

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CAFÉS TORRADOS DO CERRADO E DO SUL DE MINAS GERAIS

CHEMICAL COMPOSITION OF BRAZILIAN ROASTED COFFEES FROM “CERRADO” AND SOUTH OF MINAS GERAIS STATE

Blyeny Hatalita Pereira Alves, Evandro Afonso do Nascimento, Francisco José Tôrres de Aquino, Roberto Chang e *Sérgio Antônio Lemos de Moraes

Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Química
Caixa Postal 593
38408-100-Uberlândia, MG Brasil
*E-mail: salemos@ufu.br

RESUMO

Neste trabalho oito amostras de café arábica (*Coffea arabica*) sendo quatro da região do cerrado e quatro do sul de Minas Gerais, classificadas previamente como mole, duro, riado e rio, foram submetidas a torra clara e analisadas quimicamente. Não se observou nenhuma relação entre pH, sólidos solúveis e teor de ácido cafeico com a qualidade da bebida nem com a região de procedência. No entanto, com respeito ao teor de proteínas, fenóis totais, ácidos clorogênicos, cafeína e trigonelina foram observadas diferenças não só entre as duas regiões, mas também entre os quatro tipos de cafés analisados. Além disso, os cafés do cerrado apresentaram maior concentração de ácidos clorogênicos e trigonelina, os do sul de Minas, maior concentração de proantocianidinas, as quais parecem ser responsáveis pela sua maior adstringência.

Palavras-chave: café arábica, café torrado, composição química do café.

ABSTRACT

In this work eight arabica coffee (*Coffea arabica*) samples which four from Brazilian “cerrado” and four from South of Minas Gerais State, previously classified as soft, hard, rioysh and rio, were submitted to light roasting (light brown beans) and chemically analyzed. The pH, soluble solids and caffeic acid content were not related to beverage quality neither growing region. However, in regarding to the content of proteins, total phenolics, chlorogenic acids, caffeine and trigonelline significant differences were observed between the beverage quality types and the growing regions. Further, cerrado’s coffees presented higher concentration of chlorogenic acids and trigonelline, and South of Minas coffees presented higher content of proanthocyanidins, which could be responsible for their greater astringency.

Keywords: Arabica coffee, roasted coffee, chemical composition of coffee.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo responsável por 30% do mercado internacional de café. É, também, o segundo mercado consumidor, atrás somente dos Estados Unidos (ABIC, 2005). Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) a safra 2005/06 de café em grãos foi de 32,9 milhões de sacas de 60 Kg e a safra de 2006/07 é estimada em 42,0 milhões (Glauco, 2006).

O café é uma bebida que apresenta muitos sabores e aromas (Moreira, 2000; Alves, 2004). Conforme sua qualidade pode ser classificada em (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003; Farah, 2006):

- Estritamente mole - apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor bem acentuados;
- Mole - apresenta aroma e sabor agradáveis, é brando e adocicado;

- Apenas mole - apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de sabor;
- Duro - apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém, não apresenta sabores estranhos.
- Riado - apresenta leve sabor típico de iodofórmio;
- Rio - apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio;
- Rio Zona - apresenta aroma e sabor muito acentuados, assemelhado ao iodofórmio.

O café contém sais minerais, açúcares, aminoácidos, e pelo menos uma vitamina (vitamina PP) e, por isso, apresenta atividade antibacteriana (Daglia et al., 1994), antioxidante (Castilho et al., 2002; Nebesny & Budryn, 2003) e substâncias benéficas para o funcionamento do cérebro humano (James, 1991). Outros resultados sugerem que o consumo de café pode prevenir várias doenças crônicas tais como o mal de Parkinson, doenças respiratórias e diabetes do tipo 2 (Higdon & Frei, 2006).

A atividade antioxidante da bebida do café resulta da presença de cafeína, trigonelina, ácido cafêico, produtos da reação de Maillard, compostos voláteis tais como furanos e pirróis e compostos fenólicos (Castilho et al., 2002), cujos principais representantes são os ácidos clorogênicos (ACG). A Figura 1 apresenta as estruturas dos principais ácidos clorogênicos, cafeína e trigonelina (Monteiro & Trugo, 2005).

