

ANÁLISE QUÍMICA DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) E GRÃOS PRETOS, VERDES E ARDIDOS (PVA) SUBMETIDOS A DIFERENTES GRAUS DE TORRAÇÃO

Sérgio Antônio Lemos de Morais¹, Francisco José Tôrres de Aquino², Roberto Chang³,
Evandro Afonso do Nascimento⁴, Grasielle Silva de Oliveira⁵, Neide Carolina dos Santos⁶

(Recebido: 13 de novembro de 2006; aceite: 13 de julho de 2007)

RESUMO: No presente trabalho estudou-se a composição química de um café arábica (*Coffea arabica* L.) e de grãos pretos, verdes e ardidos (PVA), do mesmo lote e origem, submetido a diferentes graus de torração. Foram utilizadas amostras de café provenientes do Cerrado Mineiro. A acidez foi maior nos extratos obtidos de grãos PVA, provavelmente devido à ocorrência de processos fermentativos nos frutos. Além disso, a presença de defeitos reduz a concentração de óleo essencial e aumenta os teores de substâncias indesejáveis para o aroma, como aldeídos de baixa massa molar e sulfetos. No entanto, os substratos dos grãos PVA e café são semelhantes, compondo-se basicamente por carboidratos, proteínas, lipídios, cinzas, fenóis, ácidos carboxílicos, trigonelina e cafeína. A torração prolongada (torração escura) reduziu a diferença entre as atividades odoríficas dos odorantes potentes nas duas bebidas analisadas, dificultando a distinção dos seus aromas.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, PVA, óleo essencial, odorantes potentes.

CHEMICAL ANALYSIS OF ARABICA COFFEE (*Coffea arabica* L.) AND DEFECTIVE BEANS SUBMITTED TO DIFFERENT DEGREES OF ROASTING

ABSTRACT: The present work studied the chemical composition of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) and defective beans (black, green and brown beans), from the same origin, submitted to different degrees of roasting. The coffee samples came from the Minas Gerais savannah ("cerrado"). The beverages prepared from defective beans were sourer, probably due to beans fermentation. Also, the presence of defective beans reduced the essential oil concentration and raised the levels of undesirable compounds in the aroma, such as low molecular mass, aldehydes, and sulfides. Otherwise, the defective and good coffee bean substrates were quite similar, composed mainly of carbohydrates, proteins, lipids, ash, phenols, carboxylic acids, trigonelline, and caffeine. Extended roasting reduced the difference between the odor activity of the potent odorants in the two analyzed beverages, making it more difficult to distinguish their aromas.

Key words: *Coffea arabica*, defective beans, essential oil, potent odorants.

1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de café aumenta a cada ano. Consumido na forma de bebida e em muitas outras aplicações na culinária, sua produção e comercialização empregam cerca de 20 milhões de pessoas em todo o mundo e envolvem grandes cifras e disputas pelos mercados atuais e futuros. Segundo a Conab (2006), a estimativa da safra 2006/07 ficará em aproximadamente 42.000 mil sacas de café

beneficiado. Quando comparada com a produção da safra 2005/06, que foi de 32.944 mil sacas, verifica-se um incremento de 21,56%.

As sementes usadas na preparação da bebida provêm de diferentes áreas geográficas e, conseqüentemente, os cafés distinguem-se por apresentarem diferentes sabores. Portanto, é muito importante para a obtenção de bebidas finas o estudo do plantio, colheita, armazenamento e torração do café.

¹Professor do Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida João Naves de Ávila, 2121– 38408-100 – Uberlândia, MG – salemos@ufu.br

²Professor do Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida João Naves de Ávila, 2121– 38408-100 – Uberlândia, MG – salemos@ufu.br

³Professor do Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida João Naves de Ávila, 2121– 38408-100 – Uberlândia, MG – salemos@ufu.br

⁴Professor aposentado e Pesquisador Voluntário do Instituto de Química Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida João Naves de Ávila, 2121– 38408-100 – Uberlândia, MG – eanascimeto@ufu.br

⁵Mestre pelo Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida João Naves de Ávila, 2121– 38408-100 – Uberlândia, MG – oliveirags@qui.ufu.br

⁶Discente do Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida João Naves de Ávila, 2121– 38408-100 – Uberlândia, MG – neidequim@ig.com.br

Novas metodologias vêm sendo empregadas na análise dos componentes químicos do aroma e do sabor do café, de forma a auxiliar a classificação da bebida, atualmente feita por indivíduos especialmente treinados na análise sensorial. Como a qualidade do café está diretamente relacionada com suas características de sabor e aroma, é crescente o interesse da comunidade científica em relacionar os diferentes tipos de café com sua composição química (DART & NURSTEN, 1985).

Os diversos tipos de cafés brasileiros têm boa aceitação no mercado devido à qualidade da bebida, que é originada após a torração de seus grãos. Pela prova da xícara, os tipos de bebida do café são classificados como mole, duro, rio, e suas subdivisões, em ordem decrescente de qualidade. Estudos mais recentes sobre atividades da polifenoxidase do grão permitiram a introdução de uma nova classificação: café extrafino (estritamente mole); fino (mole); aceitável (duro); não-aceitável (rio, este constituindo-se em cerca de 20% do café brasileiro) (BRASIL, 2003).

Os grãos pretos, verdes e ardidos (PVA) constituem defeitos intrínsecos do café que podem resultar da colheita atrasada ou prematura (grãos verdes), transporte e armazenamento inadequado, excesso de umidade, modo de colheita não-apropriado, além de outros fatores (SOUZA, 2007). Segundo os especialistas, sua utilização na torração reduz a qualidade da bebida, pois altera sua cor, aroma e sabor (MENDONÇA et al., 2003; SAES & FARINA, 1999; TOLEDO & BARBOSA, 1998). Atualmente, com a utilização de sensores eletrônicos nas máquinas mais modernas de beneficiamento de café, o PVA pode ser separado facilmente. Essa fração de baixo custo é adquirida por torrefadoras que a comercializam em forma de mistura no mercado interno.

A falta de regulamentação tem levado ao aparecimento no mercado de cafés de qualidade inferior ou de cafés adulterados, criando um comércio de produtos insatisfatórios. Em 2001, o governo do Estado de São Paulo baixou uma resolução para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído (SÃO PAULO, 2001). De acordo com essas recomendações, os

grãos de cafés crus são classificados de acordo com sua composição em:

- Cafés Gourmet: Constituídos de grãos de cafés 100% arábica de origem única ou misturados, de bebida mole. Deve ser completamente ausente de defeitos pretos, verdes e ardidos (PVA), preto-verdes e/ou fermentados.

- Cafés Superiores: Constituídos de grãos de cafés arábica ou misturados com grãos de café robusta (conillon), estes com limite de até 15% na mistura, desde que limpos e de bebida dura a mole, devem ter um máximo de 10% de defeitos pretos, verdes e ardidos (PVA) e ausência de grãos preto-verdes e/ou fermentados.

- Cafés tradicionais: Constituídos de grãos de cafés arábica ou misturados com robusta, estes com limite de até 30% na mistura, desde que limpos, com bebida variando de mole de a rio. Admite-se um máximo de 20% de defeitos pretos, verdes e ardidos e ausência de grãos preto-verdes e/ou fermentados.

