



MÍRIAM HELENA ALVES EUGÊNIO

**BLENDS DE CAFÉS ARÁBICA E CONILLON:
AVALIAÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E
SENSORIAIS**

LAVRAS - MG

2011

MÍRIAM HELENA ALVES EUGÊNIO

**BLENDS DE CAFÉS ARÁBICA E CONILLON: AVALIAÇÕES
FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS**

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.

Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

Orientadora

LAVRAS - MG

2010

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

Eugênio, Míriam Helena Alves.

Blends de cafês arábica e conillon : avaliações físicas, químicas e sensoriais / Míriam Helena Alves Eugênio. – Lavras : UFLA, 2011.

111 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Rosemary Gualberto F. A. Pereira.

Bibliografia.

1. Bebida. 2. Qualidade. 3. Mesclas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 663.935

MÍRIAM HELENA ALVES EUGÊNIO

**BLENDS DE CAFÉS ARÁBICA E CONILLON: AVALIAÇÕES
FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS**

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 20 de dezembro de 2010.

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Dra. Patrícia de Fátima Pereira Goulart UNILAVRAS

Orientadora

Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

LAVRAS - MG

2010

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e sabedoria para alcançar mais essa vitória!
À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela possibilidade de realização do curso de Mestrado.

A professora Dra. Rosemary G. F.A.Pereira, por acreditar na minha capacidade para o desenvolvimento deste trabalho e pelos valiosos ensinamentos durante todo o curso.

À professora Dra. Ana Carla Marques Pinheiro, pelo grande auxílio na execução e interpretação das análises sensoriais.

Ao INCAPER, por disponibilizar as amostras de café conillon.

À amiga, Katiany pela essencial colaboração nas análises e amizade.

Aos amigos; Adriene, Bruno, Edson, Emanuelle, Fernanda, Jordanna, Mirian e Vanderley, pelo apoio e incentivo.

Às laboratoristas Tina e Flávia, pelo auxílio nas análises.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente desse trabalho meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar diferentes formulações de *Coffea arabica* L conhecido como café arábica e *Coffea canephora* Pierre conhecido como café conillon em seus aspectos químicos e sensoriais. Os cafés foram torrados separadamente em torração média e depois da moagem foram formulados os blends para a análise química (0%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%) e para as análises sensoriais do threshold de detecção (0%, 10%, 15%, 40%, 60%, 80%, 100%) e do teste de aceitação (0%, 10%, 15%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%) para verificação do limiar de detecção por provadores selecionados e aceitação das bebidas pelos consumidores respectivamente. Os resultados mostraram diferenças significativas para variáveis analisadas com exceção da acidez titulável. A adição de café conillon ao café arábica promoveu o aumento da luminosidade, tonalidade, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico e diminuição nos valores de extrato etéreo e atividade e sequestrante de radicais DPPH. As outras variáveis analisadas não apresentaram comportamento específico com a adição de conillon ao café arábica. As metodologias utilizadas para verificar o ponto onde provadores detectam a presença de adição de café conillon em café arábica foram segundo Salo (1970), que pela equação de regressão foi possível estimar um valor do limiar de detecção de adição de conillon em café arábica pelos provadores igual a 12,07% e segundo Prescott et al. (2005), onde foi encontrado um limiar inferior a 10%. Os atributos sensoriais que mais contribuíram para a discriminação das amostras foram aroma, sabor e cor. Os resultados foram significativos ($p \leq 0,05$) pelos dois métodos empregados. Para o teste afetivo os consumidores avaliaram as bebidas de forma monádica e deram notas para cada bebida através de uma escala hedônica estruturada em 9 pontos que varia de desgostei extremamente a gostei extremamente. As notas foram analisadas por meio da regressão na qual, a partir do gráfico, foi possível observar que com aumento da adição de conillon na mescla, houve uma significativa rejeição pela bebida. As notas do teste de aceitação também foram analisadas pela técnica Mapa de Preferência Interno onde foi possível notar que o café 0% conillon (arábica puro) é o mais aceito enquanto o 100% conillon o menos aceito.

Palavras-chave: Cafés. Química. Blends. Sensorial.

ABSTRACT

The present work was developed with the objective of evaluating different formulations of *Coffea arabica* L known as Arabic coffee and *Coffea canephora* Pierre known as Conillon coffee as to their their chemical and sensorial aspects. The coffees were roasted separately to a medium roast and after grinding the blends were formulated for the chemical analysis (0%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%), the detection threshold sensorial analyses (0%, 10%, 15%, 40%, 60%, 80%, 100%) and the acceptance test (0%, 10%, 15%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%), for verification of the detection threshold by selected tasters and acceptance of the drinks by the consumers, respectively. The results showed significant differences for the variables analyzed except for the titratable acidity. The addition of Conillon coffee to the Arabic coffee promoted an increase of the luminosity, tonality, pH, soluble solids, reducing sugars, caffeine and 5-caffeoylquinic acid and a lowering of the ethereal extract values and activity and sequestering of DPPH radicals. The other analyzed variables did not present specific behavior with the conillon addition to the Arabic coffee. The methodologies used to verify the point where tasters detect the presence of Conillon coffee addition in the Arabic coffee were according to Salo (1970), for whom by the regression equation it was possible to estimate a detection threshold value of Conillon addition in Arabic coffee according to the tasters equal to 12.07 % and according to Prescott et al. (2005), who found a threshold under 10%. The sensorial attributes that contributed most to the discrimination of the samples were aroma, flavor and color. The results were significant ($p \leq 0.05$) for the two methods used. For the affective test, the consumers evaluated the drinks in a monadic form and they gave scores for each drink on a structured 9 point hedonic scale that varied from extremely disliked to extremely liked. The scores were analyzed through regression in the which, from the graph, it was possible to observe that with the increase of the Conillon addition in the mixture, there was a significant rejection of the drink. The acceptance test scores were also analyzed by the Internal Preference Mapping technique where it was possible to notice that the 0% Conillon coffee (pure Arabic) is more accepted while the 100% Conillon the least accepted.

Keywords: Coffees. Chemistry. Blends. Sensorial.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Gráfico 1 Evolução de consumo interno de café no Brasil.....	22
--	----

CAPÍTULO 2

Gráfico 1 Cromatograma obtido a 272 nm da solução padrão de trigonelina, ácido 5-cafeoilquínico (5 ACQ) e cafeína.....	73
Gráfico 2 Teores médios de trigonelina, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico em bebidas arábica puro e conillon puro e de seus blends	74
Gráfico 3 Atividade sequestrante de radicais livres DPPH do padrão BHT e das diferentes amostras estudadas	76

CAPÍTULO 3

Figura 1 Ficha de avaliação sensorial para o teste triangular	91
Figura 2 Ficha de avaliação sensorial, com consumidores, de bebida de café ...	93
Gráfico 1 A linha sólida (0,33) representa a chance de o consumidor acertar por acaso e a linha pontilhada indica o critério significativo (0,45) de acordo com a distribuição binomial para o teste triangular (N=60) em nível de 5%, o qual foi determinado ser abaixo de 10%..	96
Gráfico 2 Modelo de regressão para determinação do limite de percepção da adição de café conillon em café arábica	98
Gráfico 3 Atributos sensoriais mais citados para diferenciação das blends de café arábica conillon.....	99
Gráfico 4 Modelo de regressão para determinação do limite de rejeição da adição de café conillon em café arábica	103
Gráfico 5 Histograma da distribuição das porcentagens das notas da escala hedônica, para impressão global de café, em teste sensorial com consumidores.....	104
Gráfico 6 Mapa de preferência interno para avaliação da aceitação em relação ao aspecto global das amostras de café	105

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 Teores (%) de alguns constituintes de grãos crus e torrados das espécies arábica e conillon.....	29
---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Análise de cor dos grãos de café torrado e moído, de acordo com os parâmetros de cromaticidade da escala CIE L* a* b*.....	64
Tabela 2 Valores médios de pH em cafés arábica e conillon torrados e moídos e seus blends.....	66
Tabela 3 Valores médios de acidez titulável (mL de NaOH 0,1N.100 g ⁻¹) em cafés arábica e conillon torrados e moídos e seus blends.....	67
Tabela 4 Valores médios de sólidos solúveis (g.100 g ⁻¹) em grãos de café arábica e conillon torrados e moídos e suas blends.....	68
Tabela 5 Valores médios de cinzas (g.100g ⁻¹) em grãos de café arábica e conillon torrados e moídos e suas blends.....	69
Tabela 6 Valores médios de extrato etéreo (g.100 g ⁻¹) em amostras de café arábica e conillon e suas blends.....	70
Tabela 7 Valores médios de açúcares totais, redutores e não redutores (g.100g ⁻¹) em amostras de café arábica e conillon e suas blends.....	71

CAPÍTULO 3

Tabela 1 Formulações de blends entre café arábica e café conillon.....	91
--	----

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	11
1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Histórico e aspectos botânicos do cafeeiro	13
2.2	Importância econômica do café no Brasil	16
2.3	Produção, exportação, industrialização e consumo de café	18
2.4	Classificação e qualidade do café	23
2.5	Processo de torração	27
2.6	Composição química	28
2.7	Blends	34
2.8	Análise sensorial	36
2.9	Teste afetivo	38
2.10	Determinação de Threshold	40
2.11	Seleção de provadores	42
	REFERÊNCIAS	44
	CAPÍTULO 2 Composição química dos grãos e de blends de café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) e café conillon torrados e moídos (<i>Coffea canephora</i> Pierre)	55
1	INTRODUÇÃO	57
2	MATERIAIS E MÉTODOS	59
2.1	Matéria-prima e locais de execução	59
2.2	Preparo da amostra	59
2.3	Análise de cor	60
2.4	Metodologias utilizadas para as análises químicas	60
2.4.1	Açúcares totais, redutores e não redutores	60
2.4.2	Extrato etéreo	61
2.4.3	Acidez titulável	61
2.4.4	pH	61
2.4.5	Sólidos solúveis	61
2.4.6	Cinzas	61
2.4.7	Determinação dos teores de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico	62
2.4.8	Atividade sequestrante de radicais livres DPPH	62
2.5	Análise estatística	63
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
3.1	Análise de cor	64
3.2	pH	66
3.3	Acidez titulável	66
3.4	Sólidos solúveis	67

3.5	Cinzas	69
3.6	Extrato etéreo.....	69
3.7	Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	70
3.8	Trigonelina, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico	73
3.8	Atividade sequestrante de radicais DPPH.....	76
4	CONCLUSÕES.....	78
	REFERÊNCIAS	79
	CAPÍTULO 3 Estudo sensorial de formulações de blends entre café arábica (<i>Coffea arabica</i> L) e café conillon (<i>Coffea canephora</i> Pierre).....	84
1	INTRODUÇÃO	86
2	MATERIAS E MÉTODOS	89
2.1	Matéria-prima e locais de execução	89
2.2	Preparo da amostra	89
2.3	Preparo da bebida	90
2.4	Análise sensorial	90
2.4.1	Threshold de detecção: testes triangulares	90
2.5	Teste de aceitação	92
2.7	Delineamento experimental e análise estatística	93
3	Resultado e discussão	95
3.1	Estimativa do threshold de detecção por meio da metodologia do estímulo constante	95
3.1.1	Threshold de detecção segundo Prescott et al. (2005)	95
3.1.2	Threshold de detecção segundo Salo (1970)	97
3.2	Teste de aceitação	101
3.2.1	Teste de aceitação: análise de regressão	101
3.2.2	Teste de aceitação: mapa de preferência	104
4	CONCLUSÃO.....	108
	REFERÊNCIAS	109

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O café é um dos produtos agrícolas mais valorizados da economia global e sua bebida é uma das mais consumidas do mundo por apresentar sabor e aroma característicos. Embora exista um grande número de espécies de café, apenas *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre têm importância econômica no mercado mundial. Cerca de 71% da produção brasileira de café é derivada de cultivares arábica e o restante, de café conillon (FERRÃO et al., 2007).

Na cadeia produtiva do café no Brasil a grande oferta do produto nos mercados nacional e internacional faz com que o setor se profissionalize, produza e comercialize, cada vez mais, com eficácia e qualidade. O consumidor, percebendo a grande diferença entre as diversas qualidades do produto, passa a valorizar o café torrado e moído de melhor sabor, aroma, fragrância e pureza.

O consumo de café no Brasil tem sido estimulado por profissionais da área da saúde com a justificativa de que sua bebida estimula a memória, atenção, concentração e, portanto melhora a atividade intelectual sendo adequada para todas as idades inclusive crianças e adolescentes (ARRUDA et al., 2009). Além disso, o efeito antioxidante dos seus compostos bioativos, já foi comprovado em estudos *in vitro* e *in vivo*.

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Café-ABIC, o consumo per capita de café no ano de 2009 foi de 4,65 kg de café torrado, quase 78 litros para cada brasileiro por ano, registrando uma evolução de 3,0% em relação ao período anterior. A melhoria da qualidade pode ser apontada como responsável pelo aumento do consumo interno. A estimativa para 2010 é de um consumo de 21 milhões de sacas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC, 2009a).

No Brasil, o uso de mesclas (blends) de cafés é prática comum, pois o país possui condições edafoclimáticas para a produção de diversas espécies e variedades de cafés possibilitando à indústria nacional a elaboração desses blends. Cafés arábica e conillon diferem consideravelmente no preço, qualidade e aceitabilidade. Os grãos apresentam cor, formato e tamanho diferenciados, porém, após a torração e a moagem, não é possível a distinção visual das espécies sendo necessário outras formas de discriminação (DIAS, 2005; GONZÁLEZ et al., 2001). O café conillon é adicionado ao arábica visando-se principalmente a redução dos custos na industrialização com conseqüente aumento dos lucros.

As entidades que legislam as normas de café torrado e moído fixam e identificam características mínimas de qualidade que as torrefadoras devem obedecer. No entanto, ainda não se tem uma rotulagem padrão para se identificar a composição e porcentagem de misturas nos cafés comercializados.

As indústrias torrefadoras investem em tecnologias, porém, as formulações de blends de cafés são feitas de forma indiscriminada resultando em produtos com diferentes composições químicas o que pode comprometer a qualidade e a aceitação do produto.

Logo, o objetivo do presente trabalho foi estudar diferentes formulações de blends de cafés arábica e conillon para determinar o limite de detecção (threshold) por provadores selecionados e verificar a aceitação dessas blends por consumidores. Objetivou-se também verificar possíveis alterações na composição química e atividade antioxidante das amostras, que foram ocasionadas pela inclusão de quantidades crescentes de conillon ao café arábica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico e aspectos botânicos do cafeeiro

A produção comercial de café é baseada no cultivo de duas espécies de plantas, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehn. Uma terceira espécie, *Coffea liberica* Bull ex Hiern contribui com menos de 1% da produção de café no mundo. Todas as espécies do gênero *Coffea* são de origem tropical Africana (BRIDSON; VERDCOURT, 1988; ILLY; VIANI, 2005). Muitas formas de *C. canephora* podem ser encontradas em florestas equatoriais de várzea da Guiné para Uganda, mas populações naturais de *C. arábica* estão limitadas ao sudoeste da Etiópia (BERTHAUD; CHARRIER, 1988; ILLY; VIANI, 2005).

O café foi introduzido na Arábia no século VI, no entanto existem escrituras que evidenciam o extensivo cultivo de café na Península Arábica (Yêmen) por doze séculos. Nos 300 anos seguintes, a estimulante bebida quente preparada de grãos de café torrados e moídos, chamada qawha (uma palavra usada para vinhos e outros estimulantes) pelos árabes e cahveh pelos turcos, tornou-se imensamente popular no mundo islâmico e a partir de 1600 também na Europa (ILLY; VIANI, 2005; PENDERGRAST, 1999).

A produção comercial do café arábica fora do Yêmen começou no Sri Lanka, antigo Ceilão, em 1660 e subsequentemente em Java por volta de 1700 com plantas introduzidas pela Companhia das Índias Orientais Holandesas do Sri Lanka ou da Costa do Malabar no sudoeste da Índia. O café arábica na Índia e no Sri Lanka originou-se provavelmente de sementes trazidas diretamente do Yêmen por peregrinos mulçumanos durante a primeira década do século XVII. Algumas plantas colhidas em Java para o Jardim Botânico de Amsterdã, em 1706, formaram a base de praticamente todas as cultivares de café arábica

plantadas no hemisfério ocidental. Essas introduções primitivas de plantas de café do Yêmen para a Ásia e América Latina são da variedade *Typica*, *C. arabica* var. *arabica*.

O café Robusta foi introduzido primeiro na Indonésia (Java) vindo do Congo em 1900 (Via Berlim) e em poucas décadas depois, materiais com alto rendimento foram desenvolvidos através de seleção e ficou assim, conhecido como café robusta e até hoje permanece como base da maioria da produção de café no mundo.

O cultivo de café é agora difundido em regiões tropicais e subtropicais com o volume de café arábica concentrado na América Latina e café robusta predominantemente no sudeste da Ásia e África (ILLY; VIANI, 2005).

Todas as espécies do gênero *Coffea* são diploides ($2n=22$ cromossomos) com exceção do alelotetraploide *C. arabica* ($2n=44$ cromossomos) (CARVALHO, 1946; ILLY; VIANI, 2005; SONDAHL; SHARP, 1979). As principais características agrônômicas das espécies *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 Características agrônômicas das plantas de café arábica e conillon

Parâmetros	Arábica	Conillon
Cromossomos	44	22
Tamanho do arbusto (m)	2,5-4,5	4,5-6,5
Folhas	Pequenas ovais	Grandes, mais claras
Flores	Pequenas	Grandes
Formato da Semente	Ovulada	Arredondada
Tamanho da semente (mm)	5-13	4-8
Maturação (meses)	7-9	9-11
Clima ideal	Temperado (19-22 °C)	Equatorial (22-26 °C)
Altitude (m)	600-2200	0-800

Fonte: Illy e Viani (1998), Matiello (1991) e Paulino et al. (1987)

A espécie *C. canephora* Pierre, é uma planta diplóide, autoincompatível (AGUIAR et al., 2005; CONAGIN; MENDES, 1961) que se multiplica por fecundação cruzada, principalmente pela ação do vento e dos insetos. Trata-se de uma espécie rústica, tolerante a doenças e adaptada a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas tropicais, de baixas altitudes e temperaturas elevadas. Tanto a espécie *C. canephora* quanto as demais espécies diploides estudadas do gênero *Coffea*, ao contrário de *C. arábica*, apresentam autoincompatibilidade gametofítica, sendo, portanto, de fecundação cruzada (CONAGIN; MENDES, 1961; FONSECA; FERRÃO; FERRÃO, 2004; LASHERMES et al., 1996).

A espécie *C. canephora* apresenta dois grupos distintos, em razão de sua região de ocorrência: grupo Guineano, que engloba plantas da Guiné, Libéria e Costa do Marfim, e grupo Congolês, que compreende plantas da região que se estende de Angola, Zaire, Congo, Gabão até Camarões (AGUIAR et al., 2005; DUSSERT et al., 1999). As variedades de *C. canephora* Pierre revelam grande diversidade genética em relação às características agronômicas e morfológicas, que se devem à própria origem da espécie (BERTHAUD; CHARRIER, 1988; CARVALHO, 1946; DUSSERT et al., 1999). Esta espécie é encontrada dispersa numa ampla distribuição geográfica, ocorrendo na faixa ocidental, centro tropical e subtropical do Continente africano, em várias latitudes e, principalmente, em diferentes altitudes.

O café conillon (*C. canephora* Pierre) cultivado no Estado do Espírito Santo é originário de regiões equatoriais de baixa altitude e úmida da bacia do Congo, na África (FAVORIN, 2004; PAULINO et al., 1987). Essa variedade de *C. canephora* apresenta maior tolerância à seca comparada a cultivar robusta da mesma espécie, plantada principalmente no exterior. No Brasil, o cultivo da cultivar robusta é limitado aos estados de Rondônia e Mato Grosso (FAVORIN, 2004).

A designação “robusta”, ou café robusta, engloba uma ampla variedade de cafês da espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, tais como conillon ou konillou, guarini, apoatã, laurenti, robusta, outros (AGUIAR et al., 2005; MATIELLO, 1991; MORAIS et al., 2009).

