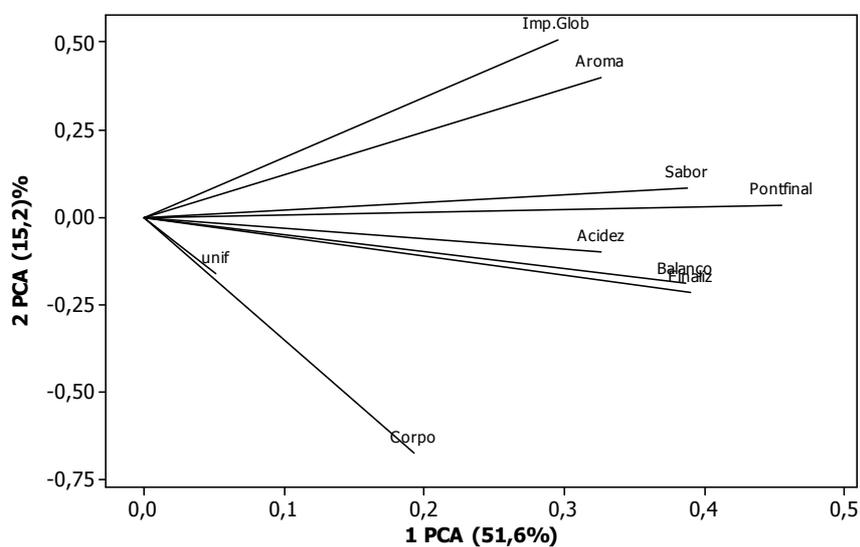


Figura 11 Biplots para os atributos sensoriais referentes ao ano 2012

Em função da análise de correlação dos atributos sensoriais, feita a cada ano (Figuras 10 e 11) com o propósito de avaliar o efeito dos fatores face de exposição e via de processamento para cada cultivar, optou-se pela verificação do efeito das variáveis: pontuação final, balanço, acidez e aroma/fragrância, uma vez que as demais variáveis são fortemente correlacionadas com algumas dessas variáveis, sendo consideradas, portanto, redundante utilizá-las na análise estatística. Frente ao exposto, procedeu-se à análise dos efeitos ilustrados nas Figuras 12, 13, 14 e 15.

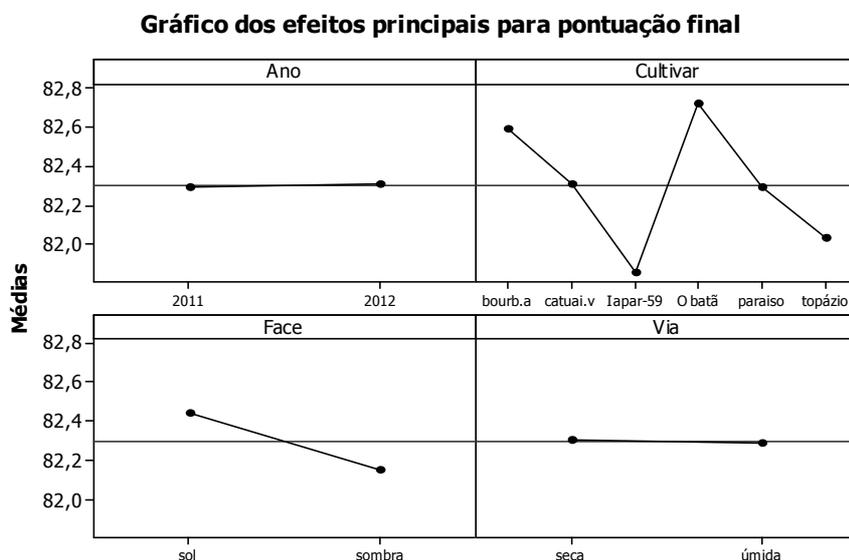


Figura 12 Gráfico dos efeitos principais para a variável pontuação final

Os resultados ilustrados na Figura 12 evidenciam que o efeito das faces de exposição foram similares em relação à média anual, ao abordar a variável pontuação final, fato este constatado pelas distâncias similares dos pontos em relação ao eixo central. Os resultados apresentados para variáveis via de processamento pós-colheita e média dos anos de 2011 e 2012 foram semelhantes, entre os intervalos médios de 82,2 e 82,4.

Contudo, nota-se que, para a média dos anos, o efeito de cultivar foi mais pronunciado para pontuação final com destaque para as cultivares Iapar-59 e Obatã. As cultivares Catuaí Vermelho e Paraíso apresentaram o mesmo comportamento, assim como as pontuações relatadas pelos provadores referentes aos genótipos Bourbon Amarelo e Topázio ao analisar intervalo ao alcance o eixo médio. Por se utilizar a análise de componentes principais (figuras 10 e 11), para correlação entre atributos, que o sabor teve a mesma similaridade, assim como o atributo impressão global. O sabor é decorrente da qualidade, intensidade e

complexidade de todos os atributos encontrados na bebida do café, consequentemente, influencia intensamente na nota dada pelo provador, sendo um dos requisitos de maior implicância na qualidade da bebida. Restrita a um perfil de subjetividade de preferência, a impressão global ou denominado geral, difere dos demais requisitos avaliados no café, por expressar a percepção pessoal do provador. Os atributos fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, balanço, uniformidade entre as xícaras, ausência de defeitos e doçura devem traduzir o real perfil.

A análise sensorial é algo determinante na descrição da qualidade e implica na satisfação de consumo (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2006). Ressalta-se que a qualidade dos cafés especiais está relacionada com as características intrínsecas dos grãos, representando o que os mesmos possuem em termos de compostos químicos, que, após a torração, irão proporcionar aroma, sabor, acidez, doçura e amargor à bebida (GIOMO; BORÉM, 2011).