O governo federal tentou tirar o PVA do mercado via Instrução Normativa (BRASIL, 2003), obtendo, para isso, o apoio dos produtores e, naturalmente, dos consumidores. Porém, devido às pressões dos exportadores e dos industriais que utilizam o PVA nas suas formulações, o governo recuou, validando essa instrução apenas para compras federais (MASCHIO, 2003).

Não se tem conhecimento de qualquer trabalho científico que traga uma análise química mais refinada dos constituintes do PVA e a comparação com suas frações mais nobres (café arábica), provenientes do Cerrado Mineiro. Estudos preliminares sobre a composição geral (fibras, proteínas, extrativos em éter, acidez), concentração de cafeína, trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico de cafés PVA da região sul de Minas já foram relatados (COELHO & PEREIRA, 2002; MENDONÇA et al., 2003), bem como sobre a composição de voláteis de cafés de qualidade superior (NASCIMENTO et al., 2003).

No presente trabalho, teve-se como objetivo estudar composição química de grãos sadios de café arábica (*Coffea arabica* L.) e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes graus de torração (clara, média, escura), utilizando amostras do Cerrado Mineiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Solventes

Os solventes químicos usados foram de grau analítico e adquiridos da Vetec Química Fina Ltda, Rio de Janeiro - Brasil.

2.2 Amostragem

As amostras de cafés e de grãos defeituosos PVA (pretos, verdes e ardidos) foram cedidas pela Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado Ltda., município de Araguari-MG (COOCACER - Gerência de Qualidade) e são provenientes da Fazenda Paraíso (altitude de 800 a 1200 m), que utiliza espaçamento de 4 metros entre as ruas e de 80 a 100 cm entre plantas e sistema de irrigação feita por gotejamento (60 mm).

As amostras de café sadio e de grãos PVA pertencente ao mesmo lote (safra de 2004/2005, peneiras 16/18) foram secas naturalmente em terreiro de lama asfáltica, contendo 11% de umidade. As sacas de juta de 60 kg foram mantidas em armazém de piso impermeabilizado com lama asfáltica, climatizado (certificado pela UTZ – KPHE) a uma temperatura que variou de 18 a 23°C, contendo 60% de umidade. Na pontuação da escala americana, as mostras obtiveram 83 pontos.

2.3 Delineamento experimental

Foram realizados dois experimentos, um com café torrado (sem defeito) e outro com os grãos defeituosos torrados (pretos, verdes e ardidos, PVA) separadamente, utilizando delineamento experimental totalmente casualizado.

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se cerca de 3,00 kg de café arábica, cultivar Mundo Novo, e 3,00 kg da mistura de grãos pretos, verdes e ardidos, selecionados de forma aleatória.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos Naturais do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia.

2.4 Torração

A torração dos grãos foi realizada em triplicada e a temperatura de 190 ± 10 °C em um microtorrador elétrico de bancada, da marca Pinhalense, modelo TC-0, de 1,0 kg de capacidade, e equipado com termopar. O ponto de torração clara foi atingido em

aproximadamente 5,0 minutos, a torração média, em 8 minutos, e a torração escura, em 10 minutos. As tonalidades das torras foram detectadas de maneira visual por comparação com amostras de torras comerciais. As amostras foram moídas e peneiradas com peneira de malha de 24 meshe. Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em refrigeração à temperatura de $-18,0 \pm 3,0$ °C, até o momento das análises.

2.5 Análise sensorial

As amostras de café sadio e PVA foram sensorialmente analisadas pela COOCACER, Araguari-MG, seguindo o protocolo de SCAA, por provadores credenciados pelo Ministério da Agricultura. As infusões foram preparadas em seis xícaras e submetidas ao teste de degustação. No preparo da bebida, foram utilizados a torração clara, com cerca 10,0 gramas de amostra por xícara.

2.6 Determinação de polissacarídeos totais

O teor de polissacarídeos totais foi determinado de acordo com o método descrito por Browning (1967). Cerca de 1,00 g das amostras foram reagidas com 15,00 mL de ácido sulfúrico 72%, à temperatura ambiente, por 2 horas, com agitação ocasional. Em seguida, a mistura foi diluída num balão de destilação de 1,0 L com 560,0 mL de água e colocada em refluxo por 4 horas. A mistura foi filtrada, o resíduo lavado com água quente e seco a 105°C por 6 horas. Calculou-se o rendimento.

2.7 Solubilidade em água a 96°C

A solubilidade em água a 96°C, conforme metodologia indicada pelo Instituto Adolf Lutz (1985). Em um filtro de papel qualitativo previamente tarado imerso em um funil de vidro foram colocados 10,0 g de café moído. Em seguida, a amostra foi lavada com 100,00 mL de água a 96°C. O filtrado foi seco por 6 horas à temperatura de 105°C. A parte solúvel foi obtida pela diferença de massa.

2.8 Determinação do pH

Para a determinação do pH, seguiu-se a metodologia sugerida pelo Instituto Adolf Lutz (1985). Em um erlenmeyer de 250,00 mL, foram colocados cerca de 5,00 g de amostra e adicionados 50,00 mL de água a 25°C, recentemente fervida. O conteúdo

do frasco foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. O frasco foi agitado, ocasionalmente, por mais 30 minutos. Após esse tempo, a mistura foi deixada em repouso por 10 minutos. O líquido sobrenadente foi decantado para um frasco seco e o pH foi imediatamente determinado por meio de um pHmetro Alpha Maré, PG 1800.

Para a determinação do pH após fervura a 96°C, foi usada uma nova amostra de café, à qual foram adicionados 50,00 mL de água e a mistura fervida por 1 minuto nessa temperatura. A seguir, procedeu-se de forma análoga ao procedimento anterior. A leitura do pH foi realizada quando a amostra atingiu a temperatura ambiente.

2.9 Determinação de cafeína

O teor de cafeína foi calculado de acordo com o método da AOAC (1945). Cerca de 2,00 g de cada amostra foram acidulados com 4,00 mL de ácido sulfúrico 0,1 mol L⁻¹ e aquecidos em banho-maria por 15 min. Em seguida, 50,00 mL de água quente foram adicionados e aqueceu-se por mais 15 min. Filtrou-se a quente e o filtro foi lavado com 3 porções de 10,0 mL de água quente acidulada. O filtrado e as águas de lavagem foram recolhidos em um funil de separação. Após resfriamento, foi adicionado clorofórmio (30,00 mL). Agitou-se a mistura e esperou-se a separação das camadas. A camada clorofórmica foi transferida para um balão de fundo chato, previamente tarado. A extração com clorofórmio foi repetida com mais três porções de 30,00 mL. A fase orgânica foi filtrada e destilada até reduzir o volume a cerca de 20,00 mL e levada a banho-maria até secar. O resíduo foi recristalizado e redissolvido em 4,00 mL de tolueno a quente e adicionando algumas gotas de éter de petróleo (p. e. 60-80°C) até a formação de um precipitado. Logo após, o resíduo foi filtrado e seco em estufa a 105°C, por 1 hora, resfriado em dessecador e pesado.