No Brasil, a grande maioria das lavouras de café conillon localiza-se no estado do Espírito Santo, seu maior produtor, destacando-se ainda os estados de São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia (MORAIS et al., 2009). O café conillon é adicionado ao café arábica, primeiramente por seu menor custo e para balancear o sabor e o corpo da bebida (blend). É também amplamente utilizado na produção de café solúvel (MALAVOLTA, 2000; MORAIS et al., 2009).

2.2 Importância econômica do café no Brasil

O café é considerado um dos produtos agrícolas que mais geram riquezas no mundo. É responsável pela geração de um grande número de empregos em todos os setores da economia, desde os setores de máquinas, equipamentos e insumos, passando pela produção no campo e pela indústria, até o setor de serviços, como logística e comércio.

A partir de 1987 até 2000, em torno de 30% da produção mundial de cerca de 100 milhões de sacas de café ao ano, eram provenientes do Brasil. Em 1997, esse produto gerou mais de três bilhões de dólares em receitas cambiais para o país. Embora o café tenha, ao longo do tempo, diminuído sua participação nas exportações brasileiras, devido à diversificação de produtos exportados, constitui-se, ainda hoje, um expressivo gerador de divisas. Exemplo disso é que o café, em 2008, representou aproximadamente 2,37% da pauta de exportação sendo 0,5% do PIB brasileiro. Hoje, o Brasil é, ainda, o principal exportador do produto, com uma exportação média, nos últimos três anos de 28,3 milhões de sacas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –

EMBRAPA, 2009). Em 2010, o volume de produção está estimado em 47,27 milhões de sacas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2010).

O país possui aproximadamente 6,4 bilhões de pés de café, com 2,3 milhões de hectares de área plantada, pouco mais da metade só no Estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 2009). A produção do café arábica concentra-se principalmente em Minas Gerais, São Paulo e Paraná, enquanto que o Espírito Santo é o grande produtor do café conillon, embora os Estados de Rondônia e Bahia estejam ampliando as suas produções (MORAIS et al., 2008).

O Brasil apresenta um parque cafeeiro complexo e diversificado, dispõe de grandes extensões de terra de diferentes altitudes e produz, conseqüentemente, uma grande variedade de tipos de bebidas, o que o favorece em relação aos outros países concorrentes. Além disso, o País lidera o processo de desenvolvimento tecnológico, com destaque para a irrigação, fertirrigação e mecanização (MORAIS et al., 2008; SAES; NAKAZONE, 2004). Na produção do café arábica, o Brasil se destaca por possuir o menor custo de produção e alta produtividade, o que lhe garante a competitividade no mercado internacional (MORAIS et al., 2008).

Em Minas Gerais, estado que abrange um território de 586.528 km² de área, a cafeicultura cresceu, principalmente depois da década de 1970, quando intempéries climáticas prejudicaram as lavouras paulista e paranaense, direcionando ainda mais a produção de café para este estado. A cafeicultura é o principal produto da agropecuária mineira, tendo grande importância no cenário econômico, político e social do Estado, sendo grande geradora de empregos diretos e indiretos, fixando o homem ao campo e evitando o êxodo rural (SOUZA et al., 2009).

A cadeia produtiva do café em Minas caracteriza-se por apresentar inúmeras organizações, instituições e centros de pesquisa que conduzem o

desenvolvimento, o controle e o aperfeiçoamento da atividade cafeeira no Estado. As maiores regiões produtoras do estado são o Sul e Oeste de Minas, seguidos de Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, e Zona da Mata e Jequitinhonha (OLIVEIRA, 2008).

Os levantamentos iniciais apontam para uma produção média em Minas Gerais de 23.964.549 sacas na safra 2010, com variação percentual de 3,18%. Tal estimativa sinaliza um crescimento da produção cafeeira em 20,5% e 1,6%, quando comparado com as safras 2009 e 2008, respectivamente. Quando se compara a produção das safras 2008 e 2010, safras de bienalidade positiva constata-se crescimento na produção das regiões do Cerrado (10,4%) e Zona da Mata (5,2%), e decréscimo na produção das regiões Sul de Minas (-3,1%) e Norte (-5,5%). No entanto houve incremento na área em produção das regiões do Cerrado, Zona da Mata e na região do Norte de Minas, em 2,4%, 0,6% e de 0,5%, respectivamente (CONAB, 2010).

2.3 Produção, exportação, industrialização e consumo de café

O elevado volume de produção de café no Brasil é consequência de sua importância para o consumo interno, exportações e pela capacidade de geração de empregos e renda na economia nacional (NICOLAU-SOUZA, 2009; TEIXEIRA, 2002). Segundo estimativas da Conab (2010), o país deverá produzir 47,2 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado. Esse resultado representa um acréscimo de 19,6% ou 7,73 milhões de sacas quando comparado com a produção de 39,47 milhões de sacas obtidas na safra 2009. O maior acréscimo será na produção de café arábica, estimada em 36,04 milhões de sacas, o que representa um ganho sobre a safra anterior de 24,9%, (7.175,9 mil sacas). Para a produção do robusta (conillon) a previsão aponta produção de 11,16 milhões de sacas, ou seja, crescimento de 5,2% (552,6 mil sacas). A

justificativa para o aumento na produção é o ano bialidade positiva, aliado às condições climáticas favoráveis.

Os principais estados brasileiros responsáveis pela produção de café estão concentradas na região centro-sul do país sendo os principais os estados de Minas Gerais (52,3%), Espírito Santo (21,3%), São Paulo (9,7%) e Paraná (4,4%) (CONAB, 2010).

A indústria de torrefação e moagem no Brasil é composta por cerca de 1.500 empresas, que vendem, aproximadamente, duas mil marcas de café torrado e moído e solúvel (AGRIANUAL, 2003; OLIVEIRA, 2008), sendo que 95% dessas indústrias são de pequeno e médio porte (ABIC, 2010b).

A Associação brasileira de indústrias de café (ABIC) representa hoje 500 empresas de torrefação e moagem de café de todo o território nacional, sendo que a maior parte das indústrias processadoras de café está concentrada na região Sudeste, especialmente em São Paulo, que torra quase 50% do total de café produzido no País. Minas Gerais, por sua vez, detém mais de 25% dessas empresas (323) e 38% desse total de empresas é responsável por mais de 90% do volume total de café processado (SANTOS et al., 2009).

No Brasil atuam três tipos de empresas no setor cafeeiro:

- a) **torrefadoras**: O mercado é bastante concentrado visto que as 10 maiores empresas são responsáveis por 71% da produção de café torrado e moído (entre as empresas associadas da Abic). Há forte atuação de empresas estrangeiras entre as maiores, porém, a maior parte indústrias brasileiras é de pequeno porte e tem administração familiar;
- b) **tradings**: Exportam apenas o café verde (em grão). Há também a presença de grandes empresas estrangeiras como Stockler e Coimex;

- c) *indústria de Café Solúvel*: Segmento bastante concentrado onde as 10 maiores respondem por 98% das exportações totais de café solúvel (BRADESCO, 2010).

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do planeta sendo responsável por 36,1% do mercado internacional. Em relação ao volume total, é o segundo maior consumidor de café (13,79%) precedido apenas pelos Estados Unidos (16,24%). Com relação ao consumo per capita, ocupa uma posição intermediária, inferior aos países nórdicos e outros países europeus, mas superior a todos os outros países produtores, o que o torna menos sensível às flutuações do mercado internacional (MENDES, 2005; ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ – OIC, 2010).

O café brasileiro é exportado quase que exclusivamente na forma de grãos beneficiados sendo 88% de arábica e 5% de conillon. O restante é exportado em forma de café solúvel (7%). Os principais mercados do café verde beneficiado brasileiro são os Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão, Bélgica, Espanha, Rússia, França, Eslovênia e Suécia (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL – CECAFÉ, 2010). Os principais mercados importadores de café torrado e moído são os Estados Unidos, Itália, Argentina, Japão e Bolívia (ABIC, 2010a).

A exportação de cafês industrializados é relativamente nova, tendo seu início, oficialmente, em 2002 com negócios na ordem de US\$ 4 milhões, sendo que em 2007, as vendas totalizaram cerca de US\$ 26,6 milhões (ABIC, 2010b). O Brasil trabalha para alcançar seus concorrentes internacionais, como Itália e Alemanha, maiores exportadores do mundo. Ao longo dos últimos anos, os empresários brasileiros buscaram agregar valor ao produto, e atualmente vendem para países da Europa, Ásia, África, América do Norte etc. Esses cafês para

exportação são totalmente processados, industrializados e embalados nas torrefadoras brasileiras, o que gera mais empregos e renda ao país.

O consumo de café no Brasil aumentou de 17,65 milhões de sacas em 2008 para 18,39 milhões de sacas em 2009. Esse crescimento de 4,15% superou as expectativas do mercado que eram de uma elevação de 3%. O consumo per capita foi de 5,81 kg de café em grão cru, ou 4,65 kg de café torrado, quase 78 litros por pessoa por ano, registrando uma evolução de 3% em relação ao período anterior. Os brasileiros estão consumindo mais xícaras de café por dia e diversificando as formas da bebida. Além do tradicional café filtrado/coado preparado nos lares, estão sendo cada vez mais consumidos os cafés espessos, cappuccinos e outras combinações com leite (ABIC, 2010d).

Uma pesquisa sobre hábitos de consumo de café, divulgada pela Abic em 2010, revela que o café é percebido como bebida insubstituível e que, 18% da população brasileira declara ter consumido mais café nos últimos 12 meses. A pesquisa aponta o café moído/coado/filtrado como o mais consumido (93%) seguido pelo instantâneo/solúvel (12%) e, um crescimento significativo dos cafés conhecidos como diferenciados (Gourmet, Descafeinado, Orgânico, de Região Certificada e Capuccino). As principais formas de café consumidas no país são apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 Hábitos de consumo de cafés no Brasil

Tipode Bebida	2003 (%)	2009 (%)
Moído: Coado/Filtrado	94	93
Instatâneo/Solúvel	15	12
Capuccino instatâneo	10	7
Capuccino não instatâneo	-	4
Expresso	10	7
Gourmet	0,5	1
Descafeinado	1	1,2
Orgânico	-	0,4
De região certificada	-	0,4

Fonte: Abic (2010d)

O consumo mundial de café alcançou 132 milhões de sacas em 2009, o que significou um aumento de 1,54% em relação ao ano anterior (OIC, 2010). No Brasil, a classe C foi o segmento social com maior demanda de café nos últimos sete anos. Houve também, um aumento do consumo de jovens entre 15 e 27 anos neste mesmo período (ABIC, 2010c). O gráfico a seguir, mostra a evolução do consumo interno de café.

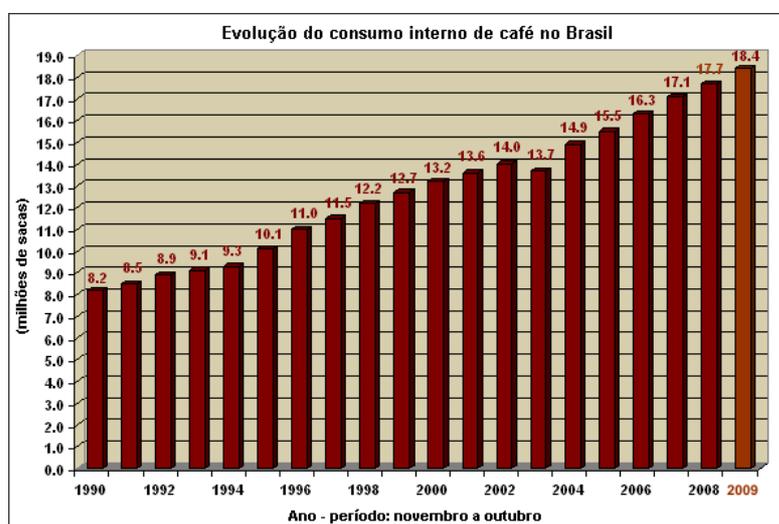


Gráfico 1 Evolução de consumo interno de café no Brasil

Fonte: Abic (2009a)

Arruda et al. (2009), caracterizando o perfil dos consumidores de café residentes em Belo Horizonte –MG, verificaram que os critérios mais utilizados na escolha de um produto são em ordem de preferência: a marca, qualidade, presença do selo de pureza e o preço. Também observaram que o principal local de consumo de café é o ambiente doméstico seguido de lanchonetes e ambientes de trabalho e que, o café é consumido em maior quantidade no período da manhã.

O crescimento do consumo do café é atribuído aos seus efeitos benéficos à saúde humana e também à melhoria da qualidade do produto.

2.4 Classificação e qualidade do café

A qualidade é o fator fundamental para valorização do café e está associada principalmente a condução adequada dos procedimentos após a colheita, à espécie, aos diferentes graus de torração e à composição dos diversos constituintes químicos do grão, destacando-se compostos nitrogenados (alcalóides, trigonelina, proteínas e aminoácidos livres), carboidratos (polissacarídeos e monossacarídeos), lipídios (ácidos graxos, diterpenos), ácidos clorogênicos, flavonóides, vitaminas, minerais e óleo essencial (constituintes voláteis) (FLAMENT, 2002; KOBAYASHI et al., 2007; MORAIS et al., 2009). Os critérios comumente usados para avaliar a qualidade dos grãos de café incluem o tamanho dos grãos, cor, forma, potencial de torração, métodos de processamento, ano da colheita, qualidade de xícara e presença de defeitos (BANKS; MCFADDEN; ATKINSON, 1999; FRANCA et al., 2005). Entre todos, os dois últimos são os mais importantes e são empregados no café comercializado em todo mundo (BANKS; MCFADDEN; ATKINSON, 1999; CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005).

O termo defeito é usado na prática comercial para presença de defeitos dos grãos como preto, verde, ardido e brocado e também de matérias estranhas como paus e pedras em uma determinada amostra de café. Na classificação por tipo levam-se em conta aspectos físicos do grão de café verde, baseando-se na contagem de defeitos e impurezas de uma amostra de 300 g (BRASIL, 2003).

A presença de defeitos é muito importante no estabelecimento da qualidade do café, pois estão relacionados com problemas específicos durante a colheita e operações de processamento. Os grãos pretos resultam de grãos

fisiologicamente inativos dentro do café cereja (CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005) ou de frutos que caem naturalmente no chão pela ação de chuva ou excesso de maturação (FRANCA et al., 2005; MAZZAFERA, 1999). A presença de grãos ardidos pode ser associada principalmente com fermentação excessiva (CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005) e secagem imprópria (FRANCA et al., 2005; SIVETZ; DEROSIER, 1979). Os grãos verdes são provenientes de frutos verdes. Os grãos pretos-verdes são aqueles oriundos de frutos verdes fermentados ou submetidos à secagem incorreta (FRANCA et al., 2005; MAZZAFERA, 1999).

Defeitos típicos como preto, ardido e verde, são conhecidos por afetar a qualidade da bebida. Os grãos pretos são geralmente associados com um sabor ruim e grãos ardidos contribuem para um sabor ardido (CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005). Pereira (1997), estudando o efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café arábica estritamente mole, constatou que a inclusão desses grãos, influencia a qualidade da bebida e altera as características sensoriais após a torração.

Na classificação por peneira, leva-se em consideração o tamanho e o formato dos grãos, que são avaliados na passagem de uma amostra de 300 gramas de café em um jogo de peneiras, que possui peneiras de crivos redondos, para a separação dos grãos chatos, alternadas com peneiras de crivo alongado, que separam os grãos mocas (BRASIL, 2003). A separação do café por peneira é bastante importante para garantir uma torração uniforme, pois, numa torração de grãos de diversos tamanhos, “bica corrida”, os grãos menores torram mais rapidamente, havendo risco de carbonização e percepção de sabor e aroma de queimado na bebida (MATIELLO, 1991; SANTOS, 2008).

Em 2010 as entidades responsáveis pela legislação do café regulamentaram normas para o café torrado em grão e torrado e moído comercializados no país, que deverá entrar em vigor em 2011. O Ministério da

Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu o regulamento técnico para o café torrado em grão e torrado e moído, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem nos aspectos referentes à classificação do produto. Neste regulamento, os requisitos de qualidade para o café torrado em grão e o torrado e moído são definidos de acordo com suas características sensoriais e a qualidade global da bebida. Os cafés são classificados por Grupo (Grupo I: Café Torrado em Grão e Grupo II: Café Torrado e Moído) e Tipo (Padrão Único ou Fora do Tipo) (Quadro 3).

Quadro 3 Qualidade global da bebida em função de suas características sensoriais

Características Sensoriais	Nível de Qualidade Sensorial	
Fragrância do pó	Fraca a Excelente	Indesejada
Aroma da bebida	Fraco a Excelente	Indesejado
Acidez	Baixa a Alta	Excessiva
Amargor	Fraco a Intenso	Excessivo a desagradável
Adstringência	Nenhuma a Forte	Excessiva
Sabor	Regular a Excelente	Indesejado
Sabor Residual	Regular a Excelente	Indesejado
Influência dos grãos defeituosos	Nenhuma a média interferência	Forte interferência
Corpo	Pouco encorpado a encorpado	Muito fraco
Qualidade da bebida	Rio Zona a Estritamente Mole	Não aplicável
Qualidade global da bebida	Regular a Excelente	Péssimo a ruim
Nota da qualidade global da bebida	Igual ou maior a 4,0 pontos	Menor que 4,0 pontos
TIPO	PADRÃO ÚNICO	FORA DO TIPO

Fonte: Brasil (2010)

O percentual máximo de umidade permitido no café torrado em grão e no café torrado e moído será de 5,0% e o percentual máximo em conjunto de impurezas, sedimentos e matérias estranhas será de 1,0%. Isoladamente, o percentual máximo de impurezas será de 0,1%. A amostragem deverá ser realizada coletando-se o café torrado em grão e torrado e moído ao acaso em sua

embalagem original e inviolada, a fim de garantir a preservação de sua qualidade e confiabilidade dos resultados da classificação e da análise (BRASIL, 2010).

Para a classificação do café será utilizada a tradicional prova de xícara que deverá ser realizada avaliando cada uma das características sensoriais estabelecidas pela nova instrução normativa, sendo um classificador quem avaliará, de acordo com a intensidade percebida, as notas para cada amostra apresentada (BRASIL, 2010).

Existem, ainda, legislações específicas para o café torrado em grão e torrado e moído em algumas unidades federativas do país. No estado de São Paulo, vigora uma resolução para a rotulagem do café que, além de conter os itens da legislação específica, possibilitam as indicações de uso e conservação, variedade, origem, categoria de qualidade e/ou denominação específica. Para os cafés descafeïnados, deve constar na rotulagem o teor máximo de cafeína. Além da classificação, o café é dividido em três categorias:

- a) **tradicional**: aqueles constituídos de cafés arábica ou blendados com robusta/conillon, desde que limpos, com bebida mole a rio e que atendam aos requisitos de qualidade global da bebida (regular a ligeiramente bom) (ABIC, 2010c);
- b) **superior**: aqueles cuja constituição recomenda-se sejam as de cafés arábicas blendados ou não com cafés robusta/conillon, estes com limite de até 15% em volume físico no blend, de bebida dura ou mole (ABIC, 2007a);
- c) **gourmet**: constituído por grãos de café 100% arábica, de origem única ou blendados, de bebida suave, preferencialmente apenas mole ou mole ou estritamente mole) (ABIC, 2007b).

2.5 Processo de torração

A torração ocasiona mudanças químicas, físicas, estruturais e sensoriais nos grãos que exercem forte impacto na qualidade do produto final. Durante esse processo, os grãos de café são submetidos a altas temperaturas por diferentes tempos dependendo das características desejadas para o produto final (ALESSANDRINI et al., 2008). As complexas reações que ocorrem conferem ao café cor, aroma e sabor peculiar.

A reação de Maillard bem como a pirólise, hidrólise e oxidação desempenham um papel importantíssimo, pois quase 1000 diferentes componentes são formados a partir de poucos compostos primários. Aproximadamente 850 compostos aromáticos voláteis já foram identificados (JANSEN, 2006). Dentre as reações que ocorrem durante a torração, destacam-se as reações de Maillard, a degradação de Strecker, a caramelização de açúcares e a degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos (ILLY; VIANI, 1998; RODARTE, 2008). Estas reações fazem com que os grãos torrados e a bebida apresentem variações quantitativas e/ou qualitativas dos componentes químicos, quando se utilizam diferentes pontos de torração (MOURA et al., 2007b; RODARTE, 2008).