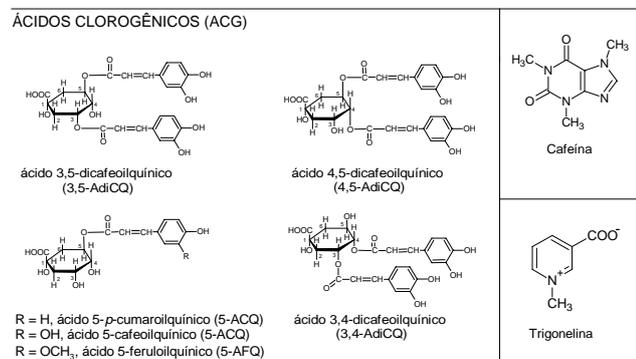


Figura 1. Estrutura dos principais componentes ativos do café.

A qualidade da bebida do café está diretamente relacionada com sua composição química. No entanto, sua classificação está baseada inteiramente na análise sensorial feita por meio da prova das xícaras (Toledo & Barbosa, 1998). Por isto, a análise química deste produto vem se mostrando de grande e fundamental importância na complementação dessa classificação.

Estudos das substâncias químicas presentes no café vêm sendo desenvolvidos há muito tempo no exterior (Sivetz & Derosier, 1979; Semmelroch et al., 1995; Semmelroch & Grosch, 1996; Casal et al. 1998; Czerny et al, 1999; Czerny & Grosch, 2000; Grosch, 2001; Mori et al., 2003; Nebesny & Budryn, 2003) quanto no Brasil (De Maria et al., 1999; Moreira et al., 2000; Nascimento et al., 2003, 2006; Moraes et al., 2002; Coelho et al., 2002; Mendonça et al. 2003; Nogueira & Trugo, 2003; Monteiro & Trugo, 2005; Farah et al., 2006). Esses estudos visam encontrar componentes químicos chave para a classificação da bebida do café que hoje é feita exclusivamente por degustadores e é um tanto subjetivo.

A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) tem possibilitado a separação de misturas complexas com alto grau de resolução (Casal et al., 1998). Nas análises de cafês esta é uma técnica imprescindível para a determinação, sem derivatização, de compostos como cafeína, ácidos clorogênicos, trigonelina, entre outros presentes na bebida. Esta técnica, aliada à cromatografia gasosa acoplada à espectroscopia de massas (CG/EM), permite o desenvolvimento de vários estudos a respeito da composição química dos constituintes voláteis e não voláteis do café.

As proantocianidinas apresentam atividades farmacológicas e biológicas tais como antioxidantes, bactericida, fungicida, antiviral e antitumoral, entre outras. A Figura 2 apresenta a estrutura básica de um proantocianidina encontrada no sorgo (Haslam, 1989; Hagerman, 2006).

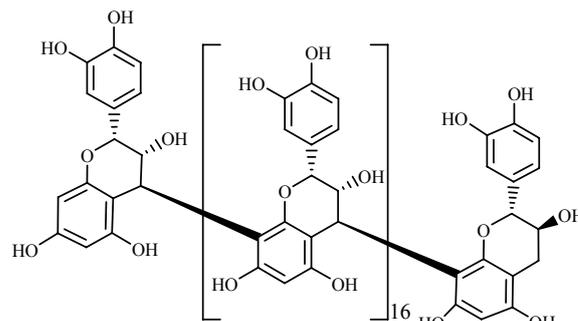


Figura 2. Estrutura básica de uma proantocianidina do sorgo.

O presente trabalho tem por objetivo analisar a composição química de cafês de torra clara, previamente classificados como bebida mole, dura, riada e rio proveniente de duas grandes regiões produtoras do Estado de Minas Gerais, o cerrado mineiro e o sul de Minas.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Os solventes de grau analítico usados foram adquiridos da Vetec Química Fina Ltda. Os padrões catequina, ácido gálico, cafeína, ácido clorogênico, ácido cafêico, trigonelina e ácido nicotínico foram adquiridos da empresa Sigma Chemical Co. Todas as medidas de análises químicas foram feitas em triplicata, resultados com erro acima de 5% da média de três medidas foram descartados.

2.1 Obtenção das amostras

As amostras de cafês do cerrado, cultivar Mundo Novo, peneira 17/18, previamente classificadas como bebida mole, dura, riada e rio foram cedidas pela Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado de Araguari Ltda (COOCACER) e as amostras do sul de Minas foram cedidas pela COOPACAFÉ, Perdões - MG. Todas as amostras foram da safra de 2001/2002 e secadas ao sol em terreiro de cimento.