De forma geral, foi possível agrupar comportamentos com certa paridade em relação ao eixo médio anual entre as cultivares Bourbon Amarelo, Catuaí Vermelho, Iapar 59 e Obatã, Paraíso, Topázio (figura 12). No mesmo contexto, incluem-se os efeitos principais para o atributo balanço (figura 13), ao observar os mesmos materiais genéticos houve uma simetria agrupada em relação à distância do eixo médio. As cultivares, Obatã e Iapar 59, Paraíso e Catuaí Vermelho, Topázio e Bourbon Amarelo apresentaram sutil similaridade em relação à distância do eixo médio em relação à média anual. O balanço na análise sensorial refere-se ao equilíbrio dos atributos, sendo de fundamental importância para a construção do conceito qualitativo e, consequentemente, do destino do café ao mercado consumidor. Agrupado ao balanço, segundo a análise exploratória (figuras 10 e 11), o atributo sensorial finalização é uma “ramificação” do sabor, vinculando-se às características residuais que o café deixa no aparelho gustativo dos provadores, após expelir a bebida. Os resultados, ao se observar os efeitos

principais referentes aos anos de 2011 e 2012, assim como para faces de exposições sol/sombra e recorrentes das diferentes vias de processamento pós-colheita foram parecidas, localizando-se entre as médias de 7,35 a 7,42.

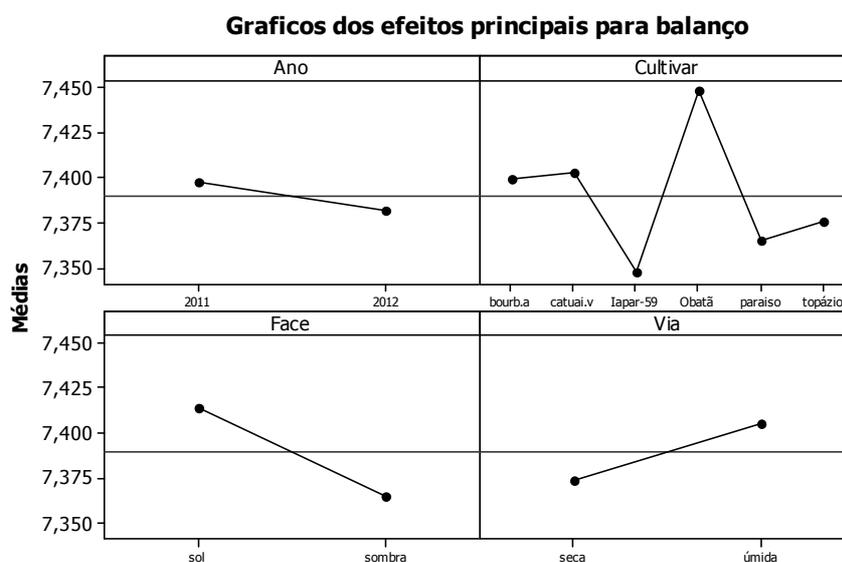


Figura 13 Gráfico dos efeitos principais para a variável balanço.

A acidez é frequentemente descrita como "brilhante" quanto às intensidades adequadas e/ou vinculadas o tipo de ácido predominante, ou descrita como "azedada", quando desfavorável. É importante ressaltar que a acidez contribui para a vivacidade de um café, com o aporte da percepção da doçura (SCAA, 2009). Nas figuras 14 e 15 estão expressos os efeitos principais para acidez e para o aroma/fragrância, respectivamente. Os efeitos de Vias úmida/seca e Face sol/sombra, também, foram similares em comparação ao ano, entretanto, as cultivares de maiores destaque foram Obatã e Bourbon amarelo, respectivamente. Ambos os atributos são essenciais, quando em qualidade e intensidade adequadas, para obtenção de cafés especiais. A acidez prazerosa da bebida do café pode

resultar junto aos demais atributos, em ágios diferenciados no momento da comercialização.

Possivelmente a altitude cultivo de 892 metros pode ter contribuído com a maior acidez para a cultivar Obatã em relação aos demais matérias genéticos. Os resultados observados nas análises sensoriais de cafés cultivados em diferentes altitudes no município de Patrocínio – MG demonstraram que a altitude aumentou a o perfil de acidez da bebida, o que contribui para qualidade do café (ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ - OIC, 1991).

Os cuidados adotados, durante o processo de produção dos frutos, preservam a integridade da parede celular dos grãos, resultando em uma distribuição dos corpos lipídicos de forma globular no interior dos protoplastos (GOU-LART et al., 2007). A figura 16 contém fotografias de seções transversais de grãos selecionados da face sol processados por via seca, demonstrando a integridade celular juntamente com os corpos lipídicos. A adequada compartimentalização é fator importante na prevenção de ocorrência de hidrólises ou oxidações indesejáveis.

A preservação da integridade destas estruturas é importante, pois os óleos, além de retentores de componentes aromáticos, atuam juntamente com outros compostos na formação e percepção do corpo da bebida (ILLY; VIANI, 2005; SCAA, 2009).

A cultivar Iapar 59 apresentou os índices equidistantes em relação ao eixo mais estável, para todas as médias analisadas, constatados pelas figuras 12, 13, 14 e 15.

