

RODRIGO DE OLIVEIRA SIMÕES

**QUALIDADE DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
PRÉ-PROCESSADO POR VIA SECA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

RODRIGO DE OLIVEIRA SIMÕES

**QUALIDADE DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
PRÉ-PROCESSADO POR VIA SECA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de fevereiro de 2009.

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Co-orientador)

Prof. Mauri Martins Teixeira

Dr. Fernando Antônio Pereira Silva

Prof. Onkar Dev Dhingra

Profª. Lêda Rita D'Antonino Faroni
(Orientadora)

"A cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-se do sofrimento, perdemos também a felicidade. A dor é inevitável. O sofrimento é opcional."

Carlos Drummond de Andrade

DEDICO

*À minha querida e estimada mãe Maria José,
meu exemplo de vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela saúde, disposição e alegria de viver e por ter me dado mais uma conquista na vida.

À Santa Teresinha do Menino Jesus e Santa Rita de Cássia por intercederem junto a Jesus Cristo para iluminar meus caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do Programa de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

À illycaffè pela parceria durante a realização deste trabalho.

À minha mãe Maria José, só posso agradecer-lhe pela vida que me deu, seu carinho, bondade e zelo, que norteiam os atos meus. A sua dedicação dia após dia aplacando a minha dor, foram gestos supremos de mostrar o seu amor.

Ao meu pai Ronaldo, meu irmão Rogério, minha comadre Eliana e aos meus filhos de coração Alícia e Caio, pelo incentivo, apoio e dedicação, que possibilitaram vencer mais uma etapa da minha vida.

A toda minha família pelo grande amor, pela paciência dada a minha ausência constante desde o início de minha vida acadêmica e pelas alegrias compartilhadas ainda que a distância. Em especial ao Tio Edinho e a Elenir, agradeço de coração, pela confiança e estímulo que contribuíram muito para minha formação pessoal.

À Profª. Lêda Rita D'Antonino Faroni pela excelente orientação desde o fim do período de graduação e em todo o tempo de mestrado. Presente em todos os momentos, incentivou, apoiou e colaborou, com sua competência, na superação de

minhas dificuldades de aprendizado, com sua paciência, nos momentos de minhas ansiedades e, acima de tudo, pela amizade que tem me enriquecido como pessoa.

Ao Prof. Adílio Flauzino de Lacerda Filho e ao Prof. Paulo Roberto Cecon, pela valiosa orientação, amizade, incentivo e dedicação no decorrer do curso, por meio de disciplinas ou durante o desenvolvimento de atividades envolvendo o projeto de mestrado.

À Prof. Maria Cristina Dantas Vanetti e à técnica Adriana do Laboratório de Microbiologia Industrial pela colaboração durante a realização das análises físico-químicas.

Difícil encontrar palavras para agradecer ao Marco Aurélio (MIP-Grãos) pelo apoio incondicional para êxito em todos os meus trabalhos, por contribuir de forma expressiva nas análises e interpretações dos resultados e pela atitude solidária, lealdade, companheirismo e grande amizade, a qual me orgulha muito por possuir e que há de ser conservada. Agradeço de coração, sua ajuda, presteza e incentivo, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À companheira de trabalho e minha mais nova amiga “estrangeira”, Juliana Cristina, vulgo “paraguiaia”. Juntos enfrentamos problemas e dificuldades, dividimos tarefas e compartilhamos experiências e conhecimento que não se limitaram apenas ao nosso ambiente de trabalho.

Aos estagiários e bolsistas do MIP-Grãos, Augusto, Felipe, Gutierrez e Maurílio, pela ajuda, amizade e convívio no decorrer do curso; em especial ao João Paulo, fiel escudeiro, presente em todos os trabalhos e projetos desenvolvidos nesta fase.

Aos colegas dos Laboratórios MIP-Grãos, e Grãos, Adalberto, Hany, Joseane, Juliana e Ernandes e aos demais bolsistas e estagiários pela convivência durante a realização do trabalho.