2.10 Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi calculado considerando o conteúdo de nitrogênio total determinado pela análise elementar (CHN). O fator de 6,25 foi empregado para converter o nitrogênio em proteína, equação abaixo (AOAC, 1980).

$$\text{Teor de Proteínas} = 6,25 \times \%N$$

A análise elementar (teores de carbono, hidrogênio e de nitrogênio) foi determinada no Laboratório de Central Analítica do Instituto de Química da USP/SP, empregando o equipamento Análise Elementar: Analyzer CHN, modelo 2400 da marca Perkin Elmer.

2.11 Espectrometria no infravermelho

As amostras foram secas por 12 horas à temperatura de 70°C, triturados com KBr (grau cromatográfico) a 1%, e pastilhados (FAIX, 1992). Os espectros de absorção na região do infravermelho foram coletados em um espectrofotômetro Shimadzu-FTIR, série 8001, localizado no Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram realizadas triplicatas para cada amostra, com resolução de 4 cm⁻¹, 10 varreduras para cada espectro e a região espectral foi de 4500 a 400 cm⁻¹ (DOWNEY et al., 1997).

2.12 Extração do óleo essencial (aroma)

Foi utilizado um aparelho de Clevenger modificado para extração em contracorrente com diclorometano (GODEFROOT et al., 1981). Cerca de 5,00 g de amostras de café ou PVA, recentemente moídas e peneiradas em peneira de 20 meshes, foram colocadas imediatamente no balão de destilação com 50,00 mL de água destilada. Depois de 2 horas a destilação foi interrompida e o diclorometano evaporado lentamente a 25°C. Calculou-se o rendimento.

2.13 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM)

A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas foi feita em um aparelho da marca Shimadzu, modelo GC17A/QP5000. Foi usada uma coluna capilar DB-5 de 30 m, 0,25 mm de d.i. e 0,25 µm de filme. O programa de temperatura foi de 60-240°C (3°C min⁻¹), 240°C (20 min). A energia de impacto foi de 70 eV e foram captados os fragmentos de 40 a 650 u. Um mL de amostra, dissolvido em diclorometano, foi injetado. A identificação dos compostos foi feita por meio das bibliotecas de espectros de massas da Wiley (140, 229 e 275) e por índices de Kovat (ADAMS, 1995). Os resultados expressam a média de três injeções. Foram detectados 184 compostos acima do limite de

deteção estabelecido (e^{-} 0,07%, área dos picos), com exceção da b-damascenona.

2.14 Análises estatísticas

Todas as determinações foram feitas em triplicatas e os resultados correspondem à média \pm o desvio padrão. As médias foram analisadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise sensorial

A bebida preparada com os grãos de café arábica, provenientes do Cerrado Mineiro, foi classificada como bebida mole. Já as amostras PVA apresentaram sabor e aroma desagradáveis, tornando-as não-bebíveis.

3.2 Propriedades físico-químicas

Na Tabela 1 verificam-se os resultados das propriedades físico-químicas investigadas para as amostras de café e PVA nas diferentes torras analisadas.

A quantificação dos polissacarídeos totais, pelo método da solubilidade em ácido sulfúrico, não é uma quantificação exata, pois algumas outras substâncias são solubilizadas também, como, por exemplo, algumas proteínas (MARTINS et al., 2005). Porém, serve como análise na comparação dos diferentes graus de torração. Observa-se que a quantidade de material solúvel em ácido sulfúrico diminui com o aumento do grau de torração.

Em relação à torração clara, o café apresenta uma redução do teor de matéria solúvel em H_2SO_4

de 5,94% quando os grãos atingem a torração média e 12,17% na torração escura. Já para os grãos PVA, a redução dos componentes solúveis em ácido sulfúrico foi menos acentuada, sendo de 3,91% quando atinge a torração média e de 9,31% na torração escura. Comparando-se o café com o PVA, observa-se que o PVA possui 3,44% a menos desses componentes em relação ao café, quando submetido à torração clara. Possui 1,41% quando submetido à torração média, e 0,58% na torração escura.

Não há uma diferença significativa na solubilidade do café e do PVA ($P > 0,05$). À medida que o grau de torração aumenta, diminui a solubilidade, sendo esse fato decorrente da carbonização do café.

Quanto maior o grau de torração, menor é a acidez (pH) da bebida, tanto para o café como para o PVA. Esse comportamento pode ser explicado pela degradação dos constituintes ácidos (ácidos clorogênicos e ácidos carboxílicos) durante a torra. A acidez para as duas amostras de bebida apresenta-se mais acentuada quando preparadas a 96°C do que quando preparada a 25°C. A bebida preparada com os grãos PVA é mais ácida do que a bebida preparada com o café. Esses fatos podem ser decorrentes de processos fermentativos ocorridos nos grãos PVA.

O conteúdo de cafeína obtido pelo método gravimétrico indica que o café apresenta uma quantidade maior desse alcalóide, independentemente da torra. Para o café do cerrado, foram encontrados valores próximos aos do café (bebida mole) do sul de Minas (2,15%) para a torração média (ALVES, 2004). As proteínas no café estão ligadas a polissacarídeos da parede celular, sendo desnaturadas durante a

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas das amostras de café e PVA.

Características Químicas	Torrção Clara		Torrção Média		Torrção Escura	
	Café	PVA	Café	PVA	Café	PVA
Polissacarídeos totais (%)	72,71 \pm 2,30	69,35 \pm 2,22	66,88 \pm 1,83	65,41 \pm 1,93	60,58 \pm 2,05	60,00 \pm 1,95
Sol. em água a 96°C (%)	20,63 \pm 1,01	28,82 \pm 1,05	17,94 \pm 0,8	18,78 \pm 0,8	15,98 \pm 0,5	16,31 \pm 0,5
Cafeína (%)	1,71 \pm 0,25	1,31 \pm 0,15	2,30 \pm 0,23	1,56 \pm 0,10	1,98 \pm 0,18	1,51 \pm 0,20
Proteínas (%)	21,50 \pm 0,88	25,38 \pm 0,31	20,94 \pm 0,69	25,00 \pm 0,31	20,50 \pm 0,56	24,75 \pm 0,51
pH do extrato a 25°C	5,52 \pm 0,05	5,40 \pm 0,22	5,66 \pm 0,09	5,55 \pm 0,14	6,12 \pm 0,09	5,85 \pm 0,15
pH do extrato a 96°C	5,25 \pm 0,08	5,15 \pm 0,14	5,45 \pm 0,08	5,35 \pm 0,15	5,84 \pm 0,08	5,65 \pm 0,14
Óleo essencial (ppm)	110	93	340	260	71	62

torração. Os teores de proteínas variaram de 20,50 a 25,38% nas amostras analisadas. O PVA nas três torrações apresentou maior conteúdo de proteínas. Comparando-se as médias das concentrações das três torras do café com a do PVA, a diferença foi significativa ($P < 0,05$). Interfere-se, com isso, que PVA possui uma maior variedade de compostos nitrogenados diferentes da cafeína, uma vez que o conteúdo desse é inferior.

3.3 Óleo essencial

Na Figura 1 observa-se a comparação do teor de óleo essencial calculado para as três torras do café e PVA.

A torração é fundamental para a formação do aroma da bebida de café, porém torrar excessivamente o café leva à degradação de alguns constituintes do aroma, como é observado na Figura 1. Na torração média, o aroma do café se revela mais intensamente.

