

ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) NOS PROCESSOS PÓS-COLHEITA¹

RENI SAATH², MARCO ANTÔNIO MARTIN BIAGGIONI³, FLÁVIO MEIRA BORÉM⁴, FERNANDO BROETTO⁵ & VALQUÍRIA APARECIDA FORTUNATO⁶

RESUMO: Para o presente trabalho foi conduzido um estudo interdisciplinar para avaliar o efeito da secagem e do tempo de armazenamento sobre as alterações na qualidade dos cafés natural e despulpado secados em terreiro e em secador mecânico, com temperatura 60/40°C no ar de secagem. Os frutos de café (*Coffea arabica* L.), colhidos no estágio cereja, foram processados por via seca e via úmida, sendo submetidos à pré-secagem em terreiro, seguida de secagem em terreiro ao sol e com ar aquecido a 60/40°C até os cafés atingirem o teor de água de 11% (bu). Depois de estarem em equilíbrio térmico com o ambiente, os cafés foram embalados em saco de juta com capacidade para cinco quilogramas e armazenados em ambiente não controlado durante o período de um ano, retirando-se material de cada tratamento a cada três meses. Para caracterizar o efeito da secagem e do tempo de armazenamento na qualidade dos cafés, testaram-se diferentes metodologias. Observou-se menor tempo de secagem para o café despulpado 60/40°C, logo, menos energia consumida na secagem até atingir o ponto de armazenamento; no café natural houve efeito significativo do tempo sobre a qualidade química, bioquímica e sensorial; o café despulpado mostrou ser mais tolerante à secagem do que o café natural, independente do método de secagem, apresentando melhor qualidade de bebida e menor variação na composição química, bioquímica.

Palavras-chave: Pós-colheita, qualidade de bebida, acidez graxa, lixiviação de potássio, condutividade elétrica.

¹ Parte da tese de Doutorado

² Engenheira Agrícola, Pós-Doutoranda em Pós-Colheita e Qualidade do Café - Centro de Café/IAC - Campinas/SP, e-mail: reniagricola@yahoo.com.br

³ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil, (14)3880-7165, e-mail: biaggioni@fca.unesp.br

⁴ Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, UFLA/Lavras/MG – Brasil, (35) 3829-1188, e-mail: flavioborem@deg.ufla.br

⁵ Professor Adjunto, Depto. Química e Bioquímica, IBB/UNESP – Botucatu, e-mail: broetto@ibb.unesp.br

⁶ Graduanda em Ciências dos Alimentos – UFLA/Lavras, MG, e-mail: valquiriafortunato@hotmail.com

CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION, BIOCHEMICAL AND SENSORY OF NATURAL AND FULLY WASHED COFFEE (*Coffea arabica* L.) DURING STORAGE

SUMMARY: *An interdisciplinary study was conducted to evaluate the effects of drying and storage time on changes in the quality of natural and fully washed coffees beans dried out in the yard and mechanically dried at a temperature of 60/40°C in air dryer machine. The coffee beans (*Coffea arabica* L.) harvested in cherries were processed by dry and wet methods, being subjected to pre-drying yard, followed by drying yard in the sun with air heated of 60/40°C until it reached the water content of 11% (wb). After reached the thermal equilibrium with the environment, the beans were packed in jute bag with a capacity of five kilograms and stored in uncontrolled environment during the period of one year, and removing material from each treatment every three months. To characterize the effect of drying and storage time on the coffee quality different methodologies was evaluated. It was observed less drying time for the fully washed coffee 60/40°C, and thus less energy consumed in the drying process until the point of storage, for the natural coffee there was significant effect of time on the chemical quality, biochemical and sensory; fully washed coffee proved to be more tolerant to drying than natural coffee, regardless of drying method, showing a better drink quality and less variation in chemical composition and biochemistry.*

Keywords: *Post-harvest, drink quality, grease acidity, leaching of potassium, electrical conductivity.*

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos de grande importância no agronegócio mundial. De acordo com a Organização Internacional do Café (OIC), em 2010, o consumo de café beneficiado grão cru foi da ordem de 140 milhões de sacas. No Brasil, o café apresenta elevado valor econômico (AITH, 2006) e, devido às características benéficas (DÓREA; COSTA, 2005) tanto pelo consumo de sua bebida quanto pela extração de substâncias antioxidantes do fruto quase maduro, vem abrindo novas perspectivas de mercado.

Num ambiente de competitividade, a busca pela melhoria da qualidade neste setor se faz necessária para ampliar o consumo no mercado brasileiro bem como as exportações de café no âmbito internacional. Dados da Organização Internacional do Café (OIC) relatam que o consumo brasileiro de café subiu 49% em 10 anos (CARVALHO NEWS, 2010) e, apesar de ser o maior produtor de café e o segundo em consumo da bebida (ABIC, 2009), o Brasil não obtém a maior lucratividade com o produto, consequência da colheita não seletiva e da comercialização sem valor agregado. Mesmo que nas exportações o café beneficiado grão cru (produção primária) ainda corresponde ao percentual de 95% (MAPA, 2010).