2.2 Torrefação das amostras

A torrefação dos grãos foi realizada em um microtorrador elétrico de bancada, marca pinhalense modelo TC-0, à temperatura de 180 a 220 °C (temperatura média de 200 ± 20 °C). O ponto de torra clara foi atingido em aproximadamente 6,0 ± 1,0 (seis) minutos. As amostras foram moídas, peneiradas com peneira de malha de 0,710 mm (24 mesh), acondicionadas em sacos plásticos e mantidas refrigeradas a -10,0 ± 3,0 °C até o momento da análise.

2.3 Teor de Umidade

Cerca de 1,000 g de amostra foi deixado a uma temperatura de 105 °C por 15 minutos ou até que o teor de umidade ficasse constante. Utilizou-se uma balança de luz infravermelha da marca Kett, modelo FD-600 (Alves, 2004).

2.4 Determinação potenciométrica do pH.

Pesaram-se cerca de 10,000 g da amostra em um Erlenmeyer de 250,00 mL ao qual se adicionaram 100,00 mL de água destilada a 25 °C, recentemente fervida. O conteúdo do frasco foi agitado e a mistura deixada em repouso por 10 minutos. O líquido sobrenadante foi decantado para um frasco seco e o pH imediatamente determinado (Vitorino et al., 2001).

2.5 Sólidos insolúveis e solúveis em água

Cerca de 1,000 g da amostra de café torrado e moído foi aquecida até ebulição em 8,00 mL de água. A água perdida na evaporação foi sendo repostada. Transcorrido o tempo de 20 min, a mistura foi filtrada (filtração a vácuo em papel de filtro Whatman nº 4 previamente tarado) e lavada com 32,0 mL de água quente. O filtro com sólidos insolúveis foi secado em estufa a 105 °C por 15 hs, sendo depois resfriado em dessecador e pesado. Os sólidos solúveis foram determinados pela diferença entre a massa inicial e a massa de sólidos insolúveis.

2.6 Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi calculado a partir do conteúdo de nitrogênio total determinado pela análise elementar (CHN) que é equivalente ao método de Kjeldahl para a escala micro. O fator de 6,25 foi empregado para converter o nitrogênio em proteína, equação 1 (AOAC, 1980).

$$\text{Teor de Proteínas} = 6,25 \times \%N \quad (1)$$

2.7 Obtenção dos extratos metanólicos

Cerca de 1,000 g de café torrado foi colocado em um béquer com 30,00 mL da mistura metanol:água (8:2, v/v). A mistura foi deixada por 24 horas à temperatura ambiente, com agitação e no escuro. A mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo Whatmann nº 4 e deste filtrado retirou-se uma alíquota de 1,00 mL para o cálculo de rendimento dos sólidos solúveis nesta mistura. O restante do filtrado obtido foi evaporado a uma temperatura < 40 °C para eliminar o metanol, resultando o extrato bruto (EB). Os teores de fenóis totais e proantocianidinas foram determinados a partir deste extrato (Hagerman, 2006).

2.8 Determinação do teor de fenóis totais pelo método Folin-Ciocalteu

Retirou-se 0,10 mL do extrato bruto (EB) e diluiu-se com metanol até o volume de 50,00 mL. Retirou-se desta solução, uma alíquota de 0,50 mL que foi transferida para um tubo de ensaio. Adicionou-se 2,50 mL de uma solução aquosa do reativo de Folin-Ciocalteu a 10% e 2,00 mL de uma solução de carbonato de sódio a 7,5%. Manteve-se esta mistura em um banho de água a uma temperatura de 50 °C por 5 minutos. Esfriou-se a amostra e fez-se a medida de sua absorvância, utilizando espectrofotômetro

de UV/VIS Hitachi 2000, a 760 nm contra um branco contendo os reagentes e água no lugar da amostra. Juntamente com essas medidas, fez-se a preparação da curva de calibração com soluções aquosas de ácido gálico (10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{ mL}^{-1}$). As soluções para construções das retas passaram pelas mesmas condições das amostras. As leituras foram feitas contra um branco. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (Haslam, 1989; Hagerman, 2006).

