



FLÁVIA OLIVEIRA BASTOS ANTUNES BARBOSA

**POTENCIAL PARA EXPRESSO DE CAFÉS
ESPECIAIS DO SUL DE MINAS: AVALIAÇÃO
FÍSICA, QUÍMICA E SENSORIAL**

LAVRAS - MG

2013

FLÁVIA OLIVEIRA BASTOS ANTUNES BARBOSA

**POTENCIAL PARA EXPRESSO DE CAFÉS ESPECIAIS DO SUL DE
MINAS: AVALIAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E SENSORIAL**

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

Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

Coorientadores

Dr. Leandro Carlos Paiva

Dr. Eric Batista Ferreira

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Barbosa, Flávia Oliveira Bastos Antunes.

Potencial para expresso de cafés especiais do Sul de Minas :
avaliação física, química e sensorial / Flávia Oliveira Bastos
Antunes Barbosa. – Lavras: UFLA, 2013.

105 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Rosemary Gualberto F. A. Pereira.

Bibliografia.

1. Qualidade. 2. Certifica Minas Café. 3. Análise multivariada. 4.
Café expresso. 5. Análise. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 663.93028

FLÁVIA OLIVEIRA BASTOS ANTUNES BARBOSA

**POTENCIAL PARA EXPRESSO DE CAFÉS ESPECIAIS DO SUL DE
MINAS: AVALIAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E SENSORIAL**

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 28 de fevereiro de 2013.

Dr. Eric Batista Ferreira

UNIFAL

Dr. Leandro Carlos Paiva

IFSULDEMINAS – Campus
Machado

Dra. Heloisa Helena de Siqueira Elias

UFLA

Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

Orientadora

LAVRAS - MG

2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho, me dando força, saúde e sabedoria nos momentos difíceis.

Ao André, por ser o maior incentivador para realização desta conquista, agradeço o amor e companheirismo durante esta etapa de minha vida.

Aos meus pais, pelo exemplo de vida, incentivo e dedicação.

Ao meu querido irmão, Rafael.

Ao meu avô, Dr. José de Oliveira Filho (*in memoriam*), o exemplo de dedicação e estudo, sempre me apoiando e acompanhando, quando possível, nas idas a Lavras, que ele tanto gostava.

À professora Dra. Rosemary Gualberto F. A. Pereira, pela oportunidade de realizar este trabalho e pelos ensinamentos ao longo desta trajetória.

Ao professor Dr. Leandro Carlos Paiva, por me acolher no início do mestrado e pela assistência durante todo o projeto.

Ao professor Dr. Eric Ferreira Paiva, por estar sempre disposto a me ajudar nas análises estatísticas e esclarecer todas as minhas dúvidas.

À pesquisadora Heloisa Helena de Siqueira, pela participação na banca examinadora e pelo auxílio nas análises químicas.

Aos colegas da UFLA, pela amizade e ajuda, em especial a Emanuelle, Katiany, Bruno, Gislaine, Thaís, Fernanda, Maísa e Cristina!

À Camila pela amizade e prestatividade na reta final do mestrado!

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho!

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O café é uma das bebidas mais consumidas em todo o mundo. Com isso há uma preocupação crescente com a qualidade. A preparação de um café expresso exige matéria-prima de qualidade, pois sua extração é realizada com alta pressão e temperatura, extraindo-se as substâncias presentes nos grãos. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o potencial de cafés especiais para a produção de expresso. Foram utilizadas 21 amostras de cafés (*Coffea arabica* L.), certificadas pelo Programa Certifica Minas Café, com pontuação na análise sensorial de 80 a 90 pontos, obtidas pelos processamentos via seca (natural) e via úmida (cereja descascado, cereja desmucilado e cereja despulpado – CDs) - safra 2011/2012 da região Sul de Minas. O processamento obtido de cada amostra não influenciou na qualidade sensorial dos expressos. O atributo corpo se mostrou altamente correlacionado ao atributo doçura, e os atributos acidez e sabor também foram correlacionados ao atributo cor de crema dos expressos. Os cafés que apresentaram melhores pontuações nos atributos sensoriais analisados resultaram em melhores bebidas de expresso.

Palavras-chave: Cafés especiais. Cafés expressos. Qualidade. Análise Multivariada.

ABSTRACT

Coffee is one of the beverages most consumed all over the world. Due to that, there is a growing concern about its quality. The preparation of an espresso coffee requires high quality raw matter, for its extraction is accomplished with high pressure and temperature, extracting substances present in the beans. The present work was carried out with the purpose of verifying the potential of specialty coffees for espresso coffee production. Twenty samples of coffees (*Coffea arabica* L.), certified by the Programa Certifica Minas Café, with scores of sensorial analyses of 80 to 90 points, obtained by the dry via (natural) and moist via (peeled cherry coffee, desmucilated cherry coffee and depulped cherry coffee – CDs) processes - 2011/2012 crop of the region South of Minas, were utilized. The procedure obtained from each sample did not influence the sensorial quality of the espresso coffee. The attribute body proved highly correlated with the attribute sweetness and the attributes acidity and flavor were also correlated with the crema (foam) color of the espressos. The coffees which presented the best scorings in the surveyed sensorial attributes resulted into best espresso beverages.

Keywords: Specialty coffees. Espresso coffees. Quality. Multivariate analysis.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1(a)	Espaço das variáveis, demonstrando as correlações entre as variáveis sensoriais e os dois primeiros componentes principais, das categoriais (natural e CDs) dos cafés 81
Figura 1(b)	Espaço das amostras de cafés, destacando-se as categorias natural (nt) e CDs (cd) 82
Figura 2 (a)	Espaço das variáveis, demonstrando as correlações entre as variáveis sensoriais e os dois primeiros componentes principais, das categoriais (natural e CDs) dos cafés expressos.. 90
Figura 3(a)	Dispersão gráfica dos atributos dos cafés e cafés expressos, em relação à primeira (Dimensão1) e à segunda (Dimensão2) variável canônica, com base aos seus atributos sensoriais..... 95
Figura 3(b)	Dispersão gráfica das amostras dos cafés em relação à primeira (U1) e à segunda (V1) variável canônica, com base aos seus atributos sensoriais 97

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 2

ANEXOS

Gráfico 1	Perfil de torra das amostras de processamento via seca, com torração média	104
Gráfico 2	Perfil de torra das amostras de processamento via úmida, com torração média	105

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Valores médios das notas dos atributos sensoriais e dos teores de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e açúcares totais, em função do tipo de processamento dos cafés.....	76
Tabela 2	Correlações (coeficiente de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais dos cafés e os dois primeiros componentes principais.....	84
Tabela 3	Valores médios das notas dos atributos sensoriais e das análises físicas de tempo de consistência, tempo de persistência e volume da crema, em função do tipo de processamento dos cafés expressos.....	85
Tabela 4	Correlações (coeficiente de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais dos cafés expressos e os dois primeiros componentes principais.	93
Tabela 5	Correlações canônicas: correlação entre as variáveis canônicas.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIC	Associação Brasileira da Indústria do Café
ACP	Análise de componentes principais
CDs	Café cereja descascado, despolpado e desmucilado
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMATER-MG	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
NT	Café natural
PC	Componente principal
SCAA	Specialty Coffee Association of America
SEAPA	Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	13
1	INTRODUÇÃO GERAL	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	O café, sua produção e consumo	17
2.2	Qualidade do café	18
2.3	Classificação do café	21
2.4	Principal região produtora de café - Sul de Minas	24
2.5	Certifica Minas Café	25
2.6	Concurso Estadual de Qualidade dos Cafés de Minas Gerais	28
2.7	Processo de torração	30
2.7.1	Mudanças físicas	33
2.7.2	Mudanças químicas	34
2.8	Cafés especiais	38
2.9	Análise sensorial do café	39
2.10	Café expresso	43
2.11	Análises de componentes principais e correlação canônica relacionadas com a qualidade do café	48
	REFERÊNCIAS	51
	CAPÍTULO 2 Potencial para expresso de cafés especiais processados por via úmida e via seca da região Sul de Minas	60
1	INTRODUÇÃO	63
2	MATERIAL E MÉTODOS	67
2.1	Amostras de café	67
2.2	Classificação das amostras	67
2.3	Torração do expresso	68
2.4	Análises químicas	69
2.4.1	Açúcares totais	69
2.4.2	Acidez titulável	69
2.4.3	pH	70
2.4.4	Sólidos solúveis	70
2.5	Preparação das bebidas de café expresso	70
2.6	Análises da bebida de café expresso	71
2.6.1	Estabilidade e consistência da espuma	71
2.6.2	Volume da crema	71
2.7	Análise sensorial do café expresso	72
2.8	Análises estatísticas	73
2.8.1	Análises univariadas	73
2.8.2	Análises multivariadas	74
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75

3.1	Cafés especiais	75
3.2	Café expresso	84
3.3	Análise de correlação canônica	93
4	CONCLUSÃO	98
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXOS	104

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O café é uma das bebidas mais consumidas em todo mundo, devido ao sabor e ao aroma característicos e aos efeitos fisiológicos no organismo, quando ingeridos com moderação.

A crescente demanda por produtos saudáveis tem possibilitado a potencialização da qualidade do café e o fortalecimento e desenvolvimento das categorias de cafés especiais, aumentando o consumo de várias formas de preparo, destacando-se entre elas os cafés expressos.

O aumento do consumo de cafés especiais está relacionado com a crescente expansão do número de cafeterias em todo mundo. Em pesquisa realizada pela ABIC, no ano de 2010, o estimava-se que, no Brasil, havia 3.500 cafeterias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC, 2013b; BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ, 2012).

Com o surgimento de grandes redes de cafeterias no país, os consumidores ficaram mais exigentes, valorizando os cafés que têm atributos sensoriais marcantes, principalmente aroma e sabor, exigindo um produto com qualidade superior. Assim, os cafés expressos ganharam mais espaço no mercado, devido à forte demanda de cafés especiais.

O preparo de um expresso perfeito exige cafés de alta qualidade, pois o tipo de extração, com alta pressão e temperatura, potencializa os atributos sensoriais originados pelas substâncias presentes nos grãos e confere características únicas e típicas da bebida.

A qualidade do café é determinada pela interação de fatores ao longo da cadeia produtiva, como seleção de variedade, homogeneidade na maturação máxima dos frutos, cuidados na colheita e utilização de métodos adequados

durante a pós-colheita. Assegurar todo o processo de produção e torração dos grãos é uma forma de garantir a sua qualidade.

A torração é uma etapa crucial no processo de industrialização do café, pois, durante a mesma, ocorrem as principais reações físicas e químicas que originarão os compostos responsáveis, principalmente, pela textura, cor, sabor e aroma da bebida. O ponto ideal de torração do café para expresso é essencial para valorizar as suas características desejáveis e diferenciadas.

Devido à alta competitividade do mercado internacional, a preocupação do governo com os cuidados na produção para que o café tenha uma boa qualidade é cada vez maior. Sendo assim, o governo de Minas Gerais tem incentivado a valorização e a melhoria dos cafés mineiros, apoiando a realização de concursos de qualidade e programas de certificação, aumentando o interesse dos cafeicultores em produzir cafés com qualidade.

No intuito de resgatar a credibilidade e enfrentar um novo mercado, altamente competitivo e exigente, várias iniciativas foram tomadas, como o programa de certificação Certifica Minas Café, que monitora todas as etapas de produção para que as propriedades cafeeiras adotem as boas práticas agrícolas. Assim, o programa tem o objetivo de adequar os cafés certificados às exigências do mercado internacional.

Como resultado dessas medidas, os cafés especiais brasileiros alcançaram maior inserção no mercado externo, principalmente os do estado de Minas Gerais, que é o maior produtor do país. Em função da quantidade e da qualidade dos cafés mineiros, a região Sul de Minas destaca-se no cenário produtivo e mercadológico mundial, respondendo por pouco mais de 50% da produção do estado. Os cafés mineiros se diferenciam pela diversidade de sabor e aroma, devido às variações de clima, genótipos, altitude e métodos de pós-colheita, entre outros.

Os tipos de pré-processamento, por via úmida ou via seca, podem originar cafés de qualidade diferenciada. Os cafés processados por via seca são associados, geralmente, a bebidas com doçura e corpo acentuados, enquanto as bebidas dos cafés obtidos por via úmida são consideradas diferenciadas e suaves. No entanto, estes atributos sensoriais são dependentes de vários fatores que incluem os procedimentos adotados no campo até o preparo adequado da matéria-prima para a obtenção de determinado tipo de bebida, como o café expresso.

Os baristas de cafeterias e as indústrias que produzem os cafés torrados para serem utilizados em máquinas de café expresso podem utilizar grãos de origem única, mas a maioria utiliza mesclas, ou blends, de grãos de diferentes processamentos, regiões, países e, até mesmo, espécies diferentes. Esta prática é adotada visando à obtenção de bebidas com características peculiares que atendam aos anseios de qualidade dos consumidores.

Com o avanço na adoção de tecnologias adequadas de produção e processamento do café, constata-se uma diversificação crescente dos seus atributos sensoriais. Assim, o estudo do potencial de cafés especiais de uma região e da influência do tipo de processamento, especificamente para a produção de expressos, além de inédito, poderá subsidiar ações para a agregação de valor ao produto com respaldo científico sólido, pela sua caracterização físico-química e sensorial.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de indicar o potencial dos cafés especiais do Sul de Minas para a produção de cafés expressos sem a utilização de blends, oriundos de dois tipos de processamentos (CDs e natural) e originários de propriedades certificadas pelo Programa Certifica Minas Café.

No Capítulo 1 encontra-se uma revisão de literatura, na qual são abordados os seguintes temas: o consumo e a produção do café, a qualidade do café, classificação do café, cafés da região sul do estado de Minas Gerais,

Programa Certifica Minas Café, Concurso Estadual de Qualidade dos Cafés de Minas Gerais, processo de torração, análise sensorial do café, cafés especiais, análise sensorial dos cafés, café expresso e análises de componentes principais e correlação canônica relacionadas com a qualidade do café.

O Capítulo 2 está em formato de artigo e apresenta as correlações entre os tipos de processamento pelos quais os cafés foram obtidos, dos atributos sensoriais e químicos dos cafés e dos atributos sensoriais e físicos dos cafés expressos. Por meio da análise de correlação canônica das análises sensoriais dos cafés e cafés expressos, podem-se verificar quais os atributos sensoriais se relacionaram e quais amostras apresentaram potencial para expresso.

2 REFERENCIAL TÉORICO

2.1 O café, sua produção e consumo

O cafeeiro é uma planta pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, sendo as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre & Froehner as que se destacam economicamente em todo mundo. Atualmente, têm-se, como válidas, um pouco mais de 60 espécies do gênero *Coffea*, embora já tenham sido descritas mais de 100.

O café arábica é cultivado em altitudes elevadas, produz grãos de qualidade superior e corresponde a, aproximadamente, 75% da produção mundial, ocupando 70% do mercado internacional. São vendidos com preços que superam de 2 a 3 vezes o de cafés robusta, devido ao seu sabor diferenciado e à melhor qualidade da bebida (MORAES, 2006; REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011).

As espécies arábica e robusta são, usualmente, diferenciadas pelas características físicas, formato e cor dos grãos, composição química e atributos sensoriais (SILVA, 2008).

A grande maioria do café produzido e consumido no mundo é da espécie arábica, que é a mais cultivada em Minas Gerais, correspondendo a 98,6% da produção. Neste estado está concentrada a maior área com cultivo de café, representando 52,1%, a primeira em âmbito nacional (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2013).

A produção estimada para a região Sul de Minas é de 13,79 milhões de sacas de café no ano de 2012, total 32,08% superior à safra anterior (CONAB, 2013).

O Brasil é o segundo maior consumidor de café do mundo, depois os Estados Unidos. Entre novembro de 2011 e outubro de 2012, o consumo interno

foi de 20,33 milhões de sacas, um aumento de 3% em relação ao ano anterior. Em 2013, também deverá haver um crescimento de até 3%, em comparação ao ano de 2012 (ABIC, 2013c).

O consumo *per capita* de café no país vem aumentando, segundo estimativa realizada pela Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC). No caso do café torrado, o consumo é de 4,98 kg/habitante/ano, aproximadamente 83 litros de café, o maior já registrado no Brasil, maior que o consumo por habitante da Itália, da França e dos Estados Unidos (ABIC, 2013c).

O café brasileiro especial já alcançou maior inserção no mercado externo. A quantidade de café exportada evoluiu de 3,5 milhões de sacas de cafés especiais, no ano de 2008, para mais de 5 milhões de sacas, no ano de 2011, tornando-se um dos maiores fornecedores mundiais de cafés especiais. O consumo interno de cafés especiais também aumentou de 500 mil sacas, em 2008, para 1 milhão de sacas no ano de 2011 (BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2012).

A crescente produção e o consumo no Brasil demonstra que os consumidores estão cada vez mais interessados em bebidas com café, desde o simples café coado aos expressos, cappuccinos e outras formas de preparo. As variações em aroma, sabor e a qualidade do café brasileiro conquistaram os consumidores de café (ABIC, 2013a).

2.2 Qualidade do café

A qualidade do café pode ser definida como um conjunto de atributos físicos, químicos, sensoriais, higiênico-sanitários e de aspectos sociais e ambientais, que levam à aceitação do produto a diversos tipos de consumidores. A sua qualidade é influenciada pelos fatores climáticos, variedades culturais, espécies, sistemas de processamentos, disponibilidade de mão de obra e

equipamentos, condições técnicas e econômicas de cada produtor existentes nos países e diversas regiões de produção. Depende também dos tratos culturais na lavoura e, assim, os cuidados durante a pré-colheita, a colheita e a pós-colheita influenciam intensamente a qualidade da final da bebida (PEREIRA, 2003).

Para a obtenção de um café de alta qualidade, é recomendada a colheita dos frutos no grau de maturação máxima e mais homogênea, sem contaminação por quaisquer resíduos. Normalmente, as lavouras que produzem cafés de melhor qualidade localizam-se nas áreas de maior altitude com baixa umidade relativa de ar e com tratos culturais e técnicas de processamentos adequados (RODARTE, 2008).

A colheita de frutos verdes causa prejuízos à classificação por tipo, no rendimento de colheita, por provocar desgaste da planta, na qualidade da bebida e no valor do produto. O ideal é que os produtores iniciem a colheita com, no máximo, 5% de cafés verdes (MORAES, 2006; REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011; SILVA, 2008).