3.4 Espectrometria no infravermelho

A análise espectrométrica no infravermelho do café e PVA forneceram espectros praticamente idênticos. O efeito da torração não proporcionou

variações significativas nas estruturas das amostras analisadas. As principais bandas dos espectros são atribuídas às moléculas de carboidratos e aromáticos e ocorrem entre 3.400 e 3.000 cm^{-1} (estiramento O-H), 1.600 cm^{-1} (estiramento C=C), 1.270 e 1.070 cm^{-1} (estiramentos C-O). Além dos estiramentos da carbonila (C=O), características de lipídios, ésteres e ácidos carboxílicos, que são observados por volta de 1.700 cm^{-1} (OLIVEIRA, 2006).

3.5 Análise dos constituintes voláteis do aroma

Na Tabela 2 apresentam-se os constituintes identificados no aroma do café e PVA para as três torras e na Figura 2 apresenta-se o perfil do cromatograma do café obtido com a torração clara.

Não houve uma predominância de um ou outro composto e a maioria dos compostos foi encontrada tanto no café como no PVA. Foram detectados fenóis, aldeídos, cetonas, ésteres, álcoois, éteres, hidrocarbonetos, ácidos carboxílicos, compostos sulfurados, furanos, tiofenos, pirazinas, piridinas e pirróis (TRUGO et al., 1999, 2000). Na torração escura, o número de constituintes diminuiu devido à degradação ou volatilização.

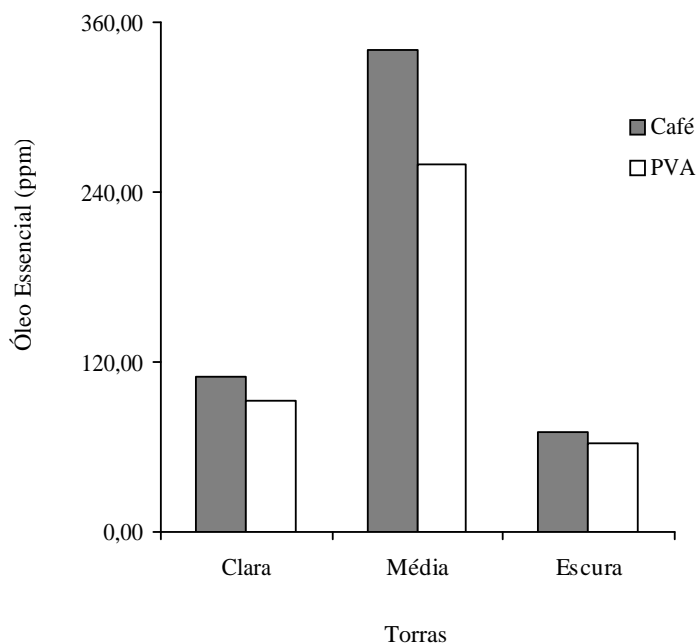


Figura 1 – Teor de óleo essencial calculado para as três as três torras do café e PVA.

Tabela 2 – Constituintes químicos identificados no aroma do café e PVA.

Pico	T. R. (min)	Composto	% do Pico					
			Torrção Clara		Torrção Média		Torrção Escura	
			Café	PVA	Café	PVA	Café	PVA
1	1,09	Etanal	x	0,36	x	0,26	x	0,41
2	1,33	Propanona	8,41	3,84	2,86	2,04	12,07	2,44
3	1,62	2-metilpropanal*	1,00	2,78	0,11	1,25	x	3,82
4	1,77	Diacetila*	1,38	0,21	1,48	0,16	2,06	x
5	1,84	Butan-2-ona	0,52	2,37	1,10	1,39	3,34	3,10
6	1,91	2-metilfurano	x	0,90	0,44	0,78	2,04	2,69
7	1,96	Ácido acético	0,27	N.i.	x	N.i.	x	N.i.
8	2,13	Ácido propanóico	x	0,07	x	x	0,13	0,25
9	2,26	2-metiloxazol	x	x	x	x	x	0,09
10	2,36	3-metilbutanal*	1,32	2,86	1,00	1,64	2,43	4,25
11	2,48	2-metilbutanal*	2,91	3,70	1,43	2,13	2,71	5,65
12	2,63	Tiofurano	x	0,11	x	x	0,20	0,25
13	2,73	Pentan-2-ona	x	0,15	0,15	0,20	0,56	0,51
14	2,80	Pentan-2,3-diona*	3,07	3,19	1,64	1,52	1,41	3,15
15	2,88	Pentan-3-ona	x	0,14	0,21	0,13	0,41	0,32
16	2,96	2-etilfurano	x	x	x	x	0,14	0,51
17	3,03	3-hidroxiбутan-2-ona	0,49	0,36	0,54	0,26	0,54	x
18	3,15	3- metil-2-ciclopentanona	x	x	x	x	0,18	0,14
19	3,34	N.i.	x	0,21	x	0,19	0,28	0,53
20	3,44	3-metil-3-buten-1-ol	0,64	0,82	x	x	x	0,69
21	3,48	Pirazina	1,11	1,15	1,59	1,46	1,65	0,57
22	3,50	1-ciclopropiletanona	x	x	x	x	x	0,48
23	3,54	Ácido 2-metilpropanoico	x	x	0,29	0,35	0,55	x
24	3,63	1-metilpirrol	0,43	x	x	x	0,07	1,82
25	3,72	Piridina	8,43	8,22	7,56	7,40	15,19	14,39
26	3,87	Pirrol	0,86	1,05	0,88	1,04	1,31	1,17
27	3,90	3,5-dimetiloxazol	x		x		0,21	
28	3,97	4,5-dimetiloxazol	0,13	0,07	x	x	0,28	0,21
29	4,06	1-hidroxiбутan-2-ona	x	0,14	x	0,26	x	x
30	4,09	3-buten-1,2-diol (eritrol)	0,38	0,08	0,18	x	x	x
31	4,28	3-metil-2-buten-1-ol (prenol)	0,62	0,49	0,21	0,23	x	x
32	4,30	Ácido 3-metilbutanoico	x	x	x	x	0,18	0,35
33	4,47	4-metilpentan-2,3-diona	0,32	0,23	0,26	0,36	0,32	0,57
34	4,53	Hexan-3-ona	x	x	x	x	0,18	x
35	4,72	Ciclopentanona	0,14	0,11	0,14	0,17	0,42	0,21
36	4,83	Hexan-3,4-diona	x	0,14	0,11	0,53	0,16	0,25
37	4,90	n-Hexanal*	0,75	0,36	0,58	x	0,31	0,28
38	5,03	2-metiltetraidrofurano-3-ona	5,64	4,84	4,53	3,38	2,24	1,82
39	5,32	1-etilpirrol	x	x	0,14	x	0,78	x
40	5,38	4-metiltiazol	x	x	0,16	0,17	x	x
41	5,53	2-metilpirazina	6,61	4,34	6,39	4,03	4,20	2,39
42	5,68	Furan-3,5-diona	1,07	0,60	0,45	0,49	0,49	0,67
43	5,78	Furfural	7,20	5,41	3,29	2,49	1,21	1,73