Um dos fatores limitantes para a valorização do café é a qualidade. Nas exportações é de fundamental importância que o café apresente propriedades organolépticas e químicas preservadas. Essas propriedades são dependentes da eficiência do pré-processamento ao qual o produto é submetido, sendo o método de secagem uma das operações que exercem maior influência (LACERDA FILHO et al., 2006). Entretanto, a condução e manejo da lavoura, a colheita, o tipo de processamento, método de secagem e o armazenamento influenciam a qualidade final do café (BORÉM, 2008). Visando a qualidade e oferecê-la ao longo do ano, necessita-se um método de processamento (via úmida ou via seca) adequado (WINTGENS, 2004) e redução do teor de água para um armazenamento seguro (BORÉM et al., 2008a), eliminando-se, assim, riscos com respiração, oxidação, fermentações no período de estocagem (CHALFOUN et al., 2008).

A composição química do café beneficiado grão cru depende da forma de processamento utilizada (KNOPP et al., 2006; BORÉM, 2008), apresentando características distintas na qualidade. De forma geral, os cafés naturais originam bebidas mais encorpadas e doces, em relação aos cafés despulpados, os quais possuem acidez mais desejável (SANTOS; CHALFOUN; PIMENTA, 2009). Os açúcares contribuem com a doçura da bebida, sendo considerado um dos atributos do sabor mais desejável nos cafés especiais e participa de importantes reações químicas como a reação de Maillard originando compostos responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma peculiar da bebida (SANTOS et al., 2007; SALVA; LIMA, 2007).

O processamento por via seca consiste em submeter os frutos à secagem intactos, sem a remoção do exocarpo, originando o café natural ou café em coco. Nesse sistema, os grãos são espalhados no terreiro, após a lavagem, para a pré-secagem, visando reduzir o teor de água e o tempo necessário para secagem em secadores mecânicos, geralmente utilizados para que o café atinja determinado percentual de umidade. No processamento via úmida, podem ser produzidos três tipos de café. Os cafés descascados, dos quais a mucilagem remanescente do descascamento não é removida dos grãos; os cafés despulpados, originados de frutos descascados mecanicamente e a mucilagem remanescente é removida por fermentação biológica; e aqueles em que a mucilagem é removida mecanicamente são os desmucilados (BORÉM, 2008).

Grãos armazenados estão sujeitos a alterações. A principal técnica para a conservação desses durante o período de armazenamento é a reduzir a atividade metabólica, através da remoção de água por meios artificiais e da redução da temperatura. A secagem é importante, tanto sob aspecto de consumo de energia como na influência sobre a qualidade final do produto (AFONSO JÚNIOR et al., 2004; BORÉM et al., 2008a; ISQUERDO et al., 2009; TAVEIRA et al. 2008).

No Brasil, a secagem é realizada em terreiros, em secadores mecânicos ou combinando terreiros e secadores (BORÉM, 2008), sendo o método em terreiros o mais utilizado pelos cafeicultores em, pelo menos, uma das fases do processo de secagem (SAMPAIO; MACHADO, 2005; RESENDE et al., 2009).

De acordo com Reinato e Borém (2006), este processo consiste na remoção de parte da água, que os cafés apresentam após a maturidade fisiológica. O teor de água final desejado é aquele correspondente ao valor máximo ao qual o produto pode ser armazenado, durante períodos predeterminados, em temperatura ambiente, sem que ocorram deteriorações e/ou redução de qualidade (SANTOS; PAULA, 2007; SANTOS et al., 2009). Para o café, este valor varia entre 11 e 12 % base úmida (bu) (BORÉM, 2008).

Aproximadamente 300 compostos químicos presentes no café beneficiado grão cru originam cerca de 850 compostos após a torração (FLAMENT, 2002) e, estes determinam o sabor e aroma da bebida do café (GIOMO; BORÉM, 2011), ou seja, sua qualidade. Porém, a presença desses precursores depende de fatores genéticos, ambientais e tecnológicos (FARAH et al., 2006). Os procedimentos de processamento e secagem do café (BORÉM et al., 2008a; CORADI; BORÉM, 2008; ISQUERDO et al., 2009; TAVEIRA, 2009), bem como, o armazenamento (CORADI et al., 2008; SAATH, 2010) também interferem na qualidade do produto.

Direta e indiretamente, as membranas e paredes celulares são as responsáveis pelas transformações no grão, quando este se deteriora. Assim, certas propriedades dos grãos de café devem ser consideradas, uma vez que, vários fatores interferem na sua modificação, e essa transformação, determina a qualidade da bebida (SILVA et al., 2001; AFONSO JÚNIOR et al., 2003; CORADI et al., 2008). As transformações indesejáveis em membranas e paredes celulares de café podem ser devidas a baixas, altas ou extremas temperaturas, variações de umidade do ar e danos de secagem (BORÉM, et al., 2008b). E, alterações na membrana celular, do volume da parede celular (GOULART, et al. 2007; SAATH et al., 2010), bem como, da espessura, densidade e peso dos grãos(OLIVEIRA et al., 2003; FRANCA et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2007) são atribuídos aos cafés de pior bebida (CORADI et al., 2008; SAATH, 2010).