Após a colheita por derriça, no pano ou mecanizada, os cafés são submetidos aos processos de separação das impurezas que podem ser feitos por peneiramento manual ou por máquinas de pré-limpeza retirando as folhas, torrões e paus provenientes da lavoura, evitando, assim, os riscos de perda da qualidade por meio da contaminação de macro e micro-organismos. Esta etapa é uma das operações mais importantes na fase de preparo do café, que proporciona a remoção de impurezas, de matérias estranhas e a separação dos frutos boias dos cerejas e verdes, de acordo com a densidade, através de um separador hidráulico (PIMENTA, 2003; REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011). Em seguida, o café pode ser processado de duas formas: por via seca e por via úmida.

No processo via seca, após a lavagem e separação entre os cafés boias dos cerejas e verdes, por diferença de densidade, a secagem dos frutos com

casca e a mucilagem podem ser realizadas totalmente nos terreiros ou com o auxílio de secadores mecânicos.

Os cafés naturais, geralmente, apresentam atributos sensoriais distintos dos que são produzidos por via úmida, sendo o atributo corpo o que mais se destaca. Assim, os cafés naturais são utilizados em blends, em especial na produção de expressos (BORÉM, 2008; MENDES, 2005). Porém, a qualidade destes cafés, para que eles sejam considerados especiais, é dependente, principalmente, de cuidados durante a produção e a pós-colheita, pois a maioria dos produtores que os processam por via seca obtém cafés com bebidas inferiores aos de processamento via úmida. Isso ocorre devido ao maior risco de fermentações indesejáveis pelo elevado teor de água destes frutos, associado à composição química e à presença de biota em todo o meio ambiente.

No processo via úmida, a eliminação da casca e de parte da mucilagem resulta em café cereja descascado. A eliminação da casca, mecanicamente e da mucilagem, por meio de fermentação natural, origina o café despulpado, e a remoção mecânica da casca e da mucilagem, em café desmucilado.

Embora o Brasil seja conhecido como produtor de café obtido por via seca, existem regiões com boas condições para a produção de cafés despulpados, principalmente nas regiões montanhosas, onde predominam o trabalho familiar e a abundância de água. A produção de café descascado é uma boa opção, principalmente nas regiões com condições climáticas desfavoráveis no período de secagem.

Segundo Villela (2002), os cafés despulpados, descascados e desmucilados, devido à ausência do pericarpo, têm menor umidade inicial e ocupam menor espaço nos terreiros e secadores, secando num período de tempo menor que o café natural.

Oliveira (2010), estudando os aspectos fisiológicos dos grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamento e métodos de secagem,

associados à qualidade da bebida, verificou que os cafés despolpados apresentaram maior tolerância a altas temperaturas de secagem do que os naturais, o que pode estar relacionado ao menor tempo de secagem, devido à ausência do exocarpo e do mesocarpo, apresentando, assim, melhor qualidade sensorial, fisiológica e físico-química.

O processamento por via seca é o mais utilizado na cafeicultura brasileira e o processamento por via úmida tem sido considerado uma alternativa viável para a obtenção de cafés de qualidade superior, pois a eliminação da casca e mucilagem reduz a ocorrência de fermentações indesejáveis e contribui para uma maior uniformidade na secagem dos frutos influenciando na qualidade da bebida. Porém, nem sempre cafés processados por via úmida são classificados sensorialmente como cafés de alta qualidade. Isto pode acontecer quando estes cafés sofrem deterioração na planta e/ou os métodos de processamento não são executados de forma adequada. Portanto, os dois tipos de processamentos podem originar cafés especiais, desde que não ocorram eventos físicos, microbiológicos e bioquímicos que alterem sua composição química e, conseqüentemente, a qualidade.

2.3 Classificação do café

No Brasil, a qualidade do café é determinada por duas classificações: a classificação física dos grãos e a classificação sensorial da bebida (REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011).

A classificação física dos grãos (tipo, cor, peneira) e a qualidade da bebida (prova de xícara) são fundamentais na comercialização. Atualmente, a classificação por tipo e a caracterização sensorial dos cafés comercializados nas bolsas de mercadorias, os chamados cafés *commodities*, são regidas pela Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003 do Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA), pelo Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. O regulamento tem como objetivo definir as características de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru (BRASIL, 2003).

A classificação por tipo segundo a Tabela Oficial Brasileira de Classificação é feita em 300 g de café beneficiado e fundamenta-se no número e na intensidade dos defeitos na amostra.

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca (grãos imperfeitos) ou extrínseca (impurezas). Os defeitos de natureza intrínseca são causados pela imperfeita aplicação de processos agrícolas ou da própria cultura, originando grãos pretos, ardidos, verdes, pretos-verdes, mal granados, quebrados, brocados, conchas e chochos. Os defeitos de natureza extrínseca (impurezas) são elementos estranhos encontrados no café beneficiado, como cascas, paus, pedras e torrões, ou são ocasionados por imperfeições no próprio beneficiamento, como marinho, coco e quebrados. Aos defeitos extrínsecos e intrínsecos são atribuídos pesos, de acordo com a gravidade ou o impacto que exercerão sobre a qualidade do café. Os cafés podem ser enquadrados em tipos que variam de 2 a 8. Por exemplo, é classificado como tipo 2, com até 4 defeitos e ou café tipo 8, com 341 a 360 defeitos (BRASIL, 2003).

A classificação por peneira é realizada segundo o tamanho e o formato dos grãos em uma amostra de 300 g de café. A avaliação é realizada pela passagem de uma amostra de café em um jogo de peneiras, com peneiras de crivos redondos para a separação de grãos chatos (numeradas de 12 a 19) e peneiras com crivos alongados, para a separação dos grãos moca (numeradas de 8 a 13). Os grãos normais (grãos chatos) apresentam espessura menor do que a largura, sendo separados dos grãos moca por meio de peneiras alongadas, as quais retêm os grãos com espessura maior (BORÉM, 2008; BRASIL, 2003).

Pedras, torrões e paus grandes correspondem, aproximadamente, às dimensões da peneira grão chato de 18/19/20; o tamanho das pedras, dos torrões e dos paus regulares corresponde, aproximadamente, às dimensões da peneira grão chato de 15/16/17; o tamanho das pedras, dos torrões e dos paus pequenos corresponde, aproximadamente, às dimensões da peneira grão chato de 14 abaixo (grão chato). O café beneficiado grão cru, de acordo com a coloração, pode ser classificado em oito classes, como verde-azulado e verde-cana, cores características do café despulpado; verde, café que apresenta grão de coloração verde e suas nuances; amarelada, café que apresenta grão de coloração amarelada, indicando sinais de envelhecimento e, também, as cores amarela, marrom, chumbada, esbranquiçada e discrepante (mistura de cores oriundas de ligas de safras ou cores diferentes) (BRASIL, 2003).

A classificação por bebida tem que ser realizada por provadores treinados, que classificam a bebida segundo o aroma e o sabor apresentados. A prova de xícara consiste na sorção, na degustação e no descarte da bebida, com posterior enquadramento, de acordo com a Instrução Normativa nº 8, em:

- a) estritamente mole: apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém, mais acentuados;
- b) mole: apresenta aroma e sabor agradáveis, brandos e adocicados;
- c) apenas mole: apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar;
- d) duro: sabor acre, adstringente e áspero, porém, não apresenta paladares estranhos;
- e) riado: apresenta leve sabor, típico de iodofórmio;
- f) rio: apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio;
- g) rio zona: aroma e sabor muito acentuados, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar.

2.4 Principal região produtora de café - Sul de Minas

Os cafés do estado de Minas Gerais são valorizados pela diversidade de sabor e de aroma, devido às variações de clima, genótipos, altitudes, latitudes e métodos de pós-colheita. O estado tem quatro regiões produtoras que correspondem a, aproximadamente, 53% de todo o café produzido no Brasil. São elas: Sul de Minas, que concentra metade da produção mineira, Matas de Minas, Cerrado e Chapada de Minas.

A região Sul de Minas é a maior região produtora de cafés do Brasil e é conhecida pela produção de bebidas finas, devido às suas condições de clima e aos solos propícios para o cultivo. A região é tradicional área de produção de café arábica, abrangendo parte das regiões do Alto São Francisco, Metalúrgica e Campo das Vertentes. Situa-se a altitudes entre 850 m a 1.250 m, com áreas elevadas, sujeitas à geada, temperatura amena e moderada deficiência hídrica (MINAS GERAIS, 1995).

O processamento utilizado na maior parte da região é por via natural e, em menor parcela, o processamento por via úmida. Os cafés especiais das montanhas do Sul de Minas são reconhecidos, principalmente, por apresentarem atributos de corpo, aroma e doçura natural raros em cafés de outras partes do mundo (BSCA, 2011).

Os estudos de investigação sobre origens e qualidade foram iniciados pela Organização Internacional do Café, na década de 1990. Dando prosseguimento às pesquisas, Chagas (2003), avaliando os cafés da região do Sul de Minas quanto à composição química dos grãos, constatou o potencial para a produção de cafés especiais, sugerindo a adoção de boas práticas de manejo nas fases pré e pós-colheita.

Silva et al. (2004) caracterizaram a qualidade do café cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais, considerando a influência da altitude,

por meio de análises físicas, químicas e sensoriais das amostras em seu estado original e após a retirada de grãos defeituosos. Os autores concluíram que a maioria das amostras apresentou teores de água abaixo do valor recomendado; já para os açúcares totais e para a acidez titulável, em todas as amostras, foram constatados valores característicos de bebidas finas; os cafés sem a presença de defeitos, produzidos na faixa de 920 m a 1.120 m, apresentaram corpo e acidez mais fracos, e doçura mais alta do que a dos cafés produzidos na faixa de 720 m a 920 m. Segundo os mesmos autores, a acidez mais alta está relacionada a diversos outros fatores inerentes aos procedimentos de cada propriedade e, não necessariamente, à altitude para a faixa estudada neste trabalho.

Os cafés especiais do Sul de Minas se destacam por apresentarem atributos sensoriais como corpo médio, acidez cítrica, aromas de erva-cidreira e capim-limão e finalização adocicada (BARBOSA et al., 2009).

2.5 Certifica Minas Café

O Brasil é o país com a maior quantidade de fazendas certificadas, com 350 mil propriedades de café, das quais cerca de 15% possuem alguma certificação. Dentre as principais certificadoras no país estão Utz Certified, Rainforest Alliance, 4C, Fair Trade e o Certifica Minas Café (ABIC, 2013d).

O Certifica Minas Café é um programa de certificação criado no intuito de valorizar a produção e os cafeicultores do estado de Minas Gerais, garantindo a procedência e a qualidade dos cafés certificados. É coordenado pela Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento (SEAPA), executado pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG). O programa tem como objetivo melhorar a qualidade do café produzido em Minas Gerais e atender às exigências do comércio mundial, permitindo a todos os cafeicultores

acesso à certificação. As propriedades certificadas adotam as boas práticas agrícolas, possibilitando a consolidação e a conquista de novos mercados (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER, 2013).

O programa começou a ser implantado em 2006 e, em 2010, foram certificadas 1.230 propriedades, superando a meta prevista de certificações. Em 2012, a meta era certificar 1.650 propriedades e, em 2013, 1.750 propriedades (EMATER, 2011; MINAS GERAIS, 2011, 2013).

A certificação é uma garantia, para o consumidor, de que as propriedades adotam boas práticas agrícolas em todos os estágios da produção, atendendo às normas ambientais e trabalhistas, possibilitando que pequenos agricultores se incorporem com maior facilidade ao mercado de cafés diferenciados. No controle das boas práticas de produção, os produtores devem registrar todas as atividades ligadas à produção, desde os insumos usados, passando pelo processo de colheita e pós-colheita e até os investimentos realizados com terreiros para secagem e aquisição de equipamentos, dentre outras (EMATER, 2013).

No processo de certificação são avaliados o uso correto de agrotóxicos, o uso adequado do solo e da água e a preservação ambiental de 20% da propriedade. Enfim, para obterem o certificado, as propriedades têm que seguir normas relativas à sustentabilidade econômica da atividade, aspectos ambientais, legislação trabalhista e rastreabilidade do produto. Assim, a certificação atesta que o café não oferece perigo à saúde do consumidor, estando livre de contaminação física, química e biológica (EMATER, 2011).

Para os cafeicultores, o programa é uma oportunidade de se adequarem às exigências do mercado externo. Os especialistas da Emater-MG orientam o produtor a realizar as adequações necessárias em sua propriedade. Após estas adequações, eles indicam a propriedade para o IMA, que realiza a auditoria

interna. Concluindo o processo, uma certificadora de reconhecimento internacional, a certificadora Suíça IMO Control (Instituto de Mercado Ecológico), faz uma auditoria final e concede o selo de certificação às propriedades aprovadas. Por ser de baixo custo, permite a inclusão dos pequenos cafeicultores no mercado de produtos certificados.

Segundo a Emater-MG, o programa consegue promover ótimos resultados para os cafeicultores mineiros, com grandes benefícios para os consumidores, dentre os quais podem ser citados:

- a) maior organização da base produtiva;
- b) melhor acompanhamento técnico;
- c) produtos de melhor qualidade;
- d) melhor controle dos custos de produção;
- e) mais renda para os cafeicultores;
- f) rastreamento do produto;
- g) competitividade;
- h) conquista e permanência nos mercados;
- i) sustentabilidade dos processos de produção e de pós-colheita;
- j) alimentos seguros, com alta qualidade e saudáveis.

A certificação não garante a venda dos cafés por valores mais altos que os convencionais, porém, o produtor terá maior inserção no mercado e, ainda, modernizará a gestão, com a identificação e a correção de erros na produção, com conseqüente redução de custos. Com a melhoria da gestão da propriedade, do manejo da lavoura e da qualidade, o café será mais valorizado no mercado (BSCA, 2013; EMATER, 2011).

O Certifica Minas Café tem parcerias com a Utz Certified e 9 cooperativas (Cooparaíso, Coopercam, Capebe, Coopfundo, Coopfam, Coomap,

Coopama, Minasul, Cocatrel), que ajudam a atender à grande demanda dos produtores e à profissionalização do setor.

Sousa (2011) estudou o impacto das certificações, incluindo o Certifica Minas Café, sobre a eficiência técnica da cafeicultura de montanha de Minas Gerais, atingindo as propriedades das regiões do Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata e Vale do Rio Doce. Do total das propriedades, 71,7% estavam localizadas no Sul de Minas. Foram selecionadas 660 propriedades, das quais 91% não dispunham de nenhum tipo de certificação e 9%, pelo menos uma certificação. De acordo com o mesmo autor, os programas de certificação acabam sendo mais eficazes para a elevação da eficiência técnica nas propriedades de maior porte, que já possuem uma estrutura que facilita a adesão a programas de certificação. As propriedades certificadas têm gastos muito mais elevados com insumos do que uma propriedade semelhante sem certificação. Os custos comprometem a eficiência técnica, porém, colaboram positivamente para a produção de cafés de melhor qualidade. Contudo, a certificação tem contribuído para a melhoria da qualidade em todas as propriedades estudadas, devido a investimento de insumos produtivos. A maior parte de café certificado não é remunerada pela existência do selo e, sim, pela qualidade. Dessa forma, a certificação contribuiu para a melhoria da renda cafeeira.

Enfim, o programa Certifica Minas Café foi criado visando à profissionalização do cafeicultor e atender às exigências socioambientais, com melhorias contínuas e dando suporte, em todas as etapas de produção, para promover a qualidade final junto aos consumidores.

2.6 Concurso Estadual de Qualidade dos Cafés de Minas Gerais

O Concurso Estadual de Qualidade dos Cafés de Minas Gerais foi criado pelo Governo de Minas Gerais, como parte do projeto estruturador Certifica

Minas Café, vinculado à Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA). A Emater-MG e a Universidade Federal de Lavras são as instituições organizadoras. O concurso é realizado com o apoio e a parceria de diversas instituições, como Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Organização das Cooperativas de Minas Gerais (OCEMG), Federação de Agricultura (FAEMG), Federação dos Trabalhadores na Agricultura (FETAEMG) e Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul de Minas - Campus Machado.

Com o objetivo de valorizar e incentivar a qualidade dos cafés de Minas Gerais, o concurso é realizado todo ano, somente com grãos da espécie arábica, premiando os cafeicultores, na busca de melhores cafés especiais. Ele conta com a participação dos produtores das quatro regiões cafeeiras do estado: Cerrado, Chapadas de Minas, Matas de Minas e Sul de Minas.

Na VIII edição deste concurso, foram inscritas, no total, 1.637 amostras das quatro regiões produtoras de cafés de Minas Gerais, classificando-se 106 amostras finalistas, nas categorias natural e cereja descascado, desmucilado e despulpado (CAFÉ POINT, 2012).

Os três melhores cafés nas categorias natural e CDs foram premiados e os finalistas receberam certificados e participaram de um leilão dos cafés que obtiveram nota mínima de 84 pontos, de acordo com a tabela de classificação da Associação Brasileira de Cafés Especiais – (Brazilian Specialty Coffee Association, BSCA). As sacas de cafés chegaram a ser vendidas por R\$ 1.500,00 e o microlote dos melhores foram vendidos por R\$5.000,00 (CAFÉ POINT, 2012).

2.7 Processo de torração

A torração é um estágio crucial na industrialização do café. Durante o processo, ocorrem mudanças nos componentes químicos, físicos, estruturais e sensoriais dos grãos crus, pelas reações induzidas pelo calor (FABBRI et al., 2011).

O sabor e o aroma que caracterizam a bebida café são resultantes da combinação de centenas de compostos químicos produzidos pelas reações que ocorrem durante a torrefação. Quase 1000 componentes aromáticos voláteis são responsáveis pelo aroma característico do café. Em termos de quantidade, os compostos aromáticos representam apenas 0,1% no total do peso de café torrado. Apesar desta baixa massa, o café torrado é um dos alimentos mais aromáticos dos gêneros alimentícios (JANSEN, 2006; MELO, 2004).

Geralmente, as torrefações utilizam torradores de tambor rotativo horizontal, podendo operar em batelada ou em fluxo contínuo e as paredes da câmara do torrador podem ser perfuradas ou sólidas. Para obter um menor tempo de torração, é utilizado o equipamento de leito fluidizado, em que o grão é mantido em movimento pela alta velocidade de ar quente (BAGGENSTOSS, 2008; CLARKE; MACRAE, 1987).

A transferência de calor do gás quente para o grão pode ser por mecanismos de convecção e, dependendo da técnica, também por radiação e ou contato direto com as paredes do torrador, por condução (FABBRI et al., 2011). A forma de transferência de calor irá depender do tipo de torrador utilizado.