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Pico	T. R. (min)	Composto	% do Pico					
			Torrção Clara		Torrção Média		Torrção Escura	
			Café	PVA	Café	PVA	Café	PVA
44	5,93	2,5-dimetilpirrol	x	x	x	0,13	0,17	0,16
45	6,03	5-hexen-2-ona	x	x	0,09	x	0,10	0,14
46	6,12	Ácido isovalérico*	1,37	1,58	0,68	0,41	0,10	x
47	6,22	Ácido 2-metilbutírico	x	x	x	x	0,13	0,19
48	6,24	3-metilciclopentanona	x		x		0,13	
49	6,41	Álcool furfurílico	9,87	7,04	10,63	10,87	3,26	2,67
50	6,50	2-(2-propenil)-furanó	x	x	x	x	0,13	0,19
51	6,55	Ácido pentanóico	x	x	x	0,22	x	x
52	6,70	Acetoxipropanona	0,85	0,77	1,44	1,97	0,38	0,32
53	6,87	<i>n</i> -Hexanol	0,21	0,19	0,09	0,22	0,16	0,18
54	6,95	5-metil-2-(3 <i>H</i>)-furanona	x	0,34	x	0,27	0,11	0,12
55	7,41	Ciclopent-2-en-1,4-diona	0,17	x	0,08	x	0,11	0,32
56	7,50	3-metil-heptan-4-ona	x	0,22	x	x	0,13	0,18
57	7,63	2-heptanona	0,56	x	0,29	x	0,39	x
58	7,83	Etilbenzeno	x	0,10	0,13	x	x	0,11
59	7,98	Heptan-2-ol	0,95	0,08	0,59	0,41	0,87	0,18
60	8,28	3,5-dimetil-3 (2 <i>H</i>)-furanona	0,22	0,34	x	x	x	x
61	8,33	2-metil-2-ciclopenten-1-ona	x	x	0,46	0,57	0,42	0,30
62	8,45	2,6-dimetilpirazina	8,70	5,50	7,40	5,17	4,89	3,26
63	8,68	2-etilpirazina	1,45	1,32	1,44	1,21	1,21	0,92
64	8,78	2,3-dimetilpirazina	0,65	0,60	0,73	0,73	0,52	0,46
65	9,05	N.i.	0,10	0,15	0,23	0,28	0,14	0,16
66	9,28	2-vinilpirazina	0,06	0,10	0,14	1,17	x	x
67	9,35	2-cicloexen-1-ona	x	x	0,10	x	x	x
68	9,58	Dimetilfuranona	x	x	x	x	0,11	x
69	9,83	2,5-dimetil-3(2 <i>H</i>)-furanona	0,29	0,30	0,35	0,53	0,11	x
70	9,97	1-butilpirrol	x	x	x	x	x	0,07
71	10,08	1-(2-furil)-2-propanona	0,41	0,48	0,69	0,67	0,54	0,42
72	10,37	Propanoato de vinila	x	0,32	0,85	0,93	x	0,30
73	10,40	3-etilpirazina	x	x	x	x	0,68	x
74	10,46	1-acetoxibutan-2-ona	0,29	x	0,73	x	0,08	x
75	10,57	5-metilfurfural	5,04	5,01	4,90	4,62	1,38	2,25
76	10,75	1-octanol	0,06	x	x	x	x	x
77	10,82	3-mercapto-3-metilbutan-1-ol	x	x	0,09	0,20	x	x
78	10,97	Furoato de metila	x	x	0,08	x	0,10	x
79	11,05	2-acetil-5 metilfurano	0,11	x	0,11	x	x	x
80	11,20	Fenol	0,06	0,16	0,21	0,43	0,24	0,19
81	11,28	Diidro-4(5)-metil-3-(2 <i>H</i>)-tiofenona	x	x	0,11	0,16	0,13	x
82	11,63	(<i>E,E</i>)-2,4-nonadieno*	0,06	x	0,08	x	x	x
83	11,74	2-metiltetraidro-tiofen-3-ona	0,17	0,22	0,20	0,23	0,14	0,09
84	11,86	Acetato de furfurila	0,86	1,88	2,24	2,59	0,80	0,99
85	12,19	2-etil-6-metilpirazina	1,65	1,26	1,40	1,15	1,25	0,78
86	12,30	2-furfurilmetilssulfeto	x	x	x	x	2,47	x

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Pico	T. R. (min)	Composto	% do Pico					
			Torrção Clara		Torrção Média		Torrção Escura	
			Café	PVA	Café	PVA	Café	PVA
87	12,32	2-etil-5-metilpirazina	1,29	1,00	1,06	0,99	0,45	0,90
89	12,38	Trimetilpirazina	1,31	0,91	1,00	0,92	x	0,80
90	12,45	2-etil-3-metilpirazina	0,72	0,34	0,63	x	x	0,27
91	12,48	1-metil-2-pirrolcarboxaldeído	0,65	1,36	0,95	1,52	0,48	0,81
92	12,63	1-(2-furanyl)-1-propanona	0,17	0,21	0,25	0,24	0,32	0,25
93	12,78	Ácido 2-propenilbutanóico	x	0,07	x	0,14	x	0,12
94	12,90	Butanoato de alila	x	x	0,09	x	x	x
95	12,96	2-metil-6-vinilpirazina	0,14	0,14	0,13	x	0,08	0,09
96	13,06	1-acetil-3-metilpirrol	0,24	0,19	0,31	0,44	0,23	0,12
97	13,21	N.i.	0,29	0,23	0,33	0,41	0,16	0,14
98	13,51	4-metilencicloexanona	0,13	0,12	0,16	0,24	x	x
99	13,60	N.i.	x	x	0,10	0,14	x	x
100	13,76	1-limoneno	0,11	0,15	0,14	0,29	0,11	0,12
101	13,90	2-acetil-5-metilfurano	0,11	0,07	0,29	0,19	0,13	x
102	14,07	2,3-dimetilciclopenten-1-ona	x	0,07	0,16	0,23	0,14	x
103	14,13	2,2'-bifurano	0,07	0,07	0,10	x	0,07	0,09
104	14,33	Fenilacetaldeído*	0,33	0,25	0,34	0,37	0,17	0,16
105	14,36	1-(5-metil-2-furil)-propan-2-ona	x	0,14	x	0,15	0,30	0,18
106	14,43	Exoacetil-2-biciclo[2,2,1]-hep-tano	x		0,21		x	
107	14,67	1-etil-1H-pirrol-2-carboxaldeído + M = 138	0,08	0,12	0,40	0,26	0,32	0,16
108	14,87	1-pentilpirrol	0,06	0,08	0,11	0,19	0,11	0,11
109	14,96	2-acetilpirrol	0,24	0,14	0,23	0,32	0,20	0,12
110	15,12	1-(5-metil-2-furil)-2-propa-nona	0,11	0,15	0,11	0,15	x	0,11
111	15,21	2,3,4-trimetil-2-ciclopenten-1-ona	x	x	0,10	0,12	0,14	x
112	15,43	1-nonanol	0,21	x	0,16	0,16	0,13	x
113	15,61	1-(2-furil)-butan-3-ona	0,16	0,23	0,36	0,39	0,32	0,18
114	15,78	Metil-2-acetilpirrol	0,30	0,67	0,58	0,78	0,48	0,37
115	16,00	3-etil-2,5-dimetilpirazina*	1,70	1,15	0,99	0,82	1,02	0,50
116	16,22	2-furfurilfurano + isômero do comp. de Tr = 16*	0,38	0,48	0,63	0,67	1,33	0,80
117	16,40	Isômero do comp. de T r = 16*	0,37	0,34	0,25	0,42	0,27	0,16
118	16,53	Guaiacol*	0,32	0,51	0,68	0,97	0,68	0,32
119	16,73	Non-1-eno	0,22	0,23	0,51	0,61	0,30	0,12
120	16,92	N.i.	x		0,21		0,14	
121	16,98	N.i.	0,32	0,34	x	0,30	0,08	0,19
122	17,12	2,4-dimetilciclopent-4-en-1,3-diona	0,21	0,32	0,33	0,46	0,49	0,35
123	17,21	3-etil-4-metilfuran-2,5-diona	x	x	0,23	0,27	x	x
124	17,38	N.i.	x	0,14	0,11	0,19	0,23	0,09
125	17,49	2-acetil-4-metiltiazol + 6,7-diidro-5H-ciclopentapirazina	0,21	0,11	0,16	0,22	x	x
126	17,58	N.i.	x	x	0,20	0,27	0,16	0,09
127	17,71	Álcool fenético + M = 136	0,32	0,36	x	0,41	x	0,07
128	17,92	2-acetil-3-metilpirazina + M = 137	0,51	0,29	0,19	0,63	0,16	0,19