Sob condições adversas de manejo pós-colheita, uma das primeiras reações que ocorrem é a formação de ácidos graxos livres (MARQUES et al., 2008) e durante o armazenamento (BIAGGIONI; FERREIRA, 1998), a hidrólise do material graxo inicia-se antes da hidrólise de carboidratos ou proteínas. Os ácidos graxos livres são indicativos de qualidade dos grãos, e (BIAGGIONI; BARROS, 2006; GOULART et al., 2007) sua concentração nos grãos pode diferenciar os lotes.

Neste contexto, foi conduzido um estudo para se avaliar o efeito da secagem e do tempo de armazenamento sobre as alterações na qualidade dos cafés natural e despulpado secados em terreiro e em secador mecânico, com diferentes temperaturas no ar de secagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Departamento de Engenharia e no Polo de Tecnologia em Pós-Colheita de Café da Universidade Federal de Lavras/UFLA/MG; nos Departamentos de Engenharia Rural

e Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/FCA/UNESP/SP; no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências de Botucatu/IB/UNESP/SP e no laboratório de Análises Bromatológicas do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu/FMVZ/UNESP/SP. O material utilizado foi o café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho, IAC-99) fornecido pela fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras, UFLA.

No processamento do café via seca, que produz os cafés naturais, os frutos foram separados hidraulicamente por diferença de densidade para a remoção dos frutos bóia e secos presentes na parcela, ainda, os frutos cereja foram mais uma vez selecionados manualmente, para garantir a uniformidade da amostra com relação ao estágio de maturação e em seguida, o café natural foi conduzido ao terreiro para o período de pré-secagem. Já no processamento do café via úmida, que produz os cafés despulpados, os frutos cereja provenientes das parcelas de café natural foram descascados mecanicamente e submetido à fermentação biológica, em condições de ambiente com temperatura média de 22°C por 20h, monitorando-se a temperatura e o pH da água, e após este período a mucilagem remanescente foi totalmente removida em água e o café pergaminho foi conduzido à pré-secagem em terreiro.

Após o período de pré-secagem, os cafés foram divididos em parcelas novamente e uma de cada café permaneceu no terreiro para a secagem completa ao sol sob condições ambiente, sendo manejados segundo a metodologia proposta por Borém et al. (2008b). A temperatura ambiente no terreiro, durante o período de secagem, foi monitorada por meio de termohigrógrafo. Para a secagem mecânica, as parcelas foram conduzidas ao secador de camada fixa de 0,15m de altura, acoplado a um condicionador de ar modelo proposto por Fortes et al. (2006). A temperatura do ar de secagem no início do processo foi de 60°C e a umidade relativa ar de secagem foi mantido a 7% até os grãos de café atingir, aproximadamente, teor de água de 30% (bu), momento em que a temperatura do ar de secagem foi reduzida para 40°C e a umidade relativa elevada a 19% até os grãos atingirem 11% (bu) de teor de água.

O fluxo do ar foi mantido a $20\text{m}^3\text{min}^{-1}\text{m}^{-2}$ (AGULLO; MARENIA, 2005), correspondendo, a uma velocidade de $0,33\text{m s}^{-1}$ (BORÉM et al., 2008c). Posteriormente, após o produto estar em equilíbrio com a temperatura ambiente, os cafés embalados em saco de juta com capacidade para 5 kg e conduzidos à armazenagem convencional. Em todas as etapas houve o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar. Independente do tratamento, a secagem foi conduzida até os cafés atingirem o teor de água de $11\% \pm 0,5\%$ (bu).

Para a caracterização dos efeitos da secagem, do processamento e do armazenamento, foram retiradas amostras no início e ao longo do armazenamento. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, tipo fatorial $2 \times 2 \times 5$ (2 métodos de processamento – café natural (T_A) e café despulpado (T_B), 2 métodos de secagem – terreiro (T_1) e com ar de secagem a 60/40°C (T_2) e 5 tempos de arma-

zenamento (zero, três, seis, nove e doze meses), com três repetições. Durante todas as etapas os teores de água do café foram determinados pelo método padrão ISO 6673:2003.

Para definir a qualidade dos cafés quanto à bebida, a classificação foi realizada por juízes certificados em cafés especiais, utilizando-se o protocolo de análise sensorial da SCAA (2009), de acordo com a metodologia de Lingle (1986) para avaliação de cafés especiais, avaliando-se cinco xícaras de cada amostra. A quantidade de substâncias lipídicas (método 920.39 – AOAC, 2005) foi pelo método de Soxhlet, pela extração descontínua com o solvente éter etílico.