No início da torração, os grãos de café têm cerca de 11% a 12% de umidade e, com a exposição a altas temperaturas, ocorre a desidratação (processo endotérmico); durante este período, a cor dos grãos muda de verde para amarelo. A próxima fase é caracterizada pelas reações exotérmicas de pirólise, que resultam numa modificação drástica na composição química dos grãos, com liberação de grandes quantidades de gás carbônico. Os produtos da

pirólise são açúcares caramelizados, carboidratos, ácidos acético, aldeídos, cetonas, furfural, ésteres, ácidos graxos, aminas, dióxido de carbono e sulfetos, entre outros. Durante o período de pirólise, a cor dos grãos varia de marrom-claro a escuro, devido à caramelização dos açúcares. O final da torração é caracterizado pelo estouro dos grãos, devido ao aumento de volume, sendo necessário o resfriamento imediato, paralisando as reações de pirólise (SIVETZ, 1963; VILAS-BOAS et al., 2001).

Após a eliminação da umidade inicial, durante o processo de torração, parte das substâncias da matéria seca é transformada em compostos voláteis, pelas reações químicas. Assim, os grãos de café perdem em torno de 14% a 20% do seu peso inicial (CLARKE; MACRAE, 1987).

Em ensaios de torrefação realizados por Meister e Puhmann (1989 citados por GEIGER et al., 2005), uma perda de 13% de peso foi composta por 6% de perda de umidade, 6% de compostos voláteis e 1% de película prateada. Em relação aos gases liberados durante a torração, 87% são dióxido de carbono (CLARKE; MACRAE, 1987).

O controle do grau de torração pode ser obtido por alguns parâmetros durante o processo, como a cor do grão, a perda de massa, o aroma e o sabor desenvolvidos e algumas mudanças químicas. Para obter o melhor grau de torração, é importante correlacionar os atributos sensoriais da bebida com os parâmetros físicos e químicos (MENDES, 2005).

Nas torrefações de pequeno e médio porte, é comum que o ponto de torração seja controlado por meio da retirada de amostras, durante o processo, para comparação da cor dos grãos com um padrão ou, simplesmente, pela observação e a experiência do responsável pela operação. Nas indústrias de grande porte, este controle pode ser feito com a ajuda de equipamentos eletrônicos para medição da cor ou, mesmo, por células fotoelétricas no próprio torrador (MENDES, 2005).

Nos Estados Unidos e no Japão, os equipamentos mais utilizados são os da marca Agtron e, na Europa, os da Probat e NeuhausNeotec. Na literatura científica, constata-se que as pesquisas utilizam o sistema $L^* a^* b^*$, como medida de cor.

A empresa norte-americana Agtron desenvolveu equipamentos de avaliação da coloração, que funcionam baseados no princípio de refração e de reflexão de feixes de luz incidentes no café. Como são equipamentos caros e sofisticados, a Specialty Coffee Association of America (SCAA) e a empresa Agtron desenvolveram um conjunto de discos de cores com tecnologia gráfica de alta qualidade. O ponto de torra é verificado por meio de uma escala de coloração que tende a zero, para as mais escuras e para as mais claras tende a cem (UEJO NETO, 2008).

Os graus de torração em função da cor no disco de Agtron podem variar de moderadamente claro, médio claro, médio, moderadamente escuro e escuro, correspondentes a #75, #65, #55, #45 e #35, respectivamente.

A torração clara é mais utilizada na classificação da bebida para a comercialização do produto beneficiado. Nesta, as substâncias que conferem sabor amargo ainda não foram totalmente desenvolvidas, facilitando a identificação dos defeitos da bebida. A torração média realça o sabor e o aroma do café, sendo indicada para a produção de cafés expressos e preparação de bebidas com a utilização de filtros. A torração escura acentua o sabor amargo, diminui a acidez e a doçura, camuflando sabores e aromas indesejáveis de cafés de qualidade inferior, como a adstringência, devido à utilização de grãos imaturos. A torração escura também é utilizada por várias indústrias, com o objetivo de atender aos consumidores que interpretam a coloração escura do café como maior rendimento da bebida (PEREIRA, 2003; UEJO NETO, 2008).

A seleção do grau de torração varia também segundo os costumes dos diversos consumidores. A maioria dos cafés tradicionais brasileiros tem um grau de torração de cor escura em torno do número Agtron # 45.

A torração média que é indicada para cafés expressos tem tonalidades de cor correspondentes aos números Agtron#65 e #55, graus intermediários nos quais o sabor e o aroma são mais acentuados.

Elías (2011) avaliou a qualidade sensorial de cafés classificados como estritamente mole, em quatro níveis de torrefação (média clara, média, moderadamente escura e escura, correspondentes a #65, #55, #45, #35, no disco de Agtron), associados à variação de tempo e à temperatura do torrador (255 °C, 284 °C, 305 °C e 335 °C). As principais características sensoriais analisadas foram acidez, adstringência, doçura e corpo. Segundo as avaliações dos provadores treinados, as amostras que foram torradas sob temperaturas de 284 °C, 305 °C e 335 °C, com tempos de 15,7; 12,5 e 9,3 minutos, respectivamente, obtiveram um valor mínimo de adstringência e a máxima avaliação de corpo, doçura e acidez, pois atingiram a torração média clara.

Moura et al. (2007) realizaram vários testes com tempo e temperatura de torração para café arábica. O grau de torração final a 215 °C, com o tempo de 17, 5' foi considerado ótimo, correlacionando os resultados das análises físicas, químicas com a qualidade sensorial do café.

2.7.1 Mudanças físicas

As mudanças físicas nos grãos de café durante o processo de torração em relação à cor, à forma, ao volume e à perda de água são facilmente medidas e observadas. A perda de água e a expansão volumétrica dos grãos, devido à elevada pressão dentro das células dos grãos de café, resultam em uma textura

fina e quebradiça, facilitando a moagem e o aumento da capacidade de extração (JANSEN, 2006).

A cor da superfície do grão de café é um parâmetro muito utilizado como referência do grau de torração, porém, a forma mais adequada é verificar a cor após a moagem. Isso porque diversos contratempos podem ocorrer, como uma torração de tempo curto, deixando o interior do grão mais cru e a sua superfície torrada, ou o escapamento de óleo, quando há torrações escuras, afetando a avaliação pela cor da superfície.

A perda de peso durante a torração está associada com a perda do teor de água do grão de café e dos gases gerados nas reações químicas e nas transformações físicas. A perda de peso pode ser de 14% a 20%, pois depende de certos fatores, como umidade inicial dos grãos, tamanho, grau de torração desejado e mecanismo de torração (CLARKE; MACRAE, 1987; JANSEN, 2006).

Segundo Sivest (1963), quanto maior a perda de peso, mais escura será a cor do café.

2.7.2 Mudanças químicas

Durante o processo de torrefação, ocorrem reações químicas que são responsáveis pelo sabor e aroma típicos de café.

Os carboidratos presentes no grão de café são os polissacarídeos que representam cerca de 50% do peso do café cru e os açúcares de baixo peso molecular. Os polissacarídeos encontrados em maior quantidade são mananas, galactomananas, arabinogalactanas e celulose. Os açúcares de baixo peso molecular são representados pelos açúcares redutores, com maior concentração de glicose, frutose e açúcares não redutores, predominando a sacarose, o açúcar de baixo peso molecular que constitui cerca de 7% do grão cru. No processo de

torração, o ponto de fusão da sacarose é de cerca de 188 °C e está dentro do intervalo da temperatura de caramelização dos açúcares do café (170 a 205 °C). Durante a torração, este açúcar é desidratado e hidrolisado, originando açúcares redutores. Em seguida, os açúcares redutores são desidratados, polimerizados e parcialmente degradados a compostos orgânicos voláteis, água e gás carbônico (LEITE, 2009; SALVA; LIMA, 2007; SIVETZ, 1963).

As proteínas do café são desnaturadas em temperaturas inferiores às de início das reações de pirólise. A hidrólise das ligações peptídicas das moléculas proteicas libera algumas carbonilas e aminas. O conjunto de reações químicas do grupo amino com os açúcares redutores, durante a reação de Maillard, é responsável pelos compostos gerados, contribuindo para a cor, o aroma e o sabor do café (FLAMENT, 2002; ILLY; VIANI, 2005).

Os polissacarídeos também são degradados e formam complexos com proteína e fenóis, interferindo na viscosidade do café expresso, consequentemente na estabilidade do creme (SALVA; LIMA, 2007).

Nabais, Nunes e Coimbra (2001), analisando os polissacarídeos totais de cafés expressos de origens geográficas diferentes (da Colômbia, arábica processado por via úmida; de Manaus, cafés arábica processado por via seca e café robusta de Mussulo), verificaram que a estabilidade da espuma do café expresso está relacionada com o conteúdo total de polissacarídeos, ou seja, os cafés de Manaus que apresentaram maior porcentagem em polissacarídeos totais tiveram maior estabilidade na espuma.

Moura et al. (2007) realizaram um ensaio de torração com grãos de café arábica, com tempo de 10 a 25 minutos e 200 a 230 °C (temperatura do torrador). Estes autores observaram que, quanto mais tempo o café foi torrado, maior foi a perda dos açúcares totais em sua composição química, principalmente durante as reações de caramelização e Maillard.

A celulose, a hemicelulose e a lignina são constituintes da estrutura celular do grão, porém, não são muito afetadas pela torração e, na sua maioria, são insolúveis em água. São carboidratos importantes da estrutura dos grãos, exercendo a função de resistência à pressão originada no interior das células durante a torração. A hidrólise, ou carbonização, destes componentes é pequena, quando comparada a de outros carboidratos (SIVETZ, 1963).

Dentre vários ácidos orgânicos e inorgânicos quantificados no café cru, os ácidos acético, cítrico, quínico e fosfórico são importantes para a acidez da bebida. Durante o processo de torração, ocorrem, simultaneamente, formação e decomposição dos ácidos, resultando em pH elevado (em torno de 6,0), em bebidas de torração leves, cafés praticamente impalatáveis. Os cafés de torração média têm pH em torno de 5,1 e os de torração escura, de 5,3. Os cafés de torrações consideradas ótimas são obtidos logo no início da perda de voláteis, principalmente o ácido acético, resultando em cafés de bebidas pouco ácidas (PIMENTA, 2003; SALVA; LIMA, 2007).

Os ácidos clorogênicos são os principais compostos fenólicos não voláteis, sendo responsáveis pela atividade antioxidante e, parcialmente, pelo sabor amargo do café. Durante a torração, os ácidos clorogênicos sofrem degradação, contribuindo para o aroma e o sabor final da bebida (JANSEN, 2006; MORAIS et al., 2008).

A trigonelina é um alcaloide que não é completamente degradado durante a torração. A sua degradação gera uma série de compostos voláteis, formando alguns derivados de pirrol, que são de grande importância na formação do aroma do café (MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999).

Os lipídios sofrem uma degradação oxidativa durante o processo de torração, gerando, dentre os componentes voláteis do café, aldeídos e alcoóis alifáticos e aromáticos (TOCCI; FARAH; TRUGO, 2006).

De acordo com Goulart et al. (2007), os cafés de qualidade superior (bebida mole) apresentam maior quantidade de lipídios na superfície periférica do grão, com os corpos lipídios globulares bem distribuídos e definidos no interior dos protoplastos. No entanto, nos grãos de bebidas inferiores (rio e riado), os corpos lipídios apresentam-se dispersos de forma irregular dentro da célula e nas regiões periféricas dos protoplastos. Devido à desorganização dos corpos lipídicos, ocorrem reações nos grãos de café que culminam em um processo de deterioração da qualidade da bebida.

Com a torração, os grãos de qualidade superior apresentam maior proteção lipídica do que os grãos de bebidas inferiores e, assim, os lipídeos têm a função de proteger os grãos durante esse processo. Devido à maior quantidade de lipídios na superfície, os cafés melhores apresentam maior quantidade desses componentes que preservam a sua qualidade após a torração.

A cafeína é o principal alcaloide presente no café; ela tem sabor amargo e é relativamente estável durante a torração. Uma parcela muito pequena é perdida como vapor, particularmente na fase final da torração (JANSEN, 2006; MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999).

O gás carbônico é formado durante o aquecimento e a pirolise. Pelo menos 1% do grão cru é transformado em dióxido de carbono, durante a torração e, em torrações mais escuras, aproximadamente 2%. Normalmente, o dióxido de carbono é produto da decomposição dos ácidos carboxílicos (SIVETZ, 1963).

Os minerais que existem no café, durante o processo de torração são separados dos compostos orgânicos e catalisam as reações de pirólise. Os fosfatídeos compõem a parte coloidal da bebida do café. O potássio e os íons de cálcio alcalino formam sais com os ácidos orgânicos, quando libertados de suas formas químicas naturais (SIVETZ, 1963).

2.8 Cafés especiais

Um café considerado especial é aquele que tem fragrância forte e marcante, aroma e sabor intensos, acidez, doçura, corpo e amargor balanceados. Assim, os cafés especiais são caracterizados pela qualidade diferenciada (BSCA, 2011; RODARTE, 2008).

As exigências dos consumidores com relação à qualidade fizeram com que os cafeicultores melhorassem o processo de produção, de forma a atender esta nova demanda. A busca pela melhoria da qualidade, para muitos cafeicultores, foi a certificação de seus cafés, para conseguirem entrar no mercado de cafés especiais.

A ABIC, em pesquisas das tendências de consumo de café, constatou que, entre os anos de 2003 e 2010, houve um crescimento de 73% no consumo dos chamados cafés especiais gourmet, descafeinado, orgânico e cafés certificados (ABIC, 2011b).

O café especial brasileiro está conquistando um maior espaço no mercado mundial, pela melhoria da qualidade e devido às repetidas reduções das safras de cafés especiais da Colômbia e da Indonésia. Tem também conquistado a confiança do mercado, garantindo a alta qualidade e o abastecimento regular. Outro fator importante para o aumento de investimentos para a produção de cafés especiais é a maior demanda do mercado interno, pois o consumidor brasileiro está mais exigente em relação à qualidade da bebida (BSCA, 2012).

No Brasil, a BSCA apoia os produtores, com o objetivo de difundir a produção de cafés especiais brasileiros, estimular o constante aprimoramento técnico e a maior eficiência nos serviços referentes à comercialização destes cafés (BSCA, 2011).

O ágio no valor de venda para alguns cafés diferenciados varia entre 30% e 40% a mais em relação ao café cultivado de modo convencional. Em alguns casos, pode ultrapassar a barreira dos 100% (BSCA, 2012).

A demanda pelos grãos especiais cresce em torno de 15% ao ano e o segmento destes cafés representa em torno de 12% do mercado internacional da bebida. Os atributos de qualidade do café cobrem um amplo conceito, que abrange desde características físicas, como origem, variedades, cor e tamanho, até preocupações de ordem ambiental e social, como os sistemas de produção e as condições de trabalho da mão-de-obra cafeeira (BSCA, 2011).

A produção de cafés especiais deve ser bastante cuidadosa. Eles devem ser plantados em regiões que possuam solo e condições climáticas apropriadas, a colheita deve ser realizada no ponto de maturação máxima dos frutos e as condições pós-colheita devem ser adequadas, para que os cafés não adquiram defeitos e apresentem atributos sensoriais diferenciados.

Para a produção de cafés expressos, além da utilização de grãos especiais, o grau de torração e as condições de extração devem ser adequados para se obter a melhor bebida.

2.9 Análise sensorial do café

O departamento de avaliação sensorial do Institute of Food Science and Technology define análise sensorial como a ciência utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, percebidas pelos órgãos do sentido, como o tato, olfato, paladar, audição e visão (STONE; SIDEL, 1985).

Na análise sensorial, o provador precisa ser treinado e ter sensibilidade olfativa e degustativa para diferenciar suas nuances marcantes de sabor e/ou aroma, que diferenciam os cafés de qualidade superior (PAIVA, 2010).

A análise sensorial é uma avaliação subjetiva, mas ainda é o método de determinação mais utilizado no processo de caracterização qualitativa do café, sendo usualmente realizada pela “prova de xícara” (BORÉM, 2008).

A prova de xícara, no Brasil, foi adotada oficialmente em 1917, pela Bolsa Oficial de Café e Mercadorias de Santos, onde provadores treinados classificam a bebida diferenciando sabores e aromas. A classificação sensorial pela prova de xícara é utilizada para os cafés ofertados nas bolsas de mercadorias como *commodities* e segue a Instrução Normativa nº 8, como descrito no item 2.3, sendo estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado, rio e rio zona (REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011).

A análise sensorial de cafés especiais é feita com metodologias mais complexas, em que o provador pontua os atributos avaliados, tendo como objetivo permitir uma correta caracterização sensorial de cada café analisado.

A Specialty Coffee Association of América, ou SCAA (Associação Americana de Cafés Especiais), fundada em 1982 com a missão de “Estimular a Produção e Consumo de Cafés Especiais”, é uma associação comercial norte-americana que procura atender a toda cadeia do café, considerada a maior entidade do gênero no mundo. Devido à forte influência da SCAA em diversos países produtores de café, foram criadas associações de cafés especiais, como, aqui no Brasil, a BSCA ou Associação Brasileira de Cafés Especiais no Brasil (ABCE) (UEJO NETO, 2012).

A metodologia de avaliação sensorial objetiva conhecida como **SCAA cupping method** (Metodologia SCAA de avaliação de café) é o mais empregado no mercado de cafés especiais. Esta metodologia de avaliação expressa a qualidade da bebida do café por meio de uma escala numérica, desenvolvida pelo **Comitê de Normas Técnicas (SCAA Technical Standards)**. No final dos anos 1990, foi criada a primeira planilha de avaliação, por George Howell, com 8 atributos sensoriais, como bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, sabor

remanescente, balanço e nota geral. Ao deixar o SCAA, George Howell trouxe para o Brasil a planilha que hoje é utilizada no Cup of Excellence (UEJO NETO, 2012).

A metodologia Cup of Excellence de 1997, indicada por George Howell, foi elaborada pelos produtores e pesquisadores brasileiros, até resultar na ficha de provas que é utilizada por vários degustadores. Na ficha, os provadores anotam as notas para cada amostra, numa escala de 0 a 8 pontos, para os atributos de bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e geral. A ficha contém um saldo de 36 pontos, que são somados às notas após os provadores pontuarem todos os atributos analisados na amostra. Se o café receber nota 8 em todos atributos da amostra, obterá uma nota final igual a 100 pontos. As amostras são consideradas especiais quando atingem nota igual ou maior que 80 pontos (PAIVA, 2010).

