

INFLUÊNCIA DA SECAGEM, EM DIFERENTES TIPOS DE TERREIRO, SOBRE A QUALIDADE DO CAFÉ AO LONGO DO ARMAZENAMENTO

Carlos Henrique Rodrigues Reinato¹, Flávio Meira Borém²,
Pablo José da Silva³, Eduardo Carvalho Oliveira⁴

(Recebido: 11 de agosto de 2006; aceito: 2 de abril de 2007)

Resumo: Neste trabalho, objetivou-se investigar as alterações físico-químicas, químicas e sensoriais durante o armazenamento de cafés submetidos a diferentes métodos de processamento e secagem. O delineamento experimental consistiu de um DIC com os tratamentos dispostos em fatorial 4x3x2 com parcelas subdivididas no tempo, sendo quatro formas de processamento do café (roça, cereja descascado, cereja + verde e bóia), três tipos de terreiro (terreiro de concreto, chão batido e lama asfáltica) e duas espessuras de camada de secagem do café (fina e grossa) e quatro tempos de armazenamento. Foram utilizadas duas repetições para cada tratamento. Após a secagem, as unidades experimentais foram divididas para os quatro tempos, acondicionadas em saco de juta e colocadas em uma caixa confeccionada de madeira localizada dentro de uma tulha cheia de café em coco. Os tratamentos foram armazenados por um ano. A primeira amostragem foi realizada logo após a secagem; a segunda, no quarto mês; a terceira, no oitavo mês; e a última amostragem no décimo-segundo mês de armazenamento. Para avaliação da composição química e física, foram realizadas as seguintes análises: lixiviação de potássio, condutividade elétrica, açúcares totais, prova de xícara e contagem de defeitos preto, verde e ardido e preto verde. Pelos resultados, verificou-se que, entre os fatores estudados, a secagem em camada grossa é a que mais influencia a perda de qualidade durante o armazenamento. Observou-se também que os cafés secados em terreiro de terra influenciaram negativamente a sua armazenabilidade; por outro lado, as secagens realizadas em terreiros de lama asfáltica e concreto não exerceram influência na perda de qualidade do café, ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: Terreiro, pavimentação, camada, secagem, armazenamento.

INFLUENCE OF COFFEE BERRIES DRYING IN DIFFERENT TYPES OF TERRACES, DURING DIFFERENT STORAGE PERIODS, ON COFFEE QUALITY

Abstract: Physicochemical and sensorial alterations during storage of coffee berries submitted to different processing and drying methods was investigated. The treatments consisted of four types of berries preparation ("roça", husked berry, berry + green, and floats), three types of drying terraces (concrete, rutty ground and asphalt mud), and two berry drying layer thickness on terraces (thin and thick), in a complete randomized design and a 4 x 3 x 2 factorial scheme. in four storage duration periods. Two replicates per treatment were used. After drying of the berries, the experimental units were split in four, packed into jute bags, and placed into wooden boxes inside a storehouse filled with coco coffee. Treatments were stored for one year. Sampling was accomplished at 4-month intervals but the first one, which was done right after drying of the berries. For evaluation of quality, the following analyses were accomplished: potassium leaching, electric conductivity, total sugars, cup test and counts of black, green and bitter, and black green defects. The results indicate that drying in thick layer has the greatest influence in quality loss during storage, among the factors investigated. It was also found that berries dried on earthen terrace influenced negatively their storability; on the other hand, when the drying process was made on asphalt mud and concrete terraces, no influence was detected on the quality of coffee during storage.

Key words: coffee terrace, paving, layer, drying, storage.

1 INTRODUÇÃO

O armazenamento é de grande importância para o agronegócio do café, pois é um dos instrumentos usados para diminuir as variações de oferta e regular o preço do produto no mercado interno e externo.

Atualmente, a busca pela qualidade dos grãos e subprodutos é prioridade para produtores, processadores e, também, para os distribuidores desses produtos. Segundo Brooker et al. (1992), são muitos os fatores que contribuem para as perdas qualitativas e quantitativas dos alimentos e, entre eles,

¹Professor, Escola Agrotécnica Federal de Machado – Rodovia Machado Paraguaçu, Km 3 – Santo Antonio, 37750-000 - Machado, MG – carlosreinato@bol.com.br

²Professor Adjunto – Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – flavioborem@ufla.br

³Estudante de Engenharia agrícola – engpablo@yahoo.com.br

⁴Estudante de Engenharia agrícola – eduardoco@yahoo.com.br

destacam-se: características da espécie e da variedade, condições ambientais durante o seu desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem, processamento e práticas de armazenagem.