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Pico	T. R. (min)	Composto	% do Pico					
			Torrção Clara		Torrção Média		Torrção Escura	
			Café	PVA	Café	PVA	Café	PVA
129	18,13	N.i.	0,07		0,44		x	
130	18,46	5-metil-2-propionilfurano	0,08	0,15	0,19	0,23	0,16	0,11
131	18,79	N.i.	x	x	x	0,17	0,14	x
132	19,16	6,7-diidro-5-metilciclopentilpirazina + M =152	0,13	0,22	0,31	0,34	0,24	0,28
134	19,73	2,3-dietil-5-metilpirazina*	0,10	0,11	0,09	0,13	0,08	x
135	19,88	3,5-dietil-2-metilpirazina*	0,41	0,42	0,20	0,46	0,37	x
136	19,94	N.i.	x		0,24		x	
137	20,05	N.i.	0,19	0,15	0,16	0,16	x	x
138	20,27	N.i.	0,25	0,08	0,41	0,43	0,30	0,12
139	20,41	N.i.	0,35	0,14	0,31	0,21	0,14	x
140	20,52	Benzoato de etila		0,11		x		x
141	20,67	N.i.	0,07	0,16	0,26	0,41	0,21	0,07
142	20,95	2-furfuril-5-metilfurano	x	0,21	0,35	0,34	0,76	0,32
143	21,10	<i>n</i> -Furfurilpirrol	0,56	0,77	0,95	0,92	0,82	0,60
144	21,24	N.I.	x	0,15	x	0,22	x	x
145	21,33	N.i.	x	x	0,21	0,14	x	x
146	21,44	N.i.	x	x		0,16	x	x
147	21,61	N.i.	0,43	0,44	0,44	0,44	0,42	0,27
148	21,76	N.i.	x	x	0,13	x	x	x
149	21,86	Ácido 2-hidroximetilbenzóico	x	0,74	0,13	0,47	x	0,16
150	22,35	N.i.	x	x	0,10	x	x	x
151	22,73	Furfurilmetildissulfeto*	x	0,11	0,11	0,15	0,10	0,11
152	22,86	Pentanoato de furfurila	x	0,08	0,09	0,17	0,16	0,09
153	23,18	<i>Beta</i> -naftol	0,10	0,10	0,18	x	0,11	x
154	23,39	N.i.	x	0,07	x	0,16	x	x
155	23,79	N.i.	x	x	x	0,12	x	x
156	24,09	Acetato de 4-etilfenila	x	0,10	x	0,22	x	x
157	24,31	N.i.	0,13	x	0,13	x	x	x
158	24,34	N.i.	x	x	x	0,15	x	x
159	24,44	2-metil-3-propilpirazina	x	0,26	0,16	0,24	0,13	x
160	25,06	Acetato de fenetila	x	0,10	0,31	0,20	x	x
161	25,48	Salicilato de etila	x	0,19	x	0,23	x	x
162	25,60	Cinamato de etila	0,10	0,12	0,38	0,32	0,32	0,19
163	25,85	4-etilguaiacol*	0,07	0,14	0,46	0,71	0,41	0,09
164	26,03	N.i.	0,13	0,14	0,23	0,22	x	x
165	26,33	Elsholtziona	x	0,08	0,19	0,19	x	x
166	26,55	Indol	0,17	0,07	0,18	0,23	x	0,21
167	26,83	Difurfuriléter	x	0,15	0,53	0,60	0,10	x
168	27,00	2-acetil-1-hidroxi-4-metilben-zeno	x	0,07	0,18	0,19	x	x
169	27,51	4-vinilguaiacol*	0,70	0,62	0,90	1,62	0,25	0,14
170	29,47	N.i.	0,19	0,08	0,24	0,17	0,08	x
171	29,83	4-etenil-1,2-dimetoxibenzeno	0,07	x	0,14	0,16	x	x
172	30,91	<i>Beta</i> -damascenona*	0,14	0,08	0,13	0,06 (a)	0,07	0,05 (a)

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Pico	T. R. (min)	Composto	% do Pico					
			Torrção Clara		Torrção Média		Torrção Escura	
			Café	PVA	Café	PVA	Café	PVA
173	31,32	N.i.	x	x	x	0,13	x	x
174	32,19	1-furfuril-2-formilpirrol	0,10	0,07	0,24	0,22	x	x
175	52,19	Palmitato de metila	0,08	x	0,14	0,27	x	x
176	53,40	Ácido palmítico	0,38	0,10	0,85	0,89	x	x
177	54,55	Palmitato de etila	0,11	x	0,10	0,17	x	x
178	59,11	Alcano	0,08	x	x	x	x	x
179	59,25	Alcano	0,07	x	x	x	x	x
180	63,46	Alcano	x	1,81	x	x	x	x
181	63,57	Alcano	x	x	x	x	0,89	x
182	63,61	Alcano	x	x	x	x	0,38	x
183	63,65	Alcano	x	x	x	x	0,83	x
184	63,90	Alcano	x	x	x	x	x	0,14

* = Odorantes de forte impacto.

x = Composto que não foi detectado ou que sua concentração é < 0,07%.

a = Concentração < 00,7 (excepcionalmente foi colocada devido a sua importância).

N.i. = Não identificado.