Para quantificar a porcentagem de fibras seguiu-se o método 920.98 – AOAC, 2005 e de Van Soest (1994). A condutividade elétrica e a lixiviação de potássio dos grãos crus foram determinadas adaptando-se a metodologia proposta por Prete et al. (1999), utilizando-se para cada amostra quatro repetições com 50 grãos crus sem defeitos visíveis. Para a acidez graxa foram utilizadas amostras de 40 gramas, em quatro repetições, conforme AACC (1995). A determinação do pH pelo método descrito na AOAC (1990) e o índice da acidez titulável por titulação com solução NaOH 0,1N utilizando-se uma solução de fenolftaleína 1% como indicador de acordo com técnicas descritas pela AOAC (1990) para café beneficiado grão cru.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pré-secagem e secagem dos cafés em terreiro observou-se que os teores de água, o tempo em ambas às fases, que para o café despulpado foi sempre inferior em relação ao café natural (Tabela 1). Neste período ocorreram temperaturas diurnas entre 18,3 e 28°C e umidade relativa (UR) entre 34,5 e 61,2%. O café natural iniciou a secagem em terreiro com 62,5% ± 1 (bu) e o café despulpado com 56,5 ± 1 (bu).

TABELA 1 - Valores médios de teor de água, condições do ar de secagem e tempo de secagem dos cafés natural (N) e despulpado (D).

Tratamentos	Teor de água (%bu)		Condições de secagem na massa		Tempo de secagem
	Inicial	Final	T (°C)	UR (%)	(h)
D 60/40°C	41,76	11,22	60/40	7,00/19,00	15
N 60/40°C	46,07	11,12	60/40	7,00/19,00	42
D Terreiro	56,5*	11,13	23,15	47,85	162
N Terreiro	62,6*	11,23	23,15	47,85	238

* inclui a pré-secagem

Relacionando-se o tempo total de secagem observou-se um menor tempo para o café despulpado, que com 162 horas de secagem atingia teor de água em torno de 11% (bu), sendo este considerado seguro para o armazenamento, enquanto o café natural precisou de 238 horas. Como a primeira fase do processo de remoção de água é considerada de pré-secagem, esta ocorreu para o café natural nos primeiros 2 dias (48 horas) e para o café despulpado no primeiro dia (24 horas), neste período, no café natural o teor de água foi reduzido 16,53% e no despulpado 14,74%. Considerando o tempo da pré-secagem para os cafés naturais e despolpados, a taxa de secagem foi maior para o café despulpado. Assim, separando os tempos de pré-secagem e secagem, observou-se que o tempo de secagem para o café natural foi de 190 horas e para o café despulpado, 138 horas.

No início da secagem mecânica, observou-se para o café despulpado, o teor de água 41,76 % (bu) e para o natural, 46,07 % (bu), esses teores foram reduzidos até aproximadamente 11% (bu), momento que a secagem foi interrompida. Para o café atingir a umidade de armazenamento, verificou-se que o tempo secagem com ar aquecido foi menor para o processamento via úmida (Tabela 1).

Vale ressaltar que as altas temperaturas de secagem e as elevadas taxas de redução de água podem interferir na composição da estrutura celular dos grãos. Essas (BORÉM et al., 2006; BORÉM et al., 2008b), degradam a estrutura e as membranas celulares dos grãos de café (BORÉM et al., 2008b; SAATH et al., 2010), elevando os níveis de ácidos graxos (MARQUES et al., 2008) provocando extravasamento e oxidações nos óleos (GOULART et al., 2007; BORÉM et al., 2008b; SAATH et al., 2010) e, conseqüentemente, levam o café à fácil deterioração durante o armazenamento (CORADI et al., 2008; SAATH, 2010).

No armazenamento, nos primeiros seis meses, houve maior variação na temperatura e umidade relativa do ar ambiente, visto que a temperatura variou de 18°C a 33°C e a umidade relativa de 60% a 88%, por outro lado dos seis aos doze meses foi entre 19°C \pm 2 e a 62% \pm 5. A variação desses parâmetros durante o armazenamento contribuiu com as alterações no teor de água do café natural e despulpado secados em

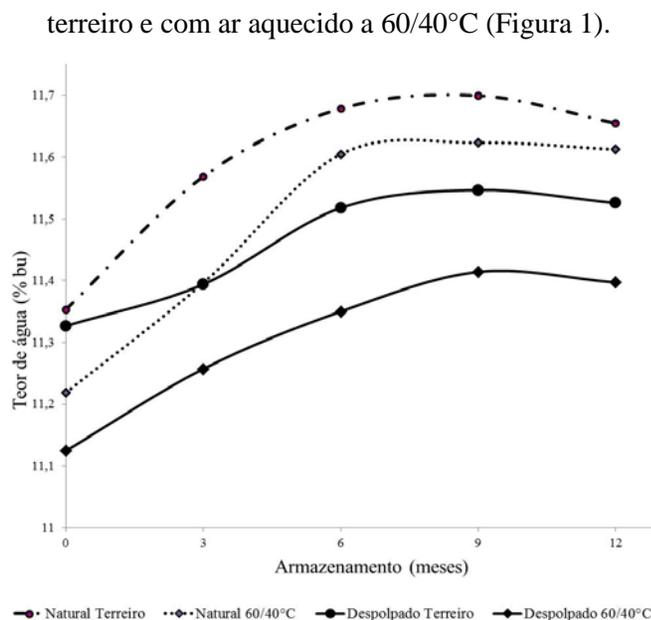


FIGURA 1 - Valores médios do teor de água, ao longo do armazenamento, dos cafés natural e despolpado, secados em terreiro e sob ar aquecido a 60/40°C.