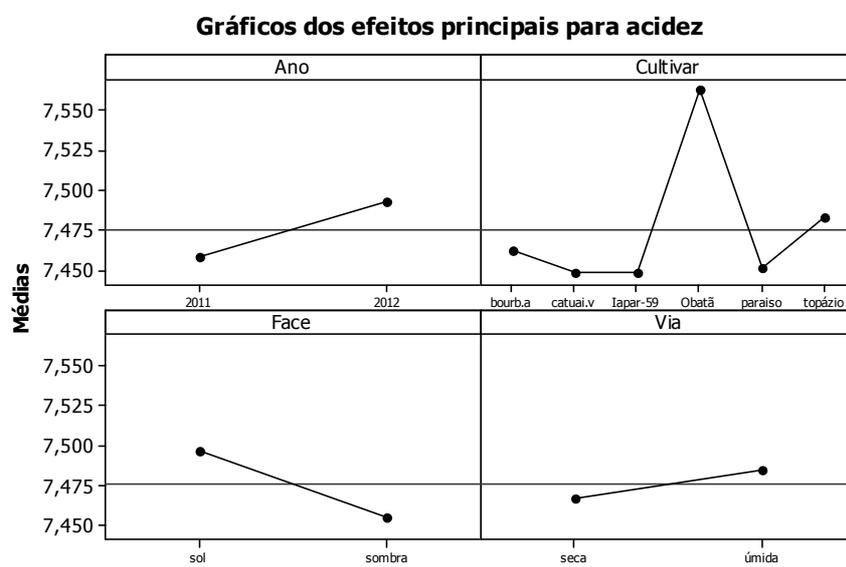


Figura 14 Gráfico dos efeitos principais para a variável acidez

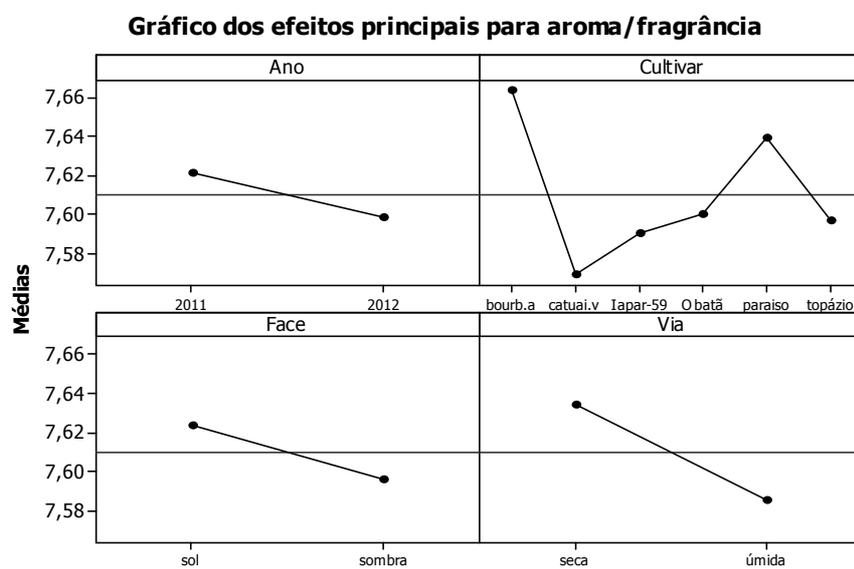


Figura 15 Gráfico dos efeitos principais para a variável aroma/fragrância

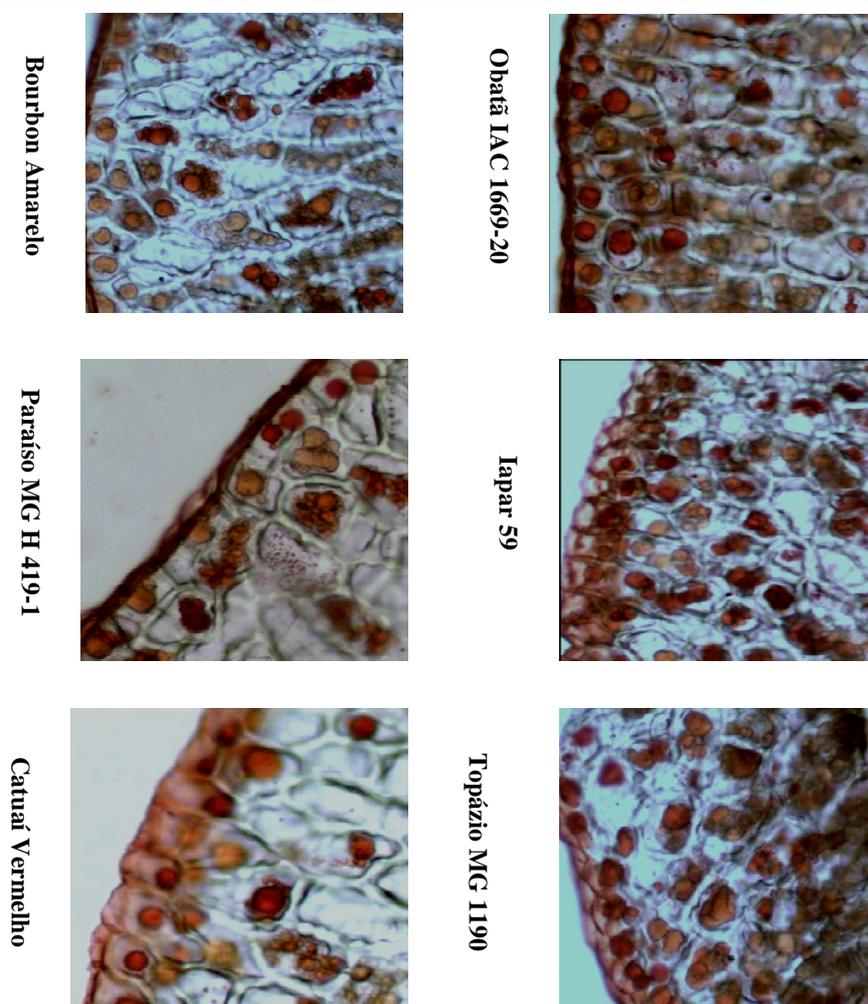


Figura 16 Seções de grãos de cafés das diferentes cultivares estudadas (selecionados grãos da Face Sol das Plantas pelo processamento Via Seca), coradas com Sudan IV para lipídeos