T. R.. = Tempo de Retenção.

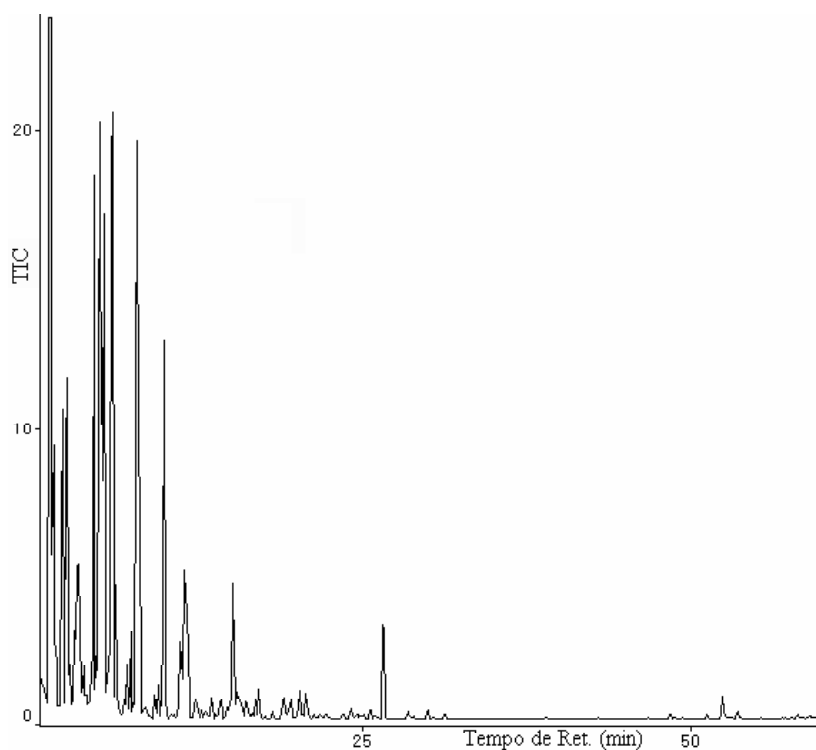


Figura 2 – Perfil do cromatograma dos constituintes voláteis detectados na torração clara do café, obtido por CG/EM.

3.6 Análise dos odorantes potentes

O aroma é resultado da sinergia entre os diversos constituintes da mistura e depende não só da concentração, mas do potencial odorífico de cada um. Seu estudo engloba os conceitos de valor limite de detecção odorífica (VLDO, que é a concentração mínima a partir da qual seu aroma é sentido) e de atividade odorífica (VAO, que é a razão entre sua massa e o VLDO).

A partir da década de 80, o interesse maior passou a ser a determinação do potencial odorífico dos componentes voláteis, para proceder-se à identificação daqueles que teriam maior impacto na constituição do aroma característico do café. Para isso, costuma-se usar substâncias padrões que são, então, submetidas a diluições sucessivas com o objetivo de se determinar o “threshold” (limite de

detecção) e de se caracterizar o odor em cada diluição (FLAMENT & BESSIÈRE-THOMAS, 2002).

A análise de CG/EM permitiu quantificar 184 constituintes com concentração acima de 0,07% (Tabela 2). Dentre eles, somente 20 foram classificados como odorantes potentes. Na Tabela 3 apresentam-se os principais odorantes potentes que foram identificados no café e PVA. Essa tabela apresenta, também, os valores de atividade odorífica relativo (VAO_{relativo}) dos odorantes potentes e os valores limites de detecção odorífica (VLDO). Os valores de VAO_{relativo} foram calculados dividindo-se as concentrações relativas, obtidas do cromatograma gasoso, pelo valor limite de detecção odorífica (GROSCH, 2001; SEMMELROCH & GROSCH, 1996). Na última linha da Tabela 3, encontra-se a somatória da atividade total dos odorantes potentes.

Tabela 3 – Odorantes potentes detectados nos óleos essenciais do café e PVA.

P I C O	Composto	Torrção Clara				Torrção Média				Torrção Escura				VLDO µg.L ⁻¹
		Café		PVA		Café		PVA		Café		PVA		
		% do Pico	VAO Rel.	% do Pico	VAO Rel.	% do Pico	VAO Rel.	% do Pico	VAO Rel.	% do Pico	VAO Rel.	% do Pico	VAO Rel.	
1	2-metilpropanal	1,00	8,33	2,78	23,17	0,79	6,58	1,25	10,42	2,07	17,25	3,82	31,83	0,12
2	Diacetila	1,38	0,31	2,37	0,54	1,48	0,34	1,39	0,32	2,06	0,47	3,10	0,70	4,40
3	3-metilbutanal	1,32	3,77	2,86	8,17	1,00	2,86	1,64	4,69	2,43	6,94	4,25	12,14	0,35
4	2-metilbutanal	2,91	2,24	3,70	2,85	1,43	1,10	2,13	1,64	2,71	2,08	5,65	4,35	1,30
5	Pentan-2,3-diona	3,07	0,10	3,19	0,11	1,64	0,05	1,52	0,05	1,41	0,05	3,15	0,10	30,19
6	<i>n</i> -Hexanal	0,75	1,53	0,36	0,73	0,58	1,18	x	x	0,31	0,63	0,28	0,57	0,49
7	Ácido isovalérico	1,37	0,30	1,58	0,35	0,68	0,15	0,41	0,09	0,10	0,22	x	x	4,50
8	(<i>E,E</i>)-2,4-nona-dieno	0,06	0,67	x	x	0,08	0,89	x	x	x	x	x	x	0,09
9	Fenilacetaldéido	0,33	0,08	0,25	0,06	0,34	0,09	0,37	0,09	0,17	0,04	0,16	0,04	4,00
10	1-nonanol	0,21	0,004	x	x	0,16	0,003	0,16	0,003	0,13	0,003	x	x	50,00
11	3-etil-2,5-dimetilpirazina	1,70	10,63	1,15	7,19	0,99	6,19	0,82	5,13	1,02	6,38	0,50	3,13	0,16
12	2-furfurilfurano	0,38	2,38	0,48	3,00	0,63	3,94	0,67	4,19	1,33	8,31	0,80	5,00	0,16
13	Isômero de 11	0,37	2,31	0,34	2,13	0,25	1,56	0,42	2,63	0,27	1,69	0,16	1,00	0,16
14	Guaiacol	0,32	0,03	0,51	0,04	0,68	0,06	0,97	0,08	0,68	0,06	0,32	0,03	12,00
15	2,3-dietil-5-metilpirazina	0,10	1,11	0,11	1,22	0,09	1,00	0,13	1,44	0,08	0,89	x	x	0,09
16	3,5-dietil-2-metilpirazina	0,41	4,56	0,42	4,67	0,20	2,22	0,46	5,11	0,37	4,11	x	x	0,09
17	Furfurilmetildisulfeto	x	x	0,11	2,75	0,11	2,75	0,15	3,75	0,10	2,50	0,11	2,75	0,04
18	4-etilguaiacol	0,06	0,001	0,14	0,003	0,46	0,009	0,71	0,01	0,41	0,008	0,09	0,002	50,00
19	4-vinil-guaiacol	0,70	0,04	0,62	0,03	0,90	0,05	1,62	0,08	0,25	0,01	0,14	0,007	20,00
20	β -damascenona	0,14	186,7	0,08	106,7	0,13	173,3	0,06	80,0	0,07	93,3	0,05	66,7	0,00075
Atividade Total dos Odorantes Potentes		-	225,1	-	163,7	-	204,4	-	119,7	-	144,9	-	128,3	-

x = composto que não foi detectado ou que sua concentração é < 0,07%.

A análise das Tabelas 2 e 3 mostram que as atividades odoríficas dos constituintes de forte impacto destacam-se sobre as demais, mesmo se sua concentração for baixa, como é o caso da *β*-damascenona. Constituintes que possuem um valor de VLDO relativamente alto, como acetona, piridina, furfural, álcool furfurílico, 2,6-dimetilpirazina, entre outros, pouco influenciam o aroma final, mesmo estando em concentração relativamente elevada. Essa constatação é muito importante porque comprova que o aroma de cafés (e de outros produtos) é fundamentalmente apoiado em poucos componentes de forte impacto, mesmo havendo centenas de outros no seu óleo essencial, como é o caso do café torrado.