Aos professores, funcionários e técnicos do DEA, pelas sugestões, disponibilidade e ensinamentos.

Aos meus amigos do alojamento “Posinho” (apto 1721), de república, e das quadras de vôlei por terem me presenteado com suas amizades e apoio durante o desenvolvimento desta dissertação.

A algumas pessoas especiais. “... pessoas não se tornam especiais pelo modo de agir, mas sim pela profundidade que atingem nossos sentimentos...” Obrigado por terem passado pela minha vida.

Finalmente, a todas as pessoas que não foram mencionadas, mas que foram e ainda são importantes em minha vida e que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

Rodrigo de Oliveira Simões, filho de Ronaldo Raimundo Simões e Maria José de Oliveira Simões, nasceu em 30 de setembro de 1977, em Divinópolis, no Estado de Minas Gerais.

Ingressou no Curso de Química em fevereiro de 2000 na Universidade Federal de Viçosa, onde foi estudante voluntário de iniciação científica do Laboratório de Físico-Química do Departamento de Química de abril de 2001 a julho de 2003. Em 2003, transferiu-se para o Curso de Engenharia de Alimentos, exercendo as atividades de Diretor de Projetos na Alimentos Júnior Sociedade Civil em Tecnologia e Consultoria da UFV durante os anos de 2004 e 2005, graduando-se Engenheiro de Alimentos em março de 2007.

No mesmo mês, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, nível de Mestrado no Setor de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação da Prof^a. Lêda Rita D'Antonino Faroni, submetendo-se a defesa de dissertação em fevereiro de 2009, já estando aprovado para o Doutorado neste mesmo programa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	5
Primeiro capítulo	10
Secagem do café em coco e sua relação com o desenvolvimento de fungos	10
<i>RESUMO</i>	10
Drying of coconut and coffee in its relationship with the development of fungi	12
<i>ABSTRACT</i>	12
1. <i>INTRODUÇÃO</i>	13
2. <i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	16
3. <i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	22
4. <i>CONCLUSÃO</i>	43
5. <i>REFERÊNCIAS</i>	44
Segundo capítulo	53
Caracterização físico-química e sensorial do café (<i>Coffea arabica</i> L.) colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja	53
<i>RESUMO</i>	53

Physical-chemical and sensory of coffee (<i>Coffea arabica</i> L.) collected in different percentages of maturation stage cherry	55
<i>ABSTRACT</i>	55
1. <i>INTRODUÇÃO</i>	56
2. <i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	59
3. <i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	68
4. <i>CONCLUSÃO</i>	108
5. <i>REFERÊNCIAS</i>	109
CONCLUSÕES GERAIS	121

LISTA DE TABELAS

Primeiro capítulo 10

Secagem do café em coco e sua relação com o desenvolvimento de fungos 10

TABELA 1 – Classificação quanto ao estágio de maturação fisiológica dos frutos. 17

TABELA 2 – Valores médios do teor de água (% b.u.) e da atividade de água (adimensional) dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, durante o processo de secagem, em função dos tratamentos: T1 – terreiro de cimento, T2 – terreiro suspenso. 27

TABELA 3 – Matriz de correlações das variáveis, teor de água e atividade de água. 29

TABELA 4 – Matriz de correlações das variáveis, teor de água e atividade de água em relação ao tempo gasto durante o processo de secagem. 30

TABELA 5 – Análise de variância para os valores de teor de água do café em coco. 31

TABELA 6 – Análise de variância para os valores de atividade de água do café em coco. 32

TABELA 7 – Comparação dos valores médios de atividade de água, em função dos lotes de café em coco, em diferentes porcentagens de frutos cereja. 32

TABELA 8 – Incidência (%) de fungos nas etapas durante o pré-processamento dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%). 35

Segundo capítulo 53

Caracterização físico-química e sensorial do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja 53

TABELA 1 – Equações de regressão ajustadas para as curvas de secagem dos lotes de café e os respectivos coeficientes de determinação. 70