A análise sensorial para cafés especiais, segundo o protocolo da SCAA, utilizando a metodologia proposta por Lingle em 1986, determina as diferenças sensoriais entre as amostras, pontuando de 6 a 10 pontos os atributos relacionados a fragrância/aroma, acidez, sabor, corpo, doçura, xícara limpa, balanço, finalização, uniformidade, defeitos e balanço geral (LINGLE, 2001).

O formulário de degustação possibilita a avaliação, a pontuação e a descrição dos atributos do café. A seguir estão descritos os atributos que são avaliados na ficha de análise sensorial da SCAA (2011).

Fragrância/aroma: a fragrância é definida pelo cheiro do café torrado e moído, quando este ainda está seco e o aroma pelo cheiro do café, quando diluído em água quente. São perceptíveis pelo olfato e classificados de suave a intenso, podendo ter características de aromas frutados, achocolatados, florais, cítricos, etc.

Sabor: o sabor representa a principal característica do café e corresponde às primeiras impressões na degustação. Abrange intensidade, qualidade e

complexidade da combinação dos sabores básicos, ácido, doce, salgado e amargo, e dos diversos compostos aromáticos existentes no café torrado e moído. O sabor é a sensação causada pelos compostos químicos da bebida do café, quando introduzido na boca, também classificado de suave a intenso. O sabor intenso do café acontece quando a percepção da bebida é inequívoca e a sensação é imediata e completa.

Finalização: é definida como a persistência do sabor, sendo as características percebidas em sequência no paladar e que permanecem depois que o café é expelido da boca. Se a finalização deixar sensação de curta duração ou desagradável, uma pontuação baixa pode ser aplicada.

Acidez, corpo e equilíbrio: a acidez não está relacionada apenas com a intensidade, mas também com o tipo de acidez, se agradável ou não, dependendo da natureza do ácido predominante na bebida. É frequentemente descrita como “brilhante”, quando sua sensação é agradável e “azedada”, quando desagradável. Uma acidez agradável contribui para a vivacidade do café, aumenta a percepção da doçura e confere característica de “fruta-fresca”. O atributo corpo consiste na percepção tátil de oleosidade, viscosidade e volume na boca, variando de muito leve a encorpado, especialmente quando percebido entre a língua e o céu da boca. O equilíbrio é a avaliação do degustador das combinações entre o sabor, a finalização, a acidez e o corpo, num contexto de sinergia.

Doçura, uniformidade e ausência de defeitos: a doçura é a sensação agradável do sabor doce, característico dos frutos maduros do cafeeiro. O oposto do conceito de doçura é a adstringência ou o sabor de cafés verdes na bebida. A uniformidade refere-se à consistência dos mesmos atributos nas diferentes xícaras avaliadas da mesma amostra. Se as bebidas tiverem sabores diferentes, pode-se penalizar com a perda de dois pontos por xícara de café que apresente diferença. Ausência de defeitos refere-se à ausência de interferência decorrente de defeitos na bebida. Qualquer defeito desqualifica uma xícara, pois a avaliação

deve refletir o que cada xícara de café apresenta individualmente. São atribuídos dois pontos para cada xícara que demonstrar ausência de defeitos, num total de cinco xícaras.

Resultado global: deve refletir total coerência em relação à avaliação feita pelo degustador de cada um dos atributos. As avaliações pessoais dos degustadores são realizadas neste momento.

Defeito: é a detecção de um sabor desagradável, que pode ser classificado como defeito leve (*tain*) ou defeito grave (*fault*). A presença de defeitos em alguma xícara deve ser subtraída dos pontos na somatória final.

Resultado final: é a soma das avaliações de cada atributo após a subtração dos defeitos.

Oliveira (2010) utilizou o protocolo de análise sensorial da SCAA para avaliar os atributos de fragrância, acidez, corpo, sabor, doçura, finalização, uniformidade, xícara limpa, equilíbrio e final. A equipe foi composta por provadores treinados, capazes de distinguir as características marcantes de cada café. Com os resultados da análise sensorial, relacionaram-se atributos sensoriais dos cafés despulpados e cafés naturais de diferentes métodos de secagem, concluindo-se que, independente do método de secagem, os cafés despulpados apresentaram melhores notas nos atributos sensoriais analisados.

A análise sensorial do café, apesar de ser uma avaliação subjetiva, pois depende do homem com instrumento de medida, é a forma de detectar características peculiares, como atributos desejáveis marcantes ou indesejáveis no café, que outros métodos analíticos não são capazes de diferenciar.

2.10 Café expresso

Café expresso é uma bebida obtida por um processo de percolação de água quente sob pressão, por meio de um café moído compactado no porta-filtro

de uma máquina de expresso. As operações de processo podem ser realizadas por especialistas, que definem o grau de moagem e de compactação do café e a regulagem da temperatura e pressão da água, a fim de obter uma bebida com propriedades sensoriais diferenciadas (ALBANESE et al., 2009). O expresso representa uma referência universalmente reconhecida como sendo um grande prazer e um símbolo da cultura italiana (ILLY; VIANI, 2005).

As características mais apreciadas no café expresso são sua cremosidade, o corpo e o aroma associado às propriedades estimulantes, como a cafeína. A bebida tem menos cafeína do que os cafés de bebidas filtradas, devido ao rápido tempo em que a água passa pelo porta-filtro, durante a percolação na máquina de expresso, extraindo de 75% a 85% a cafeína da estrutura celular do café (PETRACCO, 1989).

Os cuidados com o grau de moagem, o tempo de percolação e o nível da temperatura da água durante a preparação de cada xícara de café expresso são fundamentais para a qualidade final da bebida, pois qualquer erro nessas etapas pode interferir na cor, na textura e na persistência da espuma.

Segundo Illy e Viani (2005), a temperatura adequada para a preparação de um expresso é de 90 ± 5 °C, com pressão de água de, aproximadamente, 9 bar.

O grau de torração para o expresso é médio e, assim, os compostos aromáticos são preservados. Os grãos de café muito torrados tornam-se oleosos, perdendo aroma e sabor e deixando o expresso mais amargo (ABIC, 2011a).

A granulometria para a moagem aconselhada é a média, pois, se ela for muito grossa, a água passa rapidamente pelo porta-filtro e a bebida fica fraca, sem a formação da crema. Se a moagem for muito fina, a água demora mais para passar pelo porta-filtro, deixando a bebida amarga e com manchas brancas na crema. Utilizando temperatura da água mais baixa e tempo de percolação muito rápido, a bebida fica fraca e a cor da espuma pálida; se a temperatura for mais alta e o tempo de percolação excessivo, o café pode apresentar uma espuma

branca com bolhas grandes ou somente uma mancha no centro da bebida (ABIC, 2011a; ILLY, 2002; ILLY; NAVARINI, 2011).

A bebida de café expresso, quando bem preparada e somente com grãos de café arábica, é coberta por uma espessa camada de espuma marrom-avermelhada chamada crema. A espuma é uma dispersão de bolhas de gás em um líquido na fase contínua, que é uma emulsão de microscópicas gotículas de óleo em uma solução aquosa de vários solutos (como açúcares, ácidos, cafeína, proteínas e outras substâncias hidrofílicas). O gás da espuma é resultante do vapor de água do processo de percolação e do dióxido de carbono produzido durante a torração dos grãos de café que fica retido dentro da estrutura celular do grão. Devido à importância do dióxido de carbono para a espuma, deve-se preparar a bebida imediatamente após a moagem. O intervalo entre a moagem e a preparação do café expresso deve ser de, no máximo, 30 minutos, para a preservação da crema (ILLY; NAVARINI, 2011).

A espuma é um atributo importante, pois um café expresso com uma espuma consistente é o resultado de uma preparação adequada, que influencia as características sensoriais da bebida. A espuma é considerada uma vedação dos compostos voláteis, responsáveis pelo aroma da bebida. O índice de 10% é considerado o mínimo de espuma para uma xícara de café expresso bem preparada. Como a espuma tem vida curta, sua quantidade deve ser medida logo após a sua extração, podendo ser avaliada com um cilindro graduado, gravando-se os volumes do líquido e da espuma (ALBANESE et al., 2009).

A consistência da espuma é avaliada medindo-se o tempo de resistência da espuma ao peso de 1,5 g de açúcar, antes de penetrar na camada da crema. Este teste é conhecido como “teste do açúcar”. Outro teste com mesmo princípio pode ser aplicado: o açúcar é substituído por um aparato feito no laboratório, com peso e geometria conhecidos (ILLY; NAVARINI, 2011; NUNES et al., 1997).

A estabilidade da espuma é medida de acordo com o tempo necessário para o aparecimento da primeira abertura na área de superfície da espuma durante o seu resfriamento à temperatura ambiente. A espuma estável é alcançada quando a sua textura é muito compacta e não tende a formar áreas abertas, de maneira que o líquido do café abaixo da espuma seja visto (ALBANESE et al., 2009). Para que seja considerada estável e consistente, são necessários, em média, pelo menos 2 minutos para o seu rompimento (ILLY; NAVARINI, 2011).

A estabilidade, o volume e a consistência da espuma estão relacionados com o grau de torração e com os lipídeos, as proteínas, os polissacarídeos e os compostos fenólicos. Os polissacarídeos, na forma de complexos com proteínas e fenóis, interferem na viscosidade do café expresso e, conseqüentemente, na estabilidade do creme (ILLY; NAVARINI, 2011; SALVA; LIMA, 2007).

Nunes et al. (1997), com o objetivo de determinar a consistência, o volume e a estabilidade da espuma de café expresso, em função do grau de torração das espécies arábica do Brasil e robusta de Uganda, realizaram análises físicas com a bebida de café expresso logo após a sua extração. Os autores concluíram que as máximas consistência e estabilidade do café arábica foram caracterizadas no grau de torração, com perda de peso de 9,7%; após o aumento do grau de torração, houve uma queda na consistência e no tempo de estabilidade da espuma do café expresso, enquanto o volume da espuma aumentou gradativamente com o aumento do grau de torração. Segundo os mesmos autores, na avaliação do café robusta, o comportamento observado para a consistência, o volume e a estabilidade da espuma, em função do grau de torração, foi semelhante ao relatado para o café do Brasil. No entanto, máximas consistência e estabilidade atingidas no café robusta, em função do grau de torração, foram de 7,6%, inferiores à do café arábica brasileiro.

A consistência da espuma é importante para a qualidade da bebida; um bom café expresso deve ter um gosto amargo equilibrado, um bom corpo, aroma marcante, espuma cor de avelã persistente e textura compacta (ALBANESE et al., 2009).

Em pesquisa sobre a tendência de consumo realizada em 2010, 7% das pessoas entrevistadas declararam estar tomando mais café expresso do que café filtrado ou instantâneo. O café expresso é mais consumido pelas classes A e B, principalmente depois do almoço e no lanche da tarde (ABIC, 2011b).

Pino e Vegro (2003) avaliaram 282 estabelecimentos que servem café expresso na cidade de São Paulo. Os autores concluíram que a qualificação do operador de máquina de expresso é o principal fator que afeta a qualidade do café expresso servido em estabelecimentos da capital paulista, elevando de 39% para 77% o índice de bebidas de qualidade satisfatória. Assim, a qualidade de um bom café pode ser perdida, se não for bem operada. A utilização de máquinas automáticas, que dispensam as regulagens feitas pelo operador, eleva o índice de bebidas satisfatórias para 75%. A qualidade do grão eleva esse índice para 59% e, quando a bebida é preparada por operador qualificado, utilizando grãos de boa qualidade, esse índice passa para 88% de bebidas de qualidade satisfatória.

Vale ressaltar que o tempo de extração, a quantidade de pó e a granulometria da moagem do café utilizado para a preparação de uma xícara de expresso é relativa a cada café a ser processado, pois cada um apresenta características próprias, dependentes da espécie, da variedade e da composição química, dentre outros. Com isso, ele deve ser preparado individualmente, para originar um café expresso bem extraído, com crema espessa, cor homogênea e consistência adequada.

2.11 Análises de componentes principais e correlação canônica relacionadas com a qualidade do café

A análise multivariada é uma ferramenta estatística que processa as informações obtidas em uma forma conjunta. Os métodos de estatística multivariada são aplicados no intuito de simplificar a interpretação do fenômeno que está sendo estudado, por meio da construção de variáveis alternativas que sintetizam a informação original dos dados (MINGOTI, 2005).

Existem vários métodos de análise multivariada com diversas finalidades e, dentre eles, um bastante aplicado é a análise de componentes principais (PCA), que é utilizada quando há o interesse de verificar como as amostras se relacionam com as variáveis obtidas no trabalho (MENDONÇA, 2007). No gráfico da análise de componentes principais, os componentes principais são ordenados de modo que o primeiro PC apresente a maior quantidade de variação do conjunto de dados e o segundo apresente a segunda maior quantidade de variação, e assim por diante (OLIVEIRA, 2007).

Martin, Pablos e González (1998), no intuito de diferenciar as espécies arábica e robusta de diversos países, determinaram os teores de ácido clorogênico, cafeína, trigonelina, aminoácidos, polifenóis e extrato aquoso de 41 amostras de café. Com a utilização destes resultados, aplicaram a análise de componentes principais (PCA) e concluíram que a análise multivariada permitiu separar as espécies em função do teor de cafeína e aminoácidos.

Andueza et al. (2002) utilizaram análise de componentes principais (PCA) para diferenciar cafés expressos preparados sob diferentes pressões (7, 9 e 11 atm), constatando que, sob pressão de 9 atm, obtiveram-se espuma mais consistente e melhores resultados sensoriais.

Albanese et al. (2009), estudando os perfis térmicos em máquinas de cafés expressos, utilizaram cafés puros das espécies arábica e robusta, e blends

de arábica e robusta, nas seguintes proporções: 80% robusta com 20% arábica; 80% arábica com 20% robusta e 60% robusta com 40% arábica, a temperaturas de extração de 90 °C, 100 °C e 110 °C. A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada para diferenciar os cafés em função dos atributos sensoriais, possibilitando a separação dos cafés preparados com arábica puro e o blend de 80% arábica com 20% robusta, a 100 e a 110 °C dos demais, caracterizando-os com ótimo corpo, textura e baixos índices relacionados a amargor e adstringência.

A análise de correlação canônica talvez seja a técnica de estatística multivariada menos explorada pelos usuários mais comuns. Tem como objetivo verificar o grau de relacionamento entre dois grupos de variáveis, detectando um pequeno número de combinações lineares para cada um dos grupos de variáveis, de forma a maximizar as correlações possíveis entre os grupos (MINGOTI, 2005; RECHE, 2006).

Mendonça et al. (2007) analisaram a composição química de grãos torrados de 16 cultivares da espécie arábica, utilizando a análise de correlação canônica para a separação das cultivares, em função de 13 parâmetros físico-químicos. A análise multivariada permitiu um agrupamento das cultivares ('Bourbon Amarelo', 'Acaia Cerrado', 'Rubi' e 'Icatu Vermelho') e uma relação destas cultivares em função dos teores de açúcares totais, açúcares não redutores, proteína, extrato aquoso, extrato etéreo, pH, luminosidade (L) e da coordenada cromática A.

Ferreira et al. (2011) avaliaram a variabilidade entre os genótipos da cultivar Bourbon e outras três cultivares ('Mundo Novo', 'Icatu Amarelo' e 'Catuaí Vermelho'), em diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Os genótipos foram agrupados de acordo com similaridades das suas características químicas. A partir da técnica de análise de correlação canônica, a acidez titulável total foi a variável com maior contribuição na diferenciação dos genótipos. Os

locais onde foram cultivados também influenciaram em relação às características químicas, resultando em um genótipo ou grupo de genótipos superiores para cada local estudado.

Dessa forma, a análise de correlações canônicas difere das análises de componentes principais, que trata somente de casos nos quais se tem um único conjunto de variáveis resposta (MINGOT, 2005).

REFERÊNCIAS

ALBANESE, D. et al. Espresso coffee (EC) by POD: study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical-physical and sensorial properties. **Food Research International**, Barking, v. 42, p. 727-732, Feb. 2009.

ANDUEZA, S. et al. Influence of water pressure on the final quality of arabica espresso coffee: application of multivariate analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 25, p. 7426-7431, Oct. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Brasil tem dia nacional do café: 24 de maio**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=1723>>. Acesso em: 18 fev. 2013a.

_____. **Cafés especiais estimulam consumo e exportações**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=1199>>. Acesso em: 31 jan. 2013b.

_____. **Como preparar o café espresso**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=902>>. Acesso em: 31 ago. 2011a.

_____. **Consumo de café no Brasil crescerá até 3% prevê ABIC**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=2300>>. Acesso em: 18 fev. 2013c.

_____. **País lidera também em certificações de qualidade do grão**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=2191>>. Acesso em: 15 jan. 2013d.

_____. **Tendências de consumo de café: VIII-2010.** Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/EST_PESQTendenciasConsumo2010.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2011b.

BAGGENSTOSS, J. **Coffee roasting and quenching technology:** formation and stability of aroma compounds. 2008. 170 p. Thesis (Degree of Doctor of Sciences) - Federal Institute of Technology of Zurich, Zurich, 2008.

BARBOSA, N. J. et al. Cafés de qualidade do estado de Minas Gerais e sua relação com fatores climáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBA, 2009. 1 CD-ROM.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café.** Lavras: UFLA, 2008. 631 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8**, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico da identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 25 set. 2011.

BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **Cafés especiais.** Disponível em: <<http://www.bsca.com.br>>. Acesso em: 30 ago. 2011.

_____. **Certifica Minas Café ajuda cafeicultor a melhorar qualidade de seu produto com gestão mais moderna da propriedade.** Disponível em: <<http://www.bsca.com.br>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

_____. **Mercado de cafés especiais no Brasil dobra em três anos.** Disponível em: <<http://www.bsca.com.br>>. Acesso em: 23 out. 2012.

BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ. **Relatório internacional de tendências do café**. Disponível em: <<http://www.icafebr.com>>. Acesso em: 3 dez. 2012.

CAFÉ POINT. **Final do VIII concurso estadual de qualidade dos cafés de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.cafepoint.com.br>>. Acesso em: 23 out. 2012.

CHAGAS, S. J. R. **Potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais**. 2003. 93 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee: technology**. London: Elsevier Applied Science, 1987. v. 2.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: levantamento café**, dez. 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 8 jan. 2013.

ELÍAS, G. A. V. **Avaliação das propriedades físicas e qualidade do café em diferentes condições de torrefação**. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Certifica Minas Café**. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2013.