De modo geral, observou-se que a variação nos teores de água acompanhou a oscilação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, entretanto, numa comparação criteriosa, verificou-se que no café despolpado o teor de água variou menos em relação ao café natural. As condições do próprio grão e do ambiente em qual se encontra podem ser responsáveis pelas alterações que ocorrem no período do armazenamento e, segundo Borém (2008) e Silva (2008) o teor de água do grão, a umidade relativa e a temperatura do ar ambiente, são as principais responsáveis por essa variação. Portanto, uma maior variação no teor de água, contribuiu para uma contínua respiração, assim, acelerando o processo metabólico e, que no fruto intacto, as atividades metabólicas foram mais intensas.

3.1 Variação sensorial ao longo do armazenamento

A tecnologia no sistema agroindustrial do café brasileiro se aperfeiçoou na última década e junto com ela as exigências dos consumidores desse produto. Nas análises sensoriais (Tabela 2), verificaram-se diferenças significativas para os tratamentos entre os tempos zero, seis e doze meses. Contudo, independente das condições de processamento, secagem e armazenamento os cafés podem ser classificados como especial e muito bom, exceto o café natural 60/40°C aos doze meses, uma vez que, o protocolo de análise sensorial da SCAA (2009) afirma que quando as notas dos atributos dos cafés somados obtiverem valor acima de 80 são considerados cafés especiais.

TABELA 2 - Resultado das notas da análise sensorial durante o armazenamento dos cafés natural e despulpado, secados em terreiro e sob ar aquecido a 60/40°C.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento		
	0 meses	6 meses	12 meses
Natural Terreiro	82,22 a A 1	80,58 a A 2	77,57 a B 3
Natural 60/40°C	81,91 b B 1	77,75 b B 2	74,04 b B 3
Despulpado Terreiro	82,38 a A 1	80,75 a A 2	79,99 a A 3
Despulpado 60/40°C	82,46 a A 1	80,46 a A 2	79,97 a A 2

*CV 0,29

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na linha para os tratamentos de secagem, maiúsculas na linha, para os métodos de processamentos e índice numérico na coluna entre os tempos de armazenamento, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; $p < 0,05$.

Dentro dos segmentos de café que possuem atributos diferenciados, o café natural 60/40°C apresentou as menores notas ao longo do armazenamento (Tabela 2). Neste, ainda, verificou-se diferença significativa entre o processamento e secagem em cada tempo avaliado. Durante o período, mesmo que o café do método via úmida, tenham diminuído suas notas, o café despulpado, independente do método de secagem, evidenciou melhor qualidade sensorial ao longo do armazenamento (Tabela 2).

A depreciação da qualidade sensorial no café natural foi mais expressiva, principalmente, nos cafés obtidos sob ar aquecido a 60/40°C, em relação ao café despulpado aos doze meses. Para o café natural seco em terreiro observou-se uma redução média na qualidade da bebida de 5,66% e para o café seco sob ar aquecido a 60/40°C essa qualidade reduziu 9,61%. Por outro lado, essa depreciação, no café pergaminho, foi de 2,90% seco em terreiro e de 3,02% no seco com ar aquecido a 60/40°C. Portanto, pode-se afirmar que o processamento associado à secagem interferiu na qualidade da bebida do café no período de armazenamento. A depreciação da qualidade dos cafés corrobora com autores que associam a elevação da temperatura (CORADI et al., 2007; MARQUES et al., 2008; TAVEIRA, 2009), bem como, o tempo de armazenamento (CORADI et al., 2008) com a redução da qualidade da bebida.

3.2 Variação química e bioquímica ao longo do armazenamento

As principais alterações encontradas nas amostras de café beneficiado foram resultantes da interação dos processos de secagem e armazenamento. O resultado da composição química e suas alterações ao longo do armazenamento constam na Tabela 3 e 4.

No presente estudo, houve efeito significativo entre o tratamento de secagem para cada método de processamento dos grãos sobre a Condutividade elétrica (CE), Lixiviação de potássio (LK) e Acidez graxa (AG) (Tabela 3). Comparadas todas as variáveis observou-se que a secagem com ar aquecido a 60/40°C interferiu de forma mais acentuada na integridade das membranas tanto para o café natural quanto para o despulpado, pois apresentou os maiores valores ao longo do armazenamento.

Em relação com os dados da sensorial (Tabela 2), observaram-se maiores valores de CE e LK indicando danos à integridade de membrana celular e, por consequência o maior teor de ácidos graxos nos grãos, que evidencia modificações e oxidações nos grãos, alterando o sabor dos cafés. Verificou-se, ainda, que a qualidade de bebida dos cafés (Tabela 2) é inversamente proporcional, aos valores de CE, LK e AG (Tabela 3), sendo possível afirmar que o aumento das atividades metabólicas devido ao estresse de processamento, secagem e ao tempo de armazenamento em função das variações nos teores de água contribuíram para a elevação desses valores e, redução da qualidade sensorial desses cafés.