Durante o armazenamento, o café tem suas características iniciais alteradas, influenciando na sua qualidade comercial. Há indícios de que diversos fatores, principalmente os que ocorrem depois da colheita do café, atuam como causadores de modificações indesejáveis e prejudiciais à qualidade do produto ao longo do armazenamento (DIAS & BARROS, 1993). Entre esse fatores, destaca-se a etapa de secagem. Pode-se não perceber momentaneamente os prejuízos causados pela operação de secagem, mas, quando o produto é armazenado por um determinado período de tempo, esses se revelam, acelerando o decréscimo da qualidade do produto (AFONSO JUNIOR, 2001; GODINHO et al., 2000; LEITE, 1998).

Dentro das diversas formas de secagem do café, destaca-se a realizada em terreiros. Essa modalidade de secagem é usada pela maioria dos produtores, no entanto, são escassos os trabalhos que subsidiem as recomendações sobre o seu correto manejo. Tão importante como estudar o manejo do café durante a secagem em terreiros é conhecer seus reflexos ao longo do armazenamento.

Muitos estudos têm sido realizados, demonstrando as alterações da qualidade durante o armazenamento (GODINHO et al., 2000; SILVA, 2003; SIVETZ & DESROSIER, 1979; TOSELLO, 1967; VILELLA, 2002). No entanto, não foram encontrados trabalhos que investigaram a influência do manejo durante a secagem em terreiros ao longo do armazenamento. Segundo Amorim & Teixeira (1975), durante o armazenamento, os grãos passam por transformações químicas e físicas que degradam as paredes e membranas celulares e podem afetar sensivelmente a qualidade da bebida.

Diversos pesquisadores têm usado com frequência análises físico-químicas e sensoriais com o objetivo de avaliar as alterações da qualidade do café durante o armazenamento (AFONSO JÚNIOR, 2001; AMORIM et al., 1977; BACCHI, 1962; GODINHO et al., 2000; STIRLING, 1975; SUBRAHMANYAN et al., 1961). Entre essas análises, podem-se destacar a quantificação analítica

dos açúcares, os compostos fenólicos, os sólidos solúveis, a condutividade elétrica, a lixiviação de potássio, a prova de xícara e a contagem de defeitos.

Os açúcares são precursores de um grande número de compostos responsáveis pelo aroma e sabor. O teor de açúcares totais, redutores e não-redutores pode variar com o local de cultivo do cafeeiro e também com o grau de maturação dos frutos (LEITE, 1991; PIMENTA, 1995; VILELA & PEREIRA, 1998a,b). Alguns pesquisadores que estudaram a variação dos açúcares durante o armazenamento relatam um decréscimo dos teores dos açúcares (AFONSO JUNIOR, 2001). Uma das hipóteses prováveis para a redução dos açúcares ao longo do armazenamento é a de que parte desses compostos estejam sendo metabolizados por microrganismos. Dessa maneira, espera-se que quanto maior a deterioração do produto, maior será o consumo de açúcares, causando sua redução ao longo do armazenamento.

Os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio têm se apresentado como indicadores consistentes da integridade da membrana (AMORIM, 1978; PRETE, 1992). Essas análises têm tido uma correlação bastante positiva em relação à qualidade do café. A perda da seletividade da membrana celular está associada a diversos fatores, entre eles os danos sofridos pelo café durante as etapas de processamento e secagem, que irão refletir no armazenamento.

A lixiviação de potássio na maioria das pesquisas têm demonstrado ser um teste complementar ao da condutividade elétrica (AMORIM, 1978; NOBRE, 2005; PINTO et al., 2002; PRETE, 1992; RIBEIRO, 2003).

Segundo Amorim et al. (1977), as membranas celulares possuem lipídios e proteínas, e são estabilizadas por íons, principalmente cátions. Fatores externos, como temperatura, teor de água e injúrias, podem afetar sua estrutura, fazendo com que percam sua organização e seletividade. Isso ocorrendo, vários componentes químicos que estão separados por essas membranas entram em contato com enzimas hidrolíticas e oxidativas. Essas transformações levam a mudanças de cor, densidade e afetam a qualidade da bebida.

Diante do exposto, percebe-se que o aumento dos valores de condutividade elétrica e lixiviação de

potássio no armazenamento estão relacionados à perda de qualidade do café; portanto, espera-se que quanto maior a deterioração ocorrida no processo de secagem, mais intensa será o aumento nos valores dessas análises ao longo do armazenamento.

Nota-se que a variação dos compostos químicos durante o armazenamento tem sido muito pesquisada. No entanto, não foram encontrados trabalhos que relacionassem a interação entre tipo de secagem em terreiros, processamento e espessura da camada.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho estudar a interferência da secagem em terreiros e a altura de camadas diferentes sobre a qualidade do café ao longo do armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do Café da Universidade Federal de Lavras e no Laboratório de Qualidade do Café, “Dr. Alcides Carvalho” da EPAMIG, Lavras MG.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi constituído de um DIC (delineamento inteiramente casualizado) com os tratamentos dispostos em esquema 4x3x2x4 com parcelas subdivididas no tempo. O fatorial foi composto por quatro tipos de café (roça, cereja, bóia e cereja descascado,) três tipos de terreiros (terra, lama asfáltica e concreto), duas espessuras de camada (fina e grossa) e quatro tempos de armazenamento (0, 4, 8 e 12 meses). Foram usadas duas repetições totalizando 192 unidades experimentais.