Os compostos que conferem sabor ao café são formados principalmente como resultado da reação de Maillard (BEKEDAM et al., 2008; FRIEDMAN, 1996). As melanoidinas são compostos de coloração escura resultantes desta reação e correspondem aos 25% da matéria-seca da bebida do café (BEKEDAM et al., 2008; BORELLI et al., 2002). A estrutura química das melanoidinas do café é extremamente complexa e ainda desconhecida. Vários estudos sugerem que são responsáveis pela forte propriedade antioxidante e habilidade de quelar metais mostrada pela bebida (DAGLIA et al., 2004; NICOLI et al., 1997; VIGOLI, 2009).

As temperaturas e o tempo empregados no processo de torração são variáveis, dependendo do grau de torração desejado (suave a forte), do torrador utilizado, bem como da variedade do café, idade e umidade (MOURA et al., 2007b).

Poucos estudos foram realizados no Brasil sobre o monitoramento da torração tanto de cafês arábica como de conillon. Segundo Mendes (2005), as reações de pirólise no café arábica iniciam-se em um período de tempo menor do que no conillon. Por isso, são necessárias temperaturas mais elevadas para que este último atinja o grau de torração correspondente ao do arábica.

No processo de torração, ocorrem mudanças na estrutura dos poros, resultando em grande impacto no produto final, pois é a estrutura dos poros que controla os fenômenos de transferência de massa durante o armazenamento e determina a alta capacidade de absorção de gás e as propriedades de desgaseificação do grão torrado (SCHENKER et al., 2000). Ainda, os microporos finos, permitem a mobilização de óleos do café para a superfície do grão (MASSINI et al., 1990; SCHENKER et al., 2000).

2.6 Composição química

O café é uma das commodities com composição química mais complexa. O grão verde contém uma ampla gama de diferentes compostos químicos, que reagem e interagem em todos os estágios do processamento do café, criando um produto final com diversidade ainda maior e de complexa estrutura (ALESSANDRINI et al., 2008; ILLY; VIANI, 2005). A composição química do café (Tabela 1) varia de acordo com a espécie e essa diferença contribui para que os grãos crus quando submetidos aos tratamentos térmicos, forneçam bebidas com características sensoriais diferenciadas (CLARKE, 2003).

Tabela 1 Teores (%) de alguns constituintes de grãos crus e torrados das espécies arábica e conillon

Constituintes	Composição Média (%)			
	Arábica Cru	Arábica Torrado	Conillon Cru	Conillon Torrado
Caféina	0,9-1,2	1,0-1,3	1,6-2,0	1,7-2,4
Trigonelina	1,0-1,2	0,5-1,0	0,7-1,0	0,3-0,7
Cinzas	3,0-4,2	3,0-4,5	4,0-4,4	4,0-6,0
Ácidos Clorogênicos	5,5-8,0	2,5-4,5	7,0-10,0	3,8-4,6
Outros Ácidos	1,5-2,0	1,0-2,4	1,5-2,0	1,0-2,6
Sacarose	6,0-8,0	0,0	5,0-7,0	0,0
Açúcares Redutores	0,1-1,0	0,2-0,3	0,4-1,0	0,2-0,3
Polissacarídeos	44,0-55,0	24,0-39,0	37,0-47,0	25,0-37,0
Proteínas	11,0-13,0	7,8-10,4	11,0-13,0	7,8-10,4
Aminoácidos	0,5	0,0	0,8	0,0
Lipídeos	14,0-16,0	14,0-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0
Sólidos Solúveis	23,8-27,3	26,8-30,1	26,0-30,0	28,0-32,0

Fonte: Illy e Viani (1995)

Os polissacarídeos fazem parte de mais da metade de todos os constituintes do café. No café arábica representa aproximadamente entre 44% a 55% e entre 37% a 47% no café conillon (ILLY; VIANI, 1995).

A classe dos carboidratos é constituída pelos polissacarídeos e açúcares de baixa massa molecular. Dentre os polissacarídeos, as mananas, as galactomananas, as arabinogalactanas e a celulose são encontradas em maiores quantidades. Os polissacarídeos são parcialmente perdidos durante a torração, formando complexos com outros polissacarídeos, proteínas, fragmentos de proteínas e ácidos clorogênicos. Ao contrário dos açúcares de menores massas moleculares, os polissacarídeos não contribuem diretamente para a formação do sabor do café durante a torração, porém, são importantes para a retenção do aroma da bebida, além de interferirem na viscosidade do café espresso (FLAMENT, 2002; RODARTE, 2008).

Os açúcares redutores são encontrados em pequenas quantidades no café cru, porém, durante o processo de torração, pode ocorrer um aumento dos mesmos devido à degradação dos açúcares não-redutores, particularmente a sacarose. Durante a torração, os açúcares redutores reagem com aminoácidos (reação de Maillard), dando origem à coloração característica dos grãos torrados, além da formação de compostos responsáveis pelo aroma e sabor da bebida (FLAMENT, 2002; RODARTE, 2008).

Ao estudar os constituintes químicos e o teor de extrato aquoso de cafés arábica e conillon de diferentes safras, Fernandes et al. (2003), não observaram diferenças nos teores de açúcares totais. Já para os açúcares redutores, o blend (70% arábica e 30% conillon) apresentou maior valor, diferindo dos demais cafés em estudo. Possivelmente a variedade de café conillon adicionada ao arábica para elaboração do blend apresenta teores elevados de açúcares redutores o que levou ao aumento desses açúcares. Avaliando blends de cafés arábica e conillon, Moura et al. (2007a), observaram que a adição de café conillon no blend, diminuiu a quantidade de açúcares redutores. Já os açúcares não redutores apresentaram resultados inversos aos açúcares redutores. Para os açúcares totais não houve diferença entre os cafés estudados. Estes resultados diferem dos mostrados no Quadro 3, provavelmente devido a composição química e torração diferenciadas dos cafés avaliados.

As proteínas contribuem para o sabor do café por meio das reações de decomposição que ocorrem durante o processo de torração. Os grupamentos aminos reagem com os açúcares redutores (reação de Maillard), dando origem a compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom do café, além de promoverem a formação de diversos compostos importantes para o aroma do café (CARVALHO; CHAGAS; SOUZA, 1997; RODARTE, 2008).

Fernandes et al. (2003), constataram que o café conillon apresenta maior teor de proteína bruta em relação ao café arábica.

A cafeína é um alcalóide farmacologicamente ativo, pertencente ao grupo das xantinas e suas principais fontes alimentares são café, mate e guaraná (ARNAUD, 1999; MONTEIRO; TRUGO, 2005). Ela é inodora e possui sabor amargo bastante característico, contribuindo com uma nota de amargor importante para o sabor e aroma da bebida do café (MONTEIRO; TRUGO, 2005). A cafeína é o componente do café mais conhecido, devido às suas propriedades fisiológicas e farmacológicas. Dos diversos efeitos atribuídos à cafeína, alguns já apresentam comprovação científica, como o efeito estimulante do sistema nervoso central, a diminuição do sono e estimulante do músculo cardíaco (MONTEIRO; TRUGO, 2005). Em princípio, os teores de cafeína não apresentam diferenças significativas em relação à torração (FARAH et al., 2005).

Os lipídeos participam de uma das principais reações de deterioração do café que é a oxidação de lipídeos. Essas reações ocorrem no armazenamento e causam significativas modificações no sabor e aroma, comprometendo a qualidade da bebida (PÁDUA et al., 2002). Os lipídios podem também ter uma ação benéfica na qualidade da bebida, pois, durante a torração, concentram-se nas áreas externas do grão, protegendo-o contra a perda de componentes importantes do aroma. Os cafés de bebida de melhor qualidade apresentam maior concentração de lipídios na região periférica dos grãos, que se apresentam como corpos lipídicos bem definidos no interior dos protoplastos. Com a perda da qualidade, os lipídios se apresentam homogeneamente distribuídos no tecido dos grãos. Neste caso, eles não se apresentam mais em corpos lipídicos bem definidos, mas sim dispersos de forma irregular dentro da célula e nos espaços intercelulares (GOULART et al., 2007; RODARTE, 2008).

Ao caracterizar os teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais, Souza et al. (2010), atribuíram a variabilidade do teor de cafeína nas amostras estudadas ao emprego de diferentes espécies (arábica e

conillon) nas formulações de blends. A mesma justificativa para a variação do teor de cafeína foi dada por Monteiro e Trugo (2005) ao determinar os compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado.

Moura et al. (2007a), avaliando aspectos físicos, químicos e sensoriais de blends de café arábica com café robusta, constataram em seu estudo que o teor de cafeína no café robusta é maior que no arábica e a medida que se adiciona robusta no blend é aumentado o teor de cafeína. Estes resultados são previsíveis já que a cafeína é um composto de alta estabilidade térmica e que a espécie Robusta apresenta maiores teores desse composto químico.

A trigonelina é uma N-metil betaína, importante para o sabor e aroma do café. Ela contribui para o aroma por meio da formação de produtos de degradação durante a torração e, entre esses produtos, estão as piridinas e o N-metilpirrol (MONTEIRO; TRUGO, 2005). O café é um dos únicos produtos que, mediante um processo tão drástico como a torração, produz uma vitamina importante para o metabolismo humano, a niacina. Durante a torração, a trigonelina sofre desmetilação para formar a niacina, em quantidades próximas de 20 mg 100 g⁻¹ de café torrado (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Diversos autores relatam que a variação do teor de trigonelina varia com a espécie do grão, sendo o arábica, o que apresenta maiores valores (CLARKE; MACRAE, 1989; DAGLIA et al., 2004; SOUZA et al., 2010). O processo de torração também influenciará no conteúdo deste componente nos grãos sendo que aqueles cafés submetidos a processo de torração mais drástico apresentarão menor teor desse constituinte (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Farah et al. (2005), concluíram que bebidas de melhor qualidade apresentam valores superiores de trigonelina que aquelas de pior qualidade e que o café arábica apresenta maiores teores de trigonelina que o café robusta tanto para o café cru quanto para o café torrado para as diferentes qualidades de

bebidas estudadas. Ainda observou que as torrações mais intensas diminuem o teor desse componente.

Os compostos fenólicos são conhecidos por suas características antioxidantes *in vitro* e *in vivo*; entre eles figuram os ácidos clorogênicos (ACG), que são considerados os mais importantes e os que se apresentam em maior quantidade no café.

Os ácidos clorogênicos são compostos por 5 grupos principais de compostos fenólicos e seus isômeros formados, principalmente, pela esterificação do ácido quínico com um dos seguintes ácidos derivados do ácido cinâmico: o ácido cafeico, o ferúlico, ou o *p*-cumárico. Estes grupos são os ácidos cafeoilquínicos, com três isômeros principais (3, 4, 5); os ácidos dicafeoilquínicos, cujos isômeros principais são 3,4; 3,5; 4,5; ácidos feruloilquínicos (3,4,5), ácidos *p*-cumaroilquínicos, e os ácidos cafeoilferuloilquínicos (CLIFFORD, 1985; MONTEIRO; TRUGO, 2005). Por serem precursores importantes dos ácidos fenólicos livres e, por conseguinte dos compostos fenólicos voláteis, que participam da formação do aroma do café torrado, os ácidos clorogênicos são importantes para a avaliação sensorial da bebida do café (ABRAHÃO et al., 2008; MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000).

Em estudo sobre compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida, Abrahão et al. (2008), constataram que o processo de torração induziu a uma redução significativa na concentração do ácido 5-cafeoilquínico.

Ao caracterizar os compostos bioativos e atividade antioxidante do café conillon submetido a diferentes graus de torração, Moraes et al. (2009), verificaram a diminuição dos teores de 5-ACQ nas amostras submetidas aos tratamentos em estudo. Ainda observaram que os teores de 5-ACQ encontrados

no café conillon foram superiores ao do café arábica nas torrações clara e média, mas inferiores na torração escura para as amostras estudadas.

Farah e Donangelo (2006), estudando os compostos fenólicos no café constataram que a maior concentração de ácidos clorogênicos está presente na bebida de pior qualidade. O café robusta apresentou o maior teor desse componente entre as amostras em estudo. As proantocianidinas juntamente com os polifenóis, apresentam sabor adstringente típico. Desta forma, interferem no sabor e aroma após a torração justificando, assim, e em parte, a menor qualidade da bebida preparada somente a partir de grãos de café conillon, que possuem teores mais elevados destes constituintes.

O café é considerado um alimento singular, pois apesar da degradação parcial dos compostos fenólicos durante a torração, possui atividade antioxidante por ter alta capacidade sequestradora de radicais livres (DPPH-), ou seja, de inibir a degradação oxidativa e também pelo desenvolvimento de outros compostos bioativos (LIMA et al., 2009). Daglia et al. (2008), estudando o isolamento de componentes de alto peso molecular e a contribuição da atividade protetora do café contra a peroxidação lipídica no sistema de microsomas em fígado de ratos observaram que os compostos de alto peso molecular (>3500dA) foram capazes de inibir a atividade antioxidante completamente (100%), enquanto os compostos de baixo peso molecular (<3500dA), inibiram em 52% a atividade antioxidante.

2.7 Blends

A variabilidade de preços que ocorre no agronegócio de café abre espaço para um assunto muito discutido, mas pouco estudado, que é a formulação de blends do café arábica com o café conillon no setor de cafés torrados e moídos e a qualidade dos mesmos (MENDES, 1999; MOURA et al., 2007a). A qualidade dos grãos adquiridos pela indústria na maioria das vezes varia de acordo com o

preço de mercado, optando-se muitas vezes por cafês de menor valor comercial quando o valor da matéria-prima está em alta, para redução de custos.

O blend pode ser definido como misturas de dois ou mais tipos de café que podem ser da mesma espécie e/ou de diferentes espécies e ainda, de diferentes regiões e safras (CARVALHO, 1998; FERNANDES et al., 2003). A criação do blend é a arte de combinar cafês com características complementares buscando-se o equilíbrio entre, corpo, acidez, doçura e grau de torração de tal forma que a mistura produza uma bebida com características específicas para determinado tipo de consumidor (MOURA et al., 2007a; RELVAS; PINTO; MONTEIRO, 1997). Essas misturas podem ser compostas por cafês de diferentes espécies, variedades e até mesmo safras diferentes.

Estudo realizado pela Abic (2009b) sobre o conceito de qualidade do café para as diferentes classes sociais mostrou que o consumidor da classe A valoriza o café puro, sem misturas, de sabor agradável e suave. Já para a classe B, o importante é o aroma do pó. O consumidor da classe C associa a qualidade do café ao sabor e ao rendimento e para a classe D o importante é o rendimento e a marca.

As misturas de café ou blends são muito utilizadas quando se deseja manter uma uniformidade de sabor no produto. Sabe-se ainda que em grande parte dos blends comercializados no mundo, o café brasileiro entra em alguma proporção para dar a característica de “corpo” à bebida (FERNANDES et al., 2003; MENDES; GUIMARÃES, 1997). O preço mais baixo do café conillon em relação ao arábica é outro motivo da elaboração de blends visando a redução do custo de produção.

Embora o Brasil seja um dos maiores produtores mundiais de café, poucos são os dados disponíveis sobre a qualidade e aceitabilidade do café torrado e moído, principalmente com conhecimento dos blends que os originam.

2.8 Análise sensorial

As indústrias de alimentos têm buscado identificar e atender os anseios dos consumidores em relação aos seus produtos, pois só assim sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo. A análise sensorial tem se mostrado uma importante ferramenta neste processo, envolvendo um conjunto de diversas técnicas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, em várias etapas do seu processo de fabricação. É uma ciência que objetiva, principalmente, estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo a sua aceitação ou rejeição (DELLA LUCIA; MININ; CARNEIRO, 2006).

A análise sensorial é usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e bebidas, utilizando os sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. Por meio da análise sensorial, as características ou propriedades de interesse relativas à qualidade sensorial do alimento são identificadas e adequadamente estudadas, com base em metodologias sensoriais de coleta de dados e em métodos estatísticos de avaliação e interpretação dos resultados do estudo sensorial desse alimento (DELLA LUCIA; MININ; CARNEIRO, 2006).

A escolha de um método de análise sensorial para desenvolvimento de produto está baseada na resposta a pelo menos uma das três questões fundamentais:

- a) o produto é aceito/preferido pelos consumidores?
- b) existe diferença perceptível entre o produto em estudo e algum produto convencional?
- c) quais os principais pontos de diferença e suas intensidades?

As respostas a estas três questões permitem classificar os métodos sensoriais em testes afetivos, para resolução da primeira pergunta; testes

discriminativos (ou de diferença), para a segunda; e análise descritiva, para terceira.

Os métodos discriminatórios são, em geral, de fácil interpretação, requerem pouco tempo, são relativamente baratos e estabelecem a diferença qualitativa e, ou quantitativa entre as amostras. Deliza et al. (2006), utilizaram o Teste Triangular para estimar o threshold de detecção para defeitos (PVA) de café adicionados a uma bebida de boa qualidade sendo que tal valor foi estimado em 16%.

A análise descritiva caracteriza e descreve as propriedades sensoriais de um produto, empregando uma linguagem técnica. Uma desvantagem desse método é que necessita treinamento prolongado dos julgadores, implicando em tempo longo de análise e alto custo. Moura et al. (2007a), avaliaram blends de cafés arábica e conillon quanto as suas características químicas e sensoriais e observaram por meio de análise descritiva quantitativa, diminuição das notas dadas à bebida com o aumento de conillon no blend.

Os métodos afetivos não requerem treinamento de julgadores e são importantes para expressar a opinião por parte dos consumidores (DELLA LUCIA; MININ; CARNEIRO, 2006). Monteiro et al. (2010), estudando a influência da torração sobre a aceitação da bebida do café observaram que o tipo de torração (clara, expresso, escura) interfere mais nas características sensoriais que o tipo de bebida (mole, dura, rio).

Durante as provas sensoriais, as respostas dos avaliadores podem ser influenciadas por fatores psicológicos e assim, produzir falsos resultados. Estes fatores são responsáveis por:

- a) **erros de expectativa**: podem ocorrer quando os avaliadores recebem demasiada informação sobre a natureza do experimento ou sobre os tipos de amostras, antes de iniciar a prova. Os avaliadores devem receber somente a informação que necessitam para realizar seu

trabalho e durante o transcurso do experimento recomenda-se que não discutam suas impressões entre si;

- b) **erros de estímulo**: ocorrem quando os avaliadores se vêm influenciados por diferenças de tamanho, forma, cor dos alimentos apresentados. Este é um problema real na Alimentação Coletiva uma vez que dificilmente se consegue a padronização desejada;
- c) **erros por contraste**: os efeitos de contraste podem afetar os resultados das provas. Unidades amostrais agradáveis, seguidas pelas desagradáveis, podem levar a uma pontuação inferior às primeiras.

Não somente a questão visual, mas os efeitos gustativos e olfativos também podem comprometer a análise sensorial de um determinado produto (LANZILLOTTI; LANZILLOTTI, 1999).

2.9 Teste afetivo

Para garantir o sucesso de um produto é necessário obter informações sobre as expectativas dos consumidores. Os testes de aceitação requerem equipes não-treinadas, com grande número de participantes que representem a população de consumidores atuais ou potenciais do produto (SILVA, 2003; SCHEID, 2001). As variáveis relacionadas com a aceitação e consumo dos alimentos relacionam-se com características do indivíduo, do alimento, e do ambiente onde o consumidor se insere (BENNION, 1995; SILVA, 2003).

Os testes de aceitação, quando realizados em condições laboratoriais requerem de 30 até 50 provadores não-treinados. Para estudos mais representativos, utilizam-se locais de grande concentração de pessoas (locais centrais) e pela facilidade de seleção ao acaso admite-se um número acima de 100 pessoas. Já em estudos de campo, o número de consumidores que

participam do teste deve ser acima de 1000 pessoas (CHAVES; SPROESSER, 2001; SILVA, 2003).