_____. **Emater-MG acelera trabalho de certificação de café**. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br>>. Acesso em: 27 jul. 2011.

FABBRI, A. et al. Numerical modeling of heat and mass transfer during coffee roasting process. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 105, p. 264-269, Feb. 2011.

FERREIRA, A. D. et al. Características químicas de cafeeiros Bourbon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Resumos Expandidos...** Araxá: SPBC, 2011. 1 CD-ROM.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. Chichester: J. Wiley, 2002. 424 p.

GEIGER, R. et al. Carbon dioxide evolution and moisture evaporation during roasting of coffee beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, n. 2, p. 124-130, Feb. 2005.

GOULART, P. 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.

ILLY, A.; VIANI, R. (Ed.). **Espresso coffee**. London: Academic, 2005. 398 p.

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

ILLY, E.; NAVARINI, L. Neglected food bubbles: the espresso coffee foam. **Food Biophysics**, New York, v. 6, p. 335-348, Mar. 2011.

JANSEN, G. A. **Coffee roast magic-art-science physical changes and chemical reactions**. Munich: Corporate Media GmbH, 2006. 72 p.

LEITE, C. L. **Aceitação e preferência por cafés submetidos a diferentes métodos de extração de cafeína**. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado de Nutrição em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor**. 3rd ed. Long Beach: Specialty Association of America, 2001. 71 p.

MARIA, C. A. B. de; MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Componentes voláteis do café torrado: parte I, compostos heterocíclicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 209-217, mar./abr. 1999.

MARTIN, M. J.; PABLOS, F.; GONZÁLEZ, A. G. Discrimination between arabica and robusta green coffee varieties according to their chemical composition. **Talanta**, London, v. 46, p. 1259-1264, Nov. 1998.

MELO, W. L. B. de. **A importância da informação sobre do grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida**. São Carlos: UFSCar, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 58).

MENDES, L. C. **Estudo para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arábica*) com café robusta (*C. canéfora* Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso**. 2005. 186 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Identificação de cultivares de café por meio de avaliação multivariada da composição química dos grãos torrados: I, variáveis canônicas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Água de Lindóia: SPBC, 2007. 1 CD-ROM.

MINAS GERAIS. **Portaria nº 165**, de 27 de abril de 1995. Delimita regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais para Instituição do Certificado de Origem. Belo Horizonte, 1995. Disponível em: <<http://www.ima.gov.br>>. Acesso em: 23 ago. 2012.

MINAS GERAIS. Secretária do Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio de Minas encerra o ano com recorde**. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/noticias/2481-agronegocio-de-minas-encerra-o-ano-com-records>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

_____. **Certifica Minas Café**. Disponível em:
<<http://www.agricultura.mg.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 297 p.

MORAES, I. V. M. **Processamento de café**: dossiê técnico. Brasília, 2006.
Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTk=>>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

MORAIS, S. A. L. de et al. Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 198-207, dez. 2008.

MOURA, S. C. S. R. de et al. Influência dos parâmetros de torração nas características físicas, químicas e sensoriais do café arábica puro. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 17-25, 2007.

NABAIS, H. N.; NUNES, F. M.; COIMBRA, M. A. Influência dos polissacarídeos na estabilidade da espuma do café espresso: estudo de três cafés comerciais de diferentes origens. In: ENCONTRO DE QUIMICA DE ALIMENTOS, 5., 2001, Porto. **Actas...** Porto: EQA, 2001. p. 55-57.

NUNES, F. M. et al. Foamability, foam stability, and chemical composition of espresso coffee as affected by the degree of roast. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 8, p. 3238-3243, Aug. 1997.

OLIVEIRA, P. D. **Aspectos ultraestruturais e fisiológicos associados à qualidade da bebida de café arábica submetido a diferentes métodos de processamento e secagem**. 2010. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, R. C. S. **Detecção de adulteração de café torrado e moído com cevada pelo perfil cromatográfico de voláteis**. 2007. 195 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PAIVA, E. F. F. **Avaliação sensorial de cafés especiais: um enfoque multivariado**. 2010. 60 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PEREIRA, R. G. F. A. **Tecnologia e qualidade de café, raízes e tubérculos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 54 p.

PETRACCO, M. Physico-chemical structural and characterization of espresso coffee brew. In: INTERNACIONAL COLLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE, 13., 1989, Paris. **Proceedings...** Paris: ASIC, 1989. p. 246-261.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de café**. Lavras: UFLA, 2003. 304 p.

PINO, F. A.; VEGRO, C. L. R. Qualidade do café espresso em condições de campo. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 345-350, jul./dez. 2003.

RECHE, R. V. **Aspectos da tipificação da aguardente**. 2006. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Química Analítica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

REIS, P. L.; CUNHA, R. L. da; CARVALHO, G. R. **Café arábica: da pós colheita ao consumo**. Lavras: EPAMIG, 2011. 734 p.

RODARTE, M. P. **Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais**. 2008. 147 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SALVA, T. J. G.; LIMA, V. B. A composição química do café e as características da bebida e do grão. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 57-59, 2007.

SILVA, A. B. **Identificação de riscos e perigos no processo de torra e moagem de café visando a obtenção de produtos seguros e de qualidade**. 2008. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SILVA, J. B. **Otimização do processo de torração do café pelo monitoramento de parâmetros e propriedades físicas e sensoriais**. 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

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, nov./dez. 2004.

SIVETZ, M. **Coffee processing technology**. Westport: Avi, 1963. 598 p.

SOUSA, L. O. de. **Impactos da certificação sobre a eficiência técnica da cafeicultura de montanha de Minas Gerais**. 2011. 89 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **Cupping protocols**. Disponível em: <<http://coffeetraveler.net>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic, 1985. 311 p.

TOCCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L. C. Efeitos do processo de descafeinação com diclorometano sobre a composição química dos cafés arábica e robusta antes e após a torração. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 5, p. 965-971, set./out. 2006.

UEJO NETO, E. **Desvendando os cafés especiais-1.2010**. Disponível em: <<http://coffeetraveler.net/desvendando-os-cafes-especiais-1/>>. Acesso em: 20 set. 2012.

_____. Sutilezas do ton-sur-ton da torra do café. **Jornal do Café**, São Paulo, n. 162, p. 58-59, mar./abr. 2008.

VILAS-BOAS, B. M. et al. Seleção de extratores e tempo de extração para determinação de açúcares em café torrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1169-1173, set./out. 2001.

VILLELA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

CAPÍTULO 2

Potencial para expresso de cafés especiais processados por via úmida e via seca da região Sul de Minas

RESUMO

A crescente demanda por produtos saudáveis possibilita a potencialização da qualidade do café e o desenvolvimento das categorias de cafés especiais, aumentando o consumo de vários tipos de bebidas de café, destacando-se entre eles os expressos. A preparação de um café expresso exige matéria-prima de qualidade, pois a sua preparação é realizada sob alta pressão e temperatura, extraindo as substâncias presentes nos grãos. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o potencial de cafés especiais para a produção de expresso. Foram utilizadas 21 amostras de cafés (*Coffea arabica* L.) certificadas pelo Programa Certifica Minas Café, com pontuação na análise sensorial de 80 a 90 pontos, obtidas pelos processamentos via seca (natural) e via úmida (cereja descascado, cereja desmucilado e cereja despulpado – CDs), da safra 2011/2012, da região Sul de Minas. Os cafés foram submetidos a um monitoramento de torração para que todas as amostras obtivessem a tonalidade de cor média, 65# Agtron. As variáveis químicas dos cafés torrados e moídos avaliadas foram pH, açúcares totais, acidez titulável e sólidos solúveis. Nas bebidas de cafés expressos, foi realizada a avaliação física do tempo de consistência, estabilidade e volume da crema. Na análise sensorial das bebidas de cafés e dos cafés expressos, as amostras apresentaram média de notas próximas para os dois processamentos. Na composição química, não houve diferença significativa entre as médias dos cafés por via úmida e via seca, e, nas análises físicas das bebidas de cafés expressos, houve diferença significativa no tempo de persistência da espuma entre os dois tratamentos, tendo o processamento por via seca originado bebidas com maior valor médio para esta variável. Na análise de componentes principais, as amostras de café e de café expresso se agruparam de acordo com as notas das variáveis sensoriais. O processamento não influenciou a qualidade sensorial dos expressos, demonstrando que os cafés obtidos por via úmida, os quais são muito utilizados na forma de blends para expresso, têm potencial para serem utilizados separadamente, valorizando sua origem. Por fim, foi realizada uma análise de correlação canônica para verificar o potencial das bebidas de cafés para a produção de expressos. O atributo corpo das bebidas de café foi altamente

correlacionado ao atributo doçura e os atributos acidez e sabor das bebidas de cafés também foram correlacionados ao atributo cor de crema dos expressos. Em geral, os cafés que apresentaram melhores pontuações nos atributos sensoriais analisados resultaram em melhores bebidas de expresso.

Palavras-chave: Cafés especiais. Cafés expressos. Qualidade. Composição química. Análise Multivariada.

ABSTRACT

The growing demand for wholesome products makes the potentiation of the coffee quality and the development of the class of specialty coffees possible, increasing the consumption of several sorts of coffee beverages, standing out among them the espresso coffees. The preparation of an espresso coffee demands high quality raw material, for its preparation is performed under both high pressure and temperature, extracting the substances present in the beans. The present work was undertaken with the purpose of verifying the potential of specialty coffees for espresso production. 21 (twenty-one) samples of coffees (*Coffea arabica* L.) certified by the Programa Certifica Minas Café, with scorings in the sensorial analysis of 80 to 90 points, obtained by the dry processes (natural) and wet process (peeled cherry coffee, desmucilated cherry coffee and depulped cherry coffee – CDs), of the 2011/2012 crop, of the region South of Minas Gerais. The coffees were submitted to a roasting monitoring for all the samples to obtain the shade of medium color, 65# Agtron. The chemical variables of the roasted and ground coffees were pH, total sugars, titratable acidity and soluble solids. In the beverages of espresso coffees, the physical evaluation of the time de consistency, stability and crema (foam) volume was performed. In the sensorial analysis of the coffee beverages and of the espresso coffees, the samples presented a mean of close scores for the two processes. In the chemical composition, there were no significant differences among the means of the coffees by wet and dry method, and, in the physical analyses of the beverages of espresso coffees, there were significant differences in the persistence time of the foam between the two treatments, the dry processing having given rise to beverages with increased average value for this variable. In the principal component analysis, the samples of coffee and of the espresso coffees grouped together according to the scores of the sensorial analyses. The processing did not influence the sensorial quality of the espressos, demonstrating that the coffees obtained by wet method, which are very utilized in the form of blends for espresso coffee, have the potential to be utilized singly, valuing their origin. At last, a canonic correlation analysis was conducted to verify the potential of the coffee beverages for espresso production. O attribute body of the coffee beverages was highly correlated with the attribute sweetness and taste of the beverages were also correlated with the attribute crema color of the espresso coffees. In general, the coffees which presented the best scores in the sensorial attributes surveyed resulted into best espresso beverages.

Key words: Specialty coffees. Espresso coffees. Quality. Chemical composition. Multivariate analysis.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo. Suas características, como aroma, sabor e corpo, são relevantes e apreciadas como atributos de qualidade. Na bebida de café expresso, além destes atributos, a persistência da espuma é importante para a sua qualidade, reduzindo a volatilização do aroma para a atmosfera e conservando a temperatura da bebida. Um café expresso bem preparado é coberto por uma camada de espuma de tonalidade de cor avelã, marrom-escuro e com reflexos avermelhados, conhecida por crema, termo italiano (BRESSANI, 2007; ILLY; VIANI, 2005).

A espuma é uma dispersão de bolhas de gás em um líquido na fase contínua, que é uma emulsão de microscópicas gotículas de óleo em uma solução aquosa de vários solutos (como os açúcares, os ácidos, a cafeína, as proteínas e outras substâncias hidrofílicas). O gás da espuma consiste do vapor de água do processo de percolação e do dióxido de carbono produzido durante a torração dos grãos de café e retido dentro da estrutura celular do grão. Devido à importância do dióxido de carbono para a espuma, deve-se preparar a bebida imediatamente após a moagem e o intervalo entre a moagem e a preparação do café expresso deve ser, no máximo, de 30 minutos, para a preservação da crema (ILLY; NAVARINI, 2011).

A forma de preparo de um expresso exige café de alta qualidade, pois a sua extração é realizada com alta pressão e temperatura, e, assim, a água quente, sob alta pressão, passa pelo porta-filtro de café moído compactado, potencializando os atributos sensoriais originados pelas substâncias presentes nos grãos de café. O tempo de extração, a quantidade de pó e a granulometria da moagem do café utilizado para a preparação de uma xícara de expresso são relativos a cada café a ser processado, pois cada um apresenta características próprias, como espécie, variedade, composição química, tipo de processamento

e origem, dentre outros. Com isso, cada bebida deve ser preparada individualmente, para que possa originar um café expresso bem extraído, com crema espessa, cor homogênea e consistência adequada.

A falta de padronização, descrita por Illy e Viani (1995) e Petracco (1989) como a quantidade de café torrado e moído, o volume de bebida e as condições de extração (pressão e temperatura) a serem utilizadas na preparação da bebida de café expresso, podem alterar a composição química e, conseqüentemente, a qualidade desta bebida. Não há padronização, pois cada café tem suas próprias características, cabendo a um especialista a definição do grau de moagem e das condições de extração para cada café, durante a preparação, com o objetivo de se obter uma xícara de café expresso com agradáveis características sensoriais.

O Brasil, como o maior produtor e um dos maiores fornecedores de cafés especiais no mundo, vem adquirindo maior autonomia no mercado destes cafés e, atualmente, é alvo da implantação de várias redes de cafeterias nacionais e internacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC, 2013; BRESSANI, 2007; BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ, 2012).

Os cafés expressos vêm ganhando mais espaço no mercado devido à forte demanda por cafés especiais, que está relacionada com a crescente expansão do número de cafeterias em todo o mundo. Com o surgimento de grandes redes de cafeterias no país, os consumidores estão mais exigentes, valorizando os cafés que possuam atributos sensoriais marcantes, principalmente aroma e sabor intensos e diferenciados.

O estado de Minas Gerais produz em torno de 50% do total brasileiro de cafés especiais e os cafés da região Sul de Minas são muito valorizados pelas grandes redes de cafeterias (BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2013). Os cafés do estado se diferenciam pela

diversidade de sabor e aroma, devido às variações de clima, genótipos, altitude e métodos de pós-colheita, entre outros.

O tipo de pré-processamento adotado na pós-colheita, via úmida ou via seca, origina cafés com atributos sensoriais diferentes, em função das alterações físicas e dos processos bioquímicos que ocorrem, principalmente, durante a secagem. A secagem dos frutos do cafeeiro com todas as suas partes estruturais origina o café natural. Pela permanência do exocarpo durante a fase de secagem, o metabolismo e o processo de remoção da água nos cafés produzidos por via seca diferem dos do café produzido por via úmida. Nestes últimos, os grãos são secos sem o exocarpo, recobertos apenas pelo endocarpo, com presença ou ausência de parte do mesocarpo ou mucilagem (KLEINWACHTER; SELMAR, 2010; KNOPP; BYTOF; SELMAR, 2006).

Os cafés utilizados pelos baristas, em cafeterias e pelas indústrias, que produzem os cafés torrados para máquinas de café expresso, geralmente, constituem-se de mesclas ou blends de grãos de espécies diferentes, regiões e formas de processamento distintas e, mesmo, de países diferentes. A criação do blend é feita em função dos atributos sensoriais específicos para determinado mercado consumidor ou, ainda, como estratégia de marketing, valorizando cafés de origem, exóticos ou raros.

O enfoque das pesquisas científicas com cafés expressos abrange importantes estudos com as espécies arábica e robusta, como a caracterização do aroma desses cafés “blendados” (CAPRIOLI et al., 2012; MAEZTU et al., 2001) e com as propriedades da espuma dos expressos (NUNES et al., 1997; PIAZZA; GIGLI; BULBARELLO, 2007). No entanto, estudos relacionando a composição química e a análise sensorial dos cafés produzidos por via seca e via úmida são inexistentes. Esta pesquisa reveste-se também de outro aspecto inédito, que abrange a investigação e a caracterização de bebidas de expresso obtidas por cafés de origem única. Os cafés naturais brasileiros e também os cafés

produzidos por via úmida são amplamente utilizados no mundo, na composição de blends para expresso, porém, estudos com embasamento científico sobre a influência do tipo de pré-processamento e o potencial de qualidade de cada um deles separadamente também são escassos ou inexistentes. É dito, informalmente, que os cafés naturais conferem, principalmente, corpo, devido à maior quantidade de sólidos solúveis. Porém, não há relatos científicos que comprovem este fato ou que demonstrem que cafés obtidos por via úmida não tenham o potencial para produzir cafés expressos com os principais requisitos de qualidade, isoladamente.

O estado de Minas Gerais e, principalmente, a região Sul de Minas são responsáveis pela maior produção e exportação de cafés do país, destacando-se no mercado de cafés especiais. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o potencial de cafés obtidos pelos processos via úmida e via seca da região Sul de Minas, para a produção de cafés expressos e analisar e correlacionar a composição química com os atributos sensoriais das bebidas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras de café

Foram utilizadas amostras de café arábica (*Coffea arabica* L.) da safra 2011/2012, de empresas cafeeiras da região Sul de Minas Gerais, cedidas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG) e pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), certificadas pelo selo do programa Certifica Minas Café e participantes do VIII Concurso Estadual de Qualidade do Café do Estado de Minas Gerais. Foram analisados grãos oriundos de frutos processados por via seca (naturais) e via úmida (café cereja descascado, desmucilado e despulpado).

2.2 Classificação das amostras

As amostras foram classificadas, quanto à análise física e sensorial, por classificadores treinados, seguindo a Instrução Normativa nº 8 (BRASIL, 2003). A umidade foi determinada pelo método dielétrico, utilizando-se o aparelho Geole G-600, marca Gehaka. Foram desclassificadas amostras com umidade inferior a 11,5% e superior a 12,5% (b.u). O aspecto do produto foi verificado quanto à secagem e à cor e foram desclassificadas amostras com coloração amarelada, amarela, esbranquiçada e discrepante.

A classificação das amostras quanto ao tamanho dos grãos foi feita por meio de jogo de peneiras com crivos redondos de 16/64, 17/64, 18/64 e 19/64 polegadas, em que se admitiu vazamento de, no máximo, 5%.

As amostras selecionadas foram armazenadas em laboratório de armazenamento de café, sob temperatura de 15 °C, em embalagens aluminizadas a vácuo.