Obtenção da matéria prima e secagem

O café (*Coffea arabica* L.), da variedade Catucaí amarelo, cultivado na Universidade Federal de Lavras foi colhido por derriça manual no pano.

Após a colheita, foi levado para o Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do café. Antes de passar pelo lavador, o café foi homogeneizado, sendo retirados 2400 litros para constituir a porção roça.

O restante do café foi submetido à separação hidráulica, resultando em 2400 litros da porção cereja+verde e 2400 litros da porção bóia.

O restante do café cereja+verde foi conduzido por um elevador de canecas para o descascamento, originando 2400 litros do café cereja descascado.

Cada tipo de café foi dividido em unidades experimentais dispostas em terreiro, de acordo com o delineamento experimental.

A espessura das camadas foram definidas de acordo com o tipo de café. Para o café-cereja descascado, foi considerado fino a espessura de 1 cm, e grosso, 4 cm; para os cafés cereja + verde, roça e bóia, a espessura fina foi de 3 cm, e a espessura grossa, 8 cm.

Durante a secagem, o café foi revolvido 16 vezes ao dia, no sentido do caminhar do sol.

A secagem foi interrompida quando o café atingiu 11% (b.u.).

Armazenamento

Após a secagem, as unidades experimentais foram divididas para os quatro tempos, acondicionadas em saco de juta com capacidade para 20 litros de café e colocadas em uma caixa confeccionada de madeira localizada dentro de uma tulha cheia de café em coco.

Os tratamentos foram armazenados por um ano; nesse período, foram realizadas quatro amostragens. A primeira amostragem foi realizada logo após a secagem; a segunda, no quarto mês; a terceira, no oitavo mês; e a última amostragem, no décimo-segundo mês de armazenamento.

A temperatura e umidade relativa do ambiente do armazenamento foram monitoradas por um termohigrógrafo colocado dentro da caixa de madeira, juntamente com as amostras.

Metodologia Analítica

Foram realizadas as seguintes análises:

Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa a $105\pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas, de acordo com metodologia proposta por Brasil (1992).

As determinações foram feitas ao final da secagem e em todas as épocas do armazenamento.

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica dos grãos crus foi determinada adaptando-se a metodologia proposta por

Prete (1992). Foram utilizadas duas repetições de 50 grãos de cada amostra, os quais foram pesados (precisão de 0,001 g) e imersos em 50 mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. A seguir, esses recipientes foram colocados em estufa ventilada regulada para 25°C por 4 horas, procedendo-se à leitura da condutividade elétrica da solução em condutivímetro C.701 da marca ANALION. Com os dados obtidos, foi calculada a condutividade elétrica, expressando-se o resultado em $\text{mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de amostra.

Lixiviação de íons Potássio

A lixiviação dos íons de potássio foi realizada nos grãos crus. Após a leitura da condutividade elétrica, as soluções foram submetidas à determinação da quantidade de potássio lixiviado. A leitura foi realizada em fotômetro de chama DIGIMED NK-2002. Com os dados obtidos, foi calculado o potássio lixiviado em base seca, expressando-se o resultado em ppm.

Açúcares totais

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, descrito pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

Número de defeito ardido

Os grãos ardidos foram contados em 300 gramas de amostra, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 2003, (BRASIL, 2003).

Foram analisadas todas as unidades experimentais, após a secagem e para todos os tempos ao longo do armazenamento.

Prova de xícara

A prova de xícara foi realizada por três provadores qualificados, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 2003 (BRASIL, 2003), pertencentes a instituições parceiras da Universidade Federal de Lavras.

Foram analisadas todas as unidades experimentais, após a secagem e para todas as épocas de amostragem ao longo do armazenamento.

Análise estatística

Para os dados das análises químicas e número de grãos ardidos, foi realizada análise univariada em

esquema de parcela subdividida no tempo. O sistema computacional utilizado para realização das análises foi o Sisvar 4.0. As médias foram submetidas ao teste Tukey.

Para a análise sensorial do primeiro e do último tempo, foi aplicada a análise multivariada de correspondência simples. As classificações de bebida (estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado e rio) foram associadas aos tratamentos de secagem, indicando similaridade ou dissimilaridade entre eles. O software utilizado para a análise dos dados foi o MINITAB, versão 13.0, e o SAS (FERREIRA, 1996).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da variação do teor de água (b.u.) do café ao longo do armazenamento é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Variação do teor de água (b.u.) ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3
Média	10,94	12,06	12,19	11,58

As variações no teor de água foram consideradas baixas e dentro dos limites aceitáveis para o armazenamento do café.