2.9 Determinação de proantocianidinas (taninos condensados) pelo método da vanilina.

Retirou-se 0,10 mL do extrato bruto (EB) e diluiu-se com água até o volume de 10,00 mL. Em um tubo de ensaio, colocou-se 1,00 mL do extrato diluído e adicionaram-se 2,00 mL de uma solução recém preparada de vanilina em ácido sulfúrico 70% na concentração de 10,00 g L⁻¹. Aqueceu-se a solução resultante em banho de água a 50 °C por 15 minutos. Registrou-se absorvância a 500 nm. Juntamente com os extratos, preparou-se uma curva de calibração com catequina (10, 15, 20, 25, 35 e 40 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Tanto as amostras quanto os padrões da curva de calibração passaram pelo mesmo tratamento. A leitura foi feita contra um branco. Os resultados estão expressos em equivalentes de catequina (Haslam, 1989; Hagerman, 2006).

2.10 Determinação simultânea de trigonelina, ácidos clorogênicos, ácido cafêico, cafeína e ácido nicotínico.

Cerca de 2,000 g de cada amostra livre de umidade foram submetidas a uma extração com 20,00 mL de água em ebulição por 5 min com agitador magnético. O extrato foi transferido para um balão volumétrico de 100,00 mL e diluído para o volume marcado. O conteúdo do balão foi filtrado através de um filtro de porosidade de 0,45 μm . O filtrado foi então utilizado para as análises cromatográficas.

A CLAE foi realizada em um cromatógrafo líquido da marca Shimadzu modelo SCL-10A VP equipado com detector SPD-M10A VP do tipo “diode-array”. Foi usada uma coluna de fase reversa da marca Shimadzu modelo CLC-ODS (M), empacotada com grupo octadesil. O volume injetado (loop) foi de 20 μL . O sistema de solvente usado foi um gradiente de tampão de fosfato (A) preparado com 5% de solução de fosfato diácido de potássio 0,2 mol dm⁻³ e metanol (B); programação: 0 min: 93% A; 4 min: 91% A; 6 min: 75% A; 13 min: 71% A; 21 min: 50% A e 26 min: 93% A (Casal et al., 1998).

Foram feitas curvas de calibração para os padrões utilizados. A leitura de absorvância foi feita em 213 nm para a trigonelina, 323 nm para o ácido 5-cafeoilquinico, 310 nm para ácido cafêico e 269 nm para cafeína, sendo estas as absorvâncias máximas registradas no aparelho, para cada composto. O ácido 5-cafeoilquinico (mais abundante) foi usado como padrão para o cálculo da concentração de seus dois isômeros detectados na análise.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de umidade

Apenas a amostra de café rio do cerrado apresentou um teor de umidade (5,7%) ligeiramente superior ao estabelecido pela norma da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que estabelece que o café torrado deva conter um teor de umidade de no máximo 5,0% (ANVISA, 2005). As outras amostras apresentaram umidade entre 4,0% e 5,0%. A umidade varia com a torração submetida aos grãos de café: quanto maior o grau de torra, menor a umidade do café.

3.2 Acidez

O pH dos cafés analisados apresentou valores muito próximos, tanto para cafés de mesma classificação e procedências diferentes, como para cafés de diferentes classificações e mesma procedência (a média foi $5,14 \pm 0,10$). A acidez é uma qualidade desejada na bebida do café, desde que não seja muito acentuada. De acordo com Sivetz & Derosier (1979), o pH do café deve ter valores entre 4,9 e 5,1 ($\pm 0,2$).

3.3 Sólidos solúveis e insolúveis em água

O café apresenta uma grande quantidade de sólidos insolúveis em água, sendo que a parte solúvel variou de 30 a 32% da massa total de café torrado e moído, como mostram os valores obtidos para as amostras dos cafés na Figura 3.

Os valores encontrados mostram que a porcentagem de sólidos solúveis se encontra na faixa de 30% para todos os tipos de cafés. O café riado do cerrado apresentou uma porcentagem ligeiramente maior, aproximadamente 33 %, dentre todas as amostras analisadas.

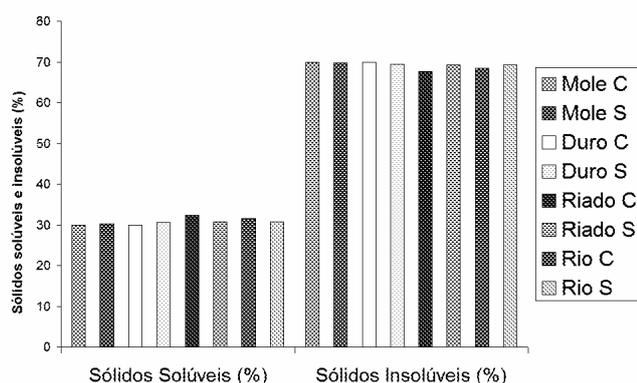


Figura 3. Sólidos insolúveis e solúveis em água em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