Vários métodos podem ser utilizados para a avaliação da aceitação, tais como: escala hedônica, escala de atitude, frequência de consumo, índice de aceitabilidade e escala do ideal e entre os métodos mais empregados para medida de aceitação de produtos está a escala hedônica. Nesta escala, o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar de um, determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. As escalas mais utilizadas são as de 7 e 9 pontos, que contêm os termos definidos situados, por exemplo, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. É importante que as escalas possuam número balanceado de categorias para gosto e desgosto. As amostras codificadas com algarismos de três dígitos e aleatorizadas são apresentadas ao julgador para avaliar o quanto gosta ou desgosta de cada uma delas através da escala previamente definida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A escala hedônica tem sido usada em testes laboratoriais, com o objetivo de obter informações sobre a aceitação dos produtos pelo consumidor, para determinar a aceitação ótima em termos de variação do número de ingredientes, modificações na formulação ou alterações de processamento (SILVA, 2003; TEIXEIRA; BARBETTA; MEINRET, 1987).

As metodologias tradicionais utilizadas para análise dos dados de testes afetivos apresentam limitações e deficiências. Normalmente após a realização dos testes afetivos os dados são analisados estatisticamente por meio da análise de variância e por testes de comparação de médias e também regressão. Dessa forma, para cada produto avaliado obtém-se a média do grupo de consumidores, assumindo, portanto, que todos os respondentes possuem o mesmo comportamento, desconsiderando suas individualidades. Com isso, pode estar

ocorrendo perda de importantes informações sobre diferentes segmentos do mercado (MONTEIRO et al., 2010; REIS; MINIM, 2006).

Para análise dos dados do teste afetivo, levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor e não somente a média do grupo de consumidores que avaliaram os produtos, foi desenvolvida a técnica intitulada Mapa de Preferência, que tem sido largamente utilizada por cientistas da área de análise sensorial (BEHRENS; SILVA; WAKELING, 1999; MONTEIRO et al., 2010).

2.10 Determinação de Threshold

Dentre os métodos sensoriais analíticos discriminativos podem ser citados os testes de sensibilidade ou threshold, os quais são definidos como sendo o limite da capacidade sensorial. Existem basicamente quatro tipos de threshold, a saber: threshold absoluto, de reconhecimento, de diferença e o denominado terminal (DELIZA et al., 2006; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

O threshold absoluto ou detecção é o mais baixo estímulo capaz de produzir uma sensação – o mais fraco gosto, o mais leve peso, o som o mais baixo etc. O threshold de reconhecimento é o nível de um estímulo no qual um estímulo específico pode ser reconhecido e identificado. O threshold de reconhecimento é maior que o threshold absoluto. Segundo Meilgaard, Civille e Carr (1999), se uma pessoa prova água contendo altos níveis de adição de sacarose, em algum momento ocorrerá uma transição da sensação de “gosto de água ou água pura” para “um sabor muito suave”. Como a concentração de sacarose aumenta, uma transição maior ocorrerá de “um gosto muito suave” para “um gosto doce”. O nível para o qual esta segunda transição ocorre é chamada de threshold de reconhecimento.

O threshold de diferença é a amplitude de mudança no estímulo necessário para produzir uma diferença percebida. É usado o termo just

noticeable difference (JND), diferença mínima percebida, quando o threshold de diferença é determinado pela mudança do estímulo variável por pequenas quantidades acima e abaixo do padrão, até que o provador perceba a diferença.

O Threshold terminal é a magnitude de um estímulo, acima do qual não há aumento da intensidade percebida da qualidade apropriada para aquele estímulo, acima deste nível, freqüentemente ocorre dor (DELIZA et al., 2006; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Um quinto tipo de threshold foi proposto por Prescott et al. (2005): o threshold de rejeição pelo consumidor (consumer rejection threshold), que se refere ao ponto a partir do qual a presença de determinada substância influencia a aceitação por um determinado produto. Este novo conceito é baseado na utilização de método padrão para avaliar a preferência - Teste de Preferência Pareado – dentro do método de estímulo constante da metodologia de threshold. No estudo realizado por Prescott et al. (2005) foi determinado o ponto, a partir do qual os consumidores de vinho branco passariam a rejeitar o produto, contendo o composto denominado TCA (2,4,6-tricloroanisole, contaminante proveniente da rolha das garrafas). Os resultados foram úteis para avaliar o impacto real do TCA em vinho branco, sob a perspectiva do consumidor do produto. Esses mesmos autores estimaram o threshold de detecção para a mesma substância (TCA), isto é, a concentração a partir da qual foi percebida pelos participantes do estudo. Neste caso, utilizaram testes de diferença (Teste Triangular) entre a amostra controle (sem TCA) e as adicionadas de concentrações distintas do contaminante (PRESCOTT et al., 2005).

Em estudo para estimar o threshold de detecção para defeitos da bebida do café, Deliza et al. (2006), aplicaram o Teste Triangular para cem consumidores com idade entre 18 e 60 anos e que tomavam café pelo menos uma vez por semana. Os autores puderam verificar que a porcentagem de adição

de defeitos à bebida do café de boa qualidade igual ou acima de 16% é detectada pelos consumidores da bebida.

2.11 Seleção de provadores

Para maximizar a eficiência do treinamento, o histórico de um candidato deve ser recordado. Informações anteriores podem ser coletadas através de questionários, entrevistas pessoais ou ambas.

A seguir, estão descritas algumas características que devem ser levadas em consideração para seleção de provadores:

- a) **interesse** - o interesse é essencial para o aprendizado e bom desempenho. Ele está relacionado à compreensão da importância dos testes sensoriais. Os candidatos devem estar cientes de sua importância no recrutamento, seleção e processo de treinamento;
- b) **dedicação** - a dedicação é crítica durante o treinamento uma vez que a curva de aprendizado é mais íngreme nesse momento. Se o comparecimento de 100%, que é o ideal, não for possível é preciso que pelo menos 80% dos candidatos compareçam. Pessoas que viajam frequentemente e pessoas que trabalham em linha de produção não são, geralmente, capazes de servir como provadores;
- c) **pontualidade** - é essencial que provadores estejam na hora para cada sessão. Além do problema óbvio de gastar o tempo de outras pessoas, o atraso causa perda de amostra e a integridade do projeto experimental. A pontualidade pode ser facilitada pelo pré-aviso dos testes, programação regular das sessões e um lembrete pessoal ou telefonema breve antes das sessões dos testes;
- d) **saúde** - os candidatos ao painel devem estar geralmente bem de saúde, sem nenhuma condição tais como alergia para testar materiais que poderiam prejudicar sua habilidade de fazer julgamentos de

segurança. Certos medicamentos também podem influenciar na sensibilidade gustativa dos provadores. Para testes envolvendo julgamentos de cor, candidatos daltônicos devem ser dispensados. Indisposições tais como resfriados ou fadiga, podem ser razões suficientes para os julgadores serem dispensados temporariamente da participação dos testes;

- e) **articuladores** - o grau de habilidade verbal exigido depende da metodologia do teste. Testes descritivos geralmente requerem boa capacidade de comunicação uma vez que é esperado dos provadores, a definição e descrição de várias características dos produtos;
- f) **atitude em relação ao produto** - os provadores devem estar dispostos a provar todos os produtos do teste como parte da sua experiência de aprendizado. Se um provador não gosta de um produto e não pode ser objetivo sobre a avaliação dele, então o provador deve ser dispensado, visto que seu resultado poderá ser tendencioso;
- g) **outros fatores** - embora não sejam essenciais, certos fatores podem ser considerados na seleção de provadores, tais como: trabalho, educação, experiência de trabalho, experiência sensorial, idade, fumante, sexo (WHEELER et al., 1981).

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S. A. et al. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, v. 43, n. 12, p. 1799-1804, dez. 2008.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, 2003. 542 p.

AGUIAR, A. T. E. et al. Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 577-582, 2005.

ALESSANDRINI, L. et al. Near infrared spectroscopy: an analytical tool to predict coffee roasting degree. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 625, n. 1, p. 95-102, 2008.

ARNAUD, M. J. **Em encyclopedia of human nutrition**. London: Academic, 1999. v. 1.

ARRUDA, A. C. et al. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 754-763, out./dez. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Estatísticas: exportações**. 2010a. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estat_exporta_torrado.html>. Acesso em: 11 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Estatísticas: indicadores da indústria**. 2009a. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estat_ind_industria.html>. Acesso em: 02 set. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Exportação: programa setorial integrado**. 2010b. Disponível em: <http://www.abic.com.br/export_asetorial.html>. Acesso em: 03 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Resolução SAA - 19, de 5 de abril de 2010. Define norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído – característica: café tradicional. 2010c. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_resolucaosaa19.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Resolução SAA - 30, de 22 de junho de 2007. Define norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café superior, como base para certificação de produtos pelo Sistema de Qualidade de Produtos Agrícolas, Pecuários e Agroindustriais do Estado de São Paulo, instituído pela Lei 10.481, 29/12/1999. 2007a. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao30_07_SAASP.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Resolução SAA - 31, de 22 de junho 2007. Define norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - classificação especial: café gourmet, como base para certificação de produtos pelo Sistema de Qualidade de Produtos Agrícolas, Pecuários e Agroindustriais do Estado de São Paulo, instituído pela Lei 10.481, 29/12/1999. 2007b. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao_saa19_abr2010.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Tendências do consumo de café**. 2009b. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/pesquisas/pesq_tendencias_consumo_nov08.pdf>. Acesso em: 04 out. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Tendências do consumo de café**. 2010d. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/pesquisas/pesq_tendencias_consumo_mar10_rev.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2010.

BANKS, M.; MCFADDEN, C.; ATKINSON, C. **The world encyclopaedia of coffee**. London: Anness Publishing, 1999. 256 p.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. da; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de Mapa de Preferência Interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.

BEKEDAM, E. K. et al. Roasting effects on formation mechanisms of coffee brew melanoidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 16, p. 7138-7145, Aug. 2008.

BENNION, M. **Introductory foods**. 10th ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1995. 350 p.

BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic resources of *Coffea*. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee**. London: Elsevier Applied Science, 1988. v. 4, p. 1-42.

BORELLI, R. C. et al. Chemical characterization and antioxidant properties of coffeemelanoidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 22, p. 6527-6533, 2002.

BRADESCO. **Estudo do Bradesco sobre o café com dados de 1999-2009**. 2010. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/cafeicultura/estudo-do-bradesco-sobre-o-caf-com-dados-de-1999-2009>>. Acesso em: 03 nov. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento técnico de identidade de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/culturas/cafe/legislacao>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 16, de 24 de maio de 2010. Regulamento técnico de identidade de qualidade para a classificação do café torrado em grão e torrado e moído. 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/culturas/cafe/legislacao>>. Acesso em: 04 out. 2010.

BRIDSON, D. M.; VERDCOURT, B. Rubiaceae: parte 2. In: POHILL, R. M. (Ed.). **Flora and tropical east Africa**. Rotterdam: Balkema, 1988. p. 703-723.

CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie arábica. **Separata dos Boletins da Superintendência dos Serviços do Café**, Brasília, n. 226/230, 1946.

CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. C. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.

CARVALHO, V. D. **Qualidade do café**. 1998. 53 p. Especialização (Curso de “Lato Sensu” à distância: Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade)– Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 81 p.

CLARKE, R. J. **Em encyclopedia of food sciences and nutrition**. London: Academic, 2003. v. 3.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: chemistry**. London: Elsevier, 1989. 253 p.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: technology**. Amsterdam: Elsevier Applied Science, 1987. v. 2.

CLIFFORD, M. N. Chlorogenic acids. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee**. Amsterdam: Elsevier Applied Science, 1985. v. 1, p. 153-202.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café-terceira estimativa**. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/90a470414b206e2314513e20522278aa..pdf>>. Acesso em: 28 set. 2010.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre Exfrohner. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 34, p. 787-804, ago. 1961.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **Exportações de café**. 2010. Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/menu/dados/exportacoes/cecafe%20%20resmo%20das%20exportacoes%20de%20cafe%20agosto%202010.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2010.

DAGLIA, M. et al. In vitro and ex vivo antihydroxyl radical activity of green and roasted coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 6, p. 1700-1704, 2004.

DAGLIA, M. et al. Isolation of high molecular weight components and contribution to the protective activity of coffee against lipid peroxidation in a rat liver microsome system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 24, p. 11653-11660, 2008.

DELIZA, R. et al. **Estimando o threshold de detecção para defeitos da bebida do café**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 3 p. (Comunicado técnico).

DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R. M.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In: MININ, V. P. R. (Ed.) **Análise sensorial. Estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

DIAS, R. C. E. **Discriminação de espécies de café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*) em diferentes graus de torra**. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2005.

DUSSERT, S. et al. Le caféier, *Coffea canephora*. In: HAMON, P. et al. **Diversité génétique des plantes tropicales cultivées**. Montpellier: CIRAD, 1999. p. 175-194.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Histórico**. 2009. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/cafe/unidade/historico.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2010.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal Plant of Physiololy**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 23-26, Jan./Mar. 2006.

FARAH, A. et al. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 5, p. 1505-1513, Mar. 2005.

FAVORIN. **A cultura do cafeeiro**. 2004. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Apostila%20plantas%20estimulantes%20cultura%20cafeeiro.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2010.

FERNANDES, S. M. et al. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, 2003.

FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. 702 p.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. West Sussex: J. Wiley, 2002. chap. 5.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. **A cultura do café robusta**. 2004. Disponível em: <<http://www.seag.es.gov.br/pedeag/setores/cafe.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2010.

FRANCA, A. S. et al. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, Oxford, v. 90, n. 01/02, p. 89-94, 2005.

FRIEDMAN, M. Food browning and its prevention: an overview. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 3, p. 631-653, 1996.

GONZÁLEZ, A. G. et al. HPLC analysis of tocopherols and triglycerides in coffee and their use as authentication parameters. **Food Chemistry**, Oxford, v. 73, n. 1, p. 93-101, 2001.

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, 2007.

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

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the science of quality**. 2nd ed. San Diego: Elsevier Academic, 2005. 398 p.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. 3rd ed. London: Academic, 1998. 253 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2008. Disponível em:
<http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 12 abr. 2010.

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

KOBAYASHI, E. S. et al. Condições ambientais e o manejo de irrigação influenciando a qualidade do café. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 01, p. 30, 2007.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob o enfoque da decisão fuzzy. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 145-157, 1999.

LASHERMES, P. et al. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. **Theoretical Applied Genetics**, Stuttgart, v. 93, n. 03, p. 458- 462, 1996.

LIMA, A. R. et al. Compostos bioativos do café: atividade antioxidante *in vitro* do café verde e torrado antes e após a descafeinação. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 01, p. 20-24, nov. 2009.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2000. cap. 1.

MASSINI, R. et al. Study on physical and physic chemical changes of coffee beans during roasting. **Italian Journal of Food Science**, Pinerolo, v. 2, n. 2, p. 123-130, 1990.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. (Coleção do Agricultor. Grãos).

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. **Food Chemistry**, Oxford, v. 64, n. 04, p. 547-554, 1999.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 1999. 387 p.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. Economia cafeeira: o agribusiness. In: _____. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 25-34.

MENDES, L. C. **Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arabica*) com café robusta (*C. canephora* Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso**. 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)–Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MENDES, L. C. **Otimização do processo de torrefação de café robusta (*Coffea canephora* Conillon) para formulação de blends com café arábica (*Coffea arabica*)**. 1999. 111 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MONTEIRO, M. A. et al. Influência da torra sobre a aceitação da bebida café. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 2, p. 145-150, mar./abr. 2010.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 04, p. 637- 641, 2005.

MORAIS, S. A. 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. Supl.

MORAIS, S. et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 327-331, 2009.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. Compostos voláteis do café torrado: parte II – compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 02, p. 195-203, 2000.

MOURA, S. C. S. R. et al. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (Robusta). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 04, p. 271-277, out./dez. 2007a.

MOURA, S. C. S. R. 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. 01, p. 17- 25, 2007b.

NICOLAU-SOUZA, R. M. **Caracterização e discriminação de cafés torrados e moídos comerciais pela composição de substâncias bioativas**. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)–Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

NICOLI, M. C. et al. Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v. 30, n. 3, p. 292- 297, 1997.

OLIVEIRA, L. Capacidades diferenciadoras como vantagem competitiva nas empresas torrefadoras de café. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 85-100, jan./abr. 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado cafeeiro**. 2010. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/SERVICOS/POR TAL_AGRONEGOCIO_CAFE/PORT_AGRO_CAFE_OIC/RELAT%D3RIO% 20D%C3%93%20MERCADO%20CAFEEIRO%20-%20AGOSTO%202010_0.PDF>.

Acesso em: 12 set. 2010.

PÁDUA, F. R. M. et al. Avaliação sensorial e da composição química, durante o armazenamento do café torrado e moído. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 15-21, 2002. Especial café.

PAULINO, A. J. et al. **Cultura do café Conilon**: 16 - A. Rio de Janeiro: MIC/IBC/DIPRO, 1987.

PENDERGRAST, M. **Uncommon grounds**: the history of coffee and how it transformed our world. New York: Basic Books, 1999. 504 p.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) "estritamente mole"**. 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PRESCOTT, J. et al. Estimating a consumer threshold for cork taint in white wine. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 345-349, June 2005.

RELVAS, E.; PINTO, M. da C.; MONTEIRO, C. da R. **Arte e segredos do bom café**: café básico. Brasília: SEBRAE; Rio de Janeiro: ABIC, 1997. 40 p.

REIS, C. R.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-83.

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.

SAES, M. S. M.; NAKAZONE, D. O agronegócio café do Brasil no mercado internacional. **Revista Fae Business**, Curitiba, n. 9, p. 40-42, set. 2004.

SALO, P. Determining the odor thresholds for some compounds in alcoholic beverages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 35, n. 1, p. 95-99, Jan. 1970.

SANTOS, R. A. **Monitoramento de parâmetros físico-químicos na pós-colheita de café arábica (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes estágios de maturação**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Alimentos)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SANTOS, V. E. et al. Análise do setor de produção e processamento de café em Minas Gerais: uma abordagem matriz insumo-produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 47, n. 02, p. 363-388, abr./jun. 2009.

SCHEID, G. A. **Avaliação sensorial e físico-química de salame tipo italiano com diferentes concentrações de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*)**. 2001. 83 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

SCHENKER, S. et al. Pore structure of coffee beans affected by roasting conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 3, p. 452- 557, May/June 2000.

SILVA, A. F. da. **Perfil sensorial da bebida de café (*Coffea arabica* L.) orgânico**. 2003. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SIVETZ, M.; DEROSIER, N. W. Physical and chemical aspects of coffee. In: _____. **Coffee technology**. Wettsport: Avi, 1979. p. 598-614.

SONDAHL, M. R.; SHARP, W. R. Research in *Coffea* spp and applications of tissue culture methods. In: SHARP, W. R. et al. (Ed.). **Plant cell and tissue culture: principles and applications**. Columbus, OH: Ohio States University, 1979. p. 527-584.

SOUZA, O. C. V. et al. **Análise espaço-temporal da cafeicultura mineira: 1990-2009**. 2009. Disponível em: <[http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Congressos%20Nacionais/VI%20SPCB\(2009\)/Vanessa.pdf](http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Congressos%20Nacionais/VI%20SPCB(2009)/Vanessa.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2010.

SOUZA, R. M. N. et al. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 885-890, 2010.

TEIXEIRA, E. C. L. B.; BARBETTA, P. A.; MEINRET, E. M. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1987. 180 p.

TEIXEIRA, T. D. Política estratégica para a cafeicultura brasileira. In: RENA, A. B. et al. (Org.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFES DO BRASIL, 1., 2002, Brasília. **Palestras...** Brasília: Embrapa Café, 2002. p. 169-193.

VIGOLI, J. A. **Efeito da matéria-prima e do processamento nos compostos bioativos e atividade antioxidante do café**. 129 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

WHEELER, J. B. et al. **Guidelines for the selection and training of sensory panel members**. Philadelphia, PA: American Society for Testing Materials, 1981. 35 p.

CAPÍTULO 2

Composição química dos grãos e de blends de café arábica (*Coffea arabica* L.) e café conillon torrados e moídos (*Coffea canephora* Pierre)

RESUMO

O prévio conhecimento da complexa composição química do café é imprescindível uma vez que vários de seus componentes são associados à qualidade dos grãos e da bebida. Para um melhor entendimento dos efeitos da adição de café conillon ao café arábica foram feitas diversas análises químicas desses cafés puros e também de diferentes formulações de blends das duas espécies de café (10%, 20%, 40%, 60%, 80%). O ponto de torração médio foi utilizado tanto para o café arábica como para o café conillon sendo o processo de torração monitorado pelos parâmetros: temperatura inicial, temperatura na massa de grãos, tempo de torração e coloração dos grãos torrados. Os resultados mostraram diferenças significativas para as variáveis analisadas com exceção da acidez titulável. A adição de café conillon ao café arábica promoveu o aumento da luminosidade, tonalidade, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico e diminuição nos valores de extrato etéreo e atividade e sequestrante de radicais DPPH. As outras variáveis analisadas não apresentaram comportamento específico com a adição de conillon ao café arábica.