Diante do Biplot com escalonamento multidimensional (Figura 17) e das coordenadas principais, observadas na tabela 9, é possível agrupar aos diferentes atributos sensoriais e pontuações finais representados por variáveis dependentes,

o comportamento das cultivares por pontos, mediante a representatividade dos valores médios. Todas as cultivares em estudo apresentaram potencial para produção de cafés especiais, visto que a pontuação final dada pelos provadores segundo o protocolo da Specialty Coffee Association of America, foi acima de 80 pontos. A cultivar Iapar 59 apresentou, pela média dos tratamentos, a pontuação final mais baixa em relação aos demais materiais genéticos, entre 81,8 e 82 pontos. Pela média dos tratamentos, em função da cultivar, as pontuações finais, dadas pelos provadores, mais elevadas foi para cultivar Obatã. Com notas intermediárias e crescentes, as cultivares Topázio, Paraíso, Catuaí Vermelho e Bourbon Amarelo foram pontuados entre os intervalos de 82 e 82,6, que, de acordo com Lingle (2011), segundo o protocolo SCAA, os cafés são tidos como especiais. Isso demonstra que todas as cultivares estudadas apresentam potencial para produção de cafés diferenciados. Ressalta-se que o local de cultivo é um fator muito importante, para produzir cafés de alta qualidade, mas que a qualidade começa por uma boa gestão (ALPIZAR; BERTRAND, 2004) e técnicas adequadas no processo de produção de acordo com cada região. A acidez mais elevada é observada na bebida obtida pela cultivar Obatã, assim como para o atributo balanço. Nota-se que os atributos com as notas medianas mais próximas foram para o Catuaí Vermelho, material genético amplamente cultivado no Brasil.

O Bourbon amarelo apresentou as maiores notas de atributo fragrância/aroma e as menores foram constatadas para a cultivar Iapar 59, ao analisar a média de todos os tratamentos para o mesmo genótipo. Durante a torração do café, múltiplos compostos voláteis e não voláteis são formados considerando compostos presentes no grão cru, essenciais para qualidade da bebida (FELDMAN; RYDER; KUNG, 1969).

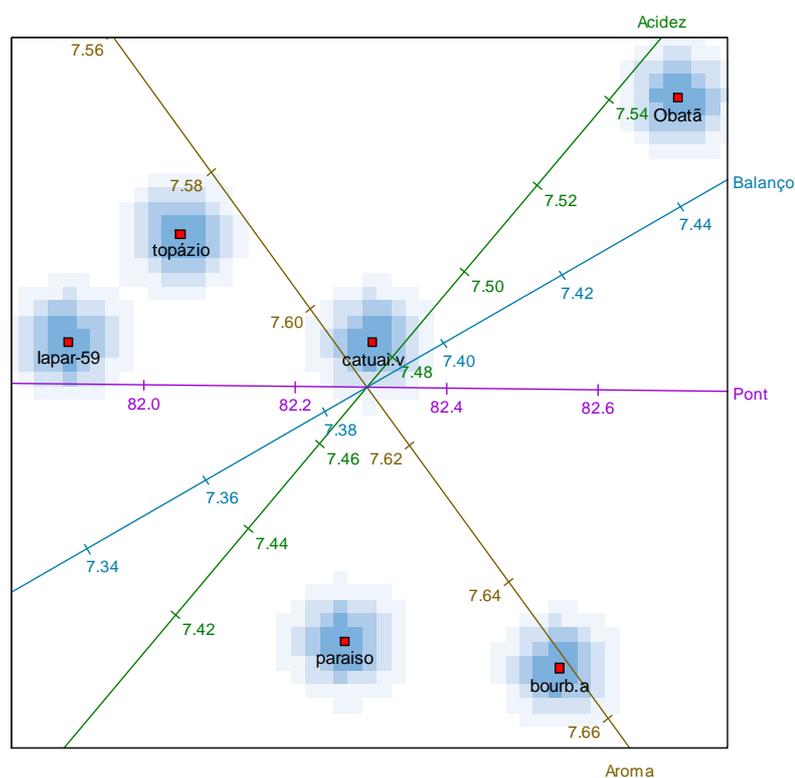


Figura 17 Biplot com escalonamento multidimensional para as cultivares em função dos atributos sensoriais

Tabela 9 Coordenadas principais utilizadas na distribuição das cultivares apresentadas na figura 17

Cultivares	Dimension 1	Dimension 2
Bourbon Amarelo	0.84622835	-1.2426070
Catuaí Vermelho	0.02377185	0.2006626
Iapar-59	-1.31586635	0.2018338
Obatã	1.36683065	1.2851830
Paraíso	-0.10026398	-1.1236981
Topázio	-0.82070052	0.6786257