Observa-se um pequeno aumento do teor de água nas épocas 1 e 2, épocas essas que corresponderam à estação chuvosa do ano (Novembro e Março); portanto, maiores teores de água do café nessa época estão relacionadas ao fato de o café ter entrado em equilíbrio com um ambiente com maior umidade relativa do ar, como pode ser confirmado na Tabela 2.

Grãos ardidos

Pela análise de variância da quantidade de grão ardido em função dos tempos de armazenamento, tipos de café, tipos de terreiro e diferentes espessuras de camada, observou-se que as interações tempo x camada x café, (Tabela 3); tempo x camada x terreiro, (Tabela 4) e tempo x terreiro x café, (Tabela 5) foram significativas a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Variação do teor de água relativa e temperatura do ar dentro da tulha de armazenamento ao longo do tempo de armazenamento.

	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.
UR%	64,5	65,3	68,4	70,2	84,7	80,5	87,8	85,6	80,3	81,2	83,6	72,5
T°C	19,5	21,3	22,3	24,6	27,3	26,8	28,6	27,5	27,2	25,7	21,2	19,7

Tabela 3 – Valores médios do número de grãos ardidos dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em camadas fina e grossa, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa				Café
	0	1	2	3	0	1	2	3	
Boia	31,5 a	31,2 a	36,5 a	35,0 a	39,5 a	45,6 a	81,0 b	88,2 b	48,56 C
Cereja	43,5 a	46,5 a	45,0 a	48,2 a	91,5 a	97,3 ab	101,3 ab	106,7 b	73,10 A
CD	6,2 a	8,3 a	9,3 a	10,2 a	14,7 a	17,5 a	29,7 b	37,7 b	16,68 D
Roça	32,5 a	34,6 a	38,7 a	39,8 a	79,5 a	82,83 a	88,0 ab	90,2 b	60,77 B

CV= 14,03%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada e maiúscula na coluna Café, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 4 – Valores médios do número de grãos ardidos dos cafés submetidos a camadas finas e grossas secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Concreto	28,5 a	32,1 a	33,0 a	36,0 a	58,0 a	65,7 a	80,3 b	81,0 b
LA	20,8 a	23,7 a	27,7 a	28,7 a	53,8 a	58,3 ab	63,9 b	78,6 c
Terra	26,6 a	30,0 a	41,2 b	47,7 b	57,0 a	58,3 a	80,7 b	82,3 b
Camada	31,36 a				68,19 b			

CV =14,03%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 5 – Valores médios do número de grãos ardidos dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Concreto				LA				Terra			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Bóia	39,2 a	45,5 ab	58,5 b	51,2 ab	21,2 a	28,7 a	44,0 b	58,7 b	38,5 a	41,0 a	78,2 b	77,7 b
Cereja	66,5 a	75,0 b	81,2 b	81,2 b	62,2 a	69,5 a	64,5 a	72,2 a	58,7 a	62,06 a	85,7 b	98,2 b
CD	10,2 a	12,2 ab	23,0 ab	25,2 b	8,5 a	10,5 a	50,5 a	21,5 a	12,5 a	16,0 a	16,2 a	23,7 b
Roça	57,0 a	63,0 a	70,0 a	70,2 a	53,5 a	55,5 a	56,2 a	64,2 a	57,5 a	57,7 a	63,7 a	60,0 a
	58,4 b				44,48 a				53,01 b			

CV =14,03%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada tipo de terreiro não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Percebe-se na coluna café da tabela 3 que, de maneira geral, o número de grãos ardidos foi menor para o café-cereja descascado e maior para o café-cereja. O fato que mais contribuiu para que o café-cereja tenha obtido o maior número de grãos ardidos foi a alta ocorrência desses defeitos nas amostras dos cafés secados em camada grossa. Quando o fruto cereja é submetido a condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, como é o caso da camada grossa, ocorrem intensas fermentações, contribuindo, dessa maneira, para a intensificação do processo deteriorativo, originando o defeito ardido.

Verifica-se que, de modo geral, a presença de grãos ardidos nos cafés secados em espessura fina é menor do que nos secados em camada grossa, (Tabela 4), e que, ao contrário dos cafés submetidos à camada grossa, nos cafés secados em camada fina, não ocorreram aumentos no número de grãos ardidos durante o armazenamento (Tabela 3). Esse fato possivelmente ocorreu devido à ocorrência de fermentações e processos deteriorativos mais intensos, quando o café foi submetido à camada espessa na etapa de secagem.

Em relação ao tipo de terreiro usado, observa-se que, de maneira geral, os menores índices de grãos ardidos ocorreram para os cafés secados em terreiro de lama asfáltica, (Tabela 5). Apesar de diferenças significativas no número de grãos ardidos durante o armazenamento, não foi possível estabelecer uma relação entre a variação desses grãos com o tipo de café e o tipo de terreiro usado na secagem. Constatou-se também que os cafés secados em terreiro de terra, indiferentemente da espessura da camada, tiveram um aumento significativo ($P < 0,05$) ao longo do armazenamento, evidenciando, assim, a influência do terreiro de terra na incidência de defeitos ardidos ao longo do armazenamento.