Para a avaliação dos atributos sensoriais, foram admitidas somente amostras com as classificações de bebida estritamente mole, mole e apenas mole, as quais foram avaliadas, por provadores treinados, quanto aos seguintes quesitos: corpo, acidez, doçura, fragrância, sabor remanescente, impressão global, sabor e balanço. Cada provador atribuiu nota de 0 a 8 pontos para cada atributo sensorial, somadas, ao final, a 36 pontos, resultando assim na nota total.

Os cafés classificados como especiais tiveram resultado final com notas acima de 80 pontos. Para a realização de todas as etapas, foram utilizadas 21 amostras de 1 kg de café em grão, que obtiveram pontuação de 80 a 90 pontos na análise sensorial.

2.3 Torração do expresso

A torração das 21 amostras de café foi realizada em torrador da marca Probat, modelo Probatino, com capacidade de 1.200 g.

A temperatura inicial do torrador, para todas as amostras, foi de 170 °C. O tempo de torração foi monitorado com o emprego de cronômetro e a temperatura do torrador foi aferida a cada 30 segundos, durante todo o processo, utilizando-se o termopar do próprio torrador.

A torração das amostras foi padronizada de acordo com um perfil de torração selecionado (**Anexos**), até a obtenção de grãos na tonalidade de cor média, 65 # Agtron, coloração mais utilizada para a produção de café expresso.

As amostras de grãos torrados foram acondicionadas em embalagens com válvula aromática, durante sete dias, para a liberação do **CO₂** e, assim, garantir melhores condições de extração da bebida de café expresso.

2.4 Análises químicas

As amostras para a realização das análises químicas foram moídas em moinho marca Mahlkönig, modelo K30 e acondicionadas em embalagens a vácuo. Antes da realização das análises químicas, as amostras foram tamisadas em peneiras de 20 mesh, para a padronização da granulometria.

2.4.1 Açúcares totais

Os açúcares totais foram quantificados pela reação com antrona (DISCHE, 1962).

As amostras de café torrado e moído (2 g) foram homogeneizadas em 100 mL de água destilada, com agitação por 1 hora e posterior filtração, com uso de papel de filtro. Uma alíquota (1 mL) do filtrado foi transferida para um balão volumétrico (50 mL) e completada com água destilada. Em tubos de ensaio foram colocadas alíquotas de 1 mL do filtrado e 2 mL do reagente antrona, em banho-maria com gelo. Em seguida, os tubos foram aquecidos, em banho-maria em água fervente, por 8 minutos e esfriados em banho-maria com gelo. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm. As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.2 Acidez titulável

A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH a 0,1N, de acordo com normas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Foram pesados 2 g de café torrado e moído. Após a adição de 50 mL de água destilada, procedeu-se à agitação, por 1 hora. Logo depois, realizou-se a filtração e retiraram-se 5 mL da amostra filtrada para um erlenmeyer, completando com água destilada até o

volume de 50 mL. Nessa solução, foram acrescentadas três gotas de fenolftaleína e o líquido foi titulado com NaOH 0,1 N até a viragem. Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1N.100 g⁻¹ de amostra.

2.4.3 pH

Foram pesados 2 g de cada amostra, que foram diluídos em 50 mL de água destilada e submetidos à filtração, empregando-se papel de filtro. Deste processo foi utilizada uma alíquota (25 mL) da amostra filtrada e feita a leitura em peagâmetro digital Tec-3MP (Tecnal), segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.4.4 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados por meio de refratômetro de bancada, de acordo com normas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem na matéria seca.

2.5 Preparação das bebidas de café expresso

A moagem dos grãos foi realizada em um moinho elétrico, marca Mahlkönig, modelo K30. Antes da realização da análise sensorial, para cada amostra de café foi feita uma regulagem na granulometria da moagem dos grãos, na prensagem e a realização de testes para a obtenção de bebidas de cafés expressos com máxima consistência, textura e sem formação de bolhas na crema.

As bebidas foram preparadas em máquina de café expresso da marca La Marzocco GB8. Foi utilizada uma quantidade entre 9,5 a 12 g de pó de café de

cada amostra, para preparar uma xícara de, aproximadamente, 35 mL de bebida, no intervalo de 16 a 27 segundos de extração.

2.6 Análises da bebida de café expresso

2.6.1 Estabilidade e consistência da espuma

As medições foram realizadas logo após a extração do café expresso.

A estabilidade da espuma foi medida na xícara com a bebida de café expresso, de acordo com o tempo necessário para o aparecimento da primeira abertura na área de superfície da espuma, durante o seu resfriamento à temperatura ambiente. A espuma estável é alcançada quando a sua textura é muito compacta e não tende a formar áreas abertas, de maneira com que o líquido do café abaixo da espuma seja visto (ALBANESE et al., 2009).

A consistência da espuma foi medida na xícara, de acordo com a sua resistência, ou seja, um aparato de borracha feito em laboratório, medindo 2 cm de diâmetro e pesando 1 g foi colocado na bebida de café expresso e foi cronometrado o tempo em que o mesmo ficou suspenso pela crema (NUNES et al., 1997).

2.6.2 Volume da crema

O volume da crema foi medido em uma proveta graduada de 50 mL, imediatamente após o processo de extração (NUNES et al., 1997).

2.7 Análise sensorial do café expresso

A análise sensorial foi realizada por três provadores treinados para avaliar as características sensoriais do café expresso.

A bebida foi servida à temperatura entre 65 a 70 °C, em xícaras de porcelana.

Foram degustadas 21 amostras em um dia e cada julgador provou 1 xícara de cada amostra, pontuando-as de acordo com os atributos sensoriais das bebidas de cafés expressos.

Realizou-se um teste descritivo, para avaliação de atributos, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1993). A equipe de provadores avaliou a cor da crema, a textura, o aroma, o amargor, a acidez, a doçura, o corpo, o sabor remanescente, o balanço e a nota geral, utilizando uma escala estruturada de 7 pontos, contendo 13 classes, cujo extremo esquerdo e o extremo direito de cada atributo analisado correspondem às seguintes classificações, respectivamente:

- a) cor da crema - aberta a excelente;
- b) textura - ausente a excelente;
- c) aroma - muito ruim a excelente;
- d) amargor - muito ruim a excelente;
- e) acidez - muito ruim a excelente;
- f) doçura - muito baixa a muito alta;
- g) corpo - muito baixo a excelente;
- h) sabor remanescente - muito ruim a excelente;
- i) balanço - muito ruim a excelente;
- j) nota geral - muito ruim a excelente.

Ao final da análise sensorial dos 10 atributos, houve um somatório de 30 pontos para cada amostra. Assim, as que atingissem a pontuação máxima de 70 pontos, teriam 100 pontos como nota final.

As amostras que tiveram notas de 70 a 74,5 foram classificadas como expressos ruins; de 75 a 79, como expressos razoáveis; de 80 a 84,5, como expressos bons; de 85 a 89,5, como expressos muito bons; de 90 a 94,5, como expressos excelentes e de 95 a 100 como expressos fantásticos.

2.8 Análises estatísticas

Todas as análises e gráficos foram feitos no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), particularmente utilizando-se as bibliotecas *ExpDes* (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2011), *SensoMineR* (HUSSON et al., 2012) e *Stats* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

2.8.1 Análises univariadas

Para a análise dos resultados das análises químicas e sensoriais foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com dois tratamentos (processamento via úmida e via seca) e quinze blocos (provadores) para as bebidas especiais e três blocos para os expressos. A análise de variância (ANAVA) e o teste de Tukey subsequente foram ambos feitos a 5% de significância. Além disso, o teste não paramétrico de Wilcoxon (a 10% de significância) foi aplicado para as variáveis tempo de consistência, tempo de persistência, volume da crema e açúcares totais.

Vale ressaltar que foi adotada uma significância maior para o teste de Wilcoxon, devido ao menor poder dos testes não paramétricos.

2.8.2 Análises multivariadas

Para a análise dos resultados da análise sensorial das bebidas de café, foi utilizada a análise de componentes principais (ACP) para as variáveis corpo, acidez, doçura, fragrância, gosto remanescente, impressão global, sabor e balanço. Para a análise dos resultados da análise sensorial dos cafés expressos, também foi utilizada a ACP das variáveis textura, cor da crema, aroma, amargor, acidez, doçura, corpo, sabor remanescente, balanço e nota geral. Além disso, foi utilizada a análise de correlação canônica para relacionar as variáveis dos cafés com as variáveis dos cafés expressos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados foram obtidos da análise sensorial e das análises do teor de açúcares totais, acidez, pH e sólidos solúveis dos cafés torrados e moídos. Também são descritos os resultados da análise sensorial dos cafés expressos, juntamente com as análises físicas de tempo de consistência, tempo de persistência e volume da crema.

Por fim, é apresentada e discutida a relação da análise sensorial das bebidas de cafés com as de cafés expressos obtidos das mesmas amostras.

3.1 Cafés especiais

Na tabela 1 estão descritos os resultados da análise sensorial realizada nos cafés provenientes dos dois tipos de processamentos, por via seca (natural) e por via úmida (cerejas descascados, desmucilados e despulpados – CDs). Os atributos de bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, sabor remanescente, balanço e impressão geral foram pontuados em uma escala de 0 a 8 pontos. Na Tabela 1 também estão presentes os valores médios da acidez titulável, pH, açúcares totais e sólidos solúveis, para os dois tipos de processamentos.

Tabela 1 Valores médios das notas dos atributos sensoriais e dos teores de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e açúcares totais, em função do tipo de processamento dos cafés

Variáveis	Natural	CD	p-valor
Bebida limpa	5,97 ^a	5,98 ^a	0,8707
Doçura	6,30 ^a	6,13 ^b	0,0473
Acidez	6,17 ^a	6,10 ^a	0,4043
Corpo	6,27 ^a	6,22 ^a	0,5888
Sabor	6,21 ^a	6,07 ^a	0,0739
Sabor remanescente	6,17 ^a	6,04 ^a	0,0910
Balanço	6,04 ^a	6,03 ^a	0,8358
IG	6,10 ^a	6,14 ^a	0,6969
Total	85,25 ^a	84,70 ^a	0,2249
Acidez titulável (mL de NaOH 0,1 N/100 g)	268,37 ^a	268,77 ^a	0,6917
pH	4,88 ^a	4,91 ^a	0,2459
Açúcares totais (%)	1,66 ^{a*}	1,51 ^{a*}	0,5011
Sólidos solúveis (g.100 g⁻¹MS)	30,16 ^a	30,44 ^a	0,4153

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 10% de probabilidade, pelo teste de Wilcoxon

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que os diferentes processamentos não influenciaram as médias das notas dos atributos bebida limpa, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço, impressão geral e nota total.

Não houve diferença significativa entre as notas para bebida limpa, nos dois processamentos, ou seja, os cafés apresentaram semelhanças nas médias das notas, com aproximadamente 6,0 pontos, significando que os cafés estão praticamente livres de defeitos.

O atributo acidez é importante para a qualidade da bebida e contribui para a vivacidade da mesma. A acidez da bebida de um café, durante a análise sensorial, não está relacionada apenas com sua intensidade, mas sim com o seu tipo, se é agradável ou não. Dentre os vários ácidos presentes no café torrado, os que são considerados mais importantes para a acidez são os ácidos cítrico, acético, quínico e fosfórico (SALVA; LIMA, 2007; SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA - SCAA, 2008).

Não houve diferença significativa entre as médias das notas de acidez e dos valores de acidez titulável para os cafés dos dois tipos de processamentos (natural e CDs). Isto pode ser devido à qualidade dos cafés analisados, que foram obtidos de processos de colheita e pós-colheita bem conduzidos, resultando em cafés com notas boas em relação à acidez, sem formação de ácidos indesejáveis nos processos fermentativos (CARVALHO, 1998). Outro fator que pode ter contribuído para que não houvesse diferença significativa ($p < 0,05$) entre os processamentos foi a padronização da torração, para que todas as amostras atingissem a torração média. Neste ponto de torração, a concentração de ácidos voláteis chega ao máximo, alcançando o potencial dos ácidos formados.

Os valores de acidez titulável nos cafés especiais torrados da região Sul de Minas encontrados na literatura são de 254,16 mLNaOH/100 g a 291,66 mLNaOH/100 g de amostra (RODARTE, 2008). As médias das amostras encontradas no presente estudo, nos dois processamentos (natural e CDs), foram de 268,37 mLNaOH/100 g e 268,77 mLNaOH/100 g, respectivamente, se enquadrando dentro dos limites citados pelo mesmo autor.

Os cafés processados por via seca, para alguns autores, apresentam maiores valores de acidez titulável, quando comparados com os cafés processados por via úmida (TAVEIRA, 2009; VILLELA, 2002). Taveira (2009) relatou que a diferença da acidez entre os cafés de diferentes tipos de processamento não interferiu na qualidade sensorial das bebidas.

Para Rodarte (2008), em sua pesquisa houve relação entre acidez titulável e a nota do atributo acidez na análise sensorial. A amostra de café torrado que recebeu a maior nota no atributo acidez foi uma das que apresentaram os maiores valores de acidez titulável, quando comparada com as outras amostras de cafés especiais analisadas.

Os valores médios de pH não diferiram entre os dois processamentos, com valor médio de 4,88, para via seca e 4,91, para via úmida. Este valores de pH estão abaixo do ideal proposto por Sivetz e Derosier (1979), que deve estar entre 4,95 a 5,20, para tornar o café palatável. No entanto, as amostras analisadas nos dois processamentos apresentaram valores próximos ao citado pela literatura.

Observa-se que, para o atributo doçura, houve diferença significativa entre as notas dos dois tratamentos. Os cafés naturais obtidos por via seca receberam nota média superior. Paiva et al. (2011), analisando cafés especiais do estado de Minas Gerais, no ano de 2009, por análise de componentes principais, verificaram que os cafés da categoria naturais estavam estreitamente associados aos atributos de doçura e sabor.

Segundo Pereira et al. (2003), os cafés naturais, ou seja, obtidos por via seca, podem apresentar maior quantidade de ácidos e açúcares, devido à facilidade de migração destes compostos do mesocarpo para o endosperma dos frutos do cafeeiro. Por outro lado, deve-se levar em consideração que a permanência do exocarpo durante a secagem pode manter, por um período mais longo, teores de água necessários para que os processos metabólicos continuem ocorrendo, ocasionando mudanças na composição química dos grãos. Mesmo não tendo sido constatada diferença significativa para os açúcares totais, constatou-se maior valor médio para os cafés de processamento por via seca. Os açúcares contribuem para a doçura da bebida, que é um dos atributos imprescindíveis nos cafés especiais.

Knopp, Bytof e Selmar (2006) e Pereira, Villela e Andrade (2001) não encontraram diferença significativa entre os açúcares totais de cafés dos processamentos via úmida e via seca. Fortunato et al. (2009), analisando os açúcares totais de amostras obtidas por estes dois métodos, constataram que os cafés processados por via úmida apresentaram menores teores desses constituintes. Os valores de açúcares totais correspondendo a 1,66% e 1,51%, para via seca e via úmida, respectivamente, são próximos do citado por Pinto et al. (2001), de 1,63%, em café classificado como estritamente mole torrado tipo expresso (torração média).

Os teores de sólidos solúveis não diferiram entre si e mostraram-se próximos de 30%, percentual elevado e similar ao obtido por Pinto et al. (2001), em café torrado tipo expresso (torração média) e classificado como estritamente mole.

O atributo sabor remanescente é a sensação que fica na boca após a degustação da bebida de café. O balanço tem como objetivo expressar a harmonia entre todos os atributos e a impressão geral é a opinião pessoal de cada provador, refletindo sua valorização pessoal do café. Tanto os cafés processados por via úmida quanto por via seca alcançaram médias altas das notas para estes atributos, que não diferiram entre si ($p < 0,05$).

A nota final é a soma das notas de todos os atributos analisados, com a adição de 36 pontos. As notas médias obtidas para os dois processamentos foram próximas e acima de 80 pontos, o que os qualifica como cafés especiais.

O método de análise de componentes principais (ACP) foi utilizado para verificar a relação das amostras de café com os atributos da análise sensorial, facilitando a sua correlação. Na Figura 1(a) apresentam-se as direções das variáveis sensoriais e, na Figura 1(b), o posicionamento das amostras de cafés referentes às categorias dos cafés processados por via seca (naturais) e processados por via úmida (CDs) da região Sul de Minas.

Na Figura 1(a) observa-se que a porcentagem da variação total dos dados explicada pelos dois primeiros componentes principais é de 91,57%, ou seja, 87,75% explicam o primeiro componente e 3,82%, o segundo componente principal. Todas as variáveis sensoriais são representadas por vetores que, neste caso, apontam para a direção positiva do eixo X. As variáveis balanço e nota geral são correlacionadas também com a direção positiva do eixo Y (segundo componente principal), enquanto as variáveis gosto remanescente, sabor e acidez são correlacionados com a direção negativa do eixo Y.

As amostras localizadas nestas direções são mais bem caracterizadas por tais variáveis sensoriais. Por exemplo, amostras como nt3, cd8 e cd9 (Figura 1b) estão relacionadas, principalmente, com as variáveis doçura, bebida limpa e corpo.

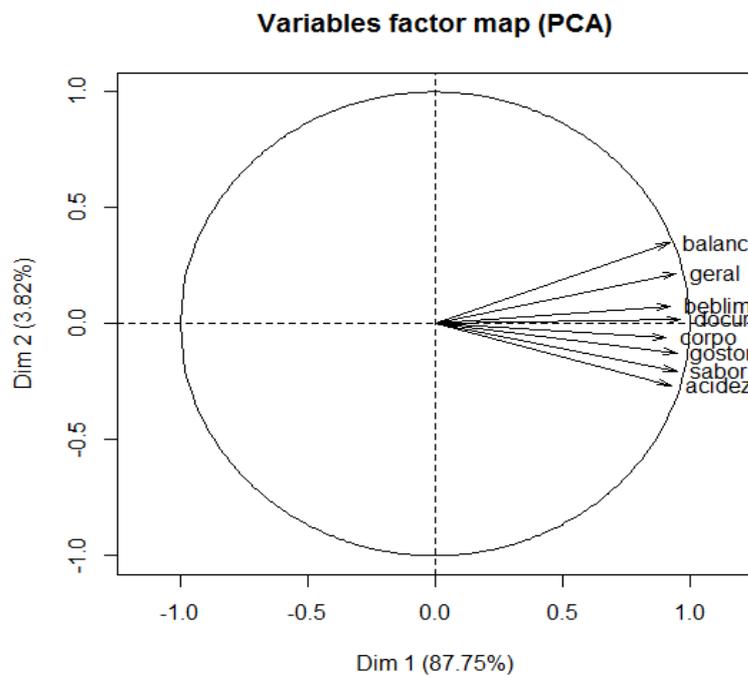


Figura 1(a) Espaço das variáveis, demonstrando as correlações entre as variáveis sensoriais e os dois primeiros componentes principais, das categoriais (natural e CDs) dos cafés

A amostra cd8 localiza-se na extrema direita do gráfico e é a de melhor pontuação, principalmente nos atributos de bebida limpa e nota geral.