Quanto à influência do tempo de armazenamento nos índices de acidez para cada método de processamento e condições de secagem, foi possível verificar diferenças significativas, tanto para o café natural como para o despulpado, o mesmo não ocorrendo entre os métodos de secagem, para o processamento via úmida (Tabela 3).

TABELA 3 - Resultado da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$), lixiviação de potássio (g kg^{-1} de grãos de café), ácidos graxos ($\text{mL KOH } 100 \text{ g}^{-1}$) e Acidez Titulável ($\text{mL NaOH } 100 \text{ g}^{-1}$), ao longo do armazenamento, dos cafés natural e despulpado, secados em terreiro e sob ar aquecido a $60/40^\circ\text{C}$.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento									
	0 (meses)		3 (meses)		6 (meses)		9 (meses)		12 (meses)	
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de café)										
N T	41,85	bA3	61,76	bA2	78,89	bA1	81,32	aA1	86,06	bA1
N 60/40°C	101,84	aA3	137,78	aA2	158,54	aA1	161,09	aA1	162,92	aA1
D T	38,73	aA3	56,69	aA2	61,54	aB2	71,45	aA1	75,75	aA1
D/40°C	38,74	aB3	56,72	aB2	63,54	aB2	68,43	aB1	71,46	aB1
CV	2,03%									
Lixiviação de potássio (g kg^{-1} de grãos de café)										
N T	1,35	bB4	2,56	bA3	2,94	bA2	3,32	bA2	4,02	bA1
N 60/40°C	3,34	aA4	4,78	aA4	6,14	aA2	7,37	aA1	7,92	aA1
D T	1,66	bB3	2,29	bA2	2,65	bB2	3,15	bA1	3,65	bB1
D/40°C	1,67	bB3	2,25	bB2	2,64	bB2	3,13	bB1	3,56	bB1
CV	1,93%									
Ácidos Graxos ($\text{mL de KOH } 100 \text{ g}^{-1}$ de massa seca)										
N T	2,25	bA4	2,56	bB3	2,68	bA3	2,86	bA2	3,31	bA1
N 60/40°C	3,34	aA4	3,75	aA3	4,04	bA3	4,37	aA2	4,60	aA1
D T	2,03	bB4	2,29	bB3	2,49	aA2	2,52	aB1	2,58	aB1
D/40°C	2,14	bB4	2,32	aB3	2,44	aB3	2,53	aB2	2,76	aB1
CV	0,90%									
Acidez Titulável ($\text{mL de NaOH } 100 \text{ g}^{-1}$ de café)										
N T	134,85	aA4	171,76	aA3	181,54	aA3	231,3	aA2	330,96	aA1
N 60/40°C	135,04	aA4	187,78	aA3	200,54	aA3	231,37	aA2	330,92	aA1
D T	128,73	aA2	136,69	aB2	161,54	aB1	169,45	aB1	180,45	aB1
D/40°C	128,74	aA2	136,72	aB2	163,04	aB1	171,43	aB1	181,16	aB1
CV	2,49%									

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na linha para os tratamentos de secagem, maiúsculas na linha, para os métodos de processamentos e minúsculas itálico na coluna entre os tempos de armazenamento, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; $p < 0,05$

Estudos relacionam o teor de extrato etéreo dos grãos aos atributos sensoriais e, em função dos processos de hidrólises e oxidações, esse constituinte pode alterar de forma expressiva a qualidade desses. De acordo com os valores de extrato etéreo (Tabela 4) verificou-se oscilação, sem, no entanto, ter alterado significativamente no final do armazenamento. A variação constatada pode estar relacionada a processos metabólicos nos grãos em função do estresse do tempo de armazenamento. Vale ressaltar que a variação observada não se identifica com as alterações sensoriais, corroborando com Barbosa et al. (2002) que afirmam que não há relação direta entre a qualidade dos grãos e os diferentes teores de extrato etéreo desses grãos.

Na proteína (Tabela 4), verificou-se que a época da coleta influenciou nos valores, pois à medida que se prolongou o tempo de armazenamento obteve-se maior teor de proteína bruta. Independente dos métodos de secagem, a variação de proteína bruta foi similar nos cafés à medida que se prolongou o tempo de armazenamento, no café natural, a variação foi mais acentuada, porém, a secagem não afetou os cafés, verificando diferenças significativas entre o processamento a partir do mês três e entre os tempos de armazenamento aos nove meses (Tabela 4). A variação verificada no armazenamento pode ser associada a danos latentes, às oscilações do teor de água nos grãos e as atividades metabólicas devido ao aumento da respiração.

Quanto ao teor de fibras (Tabela 4), verificou-se à influência do tempo de armazenamento para cada método de processamento e condições de secagem. Foi possível verificar pequena variação nos valores de fibra bruta (FB) e fibra em detergente neutro (FDN) a qual pode ser associada ao fato de que a celulose, hemicelulose e lignina estão mais ligadas à estrutura da parede celular, não sofrendo grandes modificações durante os processos da pós-colheita. Contudo, para a fibra em detergente ácido (FDA), foram observadas diferenças significativas a partir dos seis meses de armazenamento independente do processamento.