Condutividade elétrica

Após a análise de variância dos valores de condutividade elétrica em função dos tempos de armazenamento, tipo de terreiros, espessuras de camada e tipos de cafés, observou-se que as interações tempo x camada x café, (Tabela 6); tempo x camada x terreiro, (Tabela 7) e tempo x terreiro x café, (Tabela 8) foram significativas a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Valores médios de condutividade elétrica dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em camadas fina e grossa, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa				Café
	0	1	2	3	0	1	2	3	
Boia	169 ab	162,5 a	161,8 a	170,8 b	180,2 a	184,2 a	211,7 b	211,5 b	181,19 D
Cereja	159,7 b	167 c	161 bc	133,2 a	172,1 a	182,5 b	184,2 b	194,3 c	169,24 B
CD	126,8 a	140,8 b	139 b	127,2 a	125,2 a	129,5 a	126,8 a	136 b	130,67 A
Roça	161,5 a	181,5 b	177,2 b	158 a	176,8 a	177,7 a	180 a	188 b	175,07 C

CV= 2,59%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada e maiúscula na coluna Café não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 7 – Valores médios de condutividade elétrica dos cafés submetidos a camadas finas e grossas secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Concreto	148,1 b	159,3 c	154,1 c	131,5 a	163,9 a	168,9 a	186,1 b	184,8 b
LA	149,3 b	156,6 c	156,4 c	132,8 a	163,2 a	159,3 a	160,4 a	178,3 b
Terra	163,7 a	173 bc	168,8 ab	177,6 c	163,7 a	177,3 b	180,5 b	179,8 b
Camada	155,92 a				172,16 b			

CV= 2,59%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 8 – Valores médios de condutividade elétrica dos cafés bóia, cereja, cereja descascado, e roça secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Concreto				LA				Terra			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Boia	178,6 a	170,8 a	199 c	188,3 b	173,9 a	172,0 a	178 a	177,5 a	168 a	177 b	182,8 b	208 c
Cereja	161,5 ab	173,3 c	164 b	154 a	163,1 ab	171,3 c	168 bc	156,3 a	173 a	180 ab	185,3 b	181 b
CD	118,4 b	126,8 c	125 bc	107,5 a	123,7 a	122,3 a	120 a	127,3 a	136 a	156 b	152,5 b	151 b
Roça	165,5 a	185,5 bc	191 c	182,8 b	164,3 a	166,3 a	167 a	161,0 a	178 a	175 a	178 a	187 b
	162,07 b				157,01 a				173,04 c			

CV= 2,59%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada tipo de terreiro não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se na coluna café da tabela 6 que, de maneira geral, os maiores valores ($P < 0,05$) de condutividade elétrica ocorreram para os cafés bóia, seguida dos cafés roça e cereja e que os menores valores foram encontrados nos cafés-cereja descascado. Percebe-se também (Tabelas 6 e 7) que para a secagem em camada fina, apenas os cafés secados em terreiro de terra apresentaram aumento significativo de condutividade elétrica durante o armazenamento. Já na camada grossa, ocorreram aumentos significativos para todos os cafés, indiferentemente do terreiro usado na secagem. Nota-se que, de maneira geral, o café secado em camada fina apresentou os menores valores de condutividade elétrica.

O aumento da condutividade elétrica coincidiu com o aumento do número de defeitos ardidados. Segundo Coelho (2000) e Pereira (1997), o aumento de grãos ardidados está diretamente relacionado com o aumento da condutividade elétrica. Dessa maneira, acredita-se que os resultados encontrados para a condutividade elétrica ajudam a confirmar a deterioração ocorrida nos cafés secados em camada grossa.

Em relação à pavimentação, observa-se na Tabela 8 que os cafés que obtiveram os menores valores de condutividade elétrica foram os secados em terreiro de lama asfáltica, seguido dos de concreto e terra. Resultados semelhantes a esse já foram encontrados em trabalho realizado por Reinato et al. (2005).

No terreiro de terra, percebe-se também que houve um aumento significativo da condutividade elétrica ao longo do armazenamento para todos os cafés estudados.

Lixiviação de Potássio

A análise de variância dos valores de lixiviação de potássio em função dos tempos de armazenamento, tipos de terreiro, tipos de cafés e espessuras da camada indicou diferenças significativas a 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para as interações tempo x camada x café, (Tabela 9); tempo x terreiro x café, (Tabela 10) e tempo x camada x terreiro, (Tabela 11).