Houve uma variabilidade semelhante das amostras em relação às categorias CD e natural na dispersão espacial. Algumas amostras, independentes do tipo de processamento, se localizaram mais à direita do eixo X e outras, do lado negativo do eixo X. Isso significa que um café natural pode ser tão bom quanto um café CD ou vice-versa.

Paiva (2010), estudando as amostras das regiões Sul de Minas, Matas de Minas, Chapadas de Minas e Cerrado, do ano de 2008, obtidas pelo processamento CD e natural, observou que, na categoria CD, houve uma maior quantidade de amostras localizadas na direção positiva do eixo X, sugerindo uma melhor média nas variáveis da análise sensorial. Segundo o mesmo autor, a mesma relação foi verificada no ano de 2009. Na pesquisa conduzida pelo autor citado houve uma menor dispersão das amostras, tanto na categoria CD quanto para os cafés naturais, constatando-se uma menor variabilidade entre as características das amostras.

Rodarte (2008) estudou 10 amostras de cafés arábicas especiais de processamento cereja descascado e natural, safra 2007, do estado de Minas Gerais, por análise de componentes principais. A autora verificou que cada amostra também se relacionou com um ou dois atributos, verificando a associação de uma com a acidez, outra amostra com os atributos de sabor e doçura, outras quatro amostras com nota geral, e uma com balanço. Para outras três amostras não foi possível estabelecer uma relação com os atributos sensoriais.

Na Tabela 2 exibem-se as correlações (coeficiente de correlação de Pearson) entre cada atributo sensorial e os dois primeiros componentes principais, e sua respectiva significância. O objetivo dessas correlações é, justamente, explicar o significado de cada componente principal.

Pode-se notar, pelos dados da Tabela 2, que o primeiro componente principal está associado de maneira significativa a todos os atributos sensoriais ($p < 0,05$), enquanto o segundo componente principal é correlacionado significativamente apenas ao atributo balanço. Isso quer dizer que amostras localizadas na Figura 1(b), acima do eixo X (como nt3 e cd8), podem ser consideradas com notas maiores no atributo balanço que as localizadas abaixo do eixo X (como nt5, nt6 e cd6).

Tabela 2 Correlações (coeficiente de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais dos cafés e os dois primeiros componentes principais

Atributos	PC1	p-valor	PC2	p-valor
Bebida limpa	0,9242	$1,1 \times 10^{-9}$	0,0749	0,3735
Doçura	0,9646	$9,3 \times 10^{-13}$	0,0176	0,4699
Acidez	0,9293	$5,9 \times 10^{-10}$	-0,2647	0,8769
Corpo	0,9060	$7,9 \times 10^{-9}$	-0,0604	0,6026
Sabor	0,9498	$2,4 \times 10^{-11}$	-0,2041	0,8125
Sabor remanescente	0,9494	$2,6 \times 10^{-11}$	-0,1256	0,7063
Balanço	0,9222	$1,4 \times 10^{-9}$	0,3483	0,0609
Geral	0,9471	$3,9 \times 10^{-11}$	0,2180	0,1713

3.2 Café expresso

Na Tabela 3 estão descritos os resultados da análise sensorial dos cafés expressos dos dois processamentos, por via seca (natural) e por via úmida (cereja descascado, desmucilado e despulpado – CDs).

Os atributos de cor de crema, textura, aroma, amargor, acidez, doçura, corpo, sabor remanescente, balanço e geral foram pontuados em uma escala de 1

a 7 pontos. Na Tabela 3 também se observam os valores médios do tempo de consistência, tempo de persistência e volume da crema, para os dois processamentos.

Tabela 3 Valores médios das notas dos atributos sensoriais e das análises físicas de tempo de consistência, tempo de persistência e volume da crema, em função do tipo de processamento dos cafés expressos

Variáveis	Natural	CD	p-valor
Cor da crema	5,23 ^a	4,96 ^a	0,3143
Textura	5,04 ^a	4,64 ^a	0,1624
Aroma	5,02 ^a	5,21 ^a	0,3767
Amargor	4,96 ^a	5,12 ^a	0,4657
Acidez	5,17 ^a	5,36 ^a	0,2673
Doçura	4,69 ^a	4,94 ^a	0,2404
Corpo	4,52 ^a	5,00 ^b	0,0126
Sabor remanescente	4,33 ^a	4,85 ^b	0,0412
Balanço	4,69 ^a	4,90 ^a	0,2676
Geral	4,73 ^a	5,06 ^a	0,1119
Total	78,38 ^a	80,05 ^a	0,3016
Tempo de consistência (seg)	2,47 ^{a*}	1,32 ^{a*}	0,1901
Tempo de persistência (min)	10,77 ^{a*}	7,87 ^{b*}	0,0793
Volume da crema(mL)	9,00 ^{a*}	7,14 ^{a*}	0,2404

Médias seguidas pela mesma letra, na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, a 10% de probabilidade, pelo teste de Wilcoxon

Os resultados apresentados na Tabela 3 demonstram que os diferentes tratamentos aos quais os cafés foram submetidos não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias das notas dos seguintes atributos: cor da crema, textura, aroma, amargor, acidez, doçura e balanço geral.

A cor da crema é a característica da espuma do café expresso. Ela deve apresentar uma tonalidade de cor marrom-avermelhada, aparência aveludada e padrão tigrado. A textura de um café expresso bem preparado deve aparentar consistência e persistência na crema.

As características mais apreciadas em um café expresso são sua cremosidade, corpo e aroma marcantes. Apesar de não haver diferença significativa no atributo aroma, a média das notas dos provadores do processamento por via úmida foi maior que a nota do processamento natural. Lima Filho et al. (2011), estudando os cafés expressos com diversas formulações e analisando por análise de componentes principais, observaram maior intensidade de aroma caramelizado na formulação de café arábica descascado (processado por via úmida) do que na formulação de café arábica processado por via natural.

O atributo amargor é relacionado ao gosto amargo percebido no instante em que a bebida entra em contato com a língua (LIMA FILHO et al., 2011). As amostras de cafés processadas por via seca e úmida receberam dos provadores, durante a análise sensorial, os comentários de amargor suave e pronunciado.

Andueza et al. (2002) afirmam que cafés preparados com pressão de 11 atm foram caracterizados pelos provadores por elevada intensidade de sabor amargo.

A acidez é um atributo importante e valorizado na qualidade do café expresso e a sua percepção é ainda maior com o resfriamento da bebida. Um bom café expresso deve apresentar doçura natural e acidez marcantes. Os provadores, durante a análise sensorial, comentaram que os cafés expressos dos dois processamentos eram doces, cremosos, com acidez intensa e cítrica.

Houve diferença significativa entre as notas do atributo corpo, nos dois processamentos, sendo a média da nota estatisticamente maior para as bebidas resultantes dos cafés processados por via úmida. O atributo corpo é uma característica importante, sendo indispensável sensorialmente para um bom café expresso.

Toledo e Barbosa (1998) mencionaram que é possível que cafés cerejas descascados de alta qualidade apresentem bebidas encorpadas similares às obtidas com cafés naturais.

Para o atributo sabor remanescente, também foi constatada diferença significativa entre as notas dos cafés dos dois tratamentos. A média das notas do atributo sabor remanescente foi estatisticamente maior para a categoria de cafés CDs em relação à dos cafés da categoria natural. O sabor remanescente representa a sensação do gosto do café que permanece na boca após a degustação. Durante a análise sensorial, os provadores comentaram que os expressos processados por via úmida exibiam um sabor remanescente persistente, com sabor de chocolate e caramelo.

A média da nota final dos cafés expressos dos dois tipos de processamento não diferiu ($p < 0,05$). Os expressos dos cafés naturais foram enquadrados, de acordo com as notas finais, como bebidas de expressos razoáveis a bons e os provenientes de cafés processados por via úmida, como bons expressos.

O tempo de consistência é avaliado medindo-se o tempo durante o qual a espuma suporta um peso conhecido, podendo ser medido por dois métodos diferentes. O primeiro é conhecido como “teste do açúcar” e no qual se utilizam 1,5 g de açúcar, medindo-se o tempo gasto para que o mesmo penetre na bebida de café expresso e, no segundo método, o açúcar é substituído por um aparelho feito em laboratório, geralmente feito com peso e geometria conhecidos (ILLY; NAVARINE, 2011).

No teste realizado para o tempo de consistência, os resultados não foram estatisticamente diferentes entre os dois tratamentos, natural e CDs, mas, neste caso, vale ressaltar que o intervalo, para os dois processamentos, está dentro do padrão de uma boa consistência de espuma, segundo outros autores que realizaram este teste, como Severini, Romani e Pinnavaia (1997). Utilizando o “teste do açúcar”, estes autores relataram que uma espuma consistente persiste de 0,5 a 14 segundos.

Porém, Nunes et al. (1997), utilizando o teste de consistência da espuma com um aparato de geometria circular de 2 cm de diâmetro, pesando 1 g, encontraram $0,63 \pm 0,32$ segundos a $1,01 \pm 0,16$ segundos, para cafés expressos do Brasil, de diversos graus de torração, que são tempos de consistência menores que os do presente estudo.

O tempo de estabilidade da espuma é uma propriedade importante para os apreciadores de café expresso, por manter, por um tempo maior, tanto a temperatura da bebida como seus componentes aromáticos no interior da xícara. Houve diferença significativa ($p < 0,10$) no tempo de persistência da espuma entre os dois tratamentos. O processamento por via seca originou bebidas com maior valor médio para esta variável.

Segundo Illy e Viani (2005), uma espuma persistente tem que sobreviver por, pelo menos, 2 minutos.

Andueza et al. (2002) utilizaram diferentes pressões da água (7, 9 e 11 atm) para preparar cafés expressos, verificando que a persistência da espuma aumentou significativamente de 7 para 11 atm, mas, em todos os tratamentos, a espuma permaneceu por mais que 2 minutos.

Pode-se concluir, assim, que, independente do tipo de processamento, os cafés expressos tiveram espumas estáveis.

A espuma de um expresso bem preparado influencia as características sensoriais, sendo uma vedação dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma da bebida.

A média do volume da espuma não foi estatisticamente diferente entre os dois tratamentos, natural e CDs. Um café expresso bem preparado deve originar uma espuma que corresponda, no mínimo, a 10% do volume total de um expresso (ILLY; VIANI, 2005).

Durante a preparação dos cafés expressos, utilizaram-se, aproximadamente, 35 ml de bebida. Assim, os cafés processados por via seca apresentaram, em média, 25,71% de espuma e os cafés processados por via úmida, em média, 20,4% de espuma.

Albanese et al. (2009), analisando blends de cafés expressos preparados sob diferentes temperaturas de extração, obtiveram espumas com valores superiores a 10% do volume total e persistência da crema em tempos superiores a 20 minutos.

De forma geral, os cafés dos dois processamentos apresentaram características ideais para um bom expresso, apresentando um padrão tigrado com consistência, persistência e alto volume de espuma.

Pelo método de análise de componentes principais, na Figura 2(a) apresentam-se as direções das variáveis sensoriais e, na Figura 2(b), o posicionamento das amostras de cafés expressos referentes às categorias dos cafés processados por via seca (naturais) e por via úmida (CDs) da região Sul de Minas.

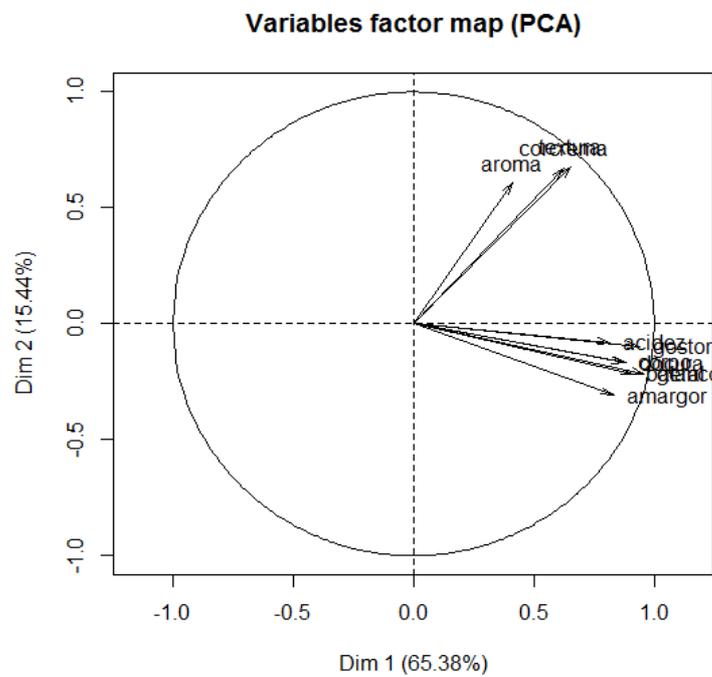


Figura 2 (a) Espaço das variáveis, demonstrando as correlações entre as variáveis sensoriais e os dois primeiros componentes principais, das categoriais (natural e CDs) dos cafés expressos

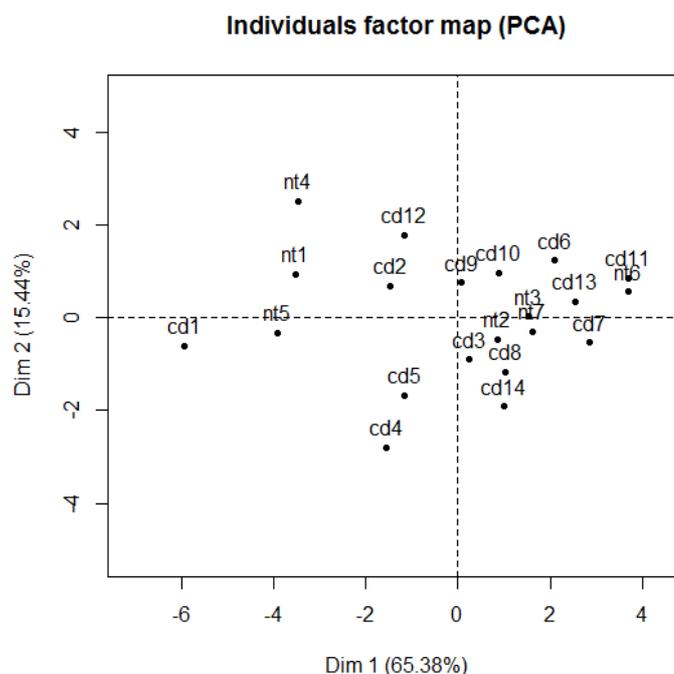


Figura 2 (b) Espaço das amostras de cafés expressos, destacando-se as categorias natural (nt) e CDs (cd)

Na Figura 2(a), observa-se que a porcentagem da variação total dos dados explicada pelos dois primeiros componentes principais é de 80,82%, ou seja, 65,38% explicam o primeiro componente e 15,44%, o segundo componente principal. As variáveis acidez, doçura, corpo, sabor remanescente, balanço e geral são representadas por vetores que apontam para a direção positiva do eixo X. As amostras localizadas nestas direções são mais bem caracterizadas por tais variáveis sensoriais. As variáveis aroma, textura e cor de crema são correlacionadas com a direção positiva do eixo Y(segundo componente principal), enquanto a variável amargor é mais correlacionada com a direção negativa do eixo Y do que as demais variáveis.

Na Figura 2 (b) pode-se observar a localização das amostras de cafés expressos das categorias CDs e natural no plano espacial. As amostras localizadas no lado direito do gráfico, na direção positiva do eixo X, no quadrante inferior, receberam as maiores notas nos atributos sensoriais de acidez, sabor remanescente, corpo, doçura, balanço, geral e amargor. Já as amostras localizadas à esquerda do gráfico, na direção negativa do eixo X, obtiveram as menores notas em todos estes atributos.

Ainda na Figura 2(b), em relação ao primeiro componente principal, a amostra cd7 apresentou maior intensidade dos atributos acidez, gosto remanescente, corpo, doçura, balanço, geral e amargor, pois se localiza próxima a estes atributos. Analisando-se o segundo componente principal em direção positiva do eixo Y, observou-se as amostras cd6, cd10 e nt4 se relacionaram ao atributo cor da crema, textura e aroma e a amostra cd12, ao atributo aroma.

Já a amostra cd1 foi a que mais se distanciou dos atributos sensoriais, localizando-se do lado negativo do eixo X, recebendo a menor nota em todos os atributos sensoriais.

Em geral, as amostras localizadas na área direita do eixo X, principalmente no quadrante inferior, referem-se aos cafés que têm notas mais altas nos atributos acidez, gosto remanescente, doçura, corpo, balanço, amargor e nota geral. As amostras localizadas na parte superior do gráfico na direção positiva do eixo Y foram relacionadas aos atributos aroma, cor da crema e textura.

Na Tabela 4 exibem-se as correlações (coeficiente de correlação de Pearson) entre cada atributo sensorial e os dois primeiros componentes principais, e sua respectiva significância. Nota-se que o primeiro componente principal está associado, de maneira significativa, a todos os atributos sensoriais ($p < 0,05$), enquanto o segundo componente principal é correlacionado significativamente aos atributos cor de crema, textura e aroma. As amostras

localizadas na Figura 2(b) acima do eixo X (como cd6 e cd10) podem ser consideradas com notas maiores nos atributos cor de crema, textura e aroma do que as localizadas abaixo do eixo X (como cd8, cd14).