Palavras-chave: Café. Blends. Química. Qualidade.

ABSTRACT

Previous knowledge of the complex chemical composition of coffee is indispensable since several of its components are associated to the bean and drink quality. For a better understanding of the effects of the Conillon coffee addition to the Arabic coffee, several chemical analyses were conducted of those pure coffees and also of different blends formulations of the two coffee species (10%, 20%, 40%, 60%, 80%). The medium roast was used for the Arabic coffee as well as the Conillon coffee, the roasting process being monitored through the parameters: initial temperature, temperature in the bean mass, roasting duration and coloration of the roasted beans. The results showed significant differences for the variables analyzed except for the titratable acidity. The addition of Conillon coffee to the Arabic coffee promoted an increase of the luminosity, tonality, pH, soluble solids, reducing sugars, caffeine and 5-caffeoylquinic acid and a lowering of the ethereal extract values and activity and sequestering of DPPH radicals. The other variables analyzed did not show specific behavior with the addition of Conillon to the Arabic coffee.

Keywords: Coffees. Blends. Chemistry. Quality.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do café é fator fundamental para sua aceitação e valorização estando associada principalmente aos cuidados nos procedimentos pós-colheita e de sua composição química que varia com a espécie, variedades, estágio de maturação dos frutos, processamento, torração, e preparo da bebida.

O desenvolvimento dos atributos sensoriais específicos do café torrado como sabor, aroma e coloração são fundamentais para uma boa qualidade bebida, sendo formados durante o processo de torração (HERNÁNDEZ; HEYD; TRYSTRAM, 2008). Dentre as diversas reações químicas que ocorrem destacam-se a de Maillard, degradação de Strecker, caramelização de açúcares e a degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos (ILLY; VIANI, 1998). As centenas de compostos químicos formados durante o processo de torração conferem ao café características sensoriais que podem ser desejáveis ou não dependendo do produto formado e da concentração do mesmo.

As espécies de café de maior valor econômico são *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre conhecidas como café arábica e café conillon, respectivamente. Estas apresentam composição química estrutural diferentes, o que contribui para que o grãos crus, quando submetidos ao processo de torração, forneçam bebidas com características sensoriais diferenciadas (CLARKE, 2003; MONTEIRO; TRUGO, 2005).

A variabilidade de preços que ocorre no agronegócio do café estimula as indústrias torrefadoras a mesclar cafés arábica e conillon com o intuito de diminuir os custos de produção, além de originar bebidas com características determinadas para diferentes classes de consumidores. Visando sua consolidação no mercado, cada indústria elabora seu próprio blend, sem nenhum embasamento científico a respeito da composição química, o que pode comprometer a qualidade e aceitabilidade do produto.

Logo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da inclusão de diferentes quantidades de café conillon ao arábica na composição química do café torrado e moído.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e locais de execução

Foram utilizadas, neste experimento, 2 espécies de café (*Coffea arabica* L.) e (*Coffea Canephora Pierre*) ambos classificados como tipo 6. O café arábica foi cedido pelo Pólo de Tecnologia em Qualidade do Café-UFLA, e o café conillon foi cedido pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER-ES). Para execução desse projeto, foram utilizadas as instalações do Laboratório de Produtos Vegetais e Laboratório de Análises Sensoriais do Departamento de Ciência dos Alimentos e também o Pólo de Tecnologia em Qualidade do Café da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG)

2.2 Preparo da amostra

As amostras foram torradas em equipamento Probat BRZ-6, com capacidade para 150 g, no ponto de torração médio. O tempo de torração, a temperatura inicial e a temperatura na massa de grãos foram monitorados durante todo o processo, sendo a temperatura inicial no torrador para as duas espécies em estudo de 195 °C. A temperatura média final na massa de grãos de café arábica foi de 217 °C e o tempo médio de torração de 13'26''. Para o café conillon, a temperatura média final na massa de grãos foi de 229 °C e o tempo médio de torração, 16'55''. As amostras torradas foram moídas na granulometria fina, peneira de 20 *mesh*. Posteriormente, as amostras foram empacotadas em embalagens de alumínio, seladas e refrigeradas em -20 °C até o uso. Os grãos verdes foram moídos em granulometria fina em moinho refrigerado com auxílio de nitrogênio líquido.

2.3 Análise de cor

A cor do café torrado e moído foi analisada usando-se um colorímetro (Chomameter-2 Reflectance, Minolta, Osaka, Japan) acoplado a um processador de dados (OP-300). O instrumento foi padronizado contra um branco antes de cada leitura. A cor foi expressa em parâmetros da escala desenvolvida pela Commission Internationale de Eclairage (CIE) L^* , a^* , b^* . A coordenada L^* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco). A coordenada a^* pode assumir valores entre -80 e +100, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao verde e ao vermelho. A coordenada b^* pode variar de -50 até +70, com intensidade do azul ao amarelo. A utilização de coordenadas polares permite uma interpretação mais adequada de variações de coloração. As coordenadas polares do sistema CIE $L^*a^*b^*$ são: c^* ou croma, que fornece uma medida da intensidade ou saturação da cor e hue, que corresponde à tonalidade. O C^* é calculado como $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e o ângulo de $h_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$. Estes foram obtidos, empregando-se o software Colorpro (COLORPRO, 2010).

2.4 Metodologias utilizadas para as análises químicas

2.4.1 Açúcares totais, redutores e não redutores

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). Os açúcares não redutores foram determinados por diferença. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.2 Extrato etéreo

O extrato etéreo foi obtido por extração com éter etílico, por 5 horas, em aparelho tipo Soxhlet da Tecnal, segundo as normas da AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.3 Acidez titulável

A partir do filtrado obtido por agitação de 2 g de amostra em 50 mL de água, a acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, de acordo com a técnica descrita pela AOAC (1990). Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1 N por 100 g de amostra.

2.4.4 pH

O pH das amostras foi medido em peagâmetro digital PG 100 (Gehaka).

2.4.5 Sólidos solúveis

Determinaram-se os sólidos solúveis por meio de refratômetro portátil, conforme as normas da AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.6 Cinzas

As cinzas foram determinadas por método gravimétrico, com aquecimento aos 550 °C em mufla e, posteriormente, utilizando-se balança analítica (AOAC, 1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.7 Determinação dos teores de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico

Para determinação de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico) foram utilizados procedimentos de extração com água quente segundo Vitorino et al. (2001) com diluição de 0,5 g/100 mL de água destilada e análise em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), utilizando-se cromatógrafo da marca Shimadzu com coluna em fase reversa C-18. O sistema encontrava-se acoplado a um detector espectrofotométrico UV/visível Shimadzu (modelo SPD-10A) conectado por uma interface (CBM-101) a um microcomputador para processamento de dados. As condições de análise utilizadas foram fluxo de 1 mL/min; fase móvel: metanol, água e ácido acético (15:85:1); temperatura ambiente; comprimento de onda 272 nm. A concentração dos compostos foi determinada pela relação entre as áreas dos picos de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico da amostra e dos respectivos padrões de concentrações conhecidas.

2.4.8 Atividade sequestrante de radicais livres DPPH

A atividade sequestrante de radicais DPPH (1,1-diphenyl-1,2-picrylhydrazyl) foi determinada de acordo com o método de Yen, Chang e Duh (2005).

Para a análise da atividade sequestrante de radicais livres DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil) da bebida de café cada amostra foi diluída em etanol a $200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Em 4 mL da amostra, foi adicionado 1 mL de DPPH ($0,5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) igualmente diluído em etanol. A mistura foi acondicionada em tubo e ensaio âmbar e agitada. Decorridos 30 minutos, foi realizada a leitura a 517 nm. A diminuição na absorvância indica atividade sequestrante de radicais livres. Os testes foram realizados em triplicata. A atividade sequestrante de radicais livres

foi expressa em porcentagem por comparação ao controle, (BHT) nas mesmas diluições das amostras de café, segundo a equação:

$$\text{Atividade sequestrante de DPPH (\%)} = 100 - [(Ac - At / At) \times 100]$$

Onde, Ac é absorvância controle, que não foi incubado com o café e At a absorvância teste (amostras).

2.5 Análise Estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições. Os tratamentos foram os cafés arábica e conillon e seus blends em diferentes proporções.

A formulação dos blends obedeceu à seguinte composição:

Amostra	Arábica (%)	Conillon (%)
A	100	0
B	90	10
C	80	20
D	60	40
E	40	60
F	20	80
G	0	100

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparadas, pelo Teste de Scott-Knott, em 5% de probabilidade.

As respostas obtidas das análises sensoriais foram submetidas à análise de variância e regressão.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Sistema para Análise de Variância), desenvolvido por Ferreira (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de cor

As amostras foram torradas e moídas e em seguida sua cor foi mensurada. Os resultados médios obtidos referentes aos tratamentos A, B, C, D, E, F para a variável cor estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Análise de cor dos grãos de café torrado e moído, de acordo com os parâmetros de cromaticidade da escala CIE L* a* b*

Tratamentos	Parâmetros de Cromaticidade				
	L*	a*	b*	c*	h _{ab} *
A	20,40e	12,51a	23,05c	26,23c	61,52f
B	20,67e	13,10a	25,09b	28,30b	62,45e
C	20,58e	12,72a	24,97b	28,02b	63,00d
D	21,41d	12,74a	25,47b	28,48b	63,43d
E	23,34c	12,58a	25,88b	28,88a	64,18c
F	24,03b	12,10b	26,33a	28,97a	65,32b
G	26,58a	12,05b	27,14a	29,70a	66,05a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

A coloração é o parâmetro mais amplamente usado para descrever os níveis de torração do café que é classificado, de acordo com a luminosidade da cor, como claro, médio e escuro (EGGERS; PIETSH, 2001; ILLY; VIANI, 1995; SACCHETTI et al., 2009).

Os resultados obtidos para as coordenadas L* a* b* c* e h_{ab}* apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para as amostras de café analisadas. O valor da coordenada L* do café arábica puro e das blends com adição de 10% e 20% de café conillon não diferiram entre si. O valor da coordenada L* para o café conillon puro foi maior que o do café arábica puro e dos diferentes blends, significando que o café conillon puro é mais claro que as

outras amostras em estudo. Como são espécies diferentes, este fato pode ser atribuído à distinta composição dos grãos, já que para a obtenção do ponto final de torração buscou-se a maior uniformidade possível para as duas amostras utilizadas. Os blends apresentaram valores intermediários sendo que o aumento da porcentagem de conillon na mescla levou ao aumento da coordenada L^* ou seja, ao clareamento da amostra.

Os valores encontrados para a coordenada L^* variaram entre 20,67 e 26,58. De acordo com Campanha, Dias e Benassi et al. (2010), essa faixa refere-se ao grau de torração médio. Os resultados encontrados para a coordenada L^* , corroboram com os resultados de Moura et al. (2007), entretanto os valores encontrados pelo autor foram superiores ao deste estudo. Souza et al. (2010), encontraram uma faixa de valores para a coordenada L^* que variou entre 19,5 e 21,3 sendo os mesmos inferiores aos encontrados neste estudo. Para as coordenadas a^* e b^* as diferenças significativas foram observadas somente a partir da inclusão de 80% de café conillon. Segundo Borges et al. (2002) a prática de associação direta dos parâmetros a^* e b^* é inadequada. Por exemplo, um aumento do parâmetro a^* somente poderá ser diretamente correlacionado à intensidade da cor vermelha se o valor do parâmetro b^* for igual a zero. Logo, a utilização de coordenadas polares (L^* , c^* , h_{ab}^*) permite uma interpretação mais adequada das variações da coloração. A tonalidade cromática (h_{ab}^*) dos cafés variou entre 61,52 e 66,05. Com o aumento de conillon na mescla, houve um aumento dessa coordenada. Dias (2005), ao comparar amostras em um mesmo grau de torração observou que amostras com maiores teores de conillon mostraram-se mais amareladas, ou seja, um maior valor de (h_{ab}^*). Este comportamento também foi observado por Campanha (2008).

A intensidade da cor (c^*), também aumentou com inclusão de conillon no blend que variou de 26,23 a 29,70.

3.2 pH

A variação do pH nos diferentes tratamentos estudados, estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 Valores médios de pH em cafês arábica e conillon torrados e moídos e seus blends

Tratamentos	Médias
A	5,75e
B	5,75e
C	5,82d
D	5,84c
E	5,85b
F	5,86b
G	5,87a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

As variações do pH com a torração podem ter muita importância na aceitação do produto pelo consumidor. O ideal é que esteja entre 4,95 e 5,20 tornando o café palatável, sem excesso de amargor ou acidez (SIVETZ; DEROSIER, 1979). Todas as amostras de café analisadas estão próximas a esses valores ($\pm 0,6$).

O aumento da concentração de conillon na mescla levou ao aumento do pH, sendo o valor para o café arábica puro significativamente menor que o valor para o conillon puro. Moura et al. (2007), observaram o mesmo comportamento das amostras ao avaliar blends de café arábica com café conillon, no entanto, os valores foram superiores ao deste estudo.

3.3 Acidez titulável

Os valores de acidez titulável para as diferentes amostras estudadas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Valores médios de acidez titulável (mL de NaOH 0,1N.100 g⁻¹) em cafês arábica e conillon torrados e moídos e seus blends

Tratamentos	Médias
A	250,00a
B	250,00a
C	266,67a
D	266,67a
E	266,67a
F	283,33a
G	300,00a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

A acidez é importante na formação do sabor da bebida do café e varia predominantemente por causa das condições climáticas durante a colheita e secagem, local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos (CHAGAS, 1994; GIRANDA, 1998; LEITE, 1991; PIMENTA, 1995; PINTO et al., 2002).

Embora tenha ocorrido elevação da acidez com o aumento da concentração de conillon na mescla, a diferença não foi significativa ($p < 0,05$). Possivelmente esse aumento se deve a maior quantidade de ácidos clorogênicos no café conillon visto que o mesmo sofre descarboxilação na torração em ácido quínico e cafeoilquínico. Resultado semelhante foi constatado por Fernandes et al. (2003) ao avaliar os constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafês arábica e conillon sendo os valores inferiores ao deste estudo.

3.4 Sólidos solúveis

Os valores de sólidos solúveis para as diferentes amostras estudadas estão apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 Valores médios de sólidos solúveis (g.100 g⁻¹) em grãos de café arábica e conillon torrados e moídos e suas blends

Tratamentos	Médias
A	27,50b
B	27,50b
C	28,33b
D	29,17a
E	29,17a
F	30,00a
G	30,00a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

Os sólidos solúveis são compostos importantes relacionados à formação de corpo da bebida. Sua fração é composta por açúcares, ácidos voláteis, e compostos nitrogenados que se encontram solubilizados nos grãos (SIVETZ; DEROSIER, 1979).

Houve aumento do teor de sólidos solúveis a partir da concentração de 40% de conillon na mescla. O café arábica puro apresentou valores de sólidos solúveis significativamente menor que o valor de conillon puro. Os resultados estão condizentes com os de Moura et al. (2007) que variaram entre 26,84 (arábica puro) e 29,85 (conillon puro) g.100 g⁻¹. Mendes (1999) também observou aumento linear de sólidos solúveis ao incluir café conillon em diferentes concentrações ao café arábica. Os valores estão de acordo com os encontrados por Fernandes et al. (2003), que avaliaram os constituintes químicos e teor de extrato aquoso em cafés arábica e conillon torrados. Pinto et al. (2002) encontraram valores entre 31,58 e 33,04 para cafés de diferentes qualidades de xícara. Nascimento et al. (2007), ao avaliar a composição química de café conillon em diferentes graus de torração, encontraram valores que variaram entre 28 e 31% semelhantes aos encontrados neste estudo.

Os resultados são previsíveis já que o café conillon geralmente apresenta maiores teores de sólidos solúveis.

3.5 Cinzas

Os valores de cinzas para as diferentes amostras estudadas estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 Valores médios de cinzas ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em grãos de café arábica e conillon torrados e moídos e suas blends

Tratamentos	Médias
A	3,61c
B	3,53c
C	3,52c
D	3,64c
E	3,43c
F	3,91b
G	4,27a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

A cinza de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica e é transformada em CO_2 , H_2O e NO_2 . (CECCHI, 2003).

Os valores de cinzas informam apenas os valores totais da matéria mineral presente nos grãos, porém, não informa quais minerais estão presentes. Durante o processo de torração, os minerais são separados dos compostos orgânicos e catalisam as reações de pirólise (CARVALHO, 1998; RODARTE, 2008).

Os valores de cinzas situaram-se entre os limites citados por Illy e Viani (1995) tanto para café arábica (3,0-4,5) quanto para café conillon (4,0-6,0).

3.6 Extrato etéreo

Os valores de extrato etéreo para as diferentes amostras estudadas estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 Valores médios de extrato etéreo (g.100 g⁻¹) em amostras de café arábica e conillon e suas blends

Tratamentos	Médias
A	16,7a
B	15,43b
C	14,17c
D	11,70d
E	10,70e
F	9,50f
G	6,25g

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

Os teores do café arábica puro foram superiores aos de conillon puro e, o aumento da concentração de conillon na mescla, levou a diminuição do teor de extrato etéreo. Esses dados estão de acordo com a literatura que relata valores superiores de extrato etéreo em café arábica (de 12 aos 18%) em relação ao café conillon (de 9 aos 14%) (QUAST; AQUINO 2004; TURATTI, 2001; VIDAL, 2001).

Embora o teor de extrato etéreo no café conillon puro seja inferior ao citado na literatura, está de acordo com Nascimento et al. (2007) que encontraram teor de extrato etéreo próximo a 6,5 para torração média. Valores superiores de extrato etéreo em cafés arábica em relação ao café conillon foram observados por Pádua et al. (2002), ao determinar as alterações sensoriais e químicas, durante o armazenamento, de café torrado e moído de café arábica e conillon. Fernandes et al. (2003) verificaram comportamento semelhante para cafés arábica e conillon puros e blends desses cafés sendo os valores superiores ao deste estudo.

3.7 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Os valores e açúcares totais, redutores e não-redutores para as diferentes amostras estudadas estão apresentadas na tabela 7.

Tabela 7 Valores médios de açúcares totais, redutores e não redutores (g.100g⁻¹) em amostras de café arábica e conillon e suas blends

Tratamentos	Açúcares		
	Totais	Redutores	Não-redutores
A	0,72b	0,34c	0,41c
B	0,66b	0,34c	0,43b
C	0,63b	0,34c	0,26d
D	0,87b	0,34c	0,23e
E	0,69b	0,36c	0,39c
F	0,71b	0,37b	0,44b
G	0,93a	0,39a	0,56a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott

No processo de torração os açúcares participam, juntamente com os aminoácidos e proteínas, da reação de Maillard e caramelização originando compostos que conferem sabor e aroma ao café torrado (FERNANDES et al., 2003; SHANKARAYANA et al., 1974). A sacarose é considerada um dos principais componentes do café precursores do sabor e aroma da bebida. Está presente no café verde em quantidades que variam entre 6 e 8% nos arábicas e entre 5 e 7% nos robustas (ILLY; VIANI, 1995), podendo chegar aos 12% nos arábicas (MENDES, 2005; ROGERS et al., 1999). Outros açúcares como a glicose, frutose, arabinose, galactose, manose, estaquiase, são encontrados em pequenas quantidades (abaixo de 1%). O processo de torração destrói progressivamente os monossacarídeos e rapidamente a sacarose sofrendo esta, inicialmente, desidratação seguida de hidrólise a açúcares redutores, os quais também sofrem desidratação com posterior polimerização e degradação parcial a compostos voláteis, água e CO₂. Em torrações médias pode haver perda de mais de 98%, sendo praticamente destruída em torrações escuras (ILLY; VIANI, 1998; MENDES, 2005).

O café conillon puro apresentou maior percentual de açúcares totais em relação ao café arábica puro e aos blends. Não houve diferença significativa entre o café arábica puro e os blends elaborados pela mistura das duas espécies.