TABELA 2 – Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro. 70

TABELA 3 – Valores médios de lixiviação de potássio (ppm), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	71
TABELA 4 – Valores médios da acidez titulável total (NaOH 0,1N 100g ⁻¹ de amostra), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	75
TABELA 5 – Valores médios de pH, para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	78
TABELA 6 – Valores médios da acidez graxa (mL de KOH 100g ⁻¹ de MS), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	81
TABELA 7 – Valores médios de extrato etéreo (%), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	83
TABELA 8 – Valores médios do índice de coloração (D.O. 425 nm), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	84
TABELA 9 – Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais da bebida de café em função dos lotes de café em diferentes porcentagens de frutos cereja.	88
TABELA 10 – Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais da bebida de café em função dos tipos de terreiros utilizados durante o processo de secagem.	94
TABELA 11 – Matriz de correlações das variáveis físico-químicas do grão beneficiado.	99
TABELA 12 – Matriz de correlações entre as variáveis físico-químicas e sensoriais do Lote 1 (a), Lote 2 (b), Lote 3 (c) e Lote 4 (d).	103

LISTA DE FIGURAS

Primeiro capítulo	10
Secagem do café em coco e sua relação com o desenvolvimento de fungos	10
FIGURA 1 – Amostras dos lotes de café em coco segundo as diferenças na porcentagem do estágio de maturação cereja: Lote 1 = 90,9% (a), Lote 2 = 81,5% (b), Lote 3 = 65,4% (c) e Lote 4 = 44,7 (d).	17
FIGURA 2 – Secagem dos lotes de café em coco em terreiro de cimento (a) e em terreiro suspenso (b).	18
FIGURA 3 – Curvas de secagem dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%) (○), Lote 2 (81,5%) (□), Lote 3 (65,4%) (Δ) e Lote 4 (44,7%) (◇) em terreiro de cimento (a) e em terreiro suspenso (b).	22
FIGURA 4 – Curvas de secagem em terreiro de cimento (○) e em terreiro suspenso (□) dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%) (a), Lote 2 (81,5%) (b), Lote 3 (65,4%) (c) e Lote 4 (44,7%) (d).	23
FIGURA 5 – Curvas de atividade de água dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%) (○), Lote 2 (81,5%) (□), Lote 3 (65,4%) (Δ) e Lote 4 (44,7%) (◇) durante o processo de secagem em terreiro de cimento (a) e em terreiro suspenso (b).	25
FIGURA 6 – Incidência (%) de fungos nas etapas durante o pré-processamento dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja.	38
FIGURA 7 – Valores médios de temperatura e umidade relativa ocorridos na segunda e primeira quinzena dos meses de julho e agosto de 2008, durante o processo de secagem do café em coco.	41
Segundo capítulo	53
Caracterização físico-química e sensorial do café (<i>Coffea arabica</i> L.) colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja	53
FIGURA 1 – Ficha para avaliação sensorial dos atributos de qualidade da bebida de café das amostras dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja secos em terreiro de cimento e em terreiro suspenso.	65

FIGURA 2 – Curvas de secagem dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%) em terreiro de cimento e em terreiro suspenso.	68
FIGURA 3 – Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) (a) e lixiviação de potássio (ppm) (b) para os lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja em função do tipos de terreiro.	73
FIGURA 4 – Valores médios da acidez titulável total (NaOH 0,1N 100g^{-1} de amostra), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	77
FIGURA 5 – Valores médios do índice de coloração (D.O. 425 nm), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.	87
FIGURA 6 – Média de intensidade (1 a 9) dos atributos sensoriais das bebidas em função dos lotes de café em diferentes estádios de maturação cereja.	93
FIGURA 7 – Média de intensidade (1 a 9) dos atributos sensoriais das bebidas em função dos tipos de terreiros utilizados durante o processo de secagem.	97

RESUMO

SIMÕES, Rodrigo de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Qualidade de café (*Coffea arabica* L.) pré-processado por via seca.** Orientadora: Lêda Rita D'Antonino Faroni. Co-orientadores: Adílio Flauzino de Lacerda Filho e Paulo Roberto Cecon.