3.4 Determinação do teor de proteínas

As proteínas no café estão ligadas aos polissacarídeos da parede celular, sendo desnaturadas durante o processo de torrefação. Os teores de proteínas, sem descontar os teores de pirazinas, trigonelina e cafeína, variaram de 12,75 a 18,81% nas amostras de cafés analisadas (Figura 4). Os

cafés duros das duas regiões apresentaram maior conteúdo de proteínas correspondendo a 18,81% para o cerrado e 16,81% para o do sul de Minas. Estes resultados estão de acordo com a literatura (Mori et al., 2003). Descontando cerca de 3,0% de pirazinas, cafeínas e trigonelina o valor de proteínas ainda é bastante elevado (Alves, 2004). Além disso, se observou tendência semelhante no teor de proteínas dos cafés das duas regiões: ele aumenta ao passar de mole para duro, cai ao passar para riado e aumenta outra vez no rio.

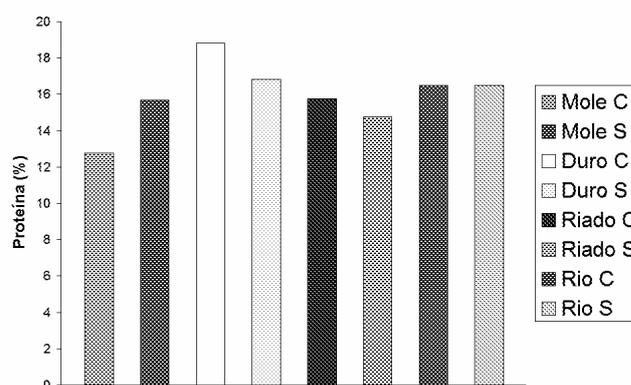


Figura 4. Teor de proteínas em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

3.5 Sólidos solúveis em metanol:água

A extração com metanol:água 8:2 (v/v) é um método que conserva por mais tempo os fenóis totais (Alves, 2004). Os rendimentos de sólidos solúveis foram maiores para as amostras de café duro das duas regiões (cerrado 21,88% e sul de Minas 20,23%); as demais amostras apresentaram teores entre 19,33% e 17,10%, sem nenhuma relação com a qualidade da bebida

3.6 Fenóis totais

Os resultados obtidos mostraram que o teor de fenóis totais foi maior para os cafés mole (bebida suave) das duas regiões, e que estes apresentaram valores próximos entre si (Figura 5). Portanto, para cafés de melhor classificação, foram observadas quantidades maiores de fenóis totais. Observou-se, também, que nas duas regiões o teor de fenóis diminuiu ao passar para o café duro e deste para o café riado, subindo outra vez no café rio.

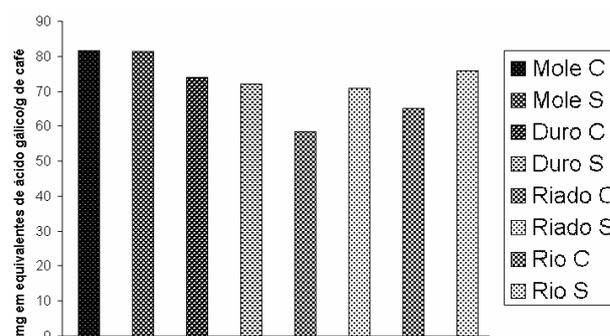


Figura 5. Teor de fenóis totais em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

3.7 Proantocianidinas

A Figura 6 apresenta o gráfico comparativo do teor de proantocianidinas nas amostras estudadas. Os cafés da região sul de Minas apresentaram concentrações crescentes de proantocianidinas com a perda de qualidade e, para cada tipo de café, o teor de proantocianidinas foi sempre menor no café do cerrado. Observou-se também que os cafés duro e riado do cerrado, ao contrário dos cafés do sul de Minas, apresentaram teores menores de proantocianidinas do que os cafés mole e rio.