Comportamento semelhante foi encontrado por Moura et al. (2007) ao avaliar características físicas, químicas e sensorias de blends de cafés arábica e conillon no entanto, os valores encontrados foram superiores ao deste estudo. Mendes (2005), ao determinar as melhores formulações de blends de café arábica com café conillon também observou valor superior de açúcares totais em café conillon em relação ao café arábica, sendo os mesmos superiores aos neste estudo.

A inclusão crescente de conillon nos blends ocasionou aumento nas porcentagens de açúcares redutores. O aumento desses açúcares representados principalmente pela glicose e frutose é esperado uma vez que o café conillon apresenta maior porcentagem desse açúcar em relação ao café arábica (MENDES, 1999). Ao otimizar o processo de torração do café robusta para formulação de blends com café arábica, Mendes (1999), observou comportamento das amostras semelhante ao desse estudo porém os valores encontrados pelo autor foram superiores. Fernandes et al. (2003), ao determinar os constituintes químicos e o teor de extrato aquoso em cafés arábica e conillon torrados, também encontraram maior percentual desse açúcar no café conillon sendo os mesmos próximos aos encontrados neste estudo.

Para os açúcares não redutores, o aumento da concentração de conillon na mescla não comportamento específico. O valor de sacarose no café conillon puro foi significativamente maior que no café arábica puro e também para as blends formuladas a partir das duas espécies de café. Esse comportamento foi observado por Moura et al. (2007) que encontraram valores que variaram entre 0,26 e 1,92 para arábica puro e conillon puro respectivamente. O valor encontrado para arábica puro é inferior ao encontrado no presente estudo e para o café conillon puro o mesmo é superior. Fernandes et al. (2003) não verificaram diferença significativa para açúcares não-redutores em cafés arábica e conillon.

As diferenças entre os valores dos açúcares estudados e os da literatura deve-se a participação dos mesmos em reações como Maillard e caramelização no processo de torração. Durante esse processo, os açúcares são degradados e originam compostos voláteis do café torrado (FERNANDES et al., 2003; SHANKARAYANA et al., 1974).

3.8 Trigonelina, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico

Os teores de trigonelina, ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico) e cafeína foram calculados a partir dos cromatogramas obtidos para cada amostra. O Gráfico 1 apresenta o cromatograma obtido a 272 nm da solução padrão de trigonelina, ácido 5-cafeoilquínico (5 ACQ) e cafeína. Os tempos de retenção correspondente aos três compostos de interesse foram identificados: trigonelina (~3 minutos), ácido clorogênico (~13 minutos) e cafeína (~14 minutos).

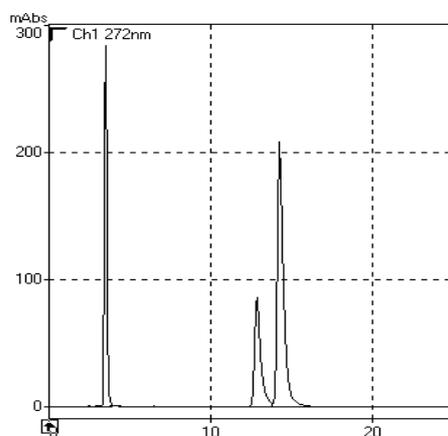
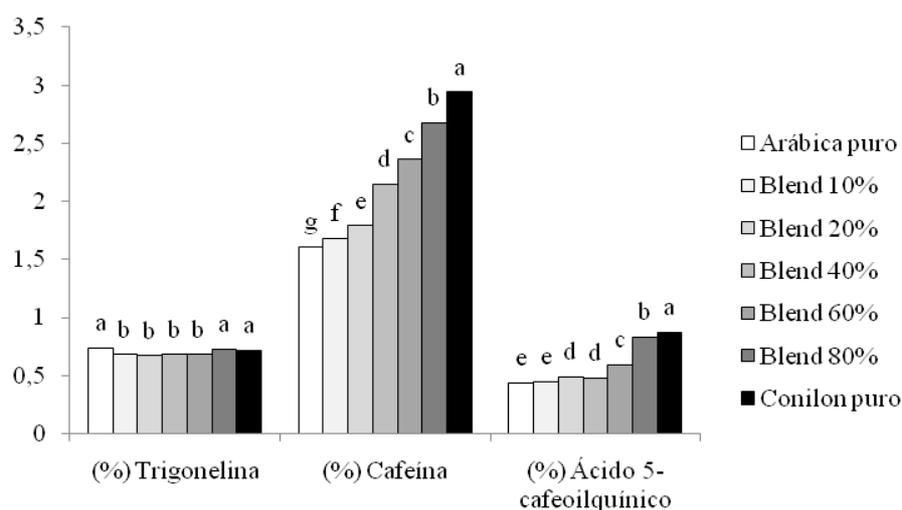


Gráfico 1 Cromatograma obtido a 272 nm da solução padrão de trigonelina, ácido 5-cafeoilquínico (5 ACQ) e cafeína

No Gráfico 2, estão representadas as porcentagens de trigonelina, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico para as diferentes amostras estudadas.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Gráfico 2 Teores médios de trigonelina, cafeína e ácido 5-cafeoilquínico em bebidas arábica puro e conillon puro e de seus blends

A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) permite a separação de misturas complexas com alto grau de resolução (ALVES et al., 2007; CASAL; OLIVEIRA; FERREIRA, 1998). Os componentes cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, tem sido muito estudados para avaliação do grau de torração, qualidade e propriedades funcionais do café (ALVES; DIAS; BENASSI, 2006; BICCHI et al., 1995).

A concentração de trigonelina nos grãos variam de acordo com a espécie, sendo que o café arábica apresenta maiores concentrações que o café conillon (CLARKE; MACRAE, 1989; DAGLIA et al., 2004; PERRONE; DONANGELO; FARAH, 2008; SOUZA et al., 2010).

Os teores de trigonelina variaram entre 0,67 e 0,74 g.100 g⁻¹ sendo as bebidas 100% arábica, blend 80% e 100% conillon apresentaram teores superiores de trigonelina. Ao realizar uma avaliação dos atributos físicos e químicos de defeitos em grãos de café crus e torrados, Franca et al. (2005), encontraram valores que variaram entre 0,16 e 0,37 g.100 g⁻¹ valores inferiores aos deste estudo. Souza et al. (2010), caracterizando teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais, observaram que cafés tradicionais apresentam concentrações de trigonelina na bebida que variam entre 0,22 e 0,74 g.100 g⁻¹ sendo alguns valores semelhantes ao deste estudo.

A cafeína, produto termo-estável, varia de acordo com a espécie sendo o que apresenta maiores teores é o café conillon quando em comparação com o café arábica (SOUZA et al., 2010).

O aumento da concentração de conillon no blend promoveu o aumento da cafeína na bebida. Os cafés apresentaram valores que variaram entre 1,61 e 2,94 g.100 g⁻¹. Esse resultado é esperado visto que o café conillon apresenta maiores teores desse composto. Com a adição diárias de café Moura et al. (2007), avaliando blends de café arábica e conillon concluíram que a adição de conillon no café arábica, aumenta o teor de cafeína na bebida. Os valores variaram entre 1,4 e 2,2 g.100 g⁻¹ próximos aos deste estudo.

Durante a torração, os ácidos clorogênicos sofrem degradação, contribuindo amplamente para o aroma e sabor finais da bebida (MORAIS et al., 2008). A bebida 100% conillon apresentou o maior teor de ácido 5-cafeoilquínico e a bebida 100% arábica apresentou o menor teor desse componente. Os valores para os blends no presente trabalho (0,45 a 0,59 g.100 g⁻¹) foram semelhantes ao do estudo de Souza et al. (2010), que encontraram valores que variaram entre 0,14 e 0,68 g.100 g⁻¹ em bebidas comerciais tradicionais com exceção do blend 80% que apresentou valor superior (0,83 g.100 g⁻¹).

3.9 Atividade sequestrante de radicais DPPH

No Gráfico 3, estão representados os resultados da atividade sequestrante de radicais DPPH (%) para as diferentes amostras estudadas. O butil hidroxi tolueno (BHT) foi utilizado como padrão.

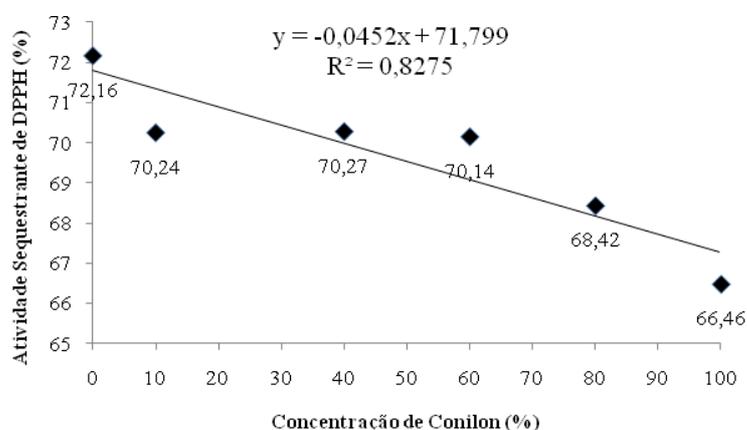


Gráfico 3 Atividade sequestrante de radicais livres DPPH do padrão BHT e das diferentes amostras estudadas

O BHT apresentou atividade sequestrante de radicais livres, igual a 64,27% ($p < 0,05$).

Os resultados acima comprovam que todos os tratamentos apresentaram atividade seqüestradora do radical DPPH o que evidencia a capacidade de blends de café no combate à ação de radicais livres.

A bebida sem adição de conillon (0%) apresentou a maior atividade sequestrante de radicais livres e a bebida com 100% de conillon foi a que apresentou menor atividade sequestrante de radicais livres.

O aumento da concentração de conillon no blend diminuiu a atividade antioxidante *in vitro*. Ao quantificar compostos bioativos e atividade antioxidante do café, Abrahão et al. (2010), observaram que a atividade antioxidante do café arábica torrado na concentração de 0,2 g.dL⁻¹ foi de 76,30%, valor semelhante ao encontrado nesse estudo.

Avaliando a influência do processamento e da torração sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.), Santos e Batista (2007), relataram que a porcentagem de sequestro de radicais DPPH para as amostras estudadas é em torno de 80 aos 90% a 0,2 g.dL⁻¹ sendo as mesmas superiores as encontradas neste trabalho.

Embora o café conillon em estudo tenha apresentado maiores teores de ácidos clorogênicos e cafeína, o mesmo apresentou menor capacidade redutora de radicais DPPH. Possivelmente, a variedade de café arábica estudada apresente maior atividade sequestrante de radicais livres devido a maior concentração de compostos antioxidantes de alto peso molecular e, com a adição de café conillon ao arábica essa atividade diminuiu progressivamente.

4 CONCLUSÕES

As diferentes formulações de blends estudadas apresentaram diferenças significativas em todas as variáveis analisadas exceto para acidez titulável.

O aumento da adição de conillon na mescla, levou ao aumento dos parâmetros de cromaticidade (L^* , a^* , b^* , c^* , h_{ab}^*), pH, sólidos solúveis, cinzas, açúcares totais e redutores, cafeína e ácidos clorogênicos.

A atividade sequestrante de radicais DPPH e o teor de extrato etéreo diminuiu com o aumento da concentração de conillon na mescla.

As demais variáveis analisadas não apresentaram comportamento específico com a adição de conillon ao café arábica.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. A. et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 02, p. 414-420, mar./abr. 2010.
- ALVES, B. H. P. et al. Composição química de cafés torrados do cerrado do sul de Minas Gerais. **Ciência e Engenharia**, Uberlândia, v. 16, n. 12, p. 09, 2007.
- ALVES, S. T.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Metodologia para análise simultânea de ácido nicotínico, trigonelina, ácido clorogênico e cafeína em café torrado por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 06, p. 1164-1168, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists**. 12nd ed. Washington, 1990. 162 p.
- BICCHI, C. P. et al. Characterization of green and roasted coffees through the chlorogenic acid fraction by HPLC-UV and principal component analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 06, p. 1549-1555, 1995.
- BORGES, M. L. A. et al. Estudo da variação da coloração de café arábica durante a torra em diferentes condições de aquecimento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 05, p. 03-08, 2002.
- CAMPANHA, F. G. **Discriminação de espécies de café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*) pela composição de diterpenos**. 2008. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.
- CAMPANHA, G. F.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Discrimination of coffee species using kahweol and cafestol: effects of roasting and of defects. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 87-96, Jan./Apr. 2010.
- CARVALHO, V. D. **Qualidade do café**. 1998. 53 p. Especialização (Curso de “Lato Sensu” à distância: Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade)–Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. Development of a HPLC/DIODE-ARRAY detector method for simultaneous determination of trigonelline, nicotinic acid, and caffeine in coffee. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, New York, v. 21, n. 20, p. 3187-3195, 1998.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003. 207 p.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)—Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

CLARKE, R. J. Em encyclopedia of food sciences and nutrition. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L. C.; FINGLAS, P. (Ed.). **Encyclopedia of food sciences and nutrition**. London: Academic, 2003. v. 3.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: chemistry**. London: Elsevier, 1989. 116 p.

COLORPRO. **Color metric converter**. 2010. Disponível em: <<http://www.colorpro.com/info/tools/convert.htm>>. Acesso em: 13 set. 2010.

DAGLIA, M. et al. In vitro and ex vivo antihydroxyl radical activity of green and roasted coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 6, p. 1700-1704, 2004.

DIAS, R. C. E. **Discriminação de espécies de café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*) em diferentes graus de torra**. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)—Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

EGGERS, R.; PIETSCH, A. Technology 1: roasting. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. (Ed.). **Coffee: recent developments**. Oxford: Blackwell Science, 2001. p. 90-107.

FERNANDES, S. M. et al. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arabica* L.) e conillon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FRANCA A. S. et al. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, Oxford, v. 90, n. 02, p. 89-94, 2005.

GIRANDA, R. do N. **Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes processos de secagem**. 1998. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

HERNÁNDEZ, J. A.; HEYD, B.; TRYSTRAM, G. On-line of brightness and surface kinetics during coffee roasting. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 87, n. 03, p. 314-322, 2008.

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

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. 3rd ed. London: Academic, 1998. 253 p.

LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 1991. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

MENDES, L. C. **Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arabica*) com café robusta (*C. canephora* Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso**. 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)–Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MENDES, L. C. **Otimização do processo de torrefação de café robusta (*Coffea canephora* Conillon) para formulação de blends com café arábica (*Coffea arabica*)**. 1999. 111 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 04, p. 637-641, 2005.

MORAIS, S. A. 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. Supl.

MOURA, S. C. S. R. et al. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (Robusta). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 04, p. 271-277, out./dez. 2007.

NASCIMENTO, E. A. et al. Composição química do café conillon em diferentes graus de torrefação. **Ciência e Engenharia**, Uberlândia, v. 16, n. 1/2, p. 17-21, jan./dez. 2007.

NELSON, N. A photometric adaption of the Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-380, Fev. 1944.

PÁDUA, F. R. M. et al. Avaliação sensorial e da composição química, durante o armazenamento do café torrado e moído. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 5, p. 15-21, 2002. Especial café.

PERRONE, D.; DONANGELO, C. M.; FARAH, A. Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography–mass spectrometry. **Food Chemistry**, Oxford, v. 110, n. 04, p. 1030-1035, 2008.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de diferentes frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PINTO, N. A. V. D. et al. Avaliação de componentes químicos de padrões de bebida para o preparo de café expresso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 826-829, 2002.

QUAST, L. B.; AQUINO, A. D. Oxidação dos lipídios em café arábica (*Coffea arabica* L.) e café robusta (*Coffea canephora* Pierre.). **Boletim do Ceppa**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 325-336, jul./dez. 2004.

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.

ROGERS, W. J. et al. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids e inorganic amions in development grains from the different varieties of robusta (*Coffea canephora*) and arabica (*C. arabica*) coffees. **Plant Science**, London, v. 149, n. 2, p. 115-123, Dec. 1999.

SACCHETTI, G. et al. Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on the radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 90, n. 01, p. 74-80, 2009.

SANTOS, M. H.; BATISTA, B. L. Influência do processamento e da torração sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 03, p. 604-610, 2007.

SHANKARAYANA, M. et al. Complex nature of coffee aroma. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, n. 4, p. 84-92, Apr. 1974.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. Physical and chemical aspects of coffee. In: _____. **Coffee techonology**. Westpor: Avi, 1979. p. 527-575.

SOUZA, R. M. N. et al. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 885-890, 2010.

TURATTI, J. M. Extração e caracterização de óleo de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p. 1533-1539.

VIDAL, H. M. **Composição lipídica e a qualidade do café (*Coffea arabica* L.) durante armazenamento**. 2001. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

VITORINO, M. D. et al. Metodologias de obtenção de extrato de café visando a dosagem de compostos não voláteis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 17-24, 2001.

YEN, W. J.; CHANG, L. W.; DUH, P. D. Antioxidant activity of peanut seed test and its antioxidative component, ethyl protococatechuate. **Food Science and Technology**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 193-200, 2005.

CAPÍTULO 3

Estudo sensorial de formulações de blends entre café arábica (*Coffea arabica* L.) e café conillon (*Coffea canephora* Pierre)

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar sensorialmente diferentes formulações de blends entre café arábica (*Coffea arabica* L.) e café conillon (*Coffea canephora* Pierre) por meio de testes triangulares para determinação do threshold e teste de aceitação. Os cafés foram torrados separadamente no ponto de torração médio e foram formulados diferentes blends com diferentes proporções de arábica: conillon (100:0; 90:10; 85:15; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80; 0:100). Os testes triangulares foram realizados com 15 provadores, selecionados por meio de análise Sequencial de Wald, os quais avaliaram cada mescla de cafés em contraste com a mescla 100:0 em 4 repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de regressão e por meio da tabela de distribuição binomial do teste triangular. O teste de aceitação foi realizado com 50 consumidores de café os quais avaliaram as blends utilizando escala hedônica estruturada mista de 9 pontos. Os dados foram analisados por meio de análise de regressão e mapa de preferência interno (MPI). Os testes sensoriais foram realizados no laboratório de análise sensorial do DCA, em várias sessões, seguindo o delineamento completo balanceado. Segundo a análise de regressão dos dados dos testes triangulares, observou-se que o threshold de percepção da adição de café conillon em arábica é de 12,07%, ou seja, a partir da adição de 12,07% de café conillon em café arábica, os provadores selecionados perceberam diferença sensorial sendo esta mais marcante no aroma e sabor. Já a análise por meio da tabela do teste triangular, detectou um threshold inferior a 10%. Segundo os dados de aceitação, observou-se tanto na análise de regressão quanto no MPI, uma redução da aceitação dos cafés à medida que aumentou-se a concentração de café conillon. Segundo a análise de regressão para que se obtenha resposta positiva de aceitação em relação aos cafés, ou seja, para que se tenha nota média de aceitação igual a 6, o máximo de conillon a ser utilizado em blends com arábica é de 26,92%.

Palavras-chave: Café. Blends. Sensorial.

ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of sensorially evaluating different blends formulations between Arabic coffee (*Coffea arabica* L.) and Conillon coffee (*Coffea canephora* Pierre) through triangular tests for determination of the threshold and acceptance. The coffees were roasted separately to the point of medium roast and different blends were formulated with different proportions of Arabic: Conillon (100:0; 90:10; 85:15; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80; 0:100). The triangular tests were conducted with 15 tasters, selected through the Sequential Analysis of Wald, who evaluated each coffee mixture in contrast with the mixture 100:0 in 4 repetitions. The data were analyzed through regression analysis and through the binomial distribution table of the triangular test. The acceptance test was conducted with 50 coffee consumers who evaluated the blends using mixed 9 point structured hedonic scale. The data were analyzed through regression analysis and Internal Preference Mapping (IPM). The sensorial tests were carried out in the sensorial analysis laboratory of DCA, in several sessions, following a completely balanced design. According to the regression analysis of the triangular test data, it was observed that the threshold of perception of the addition of Conillon coffee in Arabic is 12.07%, in other words, starting from the 12.07% addition of Conillon coffee in Arabic coffee, the selected tasters noticed a sensorial difference, this difference being more marked in the aroma and flavor. However, the analysis through the triangular test table, detected an threshold below 10%. According to the acceptance data, a reduction of the coffee acceptance as the concentration of Conillon coffee increased was observed in the regression analysis and in MPI. According to the regression analysis in order to obtain a positive acceptance response in relation to the coffees, in other words, so that average acceptance score is equal to 6, the maximum Conillon to be used in blends with Arabic is 26.92%.