Tabela 4 Correlações (coeficiente de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais dos cafés expressos e os dois primeiros componentes principais

Atributo	PC1	p-valor	PC2	p-valor
Cor crema	0,6236	0,0013	0,6729	0,0004
Textura	0,6556	0,0006	0,6781	0,0004
Aroma	0,4113	0,0320	0,6084	0,0017
Amargor	0,8333	1,4x10⁻⁶	-0,3088	0,9134
Acidez	0,8171	3,1x10⁻⁶	-0,0808	0,6361
Doçura	0,8842	5,3x10⁻⁸	-0,1685	0,7673
Corpo	0,8781	8,4x10⁻⁸	-0,1678	0,7664
Gosto remanescente	0,9406	1,2x10⁻¹⁰	-0,0964	0,6612
Balanço	0,9128	4,0x10⁻⁹	-0,2176	0,8284
Geral	0,9578	4,8x10⁻¹²	-0,2145	0,8248

3.3 Análise de correlação canônica

Por meio desta análise o objetivo é encontrar combinações lineares das variáveis sensoriais dos cafés (X) e as combinações lineares das variáveis sensoriais dos cafés expressos (Y), tal que a correlação entre essas combinações lineares seja máxima. Tais combinações lineares das variáveis X foram denominadas de variáveis canônicas U_i ($i = 1, 2, \dots, 8$) e as combinações lineares das variáveis Y, de variáveis canônicas V_i ($i = 1, 2, \dots, 8$).

Na Tabela 5 correlacionam-se as variáveis canônicas dos cafés com os cafés expressos.

Tabela 5 Correlações canônicas: correlação entre as variáveis canônicas

U_1V_1	U_2V_2	U_3V_3	U_4V_4	U_5V_5	U_6V_6	U_7V_7	U_8V_8
0,9794359	0,9198271	0,8570262	0,7773868	0,5531429	0,3976817	0,3077062	0,2536201

Na Tabela 5 são apresentados 8 pares de variáveis canônicas (as 8 combinações devem-se ao número mínimo de atributos dos cafés e cafés expressos). Assim, é possível realizar 8 pares de variáveis canônicas e ordená-las da mais correlacionada para a menos correlacionada.

O par U_1V_1 é o mais correlacionado entre os 8 pares das variáveis canônicas, indicando que, de posse da combinação linear U_1 dos atributos sensoriais dos cafés, é possível prever o valor da combinação linear V_1 dos atributos sensoriais de seus expressos (mesmo antes de os expressos serem feitos).

Na Figura 3(a) apresenta-se a correlação dos atributos dos cafés expressos (cor azul) e os atributos dos cafés (cor vermelha). Pode-se observar o círculo de correlação em que as variáveis dos cafés e dos expressos se correlacionam, no plano gerado pelas primeiras variáveis canônicas (U_1 e V_1). Nessa figura é possível inferir sobre (i) a correlação entre os atributos sensoriais e (ii) como os atributos sensoriais se relacionam com as variáveis canônicas.

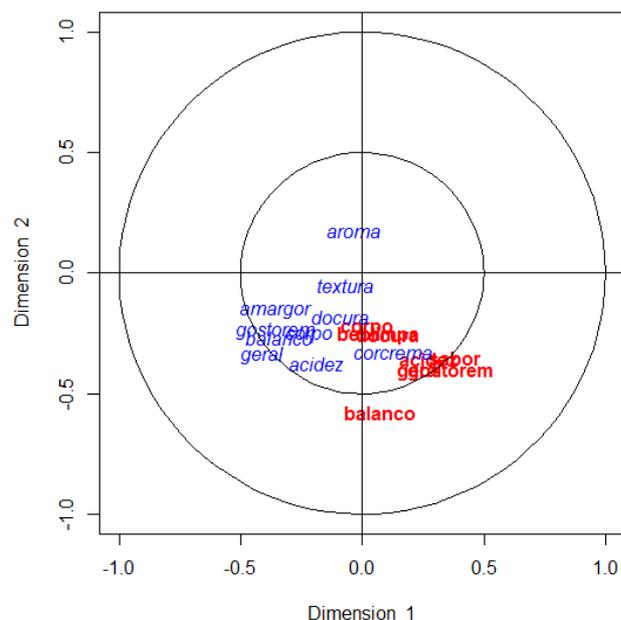


Figura 3(a) Dispersão gráfica dos atributos dos cafés e cafés expressos, em relação à primeira (Dimensão1) e à segunda (Dimensão2) variável canônica, com base aos seus atributos sensoriais

- a) Quanto mais próximas as variáveis, mais elas se correlacionam. A relação do atributo corpo com o atributo doçura é alta, ou seja, os cafés que apresentaram notas altas no atributo corpo resultaram em cafés expressos com pontuação alta na doçura. As variáveis acidez e sabor dos cafés se correlacionam com a variável cor da crema dos cafés expressos e, assim, cafés que apresentaram notas altas nos atributos acidez e sabor apresentaram cafés expressos com pontuação elevada no atributo cor da crema.
- b) Percebe-se que os atributos dos cafés se relacionam fortemente com a direção positiva da primeira dimensão ($+U_1$) e a direção negativa

da segunda dimensão ($-V_1$). Por sua vez, os atributos sensoriais dos expressos se relacionam mais fortemente com a direção negativa da primeira e da segunda dimensão ($-U_1$ e $-V_1$, respectivamente).

Na Figura 3(b) apresentam-se as amostras de cafés dos dois processamentos (natural e CDs) em relação à primeira (U_1) e à segunda (V_1) variável canônica, com base nos seus atributos sensoriais. Pode-se verificar que as amostras se relacionam diante desse par de variáveis canônicas (U_1 , V_1). Analisando-se o gráfico observa-se que não há agrupamentos entre os processamentos, indicando que ambos (CDs e natural) podem ser expressos com pontuação alta ou baixa. Tal indicação concorda com o observado na análise de componentes principais.

Analisando-se as Figuras 3 (a) e 3(b), pode-se observar que o posicionamento das amostras de cafés pode indicar o seu potencial para expresso. São consideradas com maior potencial para expresso aquelas amostras que se localizam mais próximas da origem do plano (0,0) e as que forem mais voltadas para o 3º quadrante (sudoeste). Esse é o caso, por exemplo, das amostras cd6, nt6, cd8, cd9, nt3, cd7, cd11 e cd13. Mais próximo da periferia situam-se as amostras cd1, nt1, nt4 e nt5 que, de acordo com a análise de componentes principais, são as de menor potencial para expresso.

A amostra cd6 recebeu a menor pontuação em todos os atributos analisados na bebida de café, porém, na análise sensorial de expresso apresentou pontuação alta em todos os atributos analisados, destacando-se nos atributos cor de crema, textura e aroma.

As amostras cd8, nt3, nt6, cd7 receberam os seguintes comentários dos provadores durante a análise sensorial dos expressos: acidez intensa, bom corpo, amargor suave, sabor chocolate, aroma frutado, doce e sabor residual delicioso.

A amostra cd1 apresentou uma classificação, na avaliação sensorial, muito ruim, com acidez alta, sem corpo, pouca persistência no creme, considerado impróprio para um bom café expresso. Já a amostra cd11 apresentou ótimo corpo, realçando o sabor frutado e obteve classificação, na avaliação sensorial, de um expresso muito bom.

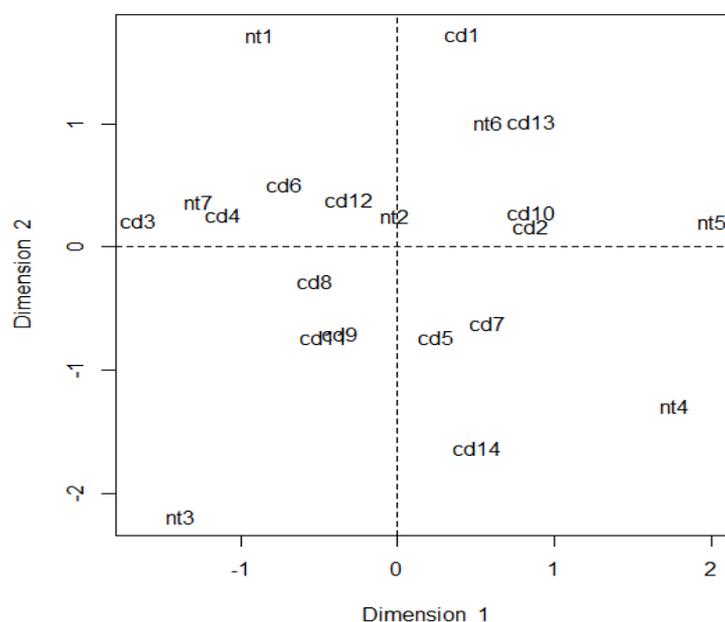


Figura 3(b) Dispersão gráfica das amostras dos cafés em relação à primeira (U1) e à segunda (V1) variável canônica, com base aos seus atributos sensoriais

Os resultados apresentados demonstram a importância da análise sensorial para a avaliação da qualidade da bebida de café. Com base nos atributos sensoriais das bebidas de cafés e cafés expressos, podem-se prever, de forma geral, quais atributos se relacionam e quais amostras apresentaram boas características para se tornarem bons cafés expressos.

4 CONCLUSÃO

As amostras de cafés e de cafés expressos apresentaram notas médias próximas, tendo havido uma variabilidade semelhante em relação às categorias natural e CDs.

Somente a amostra cd6 recebeu a menor pontuação em todos os atributos analisados na bebida de café e resultou em um bom expresso, com cor de crema, textura e aroma marcantes.

O atributo corpo das bebidas de café foi altamente correlacionado ao atributo doçura dos cafés expressos e o atributo acidez e sabor das bebidas de cafés foram correlacionados ao atributo cor de crema dos expressos.

O tipo de processamento do café que originou as bebidas não influenciou a qualidade sensorial dos expressos, porém, verificou-se que, de forma geral, os cafés com notas mais altas na análise sensorial das bebidas apresentaram maiores tendências de fornecer melhores bebidas de café expresso.

REFERÊNCIAS

ALBANESE, D. et al. Espresso coffee (EC) by POD: study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical-physical and sensorial properties. **Food Research International**, Barking, v. 42, p. 727-732, Feb. 2009.

ANDUEZA, S. et al. Influence of water pressure on the final quality of arabica espresso coffee: application of multivariate analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 25, p. 7426-7431, Oct. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Espresso em série**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=2285>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994**: análise sensorial dos alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993. 2 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8**, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico da identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 25 set. 2011.

BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **Certifica Minas Café ajuda cafeicultor a melhorar qualidade de seu produto com gestão mais moderna da propriedade**. Disponível em: <<http://www.bsca.com.br>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

BRESSANI, E. **Guia do barista**: da origem do café ao espresso perfeito. São Paulo: Café, 2007. 208 p.

BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ. **Relatório internacional de tendências do café**. Disponível em: <<http://www.icafebr.com>>. Acesso em: 3 dez. 2012.

CAPRIOLI, G. et al. Optimization of espresso machine parameters through the analysis of coffee odorants by HS-SPME-GC/MS. **Food Chemistry**, London, v. 135, p. 1127-1133, June 2012.

CARVALHO, V. D. **Qualidade do café**. 1998. 53 p. Monografia (Especialização em Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote R para análise de experimentos. **Revista da Estatística da UFOP**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2011.

FORTUNATO, V. A. et al. Composição química de grãos de café submetidos a diferentes formas de processamento e secagem. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Resumos Expandidos...** Vitória: SPBC, 2009. 1 CD-ROM.

HUSSON, F. et al. **SensoMineR**: sensory data analysis with R. R Package Version 1.15. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=SensoMineR>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

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

_____. _____. 2nd ed. London: Academic, 2005. 398 p.

ILLY, E.; NAVARINI, L. Neglected food bubbles: the espresso coffee foam. **Food Biophysics**, New York, v. 6, p. 335-348, Mar. 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. v. 1, 190 p.

KLEINWACHTER, M.; SELMAR, D. Influence of drying on the content of sugars in wet processed green Arabica coffees. **Food Chemistry**, London, v. 119, p. 500-504, June 2010.

KNOPP, S. E.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 223, n. 2, p. 195-201, 2006.

LIMA FILHO, T. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de bebidas de café tipo espresso preparadas a partir de *blends* de café arábica e conilon. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-17, 2011.

MAEZTU, L. et al. Characterization of espresso coffee aroma by static headspace GC-MS and sensory flavor profile. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 11, p. 5437-5444, Nov. 2001.

NUNES, F. M. et al. Foamability, foam stability, and chemical composition of espresso coffee as affected by the degree of roast. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 8, p. 3238-3243, Aug. 1997.

PAIVA, E. F. F. **Avaliação sensorial de cafés especiais:** um enfoque multivariado. 2010. 99 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

_____. Avaliação sensorial de diferentes processamentos em cafés especiais através de análise multivariada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Resumos Expandidos...** Araxá: SPBC, 2011. 2011. 1 CD-ROM.

PEREIRA, R. G. F. A. et al. Composição química de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamento: II., torração média. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003. 1 CD-ROM.

PEREIRA, R. G. F. A.; VILLELA, T. C.; ANDRADE, E. T. Composição química de grãos de cafés (*Coffea arabica L.*), submetidos a diferentes tipos de pré processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Vitória: SPBC, 2001. v. 2, p. 826-831.

PETRACCO, M. Physico-chemical structural and characterization of espresso coffee brew. In: INTERNACIONAL COLLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE, 13., 1989, Paris. **Proceedings...** Paris: ASIC, 1989. p. 246-261.

PIAZZA, L.; GIGLI, J.; BULBARELLO, A. Interfacial rheology study of espresso coffee foam structure and properties. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 84, p. 420-429, June 2007.

PINTO, N. A. V. D. et al. Açúcares e sólidos solúveis em bebidas e *blends* de cafés torrados tipo espresso. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Vitória: SPBC, 2001. v. 2, p. 1421-1425.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

RODARTE, M. P. **Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais**. 2008. 147 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SALVA, T. J. G.; LIMA, V. B. A composição química do café e as características da bebida e do grão. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 57-59, 2007.

SEVERINI, C.; ROMANI, S.; PINNAVAIA, G. G. Investigation into the quality of espresso coffee. **Industrie Alimentari**, Pinerolo, v. 36, n. 355, p. 12-16, 1997.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. **Physical and chemical aspects of coffee**: coffee technology. Westport: Avi, 1979. 716 p.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **Cupping protocols**. Disponível em: <<http://coffeetraveler.net>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

TAVEIRA, J. H. da S. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos associados a qualidade de bebida dos grãos de cafés submetidos à diferentes processamentos e secagem**. 2009. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TOLEDO, J. L. B. de; BARBOSA, A. T. **Classificação e degustação de café**. Brasília: SEBRAE; Rio de Janeiro: ABIC, 1998. 91 p. (Série Agronegócios).

VILLELA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

ANEXOS

PADRONIZAÇÃO DO PONTO DE TORRAÇÃO

Para a obtenção do ponto de torração das amostras de café, foram utilizados os discos de cor – Agrtron. Todas as amostras obtiveram a tonalidade de cor média dos grãos - 65 # Agrtron, coloração mais usada, por ser considerada a ideal para a produção de cafés expressos (Gráficos 1 e 2).

A temperatura inicial do torrador foi de 170° C e a temperatura e o tempo de torração das amostras de grãos de café foram de, aproximadamente, 200°C e 12 minutos, seguindo um perfil de torra utilizado pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul de Minas - Campus Machado.

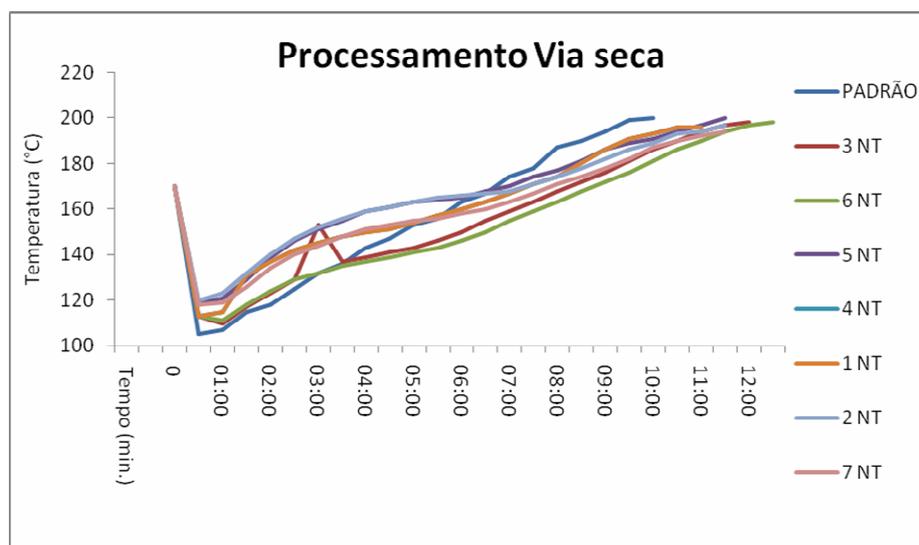


Gráfico 1 Perfil de torra das amostras de processamento via seca, com torração média

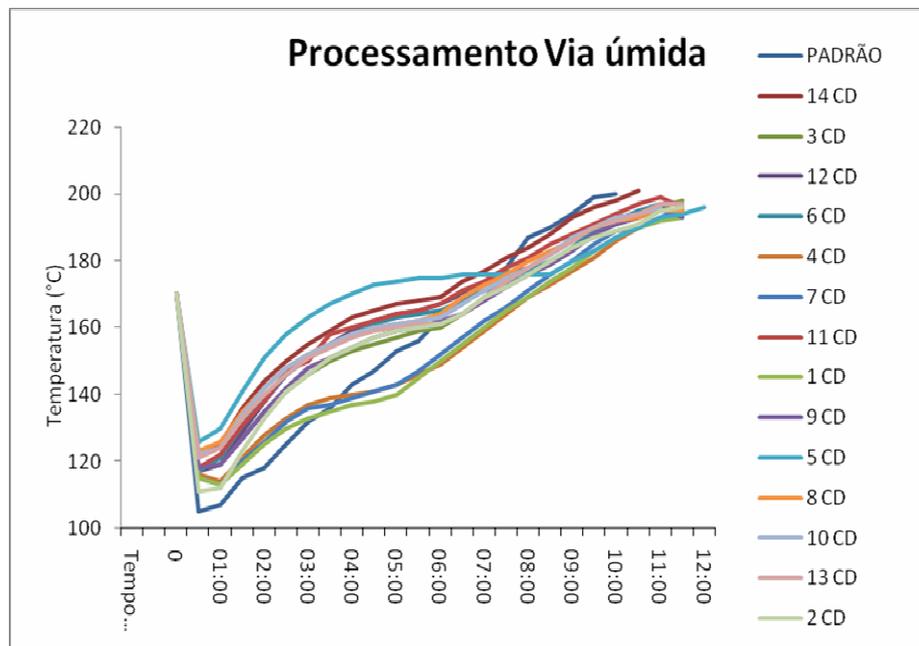


Gráfico 2 Perfil de torra das amostras de processamento via úmida, com torração média