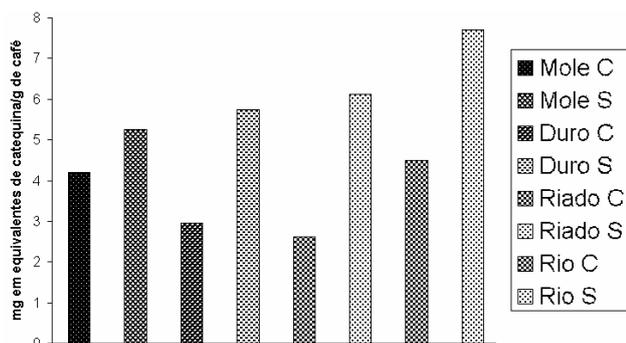


Figura 6. Teor de proantocianidinas em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

3.8 Trigonelina, ácidos clorogênicos, ácido caféico, cafeína e ácido nicotínico

As amostras analisadas possuem perfis cromatográficos semelhantes ao cromatograma mostrado na Figura 7.

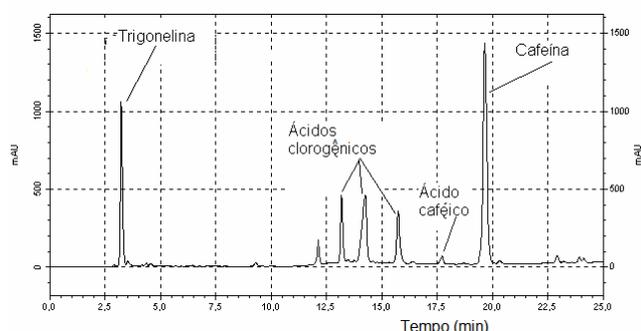


Figura 7. Cromatograma da amostra de café mole do cerrado, torra clara.

Os ácidos clorogênicos estão em maior concentração nas amostras do cerrado para cada tipo de café analisado (Figura 8). E mais, nas duas regiões, o teor de ácidos clorogênicos cai com a perda de qualidade do café. Nas amostras analisadas foram encontrados de 2,74 a 4,33% de ácidos clorogênicos e o isômero 5-cafeoilquinico (ACQ) aparece em maior quantidade. Estes resultados estão acima dos observados na literatura (Mori, 2003; Franca, 2005).

É interessante observar que a maior adstringência dos cafés do sul de Minas está mais relacionada com o teor de proantocianidinas uma vez que o teor de ácidos clorogênicos é maior nos cafés do cerrado.

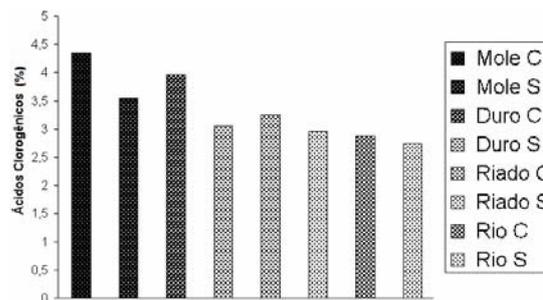


Figura 8. Percentagem de ácidos clorogênicos em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

Dentre as amostras analisadas, a concentração de cafeína encontra-se ligeiramente superior nas amostras de cafés mole e duro do cerrado (Figura 9), sendo que nas demais amostras sua concentração é parecida. Os teores de cafeína encontrados nas amostras das duas regiões estão de acordo com os padrões estabelecidos pela ANVISA, que determina um valor mínimo superior a 0,7% e de acordo com os valores encontrados na literatura (Mori, 2003; Franca, 2005).

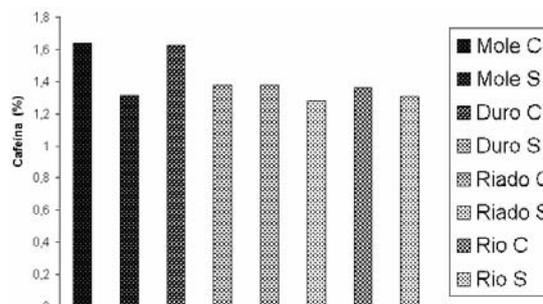


Figura 9 - Percentagem de cafeína em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

O teor de trigonelina decresceu com a perda de qualidade dos cafés independentemente da região de procedência. Os valores obtidos para os cafés do sul de Minas (Figura 10) estão ligeiramente acima dos encontrados na literatura para cafés brasileiros (Carvalho et al., 1997; Mori, 2003; Franca, 2005). Entretanto, as amostras do cerrado apresentaram valores que variaram entre 1,3 e 1,5 %, os quais estão bem acima dos valores apresentados por Mori et al (2003). Considerando-se, porém, que os cafés analisados por estes pesquisadores foram torrados por mais tempo, entende-se por que seus dados referentes a os ácidos clorogênicos e trigonelina estejam num patamar inferior.