O estágio de maturação fisiológico com o qual os frutos de café são colhidos pode influenciar na qualidade fisiológica dos grãos e na qualidade final da bebida de café, principalmente em função das suas particularidades. O objetivo deste estudo foi o de verificar alguns aspectos do pré-processamento do café em coco, colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, relacionando a influência deste estágio de maturação, durante o processamento do café, na composição físico-química e na qualidade da bebida. Os frutos de café foram colhidos em quatro porcentagens do estágio de maturação cereja, pelo sistema de derriça manual no pano, caracterizando-se assim os quatro lotes estudados, Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%). Depois de colhido, os lotes individualizados foram lavados, separando-se os frutos de maior massa específica que foram transportados para terreiro de cimento, onde permaneceram durante dois dias, para redução do teor de água inicial em torno de 70% base úmida (b.u.). Após este período, cada lote foi subdividido, uma parte permanecendo no terreiro de cimento e a outra transferida para terreiro suspenso. Diariamente, os frutos foram espalhados com o auxílio de um rodo, sobre o terreiro de cimento e sobre o terreiro suspenso, formando uma camada de aproximados três cm, que ao entardecer, foram amontoados e cobertos com lona plástica. Ao amanhecer, novamente os frutos foram espalhados nos terreiros, repetindo-se este processo até que os lotes de café em coco atingissem o teor de água recomendado para o armazenamento, 11% b.u.. A cada dois dias, ao final do período da tarde, amostras de três litros de café foram coletadas para as determinações do teor de água, e atividade de água. Para a detecção e a identificação de fungos, coletaram-se amostras de café durante todas as etapas do pré-processamento do café por “via seca”. As análises de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, acidez titulável total, acidez graxa, extrato etéreo, pH e índice de coloração foram feitas com grãos de café beneficiados sem defeitos visíveis, retidos em peneiras de crivo circular 16 acima. A avaliação dos atributos sensoriais

(prova de xícara) foi feita com grãos selecionados utilizando-se os mesmos critérios das análises físico-químicas, devidamente torrados (torra média) e apresentados sob a forma de café expresso. O experimento para as análises físico-químicas foi conduzido segundo esquema fatorial 4x2 (quatro lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja e dois tipos de terreiro durante o processo de secagem) no delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o SAEG versão 9.1. Os dados de detecção e de identificação de fungos foram expressos em porcentagem de espécies encontradas na casca e nos grãos de café. A análise estatística das avaliações sensoriais foi conduzida segundo o mesmo esquema fatorial descrito para as análises físico-químicas, no entanto, no delineamento em blocos casualizados (D.B.C) utilizando o programa SAS[®] através do PROC GLM, versão 8.0. Foram verificadas as correlações (r) de Pearson com $\alpha=0,05$ entre as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais através do PROC CORR do programa SAS[®], versão 8.0. Verificou-se que as condições ambientes durante o processo de secagem influenciaram na absorção de umidade do café e que este efeito foi mais intenso no terreiro de cimento. A baixa atividade de água, 0,533, ao final do processo de secagem foi o parâmetro responsável pela redução no percentual da maioria dos fungos identificados. Foram verificadas diferenças ($P<0,05$) em todos os parâmetros físico-químicos avaliados, inferindo melhor qualidade dos grãos para os lotes que apresentaram maiores porcentagens de frutos cereja. Estas diferenças também foram observadas entre os tipos de terreiro empregados, tendo o terreiro suspenso apresentado melhor qualidade dos grãos comparativamente aos grãos secos no terreiro de cimento. Entretanto, tais diferenças afetaram negativamente a qualidade final da bebida de café, haja vista não terem ocorrido diferenças significativas entre os atributos sensoriais que os classificassem como sendo de pior qualidade. As correlações significativas entre as variáveis físico-químicas e sensoriais, avaliadas durante o processamento do café em coco, sugerem que os danos causados à membrana celular dos grãos de café, sejam indicadores da qualidade final do café.