Keywords: Coffee. Blends. Sensorial.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma bebida popular consumida em todo o mundo por milhões de pessoas todos os dias. O setor cafeeiro tem importante papel para o agronegócio brasileiro uma vez que é gerador de empregos e a comercialização, industrialização e serviços envolvem um grande número de pessoas movimentando elevadas quantias para o país.

A busca constante pela melhoria da qualidade dos cafés brasileiros tem como objetivo o aumento do consumo interno, a agregação de valor ao produto visando melhor retorno financeiro e o aumento das exportações de café torrado e moído. Nesse mercado consumidor globalizado de café existe uma crescente segmentação quanto à bebida, origem e as formas de preparo, sendo a qualidade do produto, fundamental para a consolidação do mesmo.

No Brasil, é prática comum as indústrias torrefadoras de café adicionarem café conilon ao arábica com o intuito de conferir mais corpo, diminuir a acidez, ajustar a bebida à determinada classe de consumidores e principalmente diminuir os custos de produção. A formulação de misturas entre essas duas espécies de café são feitas muitas vezes sem nenhum respaldo tecnológico o que pode comprometer a qualidade da bebida (MENDES, 2005).

Os procedimentos utilizados para avaliar comercialmente a qualidade do café são baseados, principalmente, no aspecto físico dos grãos e sensorialmente pela prova de xícara. No entanto, as características intrínsecas e preferências do consumidor brasileiro em relação à bebida café são pouco conhecidas. Este cenário tem sido modificado à medida em que as indústrias e órgãos relacionados à produção e processamento do café se mostram mais atentos ao comportamento e as exigências do consumidor.

Para o aperfeiçoamento da qualidade, a indústria de alimentos aplica testes sensoriais para verificar o grau de aceitação de seus produtos e também

testes para se determinar os limites de percepção de determinados ingredientes que podem causar a rejeição do produto. A análise sensorial é uma importante ferramenta nesse processo, pois envolve um conjunto de técnicas diversas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, em várias etapas de seu processo de fabricação (DELLA LUCIA; MININ; CARNEIRO, 2006).

A escolha de um método de análise sensorial é baseada na resposta que se deseja obter de um determinado produto. Esses métodos podem ser afetivos, para se saber se um determinado produto é aceito, discriminativo para verificar se existe diferença perceptível entre o produto em estudo e algum produto convencional e descritivos para identificar os principais pontos de diferença e suas intensidades.

A análise sensorial com consumidores é feita a partir de testes sensoriais afetivos que são utilizados para mensurar atitudes subjetivas como aceitação e preferência de produtos, de forma individual ou em relação a outros (CHAVES; SPROESSER, 1996; MONTEIRO et al., 2010). Os testes de aceitação avaliam o grau com que os consumidores gostam ou desgostam dos alimentos de modo geral e/ou especificamente de cada um de seus atributos, como aparência, aroma, sabor, textura, estabelecendo preferências (MONTEIRO et al., 2010; SILVA; SILVA; CHANG, 1998). Já os testes sensoriais discriminativos são aplicados para se saber se o consumidor percebe ou não diferença em amostras que sofreram mudanças em seus ingredientes, processamento, empacotamento e armazenamento.

Entre os métodos discriminativos analíticos, os testes de sensibilidade, conhecidos como thresholds, são utilizados para se determinar o limite da capacidade sensorial de provadores com o intuito de se determinar o ponto no qual uma determinada concentração de ingredientes influenciará na capacidade percepção desses indivíduos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

A determinação do limiar de detecção da adição de café conillon em arábica é importante para a verificação da viabilidade de métodos sensoriais para controle de qualidade de blends de cafés.

O objetivo com este estudo foi o de verificar o limiar de detecção de adição de café conillon em café arábica por equipe de provadores selecionados, verificar a aceitação dos consumidores em relação a esta adição e analisar os dados por diferentes métodos estatísticos.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e locais de execução

Foram utilizadas, neste experimento, 2 espécies de café (*Coffea arabica* L.) e (*Coffea Canephora Pierre*) ambas classificadas como tipo 6, sendo o café arábica classificado sensorialmente como bebida dura. O café arábica foi cedido pelo Pólo de Tecnologia em Qualidade do Café-UFLA, e o café conillon foi cedido pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER-ES). Para a execução desse projeto, foram utilizadas as instalações do Laboratório de Produtos Vegetais e Laboratório de Análises Sensoriais do Departamento de Ciência dos Alimentos e também o Pólo de Tecnologia em Qualidade do Café da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG).

2.2 Preparo da amostra

As amostras foram torradas em equipamento Probat BRZ-6, com capacidade para 150 g, no ponto de torração médio. O tempo de torração, a temperatura inicial e a temperatura na massa de grãos foram monitoradas durante todo o processo, sendo a temperatura inicial no torrador para as duas espécies em estudo foi de 195 °C. A temperatura média final na massa de grãos de café arábica foi de 217 °C e o tempo médio de torração de 13'26". Para o café conillon, a temperatura média final na massa de grãos foi de 229 °C o tempo médio de torração, 16'55". Os cafés foram torrados um dia antes da análise sensorial e amostras torradas foram moídas na granulometria fina, peneira de 20 *mesh*.

2.3 Preparo da bebida

A bebida do café foi preparada de acordo com a recomendação da ABIC. Oitenta gramas de café torrado e moído foram colocados em filtro de papel n.3 bem espalhado e sem compactá-lo. Em seguida, 1000 ml de água filtrada em 90 °C foram vertidos lentamente sobre o pó de café, no centro, (a fio). A extração durou em média 5 minutos. As garrafas foram previamente aquecidas com água filtrada quente para que mantivessem a temperatura ideal do café por mais tempo.

2.4 Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA. As amostras foram preparadas a temperatura de aproximadamente 70 °C conforme o item 2.3, e servidas em copos plásticos descartáveis de 50 ml, com código de três dígitos, seguindo a ordem balanceada de apresentação das amostras (WAKELING; MACFIE, 1995).

2.4.1 Threshold de detecção: testes triangulares

Para a obtenção do threshold (limiar) de percepção da adição de café conillon em café arábica, utilizou-se a metodologia do estímulo constante (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991; PRESCOTT et al., 2005) assim, por meio de testes triangulares, as amostras “padrão” ou seja de café 100% arábica (0% conillon) foram contrastadas com amostras de cafés arábica com conillon. Os contrastes com as respectivas proporções de adição de conillon em arábica estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1 Formulações de blends entre café arábica e café conillon

Blends	Formulações
1	100% arábica x 10% conillon + 90% arábica (10%)
2	100% arábica x 15% conillon + 85% arábica (15%)
3	100% arábica x 20% conillon + 80% arábica (20%)
4	100% arábica x 40% conillon + 60% arábica (40%)
5	100% arábica x 60% conillon + 40% arábica (60%)
6	100% arábica x 80% conillon + 20% arábica (80%)
7	100% arábica X 100% conillon (100%)

Nos testes triangulares, solicitou-se também aos provadores a indicação das características sensoriais (aparência, sabor, aroma, cor, textura) que mais contribuíram para a discriminação das amostras (Figura 1).

TESTE TRIANGULAR	
Nome: _____	Data: _____
<p>Você está recebendo duas amostras iguais e uma diferente. Prove as amostras da esquerda para direita e identifique com um círculo a amostra que julgar diferente.</p>	
_____	_____
<p>Agora, indique em qual (is) característica (s) você verificou diferença (s):</p>	
<input type="checkbox"/> aparência <input type="checkbox"/> cor <input type="checkbox"/> aroma <input type="checkbox"/> sabor <input type="checkbox"/> textura	
Observações: _____	

Figura 1 Ficha de avaliação sensorial para o teste triangular

Para a execução dos testes triangulares foi realizada uma pré-seleção de 50 candidatos, por meio de análise seqüencial de Wald, para compor a equipe de provadores selecionados com base no bom poder discriminativo (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965) utilizando testes triangulares. Na análise seqüencial foram utilizados os valores para $p_0=0,30$ (máxima inabilidade aceitável), $p_1=0,70$ (mínima habilidade aceitável) e, para os riscos $\alpha=0,10$ (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e $\beta=0,10$ (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial).

Foram selecionados 15 provadores que avaliaram cada contraste 4 vezes ou seja, 4 repetições, totalizando 60 respostas em cada contraste.

2.5 Teste de aceitação

Foram recrutados 50 consumidores de café os quais avaliaram 8 amostras (0% conillon, 10% conillon, 15% conillon, 20% conillon, 40% conillon, 60% conillon, 80% conillon, 100% conillon), em duas sessões realizadas em um mesmo dia com os mesmos provadores. Realizou-se o teste de aceitação (Figura 2) empregando-se a escala hedônica mista estruturada de nove pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Os provadores avaliaram a aceitação das bebidas previamente adoçadas com 60g de açúcar para cada 1000 ml de água filtrada. As bebidas foram avaliadas em relação ao aspecto global.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL		
Sexo: _____ Data: _____		
Faixa etária: () entre 15 e 25 anos; () entre 26 e 35 anos; () entre 36 e 45 anos; () entre 46 e 60 anos; () mais que 60 anos		
Frequência de consumo café: () 1 vez ao dia; () 2 vezes ao dia; () 3 vezes ao dia; () mais de 3 vezes ao dia.		
Avalie a amostra de café e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de forma global.		
9 – gostei extremamente	Nº Amostra	Nota Impressão Global
8 – gostei muito	_____	_____
7 – gostei moderadamente		
6 – gostei ligeiramente		
5 – nem gostei/nem desgostei		
4 – desgostei ligeiramente		
3 – desgostei moderadamente		
2 – desgostei muito		
1 – desgostei extremamente		
Comentários: _____		

Figura 2 Ficha de avaliação sensorial, com consumidores, de bebida de café

2.7 Delineamento experimental e análise estatística

Os testes sensoriais foram realizados seguindo o delineamento em blocos completos balanceados, sendo cada provador considerado um bloco. Após a obtenção dos resultados dos testes triangulares para determinação do threshold de cada provador, sendo que o mesmo avaliou cada contraste em 4 repetições, obteve-se a porcentagem de acerto de cada provador que foi recalculada, desconsiderando-se a probabilidade de acerto ao acaso, segundo a equação (SALO, 1970)

$$P_c = 3/2 (P_0 - 33,33)$$

em que:

P_c = probabilidade de acerto descontando a possibilidade do acaso.

P_0 = a probabilidade de acertos em cada contraste.

Após a obtenção dos valores de P_c para o provadores em cada contraste, estes dados foram analisados quanto a normalidade e homogeneidade de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (BARTLETT, 1937) respectivamente.

Os dados dos testes triangulares, após verificação da normalidade e homogeneidade da variância, foram avaliados por Análise de Variância e Regressão segundo Salo (1970). Por meio da equação para o teste triangular $P_c = 3/2 (P_0 - 33,33)$, o valor de P_0 foi igualado em 0,5, pois o threshold é um conceito estatístico convencionalmente definido como a intensidade do estímulo na qual a probabilidade de detecção é 50% (COSTELL et al., 1993; FRITJERS, 1981; GACULA; KUBALA, 1978), e obteve-se o valor de (25,05%) que foi igualado a variável y da equação de regressão para a determinação do threshold de percepção. Estes mesmos dados foram analisados também utilizando a tabela de distribuição binomial para o teste triangular (ROESSLER et al., 1978), seguindo o proposto por Prescott et al. (2005).

Os dados do teste de aceitação, após a análise de normalidade e homogeneidade de variância, foram submetidos à Análise de Variância e de Regressão. Os dados deste teste também foram analisados por meio de Mapa de Preferência interno.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Estimativa do threshold de detecção por meio da metodologia do estímulo constante

Os estudos para determinação de limiar de percepção (threshold) são utilizados tanto para verificar a sensibilidade por um determinado estímulo ou para determinar a intensidade ou mudança na intensidade de um estímulo sensorial (CHAMBERS et al., 1991; COSTELL et al., 1993; GUADAGNI; STAFFORD; FULLER, 1975; KEITH; POWERS, 1968; SALO, 1970; TYLER; ACREE; SMITH, 1979).

3.1.1 Threshold de detecção segundo Prescott et al. (2005)

Os dados do Teste Triangular comparando diferentes blends de café arábica com café conillon estão apresentados no Gráfico 1, que mostra a porcentagem de provadores que identificaram corretamente a amostra diferente no Teste Triangular, ou seja, a porcentagem de acertos. A linha sólida (0,33) representa a porcentagem de acertos ao acaso enquanto a linha tracejada indica o critério utilizado na distribuição binomial (0,45) para Teste Triangular com um total de 60 respostas (N=60) no nível de 5% de significância (ROESSLER et al., 1978). Por meio deste gráfico, observa-se que já com a adição de 10% de café conillon ao café arábica, detectou-se diferença significativa em 5% de significância, ou seja, a porcentagem de acerto foi maior que 0,45. Observa-se também, como esperado, que a medida que se aumentou a porcentagem de adição de conillon, aumentou a porcentagem de acerto dos provadores. Nota-se que, de acordo com os resultados analisados segundo a metodologia proposta por Prescott et al. (2005), o threshold de percepção da adição de café conillon em café arábica foi inferior a 10%.

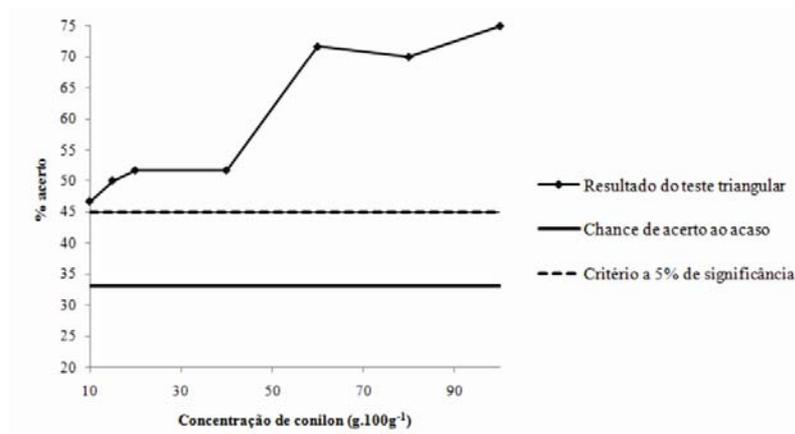


Gráfico 1 A linha sólida (0,33) representa a chance de o consumidor acertar por acaso e a linha pontilhada indica o critério significativo (0,45) de acordo com a Distribuição Binomial para o Teste Triangular (N=60) em nível de 5%, o qual foi determinado ser abaixo de 10%

O sabor e aroma do café torrado são constituídos por misturas complexas de compostos que podem causar uma sensação agradável ou desagradável, dependendo de sua concentração (RIBEIRO et al., 2010). Possivelmente, o gosto amargo acentuado e elevada adstringência da bebida do café conillon (BICCHI et al., 1995; NEBESNY; BUDRYN, 2006), foram fatores determinantes para a detecção da presença desse café adicionado ao café arábica.

Prescott et al. (2005) estimaram o threshold de detecção para o gosto de rolha em vinho branco e determinaram também a concentração da substância em que os consumidores da bebida são capazes de perceber no produto causando sua rejeição. Deliza et al. (2006), determinaram o limiar de detecção da adição de cafés com defeitos ao café de boa qualidade, utilizando a metodologia do estímulo constante e obtiveram um valor estimado do threshold de 16%. As adições de defeito em concentrações menores que esta não foram detectadas pelos consumidores da bebida. Vinãs e Salvador (1998), concluíram que o método de

limite ascendente (estímulo constante), oferece um rápido e simples meio de fazer uma estimativa do limite de detecção com a facilidade de preparação de testes sensoriais e processamento de dados. Coelho (2002) avaliou quimicamente e sensorialmente a qualidade da bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos e observou que essa adição prejudica a bebida e intensifica alguns atributos indesejáveis além de mascarar outros atributos desejáveis no café de qualidade superior.

3.1.2 Threshold de detecção segundo Salo (1970)

Os mesmos dados foram analisados segundo Salo (1970), por meio de análise de regressão polinomial. Para melhor confiabilidade nos resultados, efetuou-se anteriormente a realização da análise de regressão, os testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (BARTLETT, 1937) para verificação da normalidade e homogeneidade da variância dos dados respectivamente. Observou-se p valor de 0,0452 no teste de normalidade, ou seja, a normalidade foi significativa em 1% de significância. Para o teste de homogeneidade da variância, observou-se pvalor de 0,2906, ou seja, as variáveis podem ser consideradas homogêneas aos 5% de significância. Posteriormente realizou-se a análise de regressão obtendo-se um bom ajuste do modelo linear ($R^2 = 86,01$) sendo o coeficiente angular da reta (valor b), significativo a $p < 0,01$.

De acordo com o modelo linear apresentado (Gráfico 2), a estimativa do *threshold* de detecção para as diferentes concentrações de adição de café conillon em café arábica é igual aos 12,07%. Esse valor foi encontrado igualando a 0,5 a variável y da equação de regressão (COSTELL et al., 1993; FRITJERS, 1981; GACULA; KUBALA, 1978). O valor de x encontrado igual aos 12,07% indica que os provadores foram capazes de perceber adição de café conillon em café arábica à partir dessa concentração ou seja, o threshold de

percepção da adição de café conillon em café arábica, após a análise por meio de regressão, segundo Salo (1970) foi de 12,07%

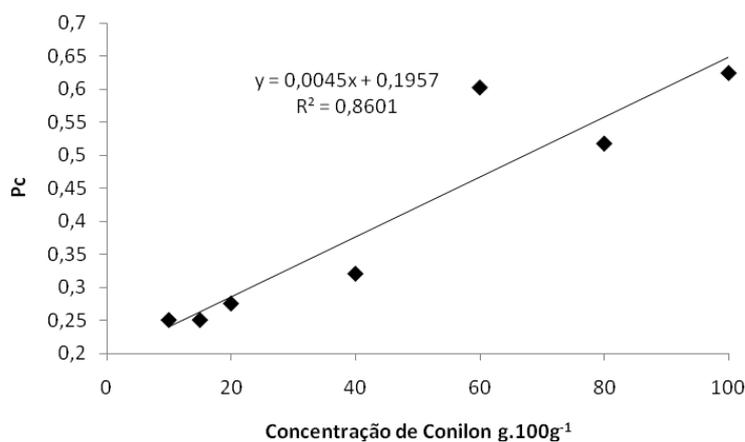


Gráfico 2 Modelo de Regressão para determinação do limite de percepção da adição de café conillon em café arábica

O valor estimado pela equação de regressão (metodologia segundo SALO, 1970) foi maior que o encontrado pela metodologia de Prescott et al. (2005).

No trabalho realizado, com concentração de conillon variando de 10 a 100% analisando os dados por meio de regressão (SALO, 1970), foi possível estimar um valor pontual (12,07%) do limiar de percepção enquanto que pela análise de dados segundo Prescott et al. (2005), estimou-se um limiar de percepção abaixo de 10%, ou seja, o threshold encontra-se na faixa de 0% aos 10% . Os atributos sensoriais que mais contribuíram para a discriminação das amostras foram mostrados em histogramas de frequência, em cada contraste, e estão apresentados na Gráfico 3.