Completados doze meses, as diferenças também foram verificadas entre o café natural e café despolpado nas mesmas condições de secagem. Importante ressaltar que a fibra em detergente ácido é basicamente constituída de celulose, lignina, cinzas e sílica (SILVA, 1998). A variação dos valores de FDA inversa ao tempo de armazenamento, provavelmente, deve-se a alterações químicas na celulose e lignina presentes na parede celular que constituem os grãos, uma vez que a FB manteve-se seus valores praticamente constantes nos cafés armazenados.

Assim como a elevação da CE, LK e AG (Tabela 3), devido aos danos a estrutura celular e oxidações, principalmente, dos ácidos graxos, a redução da FDA pode estar associada à deterioração dos grãos, depreciando a qualidade sensorial dos cafés (Tabela 2). Neste caso, considerando os atributos da bebida, acredita-se que a maior alteração da FDA no café natural contribuiu negativamente na formação do sabor,

sendo expresso com “café velho” o que pode ser explicado pela perda de tecidos estruturais e oxidações devido à deterioração dos grãos armazenados.

TABELA 4 - Valores médios dos teores de extrato etéreo (%), proteína bruta (%), fibra bruta (%), fibra em detergente neutro (%), fibra em detergente ácido (%), durante o armazenamento (0, 6 e 12 meses), dos cafés natural e despulpado, secados em terreiro e sob ar aquecido a 60/40°C.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento						Tempo de Armazenamento					
	0 (meses)		6 (meses)		12 (meses)		0 (meses)		6 (meses)		12 (meses)	
	Extrato Etéreo (%)						Proteína Bruta (%)					
N T	16,32	aA1	16,32	aA1	16,21	aA1	16,18	aA3	16,48	aA2	16,63	aA1
N 60/40°C	16,22	aA1	16,43	aA1	16,19	aA1	16,22	aA3	16,42	aA2	16,62	aA1
D T	16,3	aA1	16,45	aA1	16,17	aA1	16,19	aA2	16,27	aA1	16,34	aA1
D/40°C	16,21	aA1	16,34	aA1	16,15	aA1	16,19	aA2	16,24	aA1	16,36	aA1
CV	0,59%						0,69%					
	Fibra Bruta (%)						Fibra em Detergente Neutro (%)					
N T	29,6	aA1	29,61	aA1	29,53	aA1	53,22	aA1	53,39	aA1	53,26	aA1
N 60/40°C	29,49	aA1	29,60	aA1	29,59	aA1	53,22	aA1	53,4	aA1	53,27	aA1
D T	29,67	aA1	29,54	aA1	29,58	aA1	53,21	aA1	53,4	aA1	53,24	aA1
D/40°C	29,51	aA1	29,61	aA1	29,61	aA1	53,21	aA1	53,39	aA1	53,24	aA1
CV	1,59%						1,09%					
	Fibra em Detergente Ácido (%)											
N T	31,85	aA1	31,54	aA1	30,96	aB2						
N 60/40°C	31,84	aA1	31,54	aA1	30,92	aB2						
D T	31,73	aA1	31,54	aA1	31,45	aB2						
D/40°C	31,74	aA1	31,54	aA1	31,46	aB2						
CV	1,40%											

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na linha para os tratamentos de secagem, maiúsculas na linha, para os métodos de processamentos e minúsculas itálico na coluna entre os tempos de armazenamento, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de *Tukey*; $p < 0,05$.

4 CONCLUSÕES

Pelos resultados no presente estudo conclui-se:

- O café natural em relação ao café despulpado foi mais afetado pela interação seca-gem/processamento/armazenamento, apresentando maior variação na composição química, bio-química e na qualidade da bebida;

- O café obtido da secagem 60/40°C apresentou o menor tempo de secagem, porém, esta interferiu de forma negativa a qualidade do café natural.
- Análises de CE, LK, AG foram eficientes na separação dos lotes de acordo com a qualidade dos cafés;
- A acidez titulável apenas diferenciou a qualidade a partir do terceiro mês de armazenamento;
- A análise de fibras não detectou alterações na qualidade dos cafés.

5 REFERÊNCIAS

AFONSO JUNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida” **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.6, p.1268-1276, nov./dez., 2003.

AFONSO JUNIOR, P. C. et al. Contribuição das etapas do pré-processamento para a qualidade do café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 29, n. 8, p. 6-53, 2004. Edição Especial.

AITH, M. O grão que mudou o mundo, **Revista Veja**, edição 1982, nov. 2006.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). Methods 02-02A: fat acidity – rapid method, for grain. In:____. **Approved methods of the American Association of the Cereal Chemists**. São. Paulo, 1995, v. 1, paginação irregular.

ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M.; HARDOIM, P. R. Cinética de secagem do café cereja, bóia e cereja desmucilado, em quatro diferentes tipos de terreiros. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p.37-43, 2003. Especial Café.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of International**, Gaithersburg, Maryland, USA, 2005.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 15 ed., v 2, Washington, 1990.