ABSTRACT

SIMÕES, Rodrigo de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2009. **Quality of coffee (*Coffea arabica* L.) pre-processed in coconut.** Adviser: Lêda Rita D'Antonino Faroni. Co-Advisers: Adílio Flauzino de Lacerda Filho and Paulo Roberto Cecon.

The maturity stage physiological of coffee fruit after their harvest may influence on the physiological quality of grains and the final quality of coffee drink, mainly because of their peculiarities. The objective of this study was to verify some aspects of pre-process of coffee in coconut, harvesting at different percentages of cherry maturation stage, relating the influence of this stage of maturation, during processing of coffee in physical-chemical composition and quality of the drink. The coffee fruits were harvested in four percentages of cherry maturation stage by Derric manual system on the cloth, characterizing were investigated with four lots, Lot 1 (90.9%), Lot 2 (81.5%), Lot 3 (65.4%) and Lot 4 (44.7%). After collected, the individual lots were washed, and the fruits of higher density were separated and transported to the cement terrace, where they remained for two days to reduce the initial water content of around 70% wet basis (wb). After this period, each lot was divided; one part remained in cement terrace and another court transferred to suspended terrace. The fruits were spread daily with using a squeegee on cement terrace and suspended terrace. These fruits formed layer with approximately three cm, which at dusk were stacked and covered with bags of plastic canvas and sackcloth. At dawn, these fruits were spread again on terraces, this process was repeating until the lots of coffee in coconut reach to 11% bu. (the recommended moisture content for storage). Every two days, in end of afternoon, samples of three liters of coffee were collected to determination of water content and water activity, and after step of washing, the coffee transferred from cement terrace to suspended terrace to detection and identification of fungi in the end of process of drying. After completing of process of drying, the coffee lots in coconut enhanced, capability the grains to separating with visible defects, and retained in sieves of 16 circular sieves above used to analysis of electrical conductivity and potassium leaching. These grains were ground with using a sieve of 30 "Meshes" to analysis of total acidity, fat

acidity, ether extract, pH and color index of sensory analysis (proof cup). The experiment of physical-chemical analysis was conducted the second factorial 4x2 (four lots of coffee in coconut in different percentages of maturation stage and two types of terrace during the drying) in a complete randomized design (CRD) with three replications. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and means were compared with using Tukey test at 5% probability (SAEG version 9.1). The data for detection and identification of fungi were expressed in percentage of species found in peel and coffee beans. Statistical analysis of sensory evaluation was conducted following the same schedule described factor to physical-chemical analysis with randomized block design (RBD) and program of SAS[®] PROC GLM, version 8.0. We verified the correlations (r) of Pearson with $\alpha=0.05$ between the physical-chemical and sensory attributes by the PROC CORR program of SAS[®], version 8.0. The results showed, the adverse environmental conditions at certain periods during the drying process were instrumental in the absorption of moisture of the coffee and that this effect was more intense in cement terrace, because suspended terrace was more protected from the weather change. The behaviors of the curves of drying and water activity were similar, resulting in an exponential curve adjusted to form the type $y = y_0 + ae^{-bx}$. The low water activity, 0.533; the end of drying process was the direct responsible parameter to the reduction which was identified in the percentage of fungi. There were significant differences ($P<0.05$) measured in all physical and chemical parameters, the results showed that better quality of grain in lots that had higher percentages of fruits. These differences were also observed between the types of terrace employees; suspended terrace presented better quality of grain compared to grains in the yard of dry cement. However, these differences were not significant determinants to the point of adversely affecting the final quality of the drink of coffee, since they have not been significant differences between the sensory attributes that rank as being of lower quality. The significant correlations between variables of physical chemical and sensory evaluating during the processing of coffee in coconut, suggest that the damage of cell membranes of coffee beans are the main indicators to describe properly the final quality of coffee.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e o segundo maior mercado consumidor da bebida, atrás somente dos Estados Unidos (CONAB, 2008). Apesar de ocupar posição de destaque como maior exportador mundial, o café brasileiro ainda perde muito em qualidade para os grãos produzidos em outros países da América, sendo um dos principais obstáculos à exportação a elevada exigência dos mercados consumidores cada vez mais exigentes em produtos com alto padrão de qualidade (CARVALHO et al., 1994; PASIN et al., 2002; VEGRO et al., 2005).