Observa-se na Tabela 9, coluna café, que os menores valores de lixiviação de potássio foram obtidos para os cafés descascados. Verifica-se que, para todos os terreiros e cafés secados em camada fina, Tabela 9 e 10, não ocorreram aumentos dos valores de lixiviação de potássio durante o armazenamento. Já nos cafés secados em camada grossa, ocorreu o contrário, ou seja, aumento significativo para todos os cafés e terreiros estudados (Tabela 9 e 10). Percebe-se também que os cafés secados em camada fina apresentaram menores valores de lixiviação de potássio em relação aos cafés secados em camada grossa. Esses resultados se assemelham aos ocorridos no teste de condutividade elétrica.

O teste de lixiviação de potássio, assim como o de condutividade elétrica, indica possíveis danos ao sistema de membrana celular. Assim, os maiores valores de lixiviação de potássio correspondem a uma menor integridade na membrana celular, ocasionado por processos deteriorativos ocorridos durante a secagem em camadas grossas ou em terreiros de terra.

Na tabela 11 observa-se, de modo geral, que os maiores valores de lixiviação de potássio ocorreram para os cafés secados na terra.

Tabela 9 – Valores médios de lixiviação de potássio dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em camadas fina e grossa, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa				Café
	0	1	2	3	0	1	2	3	
Boia	46,8 a	46,8 a	49,3 a	48,7 a	54,8 a	55,3 a	65 b	68,7 c	54,4 B
Cereja	44,4 a	52,3 a	53 a	45,8 a	51,6 a	58,2 b	59,3 b	65,8 c	53,8 B
CD	39,1 a	37,8 a	39,3 a	39,8 a	35,8 a	45,1 b	42,5 b	52 c	41,4 A
Roça	47,8 a	55,8 a	48,7 a	47,2 a	53,7 a	55,2 a	61,2 b	65,2 c	54,33B

CV = 3,87%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada e maiúscula na coluna Café não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 10 – Valores médios de lixiviação de potássio dos cafés submetidos a camadas finas e grossas secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Concreto	40,6 a	39,6 a	45 a	44,5 a	47,3 a	48,9 a	55,9 b	58,5 c
LA	39,3 a	42 a	45,4 a	45 a	53,3 a	52,9 a	55,9 b	65,1 c
Terra	53,6 a	54,3 a	53,3 a	54,5 a	53,3 a	51,6 a	59,3 b	65,1 c
Camada	55,46 a				69,82 b			

CV = 3,87%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 11 – Valores médios de lixiviação de potássio dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Concreto				LA				Terra			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Boia	47,3 a	49,8 ab	52 b	50,5 ab	56 a	55,8 a	54,5 a	62,8 b	46,6 a	50,3 b	65 c	62,8 c
Cereja	44,5 a	50,5 b	53,3 b	54 b	45,9 a	57,8 bc	59,8 c	54,5 b	53,5 a	57,5 b	55,5 ab	59 b
CD	34,5 a	39,3 bc	41,5 c	36,5 ab	36,9 a	36,3 a	38,3 a	45 b	39,8 a	43 a	50,2 b	56,3 c
Roça	42,3 a	55,5 b	54 b	55,3 b	46,4 a	46,8 a	49,3 ab	52 b	63,6 a	64,3 a	61,5 a	61,3 a
	47,53 a				49,85 ba				55,61 c			

CV = 3,87%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada tipo de terreiro não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se também que para todos os cafés secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ocorreu aumento significativo dos valores de lixiviação de potássio, com exceção do café roça secado na terra. Isso possivelmente ocorreu devido a elevados valores de lixiviação de potássio, que esse tipo de café já possuía no início do armazenamento. A porção roça é constituída de grande quantidade de frutos verdes que, por sua vez, originam o preto verde classificado como ardido. Esses defeitos, segundo Pereira (1997),

possuem valores mais elevados de lixiviação de potássio. Esse fato aliado à secagem desse tipo de café em terreiro de terra pode ter provocado a alta incidência de grãos ardidos e, conseqüentemente, o elevado valor de lixiviação de potássio.

Açúcares totais

A análise de variância dos valores de açúcares totais em função dos tempos de armazenamento, tipos de terreiro, de café e de espessuras de camada de

secagem demonstrou diferença significativa a 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para as interações tempo x camada x café, (Tabela 12 tempo x camada x terreiro, (Tabela 13) e tempo x terreiro x café, (Tabela 14).

Observa-se na tabela 12, coluna café, que os maiores valores de açúcares totais ocorreram para o café-cereja descascado (Cd) e os menores, para o café-roça (R). Isso possivelmente ocorreu em função da presença de frutos verdes na porção roça. Afonso Júnior (2001) e Pimenta (2003) relatam em seus trabalhos que os frutos verdes possuem menor quantidade de açúcar total. Nota-se também maiores valores de açúcar total para os cafés secados em camada fina, Tabela 13.

Verifica-se que, nos cafés secados em camada grossa, ocorreu diminuição dos valores de açúcar total, independentemente do tipo de café e do tipo de terreiro usado na secagem, (Tabela 12 e 13).