As atividades odoríficas do café nas três torras apresentaram-se sempre mais intensas do que as atividades odoríficas do PVA, quando comparadas ao mesmo grau de torração devido basicamente à atividade odorífica da *β*-damascenona (VLDO = 0,00075 mg L⁻¹), que foi relativamente maior no café. As diferenças entre elas são 61,39% para a torração clara, 84,63% na torração média e 16,65% na torração escura. Por outro lado, as amostras de PVA apresentam VAO_{relativo} superior ao café para os constituintes: 2-metilpropanal, 3-metilbutanal, 2-metilbutanal e furfurilmetildissulfeto. O composto 2-metilpropanal apresenta um aroma de mato verde, o 3-metilbutanal de cacau e amêndoa, o 2-metilbutanal de malte e furfurilmetildissulfeto de fumo (ACREE & ARN, 2006).

A torração prolongada (torração escura) reduz a diferença total dos odorantes potentes dificultando a diferenciação do aroma das bebidas preparadas com grãos sadios e defeituosos. Assim, como os substratos dos cafés são semelhantes, os sabores das bebidas não apresentam diferenças consideráveis, o que possibilita às torrefadoras de café a inclusão (em quantidades pré-determinadas) dos grãos PVA, principalmente nesta torra, nas formulações das misturas (“blends”) de cafés, produzindo bebidas de qualidade inferior para mercados específicos.

4 CONCLUSÕES

A quantificação dos componentes solúveis em água não possibilita a diferenciação de uma bebida preparada com grãos torrados e sadios de uma bebida feita com grãos PVA. A torração prolongada reduz

os compostos solúveis em ambos, devido à carbonização dos mesmos.

Os grãos de café possuem um teor maior de matéria solúvel em ácido sulfúrico (mais fibras) e cafeína quando comparados ao PVA.

Devido à semelhança dos substratos dos grãos de café e PVA, não foi possível diferenciar esses grãos por meio de um espectro de infravermelho, pois ambos apresentaram funções químicas semelhantes.

A concentração do óleo essencial é maior no café sadio do que no PVA. Além disso, a atividade odorífica total do café é maior quando comparada com a obtida para os grãos PVA. A torração prolongada (torração escura) reduz a diferença total dos odorantes potentes, dificultando a diferenciação do aroma das bebidas preparadas com grãos sadios e defeituosos.

A torração média é a melhor opção para efetuar a prova da xícara, pois nela obtém-se uma elevada concentração de óleo essencial e uma maior diferença da atividade odorífica em relação ao PVA, o que pode facilitar a distinção. Além disso, a prova da xícara nesta torração aproxima-se mais das bebidas consumidas no Brasil, que são predominantemente de torração média ou escura.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro através do projeto: CEX-656/05.

À Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado Ltda. (COOCACER), pelo fornecimento das amostras.

Ao Instituto de Química, pelo suporte de infraestrutura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACREE, T.; ARN, H. **Gas chromatography**: olfactometry (GCO) of natural products. Disponível em: <<http://www.flavornet.org/flavornet.html>>. Acesso em: 10 out. 2006.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Carol Stream: Allured, 1995. 469 p.

ALVES, B. H. P. **Análise comparativa da composição química de cafés do Cerrado Mineiro e do Sul de Minas Gerais**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official and tentative methods of analysis**. 6. ed. Washington, DC, 1945.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº8**, de 11 de junho de 2003. Dispõe sobre a classificação dos grãos de cafés. 2003.

Disponível em: <http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/cafef008_03.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2006.

BROWNING, B. L. **Methods of wood chemistry**. New York: Interscience, 1967. v. 2, 882 p.

COELHO, K. F.; PEREIRA, R. G. F. A. Influência de grãos defeituosos em algumas características químicas do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 375-384, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conab**. Disponível em: <<http://www.coffeebusiness.com.br/tabelas/safra06-07.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2006.

DART, S. K.; NURSTEN, H. E. Volatile components. In: _____. **Coffee chemistry**. London: Clarke and Macrae, 1985. v. 1, p. 223-265.

DOWNEY, G.; BRIANDET, R.; WILSON, R. H.; KEMSLEY, E. K. Near and mid-infrared spectroscopies in food authentication: coffee varietal identification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 11, p. 4357-4361, 1997.

FAIX, O. Fourier transformed infrared spectroscopy. In: LIN, S. Y.; DENCE, C. W. **Methods in lignin chemistry**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. cap. 4, p. 81-106.

FLAMENT, I.; BESSIÈRE-THOMAS, Y. **Coffee flavor chemistry**. Chichester: J. Wiley & Sons, 2002. 410 p.

GODEFROOT, M.; SANDRA, P.; VERZELE, M. New method for quantitative essential oil Analysis. **Journal of Chromatography**, [S.l.], v. 203, p. 325-335, 1981.

GROSCH, W. Evaluation of the key odorants of foods by dilution experiments, aroma models and omission. **Chemical Senses**, [S.l.], v. 26, p. 533-545, 2001.

Coffee Science, Lavras, v. 2, n. 2, p. 97-111, jul./dez. 2007

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IAL, 1985. v. 1, 533 p.

MARTINS, M. C. M.; VIEIRA, C. C. J.; BUCKERIDGE, M. S. Carboidratos na bebida do café preparado sob diferentes processos. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 382-386, 2005.

MASCHIO, J. Agrofolha: nova regra do governo sobre café divide o setor. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 8 jul. 2003. Caderno de dinheiro, p. B10.

MENDONÇA, J. C. F.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; CORREA, P. C. Estudo preliminar de caracterização física e química de grãos defeituosos de café (PVA) antes e após a torra. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 44-49, 2003.

NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. A. L.; ROCHA, R. S. Constituintes voláteis de cafés gourmet e mole do cerrado do Triângulo Mineiro em função da torra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 282-284, 2003.

OLIVEIRA, G. S. **Comparação química dos grãos de café (Coffea arabica), sadio e seus grãos PVA (pretos, verdes, ardidos) oriundos do Sul de Minas e do Cerrado Mineiro, submetidos a diferentes graus de torrefação**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em química orgânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

SAES, M. S. M.; FARINA, E. M. M. Q. **O agribusiness do café no Brasil**. São Paulo: Milkbizz, 1999. 230 p.

SÃO PAULO. Resolução SAA – 37, de 9 de novembro de 2001. Define norma técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 111, n. 214, 13 nov. 2001.

SEMMELOCH, P.; GROSCH, W. Study on character impact odorants of coffee brews. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 2, p. 537-543, 1996.

SOUZA, S. M. S. **Produção de café de qualidade**: colheita e preparo. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/o cafezal.asp?SE=8&ID=133>>. Acesso em: 19 jun. 2007.

TOLEDO, J. L.; BARBOSA, A. T. **Classificação e degustação do café**. Rio de Janeiro: Sebrae; ABIC, 1998. 95 p.

TRUGO, L. C.; MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. de. Componentes voláteis do café torrado: parte I: compostos

heterocíclicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 209-217, 1999.

TRUGO, L. C.; MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. de. Componentes voláteis do café torrado: parte II: compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 195-203, 2000.