O termo qualidade de café pode ser definido como um conjunto de atributos físicos, químicos, sensoriais e de segurança que atendam os gostos dos mais diversos tipos de consumidores (PEREIRA, 2004). A qualidade final do grão beneficiado é resultado da interação de vários fatores, tais como condições climáticas, adubação, tratamentos fitossanitários, estágio de maturação dos frutos, cuidados na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (AMORIM, 1978; LEITE et al., 1998; SILVA et al., 2001; MARQUES et al., 2008). Dentre esses fatores, deve-se atentar para os que atuam durante e após a colheita, pois esses têm sido apontados como causadores de modificações químicas indesejáveis e prejudiciais à qualidade do café (LEITE e CARVALHO, 1994; CUSTÓDIO et al., 2007; CORADI et al., 2008).

Normalmente, o cafeeiro apresenta, na fase de maturação, frutos em diferentes estágios (verdes, cerejas, passas e secos), devido à característica desta espécie em produzir várias florações em intervalos que vão geralmente do final de setembro até novembro (BÁRTHOLO e GUIMARÃES, 1997; NOGUEIRA et al., 2005). Mesmo em regiões adequadas ao plantio de café, por se tratar de uma cultura perene, as condições climáticas, adversas em certos períodos do ano, durante as fases

de floração, frutificação e amadurecimento, podem provocar maturações desuniformes (VILELA, 1997). O fruto ideal para ser colhido é aquele que tenha completado o estágio de maturação, que corresponde, no caso do café, ao denominado fruto cereja (GARRUTI e GOMES 1961; PIMENTA et al., 1997; MAZZAFERA et al., 1998) pois quando colhido verde ou seco na planta, pode ocasionar incidência de grãos verdes, ardidos e pretos, resultando nos piores defeitos para a qualidade do café.

Dentre as operações realizadas na cultura do café, a colheita é a mais dispendiosa e a que demanda mais mão-de-obra, representando 30% do custo da produção (MATIELLO et al., 2005). No Brasil, a colheita pelo sistema de derriça no pano, é uma prática muito comum e uma das mais utilizadas (SOUZA et al., 2006), considerada a operação mais complexa, representando até 75% do tempo despendido durante esta operação, sobretudo pela influência no custo de colheita (BÁRTHOLO e GUIMARÃES, 1997). Segundo SILVA et al. (2006), essa elevada demanda por mão-de-obra, que se concentra em um período de cerca de 100 dias, tem sido limitante para a exploração da cultura.

Depois de colhido, o café pode ser processado de duas formas: por via seca e por via úmida (SIVETZ e DESROSIER, 1979; IBC, 1985; LEITE et al., 1998; SILVA et al., 2001). No Brasil, tradicionalmente, o método utilizado para o processamento do café é o por via seca, o fruto é seco na sua forma integral (com casca, polpa e mucilagem), dando origem ao café natural ou em coco. Entretanto, nos últimos anos o processamento do café por via úmida, originando os cafés descascados, despolpados e desmucilados, vem crescendo entre os produtores brasileiros (WINTGENS, 2004; ISQUIERDO, 2008). Ainda, segundo SOUZA (2000), apesar de o processamento por via úmida promover a remoção da

mucilagem, porção do fruto que pode favorecer o desenvolvimento de fermentações microbianas e secagem mais lenta, este método de processamento apresenta uma grande desvantagem ao impedir que características desejáveis sejam transmitidas da mucilagem para o grão.