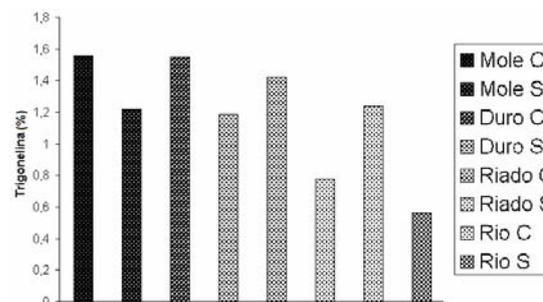


Figura 10. Percentagem de trigonelina em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

O teor de trigonelina e ácidos clorogênicos sofrem grande variação em função da torrefação dos grãos, pois esses compostos não apresentam estabilidade térmica, sendo sensível à torrefação. No caso da trigonelina, ela contribui para o sabor amargo e para a formação de compostos aromáticos encontrados no aroma do café, tais como pirazinas, piridinas e derivados (Nogueira & Trugo, 2003). Como a torra utilizada foi à torra clara, conclui-se que não houve perda significativa desta *N*-metil-betaína.

O ácido cafeico é um dos produtos da degradação térmica que o ácido 5-cafeoilquinico sofre durante a torrefação. Os teores de ácido cafeico variaram conforme o mostrado na Figura 11, apresentando teores na faixa de 0,09 a 0,12 %. A baixa concentração de ácido cafeico encontrada nas análises pode ser em função da torra clara, que não permite que o ácido clorogênico em questão seja fortemente degradado a outros compostos.

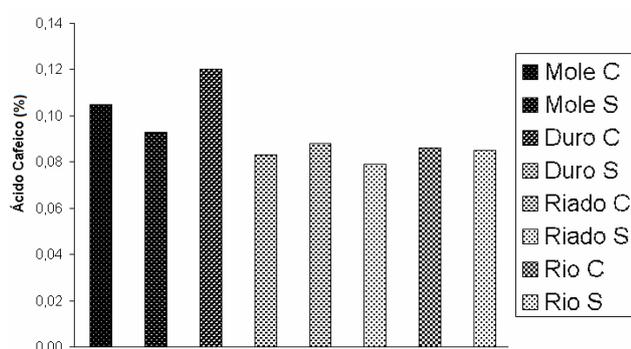


Figura 11. Percentagem de ácido cafeico em cafés do cerrado e do sul de Minas, torra clara.

Não foi detectado o ácido nicotínico nas amostras analisadas.

4 – CONCLUSÕES

Os cafés torrados, ao ponto da torra clara, do cerrado mineiro se diferenciaram dos do sul de Minas por conterem maior teor de ácidos clorogênicos e trigonelina e menor teor de proantocianidinas. Sendo assim, a maior adstringência dos cafés do sul de Minas parece estar mais relacionada com o teor de proantocianidinas, uma vez que o teor de ácidos clorogênicos é maior nos cafés do cerrado.

Não se observou nenhuma relação entre pH, sólidos solúveis e teor de ácido cafeico com a qualidade da bebida nem com a região de procedência. No entanto, com respeito ao teor de proteínas, fenóis totais, ácidos clorogênicos, cafeína e trigonelina foram observadas diferenças não só entre as duas regiões, mas também entre os quatro tipos de cafés analisados.

AGRADECIMENTOS

Ao IQUFU e à CAPES pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

ABIC. Sabor do Café - História do Café. Disponível em: <http://www.abic.com.br/scafe_historia.html>. Acesso em: 29 nov. 2005.

ALVES, B. H. P. **Análise comparativa da composição química de cafés do cerrado mineiro e do sul de Minas Gerais**. 2004, 91f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

ANVISA. Resolução RDC nº 277 de 22 de setembro de 2005.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official analysis**, 13 Th Ed, USA, 1980.

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

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. **J. Liq. Chrom. & Rel. Technol.**, v. 21, n. 20, p. 3187-3195, 1998.

CASTILHO, M. D. del; AMES, J.; M.; GORDON, M. H. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, n. 13, p. 3698-3703, 2002.

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

CZERNY, M.; MAYER, F.; GROSCHE, W. Sensory study on the character impact odorants of roasted arabica coffee. **J. Agric. Food Chem.**, v. 47, n. 2, p. 695-699, 1999.

CZERNY, M.; GROSCHE, W. Potent odorants of raw arabica coffee. Their changing during roasting. **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n. 3, p. 868-872, 2000.