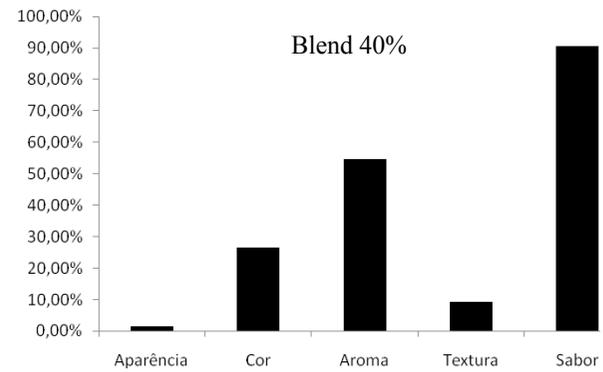
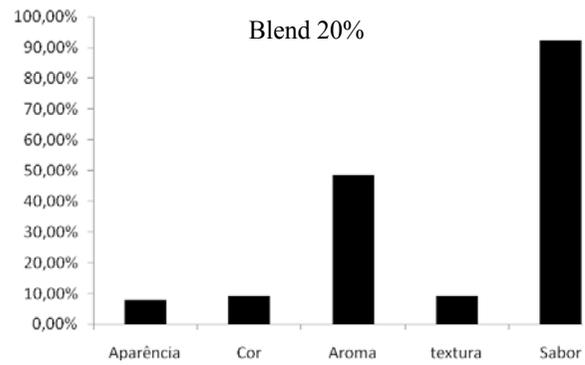
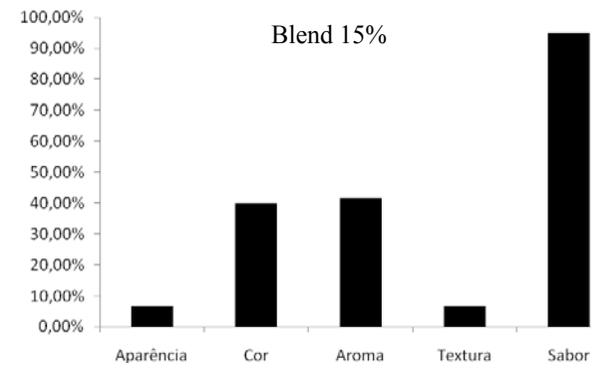
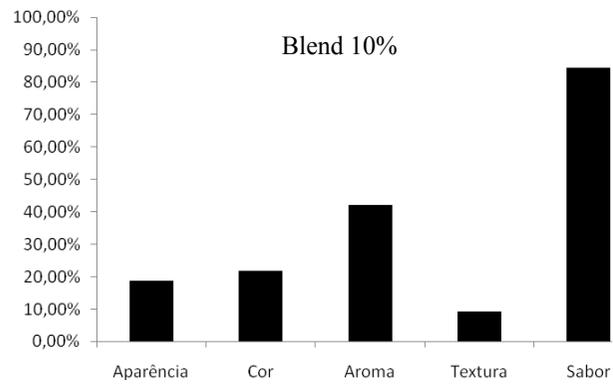
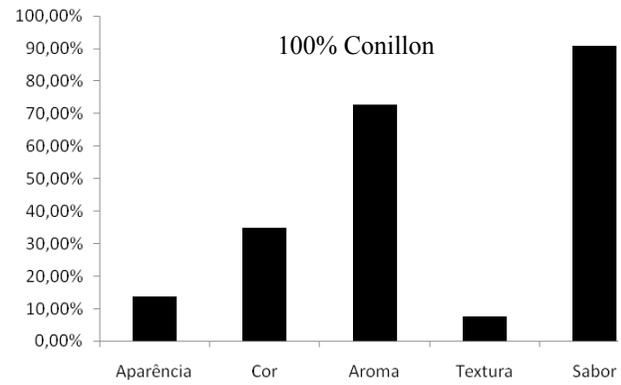
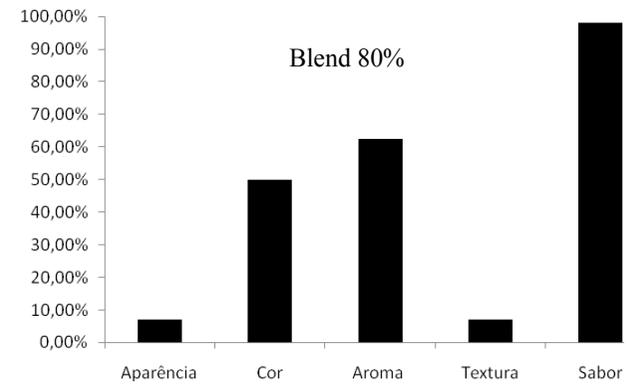
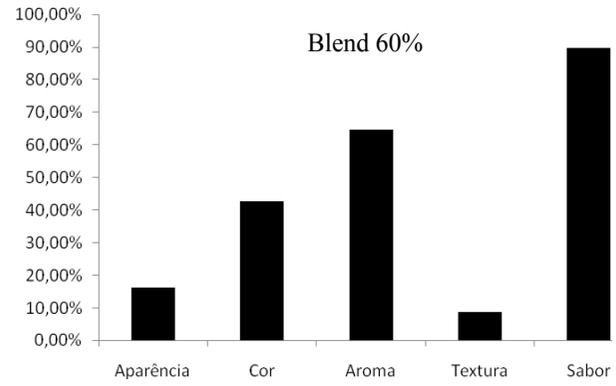


Gráfico 3 Atributos sensoriais mais citados para diferenciação das blends de café arábica conillon

(...continua...)



Os atributos sensoriais que mais contribuíram para os provadores discriminarem as amostras, independente da concentração de conilon adicionada ao arábica, foram o sabor e o aroma.

Os resultados estão de acordo com Silva (2009) que formulou blends de cafés arábica para bebidas de café espresso e concluíram que os atributos sensoriais sabor, aroma e cor foram os que mais influenciaram na aceitação das bebidas. Arruda et al. (2009) ao caracterizarem o perfil de consumidores de café residentes em Belo Horizonte-MG, concluíram que o aroma é a característica mais apreciada do café tanto pelos consumidores da bebida quanto pelos não consumidores de café. Logo, esse deve ser um atributo explorado pela indústria torrefadora como estratégia para formulação de novos produtos e para garantir a aceitação de seu produto no mercado.

3.2 Teste de aceitação

Os testes sensoriais para determinação de thresholds realizados com provadores selecionados e treinados originam respostas menos variáveis e mais confiáveis. Devido à experiência e sensibilidade dos provadores, normalmente, os valores de limiar de percepção podem ser bem inferiores à percepção do consumidor. Desta forma, é importante estudar o comportamento dos consumidores diante de alterações realizadas em produtos.

3.2.1 Teste de aceitação: análise de regressão

Participaram do teste de aceitação, 50 consumidores da bebida do café. Entre eles 33 eram do sexo feminino e 17 do sexo masculino. A frequência de consumo de café foi a seguinte: 28% consomem 1 vez por dia, 36% consomem duas vezes por dia, 14% consomem 3 vezes por dia e 22% dos provadores consomem mais de 3 vezes por dia. A faixa etária dos consumidores de café foi

maior entre 15 a 25 anos (76%) sendo as demais nas seguintes proporções: 12% (26 a 35 anos), 8% (36 a 45 anos), 4% (46 a 60 anos). As notas dos consumidores de café foram analisadas através de Análise de Regressão e Mapa de Preferência.

Para melhor confiabilidade nos resultados, realizou-se anteriormente a análise de regressão e os testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (BARTLETT, 1937) para verificação da normalidade e homogeneidade da variância dos dados respectivamente. Observou-se pvalor de 0,01248 no teste de normalidade, ou seja a normalidade foi significativa em 1% de significância. Para o teste de homogeneidade da variância, observou-se pvalor de 0,2945, ou seja, as variâncias podem ser consideradas homogêneas aos 5% de significância. Posteriormente, realizou-se a análise de regressão obtendo-se um ajuste do modelo linear igual a $R^2=67,31\%$, sendo o coeficiente angular da reta (valor b) significativo a $p<0,01$.

O Gráfico 4, é referente ao gráfico de regressão gerado pelas notas dos consumidores. Esse gráfico permite estimar a aceitação de consumidores de café em qualquer valor de concentração de adição de café conillon em café arábica.

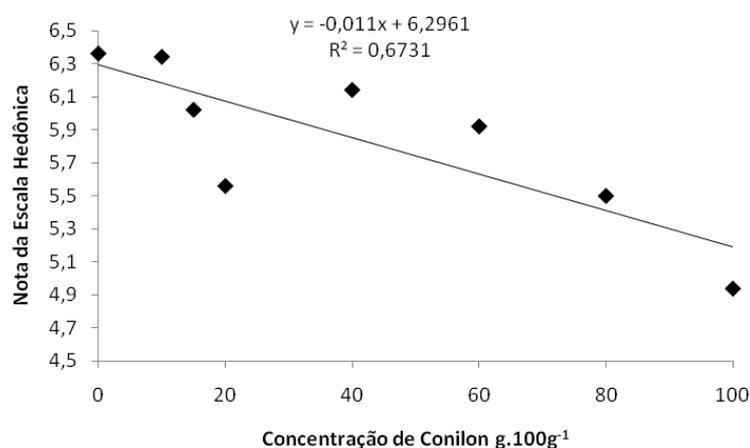


Gráfico 4 Modelo de regressão para determinação do limite de rejeição da adição de café conillon em café arábica

Observou-se uma significativa ($p < 0,05$) diminuição na aceitação das bebidas com o aumento da concentração de conillon. Os resultados mostraram que considerando nota 6 (gostei ligeiramente) a aceitação é de 26,92%. Entretanto, se avaliarmos o limiar de aceitação, estabelecendo nota 5 associado ao termo indiferente na escala hedônica, o máximo da adição de conillon (100%) pode ser utilizado, ou seja, o café 100% conillon segundo os dados obtidos apresenta aceitação média próximo de 5.

Considerando o limiar de aceitação estabelecendo nota média igual a 6 (gostei ligeiramente), primeiro valor na escala hedônica que expressa atitude positiva em relação ao “gostei”, ou seja, igualando o valor y da equação (Figura 6) a 6, verificamos que a concentração máxima de conillon a ser adicionado será de 26,92%.

Para mostrar as respostas de forma mais ilustrativa, foi construído um histograma (Gráfico 5) onde é possível observar a distribuição das notas para Teste de Aceitação em relação à impressão global das amostras de café. As notas foram

positivas, ou seja, no mínimo de 50% das notas foram iguais ou acima de 6 (gostei ligeiramente). As amostras 0%, 10%, 15% e 40% tiveram em torno de 70% das notas iguais ou acima de 6.

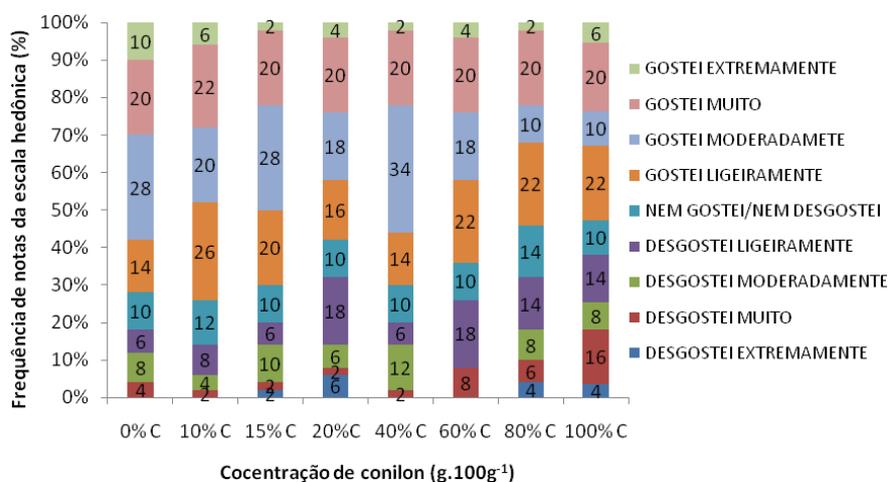


Gráfico 5 Histograma da distribuição das porcentagens das notas da escala hedônica, para impressão global de café, em teste sensorial com consumidores

Este resultado está de acordo com Mendes (2005) que ao determinar melhores formulações de blends de café arábica com café robusta para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso, verificou que mais de 50% das notas de aceitação com relação a impressão global da bebida, foram acima de 6.

3.2.2 Teste de aceitação: mapa de preferência

Os dados de aceitação também foram analisados estatisticamente por meio de Mapa de Preferência Interno (MPI) que leva em consideração a resposta individual da aceitação de cada consumidor em relação às bebidas (Gráfico 6).

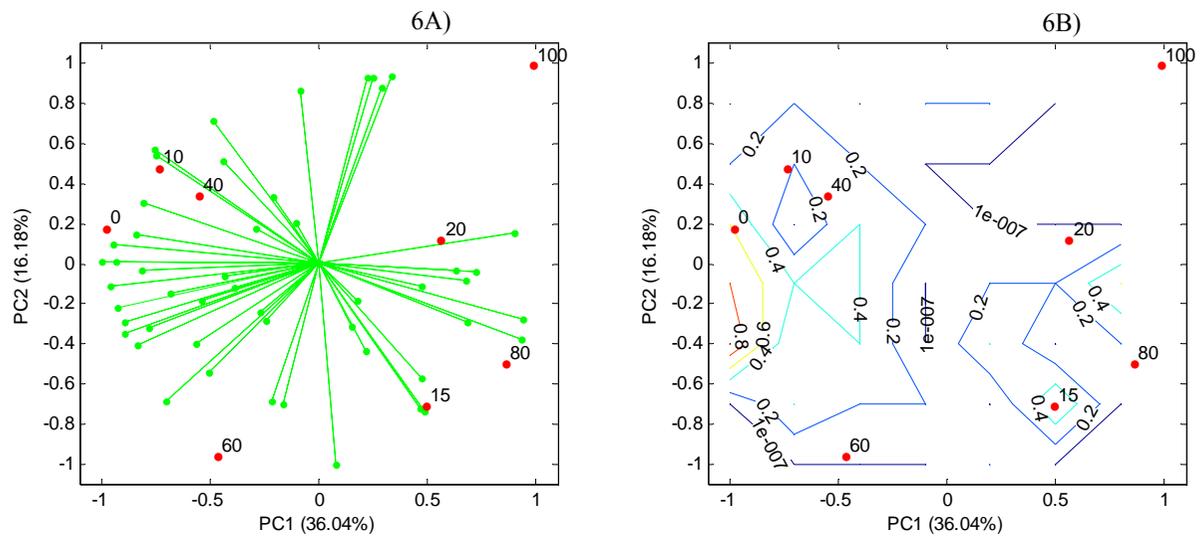


Gráfico 6 Mapa de Preferência Interno para avaliação da aceitação em relação ao aspecto global das amostras de café

O MPI gerou um espaço multidimensional por meio de componentes principais, que juntos explicaram 52,22% da variação existente entre amostras de café em relação à impressão global da bebida. O primeiro componente principal explicou 36,04% da variação existente entre as amostras e o segundo componente principal explicou 16,18% (Figura 6). A Figura 6A representa a distribuição pontual dos consumidores e a Figura 6B representa a distribuição dos consumidores na forma de curvas de densidade.

A partir do Mapa de Preferência Interno, foi possível concluir que o café 0% conillon foi o mais preferido com relação a impressão global e o 100% conillon, o menos preferido. As blends desses dois cafés tiveram aceitação intermediária. Analisando a Figura 6B referente às curvas de densidade, observa-se que as amostras com adição de 15% de conillon situada próxima a curva de densidade 0,4, foi menos preferida que a amostra com 0% que encontra-se sobre a linha da curva de densidade 0,6 e próxima a 0,8. A amostra com adição de 15% foi a mais preferida que aquelas com adição de 10 e 40%, que apresentaram preferência semelhante. As amostras com 60, e 80% de conillon apresentaram preferência inferior que as citadas anteriormente, mas obtiveram preferência maior em relação aos 100% de conillon. Estes resultados concordam com os verificados na análise de regressão, embora a diminuição da preferência, segundo o MPI não tenha reduzido de maneira ordenada como mostra a análise de regressão. Este fato se deve provavelmente a diferença na metodologia estatística univariada (análise de regressão) que analisa os provadores de forma conjunta, não considerando a resposta individual de cada consumidor, o contrário da análise multivariada (MPI).

Moura et al. (2007), fizeram avaliações sensoriais, com o equipamento denominado de língua eletrônica, de blends de café arábica com café conillon e concluíram que o café que apresenta melhor qualidade global é o arábica puro

enquanto que o de pior qualidade global é o conillon puro estando o presente trabalho de acordo com esses autores.

4 CONCLUSÃO

O threshold da percepção da adição de café conillon em café arábica foi abaixo de 10% quando os dados foram analisados pela tabela do Teste Triangular e foi de 12,07% quando os dados foram analisados por meio de regressão

Os atributos sensoriais que mais contribuíram para discriminação das amostras foram o aroma o sabor e a cor da bebida.

A aceitação da bebida é reduzida com o aumento da adição de café conillon ao café arábica, fato comprovado tanto na análise de regressão quanto no Mapa de Preferência Interno.

De acordo com a análise de regressão, para que se obtenha nota média igual a 6, referente ao termo gostei ligeiramente na escala hedônica, a concentração máxima de inclusão de café conillon em café arábica deve ser de 26,92%. Entretanto, para se obter média de aceitação igual 5 pode ser feita a adição de 100% de café conillon.

O estudo mostra a viabilidade da utilização da avaliação sensorial no controle da qualidade de cafés.

REFERÊNCIAS

- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic, 1965. 602 p.
- ARRUDA, A. C. et al. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 754-763, out./dez. 2009.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences**, London, v. 160, p. 268-282, May 1937. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/96803>> Acesso em: 27 out. 2010.
- BICCHI, C. P. et al. Characterization of green and roasted coffees through the chlorogenic acid fraction by HPLC-UV and principal component analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 06, p. 1549-1555, 1995.
- CHAMBERS, B. et al. Sensory detection and population thresholds for sodium tripolyphosphate in cooked ground turkey patties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 1, p. 206-209, 1991.
- CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1996. 81 p.
- COELHO, K. F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos**. 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Química)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- COSTELL, E. et al. Comparison of simplified methods for evaluation of sensory thresholds of added substances. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 09, n. 04, p. 365-382, 1993.
- DELIZA, R. et al. **Estimando o threshold de detecção para defeitos da bebida do café**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 3 p. (Comunicado técnico).

DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R. M.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In: MININ, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial. Estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

FRITJERS, J. E. R. Sensory difference testing and the measurement of sensory discriminability. In: MOSKOWITZ, H. R. **Sensory analysis of foods**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 131-153.

GACULA, M. C.; KUBALA, J. J. Weighting coefficients for the estimation of sensory threshold. **Chemical Senses**, Oxford, v. 03, n. 01, p. 105-121, 1978.

GUADAGNI, D. G.; STAFFORD, A. E.; FULLER, G. Taste thresholds of fatty acids esters in raisins and raisin paste. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 04, p. 780-783, 1975.

KEITH, E. S.; POWERS, J. J. Determination of flavor threshold levels and sub-threshold, additive and concentration effects. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33, n. 02, p. 213-218, 1968.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton, FL: CRC, 1991. 376 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 1999. 387 p.

MENDES, L. C. **Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arabica*) com café robusta (*C. canephora* Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso**. 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)–Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MONTEIRO, M. A. M. et al. Influência da torra sobre a aceitação da bebida café. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 2, p. 145-150, mar./abr. 2010.

MOURA, S. C. S. R. et al. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (Robusta). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 04, p. 271-277, out./dez. 2007.

NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Evaluation of sensory attributes of coffee brews from robusta coffee roasted under different conditions. **European Food Research and Technology**, New York, v. 224, n. 02, p. 159-165, 2006.

PRESCOTT, J. et al. Estimating a consumer threshold for cork taint in white wine. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 345-349, June 2005.

RIBEIRO, J. S. et al. Uso de perfis cromatográficos de voláteis de cafés arábicas torrados para a diferenciação das amostras segundo o sabor, o aroma e a qualidade global da bebida. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 09, p. 1897-1904, 2010.

ROESSLER, B. et al. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired difference, duo-trio and triangle tests. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 03, p. 940, 1978.

SALO, P. Determining the odor thresholds for some compounds in alcoholic beverages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 35, n. 1, p. 95-99, Jan. 1970.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (complete samples)**. 1965. Disponível em: <<http://rspa.royalsocietypublishing.org>>. Acesso em: 27 out. 2010.

SILVA, A. C. **Formulações de blends de café arábica (*C. arabica*) para bebida de café espresso: percepção e expectativa sensorial**. 2009. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)–Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. da; CHANG, Y. K. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo Cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 01, p. 25-34, 1998.

TYLER, L. D.; ACREE, T. E.; SMITH, N. L. Sensory evaluation of geosmin in juice made from cooked beets. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1, p. 77-81, 1979.

VINÃS, M. A. G.; SALVADOR, M. D. Comparison of two simple methods for the measurement of detection thresholds for basic, umami and metallic tastes. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 13, n. 03, p. 299-314, 1998.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.