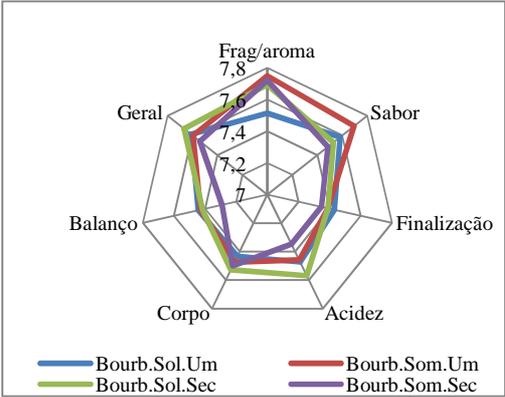
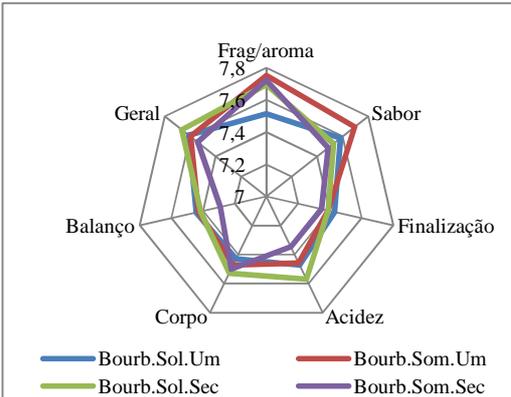
Na tabela 10 encontram-se os diferentes atributos sensoriais descritos pelos provadores, para cada tratamento, assim como as médias das notas dos anos de 2011 e 2012 para os atributos fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, balanço e geral, sendo estes obtidos por notas fracionadas de 0,25 com base numérica mínima de “6” pontos pelo protocolo da SCAA. Embora as pontuações apresentem proximidades, as variáveis isoladas entre os atributos podem contribuir para distinção dos diferentes perfis de cafés existentes no mercado.

Ao verificar um dos primeiros atributos avaliados pelos provadores, a fragrância/aroma, observa-se que a maioria das cultivares distinguiram-se com pontuação um pouco mais elevada quando analisadas a face sol das plantas e submetidas ao processamento via seca. Aos materiais genéticos de frutos amarelos que apresentaram de forma em comum às notas de acidez, corpo e geral mais elevadas. O atributo chocolate, foi constatado em todos os tratamentos com distinções na intensidade. A cultivar Topázio, independente da face de exposição, apresentou características sensoriais exóticas, quando submetidas ao processamento via seca, com atributos de chocolate, frutas vermelhas, frutas amarelas, baunilha e canela. Destaca-se que o atributo herbáceo foi percebido para todos os tratamentos aplicados para cultivar Iapar- 59, assim como a percepção sensorial de Baunilha para o Bourbon Amarelo. De acordo com Figueiredo (2010), a qualidade do café depende da adaptação e da expressão de cada cultivar sobre o ambiente de cultivo e a interação de diferentes atributos pode resultar em cafés com características sensoriais distintas.

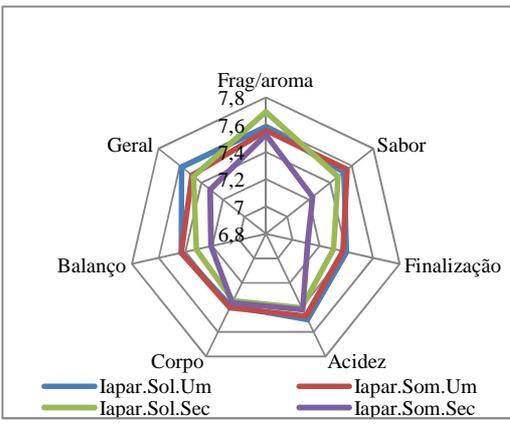
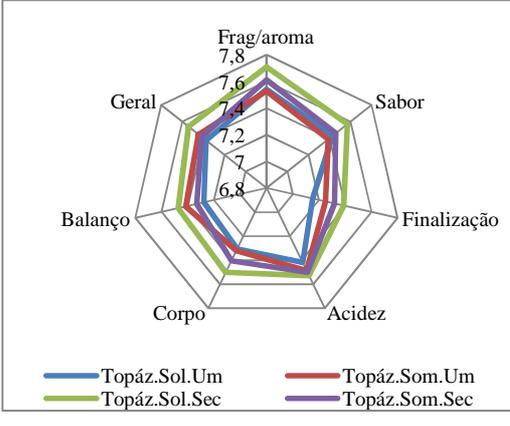
Os efeitos da exposição, inclinação, altitude e rendimento de dois *Terroirs* da Costa Rica, os cafés de Orosi foram caracterizados por sabores florais, com a intensidade percebida, de acordo com a exposição de inclinação das plantas em relação à luz solar, enquanto os cafés de Santa Maria de Dota exibiam um

sabor chocolate que foi mais marcante em altitudes mais elevadas (AVELINO et al., 2005).

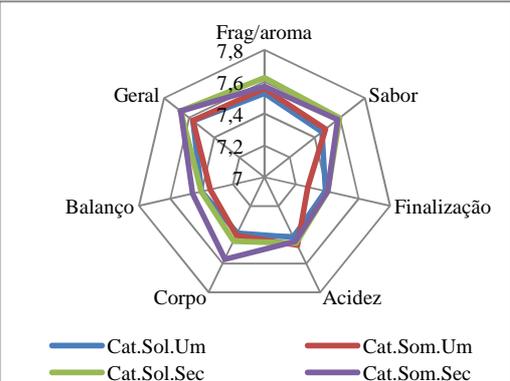
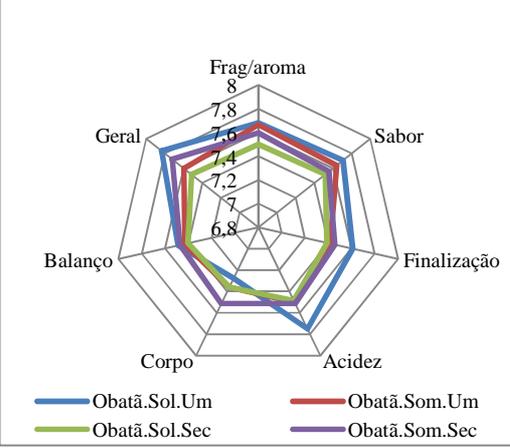
Tabela 10 Atributos sensoriais observados pelos provedores para cada tratamento