DAGLIA, M.; CUZZONI M. T.; DACARRO, C. Antibacterial activity of coffee. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, n. 10, p. 2270-72, 1994.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Componentes voláteis do café torrado. Parte I: compostos heterocíclicos. **Química Nova**, v. 22, n. 2, p. 209-217, 1999.

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L.C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT- Food Science and Technology**, v. 38, n.7, p.709-715, 2005.

GLAUCO, R. C. O mercado de café em perspectiva. Conjuntura Agropecuária: Café Jan/2006. Disponível em: <www.cnpem.embrapa.br/conjuntura/0601_Cafe.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2006.

GROSCHE, W. Evaluation of the key odorants of foods by dilution experiments, aroma models and omission. **Chem. Senses**, v. 26, n. 5, p. 533-545, 2001.

HAGERMAN, A. E. **Tannin chemistry**. Disponível em: <<http://www.users.muohio.edu/hagermae/tannin.pdf>>. Acesso em 12 de junho de 2006.

HASLAM, E. **Plant polyphenols: vegetable tannins revisited**. Cambridge, University Press, 1989.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Coffee and health: a review of recent human research. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 46, n. 2, p. 101-123, 2006.

JAMES, J. E. **Caffeine and health**. London: Academic Press, 1991. 432 p.

MENDONÇA, J. C. F.; FRANÇA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; CORRÊA, P. C. Estudo preliminar de caracterização física e química de grãos defeituosos de café (PVA) antes e após a torra. **Ver. Bras. Armaz., Viçosa - Especial Café**, n. 7, p. 44-49, 2003. MINISTÉRIO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, **Instrução Normativa** n. 8 de 11 de junho de 2003.

- MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 637-641, 2005.
- MORAIS, S. A. L. de; NASCIMENTO, E. A. do; CHANG, R; AQUINO, F. J. T. Constituintes voláteis e volatilizáveis do café torrado do cerrado e efeito da colheita e irrigação em sua composição. **Revista Ceres**, v. 49, n. 283, p. 295-297, 2002.
- MOREIRA, A., C. O mundo é o limite. Especial café. **Panorama Rural**, ano II, n. 19, p. 72-109, set. 2000.
- MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. Componentes voláteis do café torrado. Parte II: compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 195-203, 2000.
- MORI, E. E. M.; BRAGAGNOLO, N.; MORGANO, M. A.; ANJOS, V. D. A.; YOTSUYANAGI, K.; FARIA, E. V. Brazil coffee growing regions and quality of natural, pulped and washed coffees. **Foods Food Ingredients J. Jpn.**, v. 208, n. 6, p.416-423, 2003.
- NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. A. L. de; ROCHA, R. S. Constituintes voláteis de cafés gourmet e mole do Cerrado do Triângulo Mineiro em função da torra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 282-284, 2003.
- NASCIMENTO, E. A., AQUINO, F. J. T.; MORAIS, S. A. L.; OLIVEIRA, G. S. Análise dos odorantes potentes presentes nos cafés arábicas da Colômbia e do Sul de Minas Gerais. **Revista Cafeicultura**, n. 11, p. 24-26, jan-fev, 2006.
- NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Antioxidative activity of green and roasted coffee beans as influenced by convection and microwave roasting methods and content of certain compounds. **European Food Research and Technology**, v. 217, n. 2, p. 157-163, 2004.
- NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis Brasileiros. **Ciências e Tecnologia dos Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 296-299, 2003.
- SEMMELOCH, P.; LASKAWY, G.; BLANK, I.; GROSCH, W. Determination of potent odorants in roasted coffee by stable isotope dilution assays. **Flav Frag. J.**, v. 10, p. 1-7, 1995.
- SEMMELOCH, P.; GROSCH, W. studies on character impact odorants of coffee brews. **J. Agric. Food Chem.**, v. 44, n. 2, p. 537-543, 1996.
- SIVETZ M.; DEROSIER, N.W. **Coffee technology**. The AVI Publishing Co., p. 307-347, 1979.
- TOLEDO, J. L.; BARBOSA, A. T. **Classificação e degustação do café**. Rio de Janeiro, Ed. SEBRAE, 1998.
- VITORINO, M. D., FRANCA, A. S., OLIVEIRA, L. S.; ANDRADE, F. M. Variação de características físicas e químicas de café arábica durante a torra - Parte I: Características físicas In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** Vitória-ES, 2001.