Percebe-se também que houve uma redução significativa ($P < 0,05$) para os cafés secados em camada fina em terreiro de terra (Tabela 13).

Em relação à variação dos açúcares em função da pavimentação, nota-se que, de maneira geral, não

houve diferença significativa para os valores de açúcares totais em relação ao tipo de terreiro usado na secagem (terra, lama asfáltica, concreto), Tabela 14.

Para os cafés secados em concreto e lama asfáltica, percebe-se que não houve aumento ou redução dos açúcares ao longo do armazenamento, com exceção do café-roça. Nos cafés secados em terreiro de terra, observa-se uma redução significativa dos valores de açúcares totais para todos os tipos de café.

Uma das hipóteses para a redução do açúcar ao longo do armazenamento nos tratamentos relatados acima é que os cafés submetidos a secagens em terreiro de terra ou em outros tipos de terreiros, mas com camada espessa, proporcionam melhores condições para o desenvolvimento de microrganismos. Esses, por sua vez, utilizam os açúcares como um dos principais substratos para o seu desenvolvimento.

Dessa maneira, a redução pode ter ocorrido em função do consumo de parte dos açúcares totais pelos microrganismos, tanto na etapa de secagem como no armazenamento.

Tabela 12 – Valores médios de açúcar total dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em camadas fina e grossa, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa				Café
	0	1	2	3	0	1	2	3	
Bóia	6,9 a	7,8 b	8 b	7 a	6,6 b	7,3 c	6,7 b	5,8 a	5,99 B
Cereja	7,3 a	8 b	7,2 ^a	7 a	6,9 b	7,2 b	6,7 b	6 a	6,12 B
CD	7,8 ab	8,8 c	8,2 b	7,3a	7,4ab	8,2 c	8 bc	6,8 a	7,13 C
Roça	7,5 bc	8 c	7,2 ab	6,7a	7,2 b	6,7 b	5,8 a	5,5 a	5,82 A

CV = 5,80%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada tipo de terreiro e maiúscula na coluna Café não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 13 – Valores médios de açúcar total dos cafés submetidos a camadas fina e grossa secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Concreto	7,3 a	7,9 a	7,5 a	7,4 a	6,8 b	6,9 b	6,4 b	5,8 a
L.Asfáltica	7,5 a	8,1 a	7,4 a	7,5 a	7,2 bc	7,8 c	7,1 b	6,3 a
Terra	7,2 b	8,5 c	8 c	6,1 a	6,9 b	7,4 b	6,9 b	6,1 a
Camada	6,48 b				6,05 a			

CV = 5,80%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada espessura de camada não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Análise sensorial

Para avaliação das alterações sensoriais ocorridas antes e após o armazenamento, foi realizada análise de correspondência, utilizando os dados de frequência de ocorrência de bebidas. Objetivou-se com essa análise associar os diversos tratamentos com suas bebidas mais frequentes.

As legendas para identificação dos tratamentos são apresentadas na Tabela 15.

A visualização dos agrupamentos antes e após o armazenamento foi feita pela plotagem do mapa perceptual para as devidas proporções avaliadas, apresentadas na figura 1 e 2, respectivamente.

Pelos resultados ilustrados na figura 1, verifica-se que a maioria dos tratamentos encontra-se associada à bebida dura, caracterizando a formação de um grupo.

A formação de outros dois grupos também pode ser observada claramente. Um deles é formado pelos cafés descascados, secados em camadas finas, em terreiros de lama asfáltica e concreto. Esses cafés possuem uma alta associação com as bebidas mole, apenas mole e estritamente mole.

O outro grupo está associado às bebidas riado e rio. Os cafés que integram esse grupo são o roça e o bóia, secados em camada grossa, em terreiro de terra, e o café-cereja, secado em camada grossa nos terreiros de concreto e de lama asfáltica.

Após o armazenamento (Figura 2) observa-se alteração na composição dos grupos. Os cafés secados em camada grossa, com exceção do cereja descascado, que antes do armazenamento estava associado ao grupo da bebida dura, passaram para o grupo das bebidas inferiores (riado e rio).

Tabela 14 – Valores médios de açúcar total dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	Concreto				LA				Terra			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Boia	6,5 a	7,0 a	7,0 a	6,5 a	6,7 a	8,0 b	7,5ab	6,8 a	6,9 b	7,8 c	7,5 bc	6,0 a
Cereja	7,2 a	7,0 a	7,0 a	6,8 a	7,5 ab	7,8 b	6,8a	7,0 ab	6,6 b	8,0 c	7,0 b	5,8 a
CD	7,6 a	8,5 b	7,5 a	7,0 a	8,4 a	8,6 a	8,6a	7,8 a	7,3 ab	8,3 c	8,0 bc	6,5 a
Roça	7,2 c	7,0 bc	6,3 ab	6,0 a	7,3 b	7,3 b	6,0a	6,0 a	7,6 b	7,8 b	7,3 b	6,3 a
	6,17 a				6,40 a				6,23 a			

CV = 5,80%, Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha para cada tipo de terreiro não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 15 – Legenda com a identificação dos tratamentos.