Cultivar	Face de exposição	Processamento Pós-colheita	Atributos Sensoriais 2011 e 2012	Média das notas obtidas nos anos de 2011 e 2012 dos atributos Fragrância/aroma, Sabor, Finalização, Acidez, Corpo, Balanço e Geral (Impressão Global), dados pelos provedores nos diferentes tratamentos.
Borboun Amarelo	Sol	Seca	Chocolate, frutado, baunilha.	
		Úmida	Chocolate intenso, frutado, baunilha.	
	Sombra	Seca	Chocolate, baunilha, frutado suave, Chocolate suave, frutado, baunilha, erva doce.	
		Úmida	Chocolate suave, frutado, baunilha, erva doce.	
Paraiso MG H 419-1	Sol	Seca	Chocolate intenso, tabaco, maracujá, cítrico.	
		Úmida	Chocolate suave, frutas vermelhas, amanteigado	
	Sombra	Seca	Chocolate intenso, especiarias,	
		Úmida	Chocolate suave	

“Tabela 10, continuação”

Cultivar	Face de exposição	Processamento Pós-colheita	Atributos Sensoriais 2011 e 2012	Média das notas obtidas nos anos de 2011 e 2012 dos atributos Fragrância/aroma, Sabor, Finalização, Acidez, Corpo, Balanço e Geral (Impressão Global), dados pelos provedores nos diferentes tratamentos.
Iapar 59	Sol	Seca	Chocolate suave, herbáceo.	
		Úmida	Chocolate suave, frutado suave, herbáceo.	
	Sombra	Seca	Chocolate suave, herbáceo.	
		Úmida	Chocolate suave, caramelo, herbáceo.	
Topázio MG 1190	Sol	Seca	Chocolate intenso, frutas vermelhas, especiarias	
		Úmida	Chocolate suave.	
	Sombra	Seca	Chocolate intenso, toque de frutas amarelas, baunilha.	
		Úmida	Chocolate suave.	

“Tabela 10, conclusão”

Cultivar	Face de exposição	Processamento Pós-colheita	Atributos Sensoriais 2011 e 2012	Média das notas obtidas nos anos de 2011 e 2012 dos atributos Fragrância/aroma, Sabor, Finalização, Acidez, Corpo, Balanço e Geral (Impressão Global), dados pelos provedores nos diferentes tratamentos.
Catuá Vermelho 144	Sol	Seca	Chocolate suave, frutas vermelhas.	
		Úmida	Chocolate ao leite, leve frutado, amanteigado.	
	Sombra	Seca	Chocolate, frutas vermelhas e toque de uva.	
		Úmida	Chocolate e frutado suave.	
Obatã IAC 1669-20	Sol	Seca	Chocolate intenso, frutado, acidez picante.	
		Úmida	Chocolate intenso, frutado, cítrico picante, especiarias.	
	Sombra	Seca	Chocolate intenso, cítrico, caramelo.	
		Úmida	Chocolate intenso, cítrico, frutado suave.	

Destaca-se que o perfil sensorial do café Obatã face sol via úmida apresentou a acidez, finalização e nota geral (tabela 9), com notas mais elevadas, em relação aos demais tratamentos para o mesmo material genético. Isso contribuiu

para condição acima de 83 pontos na nota final (Figura 18), ao relatar os anos de avaliação. Observa-se um forte contraste de pontuação entre os anos 2011 e 2012 para os tratamentos Paraíso face sombra via seca e Iapar 59 face sol via seca. Ao comparar os anos de 2011 e 2012 para a mesma cultivar, independente dos tratamentos, cafés obtidos pelo material genético Bourbon Amarelo obteve as melhores notas nas análises sensoriais para o ano de 2011 e para o ano de 2012, a cultivar Iapar 59 e Topázio tiveram melhor destaque.