BIAGGIONI, M. A. M.; FERREIRA, W. A. Variação na germinação e nível de ácidos graxos livres durante o armazenamento de milho colhido mecanicamente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998.

BIAGGIONI, M. A. M.; BARROS, R. E. Teste de acidez graxa como índice de qualidade em arroz. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 679-684, jul./ago., 2006.

BORÉM, F. M. **Processamento do café**. In: _____. Pós-colheita do café. Lavras, MG: Editora UFLA, 2008. 631p.

BORÉM, F. M. et al. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1609-1615, 2008. 2008a.

BORÉM, F. M. ; REINATO, C. H. R. ; ANDRADE, E. T. de. **Secagem do Café**. In: Flávio Meira Borém. (Org.). Pós-Colheita do Café. 1ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2008, v. 1, p. 203-240. 2008b.

CARVALHO NEWS – Notícias e Cotações do Café. Brasil pode se tornar maior consumidor de café do mundo. 2010. Disponível em: <http://www.carvalhoexport.com.br>. Acesso::20/11/211.

CHALFOUN, S. M.; PARIZZI, F. C. **Fungos toxigênicos e micotoxinas em café**. In: BORÉM, F. M. Pós-colheita do café. Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 513.

CORADI, P. C. et al. Effect of drying and storage conditions on the quality of natural and washed coffee. **Coffe Science**. Lavras, v. 2, n. 1, p. 38-47, Jan/Jun. 2007.

CORADI, P. C.; BORÉM, F. M. Alterações dos parâmetros físico-químicos na qualidade da bebida do café natural e despulpado em função de diferentes tipos de secagem e condição de armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 11, p. 54-63, 2009.

CORADI, P. C.; BORÉM, F. M. ; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Online), v. 12, p. 181-188, 2008.

CORRÊA, P. C. et al. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica*, L) durante o armazenamento em condições diversas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 137-147. Especial café. 2003.

DÓREA, J. G.; COSTA, T. H. M. Is Coffee a Funcional Food? **British Journal of Nutrition**, 93, p 773-782. 2005a.

DOREA, J. G.; COSTA, T. H. M. Novos fatos e velhos mitos sobre o café. **Brasília Médica**, Brasília, 42 (3/4): p 15-20. 2005b.

FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of brazilian coffee. **Food Chemistry**, Oxford, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. England: John Wiley & Sons, Ltd. 2002. 396 p.

FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT**, Amsterdam, v. 38, n. 7, p. 709-715, Aug. 2004.

GIBRAL, C. M. **Café no Brasil, maior produtor mundial, pior bebedor nacional**. 2010. Disponível em: <http://colunas.cbn.globoradio.globo.com/platb/miltonjung/2010/12/15/cafe-no-brasil-maior-produtor-mundial-pior-bebedor-nacional/>

GOULART, P. de F. P. et al. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, v.37, n.3 Santa Maria Jun. 2007.

ISO INTERNACIONAL STANDARD. **ISO 6673:2003**: green coffee: determination of loss in mass at 105°C. 2ª ed. Switzerland, 2003. 4 p.

ISQUIERDO, E. P. et al. Taxa de redução de água e tempo de secagem do café cereja desmucilado submetido ao parcelamento da secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 11, p. 37-44, 2009.

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

LACERDA FILHO, A. F.; SILVA, J. S.; SEDIYAMA, G. C. Comparação entre materiais de pavimentação de terreiro para a secagem de café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.9, p.83-93, 2006.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 2 ed. Washington: Coffee Development Group, 1986.

MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; CHAGAS, S. J. de R. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1015-1020, set./out., 2005.

MARTINS, M. C. M. et al. Carboidratos na bebida do café preparado sob diferentes processos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol.25, n.2, p. 382-386, abr./jun. 2005. ISSN 0101-2061 [online]. 2005.

MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Informe estatístico do café** – Abril / 2010. Brasília: MAPA, 2010. Disponível em:

www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/2DC2C555AFE210B7E040A8C07502506C. Acessado em: 02/07/2010.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. S. In: VENTURINI FILHO, W. G. Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 383-422.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M. Variação da temperatura e do teor de água do café em secador rotativo usando lenha e GLP como combustíveis. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 561-569, 2006.

SAATH, R. **Qualidade do café natural e despulpado em diferentes condições de secagem e tempos de armazenamento**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia) FCA/UNESP/Botucatu, 246 p.

SAATH, R. et al. Microscopia eletrônica de varredura do endosperma de café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 196-203, jan./fev., 2010.

SANTOS, E. S. M. **Perfil sensorial e aceitabilidade do consumidor para blends de bebidas de café preparadas com grãos arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* P.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2010.

SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição físico-química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 213-218, jan./fev. 2009.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.

SILVA, R. P. G.; et al. Qualidade de grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. especial, n.3, p.3-10, 2001.

TAVEIRA, J. H. S. et al. . Caracterização do tempo de secagem do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas do ar de secagem. In: 34° CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFE-EIRAS, 2008, Caxambú - MG. **Anais ... 34° Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WINTGENS, J. N. **Coffee: growing, processing, sustainable production**. Weinheim: [s.n.], 2004. 711 p.