CFLA	Cereja lama fino	RFLA	Roça lama fino
CGLA	Cereja lama grosso	RGLA	Roça lama grosso
CFTR	Cereja terra fino	RFTR	Roça terra fino
CGTR	Cereja terra grosso	RGTR	Roça terra grosso
CFC	Cereja concreto fino	RFC	Roça concreto fino
CGC	Cereja concreto grosso	RGC	Roça concreto grosso
CDFLA	Cereja descascado lama fino	BFLA	Bóia descascado lama fino
CDGLA	Cereja descascado lama grosso	BGLA	Bóia descascado lama grosso
CDFTR	Cereja descascado terra fino	BFTR	Bóia descascado terra fino
CDGTR	Cereja descascado terra grosso	BGTR	Bóia descascado terra grosso
CDFC	Cereja descascado concreto fino	BFC	Bóia descascado concreto fino
CDGC	Cereja descascado concreto grosso	BGC	Bóia descascado concreto grosso

As secagens realizadas em terrenos de lama asfáltica e concreto não exerceram influência na perda de qualidade do café ao longo do armazenamento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO JÚNIOR, C. **Aspectos físicos, fisiológicos e de qualidade do café em função da secagem e do armazenamento**. 2001. 384 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade**. 1978. 85 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1978.
- AMORIM, H. V.; CRUZ, A. R.; DIAS, R. M.; GUTIERREZ, L. E.; TEIXEIRA, A. A.; MELLO, M.; OLIVEIRA, G. D. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Guarapari: MIC/IBC, 1977. p. 15-18.
- AMORIM, H. V.; TEIXEIRA, R. V. Water soluble and non protein components of Brazilian green coffee bean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, p. 179-1184, 1975.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990.
- BACCHI, O. O branqueamento dos grãos de café. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 28, p. 467-484, abr. 1962.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8**, de 11 de Junho de 2003. Aprova o regulamento técnico da identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. 2003. Disponível em: <<http://www.ministerio.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2006.
- BROOKER, D. B.; BARKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and Storage of grains and oil seeds**. Westport: AUI, 1992. 450 p.
- COELHO, K. F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida “estritamente mole” após a inclusão de grãos defeituosos**. 2000. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação de métodos para remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 191-195, 1993.
- FERREIRA, D. F. **Aspectos da análise multivariada: análise multivariada**. Lavras: UFLA, 1996. 389 p.
- GODINHO, R. P.; VILELLA, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; CHAGAS, S. J. R. Variações na cor e na composição química do café (*Coffea arabica* L.) armazenado em coco e beneficiado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 38-42, 2000. Especial Café.
- LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 1991. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.
- LEITE, R. A. **Qualidade tecnológica do café (*coffea arabica* L.) pré-processado por via seca e via úmida**. 1998. 54 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.
- NOBRE, G. W. **Alterações qualitativas do café cereja descascado durante o armazenamento**. 2005. 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”**. 1997. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- PIMENTA, C. J. **Qualidade do café *Coffea arabica* L. originados de frutos colhidos de quatro estádios de maturação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

- PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: UFLA, 2003. 304 p.
- PINTO, N. A. V. D.; PEREIRA, R. G. F. A.; FERNANDES, S. M.; THÉ, P. M.; CARVALHO, V. D. Caracterização dos teores de polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café (*Coffea arabica* L.) cru e torrado do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 4, p. 52-58, 2002.
- PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.
- REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; SILVA, P.; ABRAHÃO, E. J. Qualidade da bebida dos cafés descascado, cereja, bóia e roça secados em terreiros de terra e lama asfáltica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Anais...** Guarapari: [s.n.], 2005. p. 314-315.
- RIBEIRO, D. M. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem**. 2003. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- SILVA, R. F. **Qualidade do café cereja descascado produzido no sul de Minas Gerais**. 2003. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technology**, Westport, p. 527-575, 1979.
- STIRLING, H. G. Further experiments on factors affecting quality loss in stored arábica coffee. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 40, n. 466, p. 28-35, Jan. 1975.
- SUBRAHMANYAN, V.; BATISTA, D. S.; NATARAJAN, C. P.; MAJUNDER, S. K. Storage of coffee beans. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 25, n. 1, p. 26-36, Jan. 1961.
- TOSELLO, A. Beneficiamento e armazenamento. In: GRANER, E. A.; GODOY JUNIOR, C. **Manual do cafeicultor**. São Paulo: Melhoramentos, 1967. cap. 10, p. 247-257.
- VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas: pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998a. p. 219-274.
- VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA: ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1998, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998b. p. 219-274.
- VILELLA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural durante o processo de secagem**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.