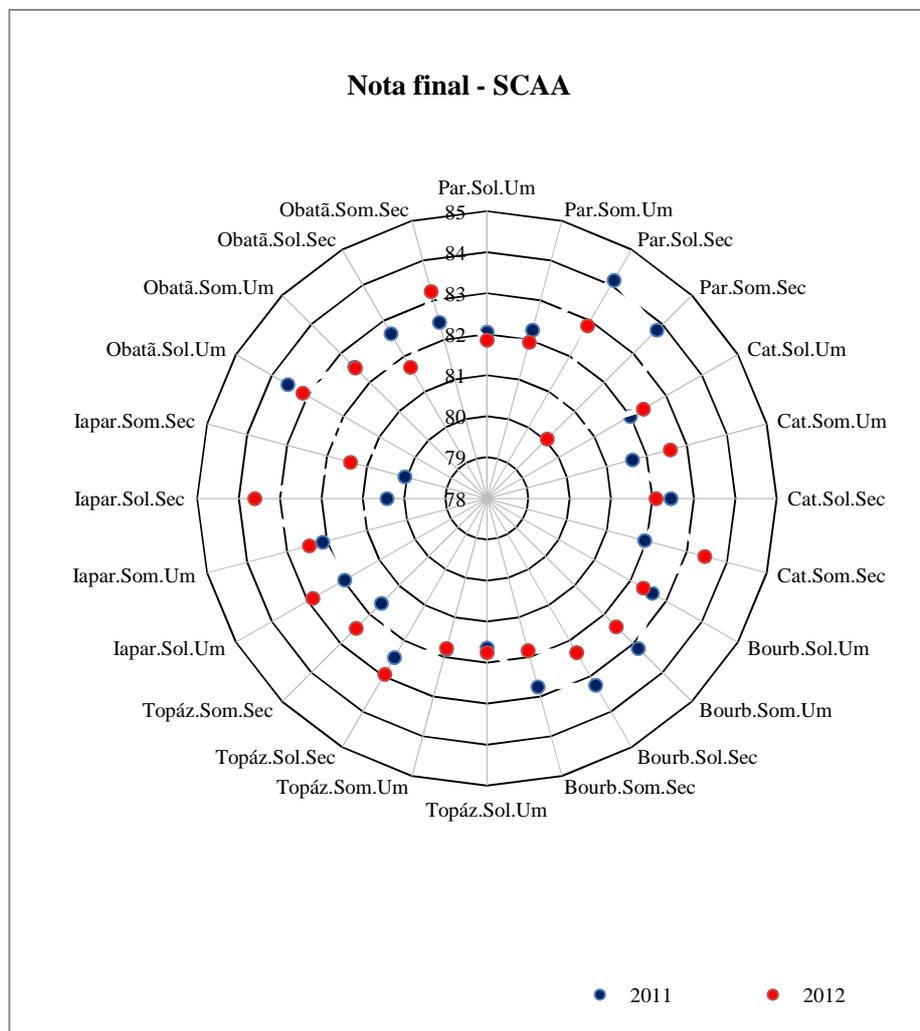


Figura 18 Média das notas finais dos anos de 2011 e 2012 dada pelos provadores, referente aos diferentes tratamentos

Nota: Par- Paraíso MG H 419-1; Cat- Catuaí Vermelho 144; Bourb-Bourbon Amarelo; Topáz- Topázio MG 1190; Iapar-Iapar 59; Obatã- Obatã IAC 1669-20; Sol-Sol; Som- Sombra; Um-Via Úmida; Sec- Via Seca.

5 CONCLUSÕES

A concordância entre as pontuações finais dos provadores foi mais perceptível ao fixar a face sol em relação aos processamentos pós-colheita.

Ao fixar a via úmida de processamento constatou-se alta correlação em relação às pontuações finais dos provadores entre as faces de exposição sol e sombra, demonstrando pouca distinção sensorial entre os cafés de cada face.

Os efeitos principais para pontuação final e atributo balanço foram mais expressivos para as cultivares Iapar-59 e Obatã.

Os atributos acidez e aroma/fragância foram mais pronunciados para as cultivares Obatã e Bourbon Amarelo, respectivamente.

Todas as cultivares apresentaram potencial para produção de cafés especiais com notas acima de 81 pontos pelo protocolo da SCAA, com particularidades diferenciadas entre os atributos no contexto qualidade, intensidade e exotividade.

A cultivar Topázio apresentou características sensoriais exóticas, quando submetida ao processamento via seca, independente da face de exposição, com atributos de chocolate, frutas vermelhas, frutas amarelas, baunilha e canela.

O atributo herbáceo foi percebido para todos os tratamentos aplicados para cultivar Iapar- 59, assim como a percepção sensorial de Baunilha para o Bourbon Amarelo.

Todos os tratamentos apresentaram o atributo chocolate, com distinções na intensidade, algo marcante na região de cultivo.

Os cafés dos materiais genéticos Bourbon Amarelo, Paraíso MG H 419 e Topázio MG 1190, na face sol das plantas e submetidos ao processamento via seca apresentaram em comum as notas de acidez, corpo e geral mais elevadas.

REFERÊNCIAS

- ALPIZAR, E.; BERTRAND, B. Incidence of elevation chemical composition and beverage quality of coffee in Central America. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Resumes...** Bangalore: ASIC, 2004. 1 CD-ROM.
- ALVES, H. M. R. et al. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, p. 18-29, abr. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Guia da qualidade dos cafés do Brasil: safra 2009**. Rio de Janeiro, 2009. 111 p.
- AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, San José, v. 85, p. 1869-1876, Jan. 2005.
- AXEL, R. A lógica molecular do olfato. In: _____. **Ciência na cozinha 2: corpo, máquina de comer**. 2. ed. São Paulo: Scientific American Brasil, 2009. p. 54-60.
- BERTRAND, B. et al. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, n. 9, p. 1239-1248, June 2006.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. 631 p.
- BORG, I.; GROENEN, P. **Modern multidimensional scaling: theory and applications**. New York: Springer, 2005. 614 p. (Series in Statistics).
- BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **O que são cafés especiais?** Disponível em: <<http://bsca.com.br/cafes-especiais.php>>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- BYTOF, G. et al. Influence of processing on the generation of g-aminobutyric acid in green coffee beans. **European Food Research and Technology**, Heidelberg, v. 220, n. 3, p. 245-251, 2005.

BYTOF, G. et al. Transient occurrence of seed germination processes during coffee post-harvest treatment. **Oxford Journals: Annals of Botany**, Braunschweig, v. 100, n. 1, p. 61-66, Feb. 2007.

CARVALHO, C. H. S. de et al. Cultivares de café: origem, característica e recomendações: cultivares de café arábica de porte alto. In: _____. **Cultivares de café origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008a. p. 227-252.

CARVALHO, C. H. S. de et al. Cultivares de café: origem, característica e recomendações: cultivares de café arábica de porte baixo. In: _____. **Cultivares de café origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008b. p. 157-226.

CARVALHO, G. R. et al. Melhoramento genético do café visando a qualidade de bebida. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 30-38, mar./abr. 2011.

COFFEE QUALITY INSTITUTE. **About CQI**. Disponível em: <<http://www.coffeeinstitute.org/about-cqi/overview-and-history>>. Acesso em: 12 out. 2012.

CUSTÓDIO, A. A. de P. et al. Intensidade da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro quanto à face de exposição das plantas. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 214-228, Sept. 2010.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 152, n. 4, p. 465-512, Dec. 2006.

DECAZY, F. et al. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 7, p. 2356-2361, 2003.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R. M.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimento. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 85-109.

EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G. de; SEDIYAMA, G. C. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no

Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 445-452, mar. 2002.