Em função do elevado conteúdo de água, cerca de 60% base úmida (b.u.), no momento da colheita, torna-se necessária a utilização de processos de secagem para preservar sua qualidade em níveis seguros ao longo do armazenamento (BUCHELI et al., 2000; SILVA et al., 2000; ISQUIERDO, 2008). Durante o processo de secagem, em terreiros ou em secadores mecânicos, o conteúdo de água do grão é reduzido para valores próximos de 11% b.u., diminuindo-se assim os riscos de deterioração do grão em função dos processos de respiração, oxidação, fermentação e desenvolvimento de fungos e bactérias.

A presença de microrganismos, em especial a dos fungos filamentosos, nas fases pré e pós-colheita pode estar diretamente ligado ao processo de degradação de componentes dos frutos de café, principalmente açúcares, afetando significativamente a qualidade do produto final, além de serem, em condições favoráveis, indivíduos potencialmente produtores de substâncias tóxicas (BAYMAN et al., 2002; BATISTA et al., 2003; TANIWAKI et al., 2003). Estas substâncias, em especial a Ocratoxina A (OTA), vem gerando grande preocupação no mercado consumidor, principalmente pelos países importadores, em consequência de seu potencial nefrotóxico, teratogênico e carcinogênico (STUDER-ROHR et al., 1995; DIRHEIMER, 1996; PLESTINA, 1996; MAGAN e ALDRED, 2005), pois, além de comprometer a comercialização do produto, podem também ser altamente prejudiciais à saúde dos consumidores.

O café processado e armazenado em coco encontra-se protegido pela casca, pergaminho e películas, podendo conservar-se por mais tempo, quando comparado aos cafés beneficiados (SILVA et al., 2001). Segundo GODINHO et al. (2000), o café em coco conservou melhor a cor quando comparado ao café beneficiado, tendo apresentado menores índices de acidez, a partir do terceiro mês de armazenamento e maiores valores de lixiviação de potássio.

Considerando a ausência de pesquisas relacionando a influência do estágio de maturação, durante o processamento do café, na composição físico-química e na qualidade da bebida, o presente trabalho objetivou verificar alguns aspectos do pré-processamento do café em coco, colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja.

REFERÊNCIAS

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de qualidade**. 1978. 85p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba.

BÁRTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.33-42, 1997.

BATISTA, L. R.; CHALFOUN, S. M.; PRADO, G.; SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, v. 85, p.293-300, 2003.

BAYMAN, P.; BAKER, J. L.; DOSTER, M. A.; MICHAILIDES, T. J.; MAHONEY, N. E. Ochratoxin production by the *Aspergillus ochraceus* group and *Aspergillus alliaceus*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.68, n.5, p.2326-2329, 2002.

BUCHELI, P.; KANCHANOMAI, C.; MEYER, I.; PITTET, A. Development of ochratoxin A during robusta (*Coffea canephora*) coffee cherry drying. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.48, n.4, p.1358-1362, 2000.

CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E. S. G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, 1994.

CONAB 2008 – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira – Café 2008. 3º Levantamento setembro/2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 28 de setembro de 2008.

CORADI, P. C.; BORÉM F. M.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despolpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.181-188, 2008.

CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M.; LIMA, L. A. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.691-701, 2007.

DIRHEIMER, G. Mechanistic approaches to ochratoxin toxicity. **Food Additives and Contaminants**, v. 13, p.45-48, 1996.

GARRUTI, R. S.; GOMES, A. G. Influência do estágio de maturação sobre a qualidade da bebida do café na região do Vale do Paraíba. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 989-995, 1961.

GODINHO, R. P.; VILELA, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; GHAGAS, 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.38-43, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. 5. ed. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1985. 580 p.

ISQUIERDO, E. P. **Secagem e qualidade do café cereja desmucilado submetido a diferentes períodos de repouso**. 2008. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LEITE, I. P.; CARVALHO, V. D. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.229-308, 1994.