EXPOCACCER. **Cafés**. Disponível em:
<<http://www.expocaccer.com.br/cafes.html>>. Acesso em: 9 jul. 2012.

FAGAN, E. B. et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea sp*) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729-738, set./out. 2011.

FEIJÓ, M. A. C. **Estudio del café especial ecuatoriano**. 2010. 65 f. Disertación (Master Internacional en Nutrición Dietética) - Fundación Universitaria Iberoamericana, Quito, 2010.

FELDMAN, J. R.; RYDER, W. S.; KUNG, T. Importance of nonvolatile compounds to the flavor of coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 17, n. 4, p. 733, 1969.

FIGUEIREDO, L. P. **Abordagem sensorial e química da expressão de genótipos de bourbon em diferentes ambientes**. 2013. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FIGUEIREDO, L. P. **Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro bourbon de diferentes origens geográficas**. 2010. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GEROMEL, C. et al. Effects of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 46, n. 5/6, p. 569-579, Mar. 2008.

GIOMO, S. G.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 7-16, mar./abr. 2011.

GOULART, P. de F. P. et al. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 662-666, maio/jun. 2007.

GOWER, J. C.; HAND, D. J. **Biplots**. London: Chapman & Hall, 1996. 277 p.

GUERREIRO FILHO, O. et al. Origem e classificação botânica do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 27-34.

HOWELL, G. SCAA universal cupping form & how to use it. In: ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION "PEAK OF PERFECTION": PRESENTATION HANDOUTS, 10., 1988, Denver. **Proceedings...** Denver: ACEPP, 1998. 1 CD-ROM.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Green coffee**: determination of loss mass at 105°C, ISO 6673. Geneva, 1999. 12 p.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee**: the chemistry of quality. London: Academic, 1995. 253 p.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee**: the science of quality. London: Academic, 2005. 398 p.

ILLY, E. A. A saborosa complexidade do café. **Scientific American**, New York, v. 286, n. 6, p. 48-53, June 2002.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry**. San Francisco: Freeman, 1962. 408 p.

JOËT, T. et al. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**, London, v. 118, n. 3, p. 693-701, May 2009.

LAVIOLA, B. G. et al. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, nov. 2007.

LELOUP, V. et al. Coffee. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. 1 CD-ROM.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 3rd ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2001. 47 p.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 4th ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011. 60 p.

MALTA, M. R. Processamento e qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 66-75, mar./abr. 2011.

MANFUGÁS, J. E. **Evaluación sensorial de los alimentos**. Ciudad de La Habana: Universitária, 2007. 116 p.

MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 413-419, mar./abr. 2007.

MICHAEL, F. Corrgrams: exploratory displays for correlation matrices. **The American Statistician**, Washington, v. 56, n. 1, p. 316-324, Aug. 2002.

MONTEGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 3rd ed. New York: J. Wiley, 1997. 284 p.

MOUNTAIN CITY COFFEE ROASTERS. **Brewing**: the American standard. Disponível em: <<http://www.mountaincity.com/brewing-1.html>>. Acesso em: 18 dez. 2012.

NATIONAL COFFEE ASSOCIATION. **All about coffee**. Disponível em: <<http://www.ncausa.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=75>>. Acesso em: 13 nov. 2011.

NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Evaluation of sensory attributes of coffee brews from robusta coffee roasted under different conditions. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 224, n. 2, p. 159-165, Feb. 2006.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **Estudios de investigación de evaluación sensorial sobre la calidad del café cultivado em la región de Patrocínio em el Estado de Minas Gerais em Brasil**: reporte de evolución sensorial. London, 1991. 28 p.

ORTEGA, A. C. Café do cerrado: certificação de origem e desenvolvimento territorial rural. In: COLÓQUIO IBÉRICO DE ESTUDOS RURAIS: CULTURA, INOVAÇÃO E TERRITÓRIO, 7., 2008, Coimbra. **Anais...** Coimbra: CIER, 2008. p. 1-17.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

SANTOS, M. de O. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos cafeeiros cultivados em um gradiente de altitude na Serra da Mantiqueira.** 2013. 78 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SELMAR, D.; BYTOF, G.; KNOPP, S. E. New aspects of coffee processing: the relation between seed germination and coffee quality. In: DIX-NEUVIÈME COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 10., 2001, Paris. **Proceedings...** Paris: ASIC, 2001. 1 CD-ROM.

SILVA, R. F. da et al. Qualidade do café-cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1367-1375, dez. 2004.

SMITH, D. V.; MARGOLSKEE, R. F. Os segredos do sabor. In: _____. **Ciência na cozinha 2: corpo, máquina de comer.** 2. ed. São Paulo: Scientific American Brasil, 2009. p. 20-28.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **Backgrounder:** what's special about specialty coffee? Long Beach, 2008. Disponível em: <http://www.javadavescoffee.com/PDF_Documents/Press-What-is-Specialty-Coffee.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2012.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICAN. **History.** Long Beach, 2012. Disponível em: <<http://www.scaa.org/?page=history>>. Acesso em: 11 out. 2012.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICAN. **Protocols:** cupping specialty coffee. Long Beach, 2009. 7 p.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** 3rd ed. Davis: Elsevier Academic, 2004. 377 p. (Food Science and Technology, International Series).

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of Science and Food Agriculture**, Easton, v. 86, n. 2, p. 197-204, Jan. 2006.

VAAST, P. et al. Shade: a key factor for coffee sustainability and quality. In: ASSOCIATION FOR SCIENCE AND INFORMATION ON COFFEE

CONFERENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. p. 887-896.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 14., 1998, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 219-274.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E. M. M. Q. **Projeto diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e qualidade superior do Estado de Minas Gerais.** São Paulo: PENSA/SEBRAE, 2001. 158 p.