LEITE, R. A.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, M. G. A.; REIS, F. P.; OLIVEIRA, T. T. Qualidade tecnológica do café (*Coffea arabica* L.) pré-processado por “via seca” e

“via úmida” avaliada por método químico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.308-311, 1998.

MAGAN, N.; ALDRED, D. Conditions of formation of ochratoxin A in drying, transport and in different commodities. **Food Additives and Contaminants**, v.22, n.1, p.10-16, 2005.

MARQUES, E. R.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; BIAGGIONI, M. A. M. Eficácia do teste de acidez graxa na avaliação da qualidade do café arábica (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes períodos e temperaturas de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1557-1562, 2008.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do Café no Brasil - Novo Manual de Recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2005. 438 p.

MAZZAFERA, P.; SOAVE, D.; ZULLO, M.A.T.; GUERREIRO FILHO, O. Oil content of green beans from some *Coffea* species. **Bragantia**, Campinas, v.57, p.45-48, 1998.

NOGUEIRA, A. M.; CARVALHO, S. P.; BARTHOLO, G. F.; MENDES, A. N. G. Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.18-26, 2005.

PASIN, L. A. A. P.; ABREU, M. S.; CHALFOUN, S. M.; PÁDUA, T. R. P. Efeito de micronutrientes na população fúngica associada a grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.918-926, 2002.

PEREIRA, R. G. F. A. **Qualidade do café. Cafés especiais**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2004. v.1. 97 p.

PIMENTA, C. J.; CHAGAS, S. J. R.; COSTA, L. Polifenoloxidase, lixiviação de potássio e qualidade de bebida do café colhido em quatro estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.171-177, 1997.

PLESTINA, R. Nephrotoxicity of ochratoxin A. **Food Additives and Contaminants**, v.13, p.49-50, 1996.

SILVA, C. F.; SCHWAN, R. F.; DIAS, E. S.; WHEALS, A. E. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v. 60, p.251-260, 2000.

SILVA, F. M.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, R. J.; FIGUEIREDO, C. A. P.; SILVA, F. C. Desempenho operacional e econômico da derriça do café com uso da derriçadora lateral. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n.2, p.119-125, 2006.

SILVA, R. P. G.; VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M. Qualidade de grãos de café (*Coffea arábica L.*) armazenados em coco com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. especial, n.3, p.3-10, 2001.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. Physical and chemical aspects of coffee. In: **Coffee Technology**. The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, 1979. p.527-575.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; RAFULL, L. Z. L. Derriçadora portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1637-1642, 2006.

SOUZA, S. M. S. Produção de café de qualidade: II – Colheita, preparo e qualidade do café. **Circular Técnica**, Lavras: EPAMIG, 2000. 4p.

STUDER-ROHR, I.; DIETRICH, D. R.; SCHLATTER, J.; SCHLATTER, C. The occurrence of ochratoxin A in coffee. **Food and Chemical Toxicology**, v.33, n.5, p. 341-355, 1995.

TANIWAKI, M. H.; PITT, J. I.; TEIXEIRA, A. A.; IAMANAKA, B. T. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. **International Journal of Food Microbiology**, v.82, p.173-179, 2003).

VEGRO, C. L. R.; PINO, F. A.; NOGUEIRA JR, S.; MORICOCHI, L. Do café verde ao café torrado e moído: vantagens e dificuldades na exportação. **Revista Brasileira de Comércio Exterior**, Rio de Janeiro, v.19, n.84, p.60-71, 2005.

VILELA, E. R. Secagem e qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.55-63. 1997.

WINTGENS, J. N. **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production**. Weinheim: [s.n.], 2004. 711p.

Primeiro capítulo

Secagem do café em coco e sua relação com o desenvolvimento de fungos

Rodrigo de Oliveira Simões¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

e-mail: rodrigoosimoes@ibest.com.br

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência das condições ambientes e de dois tipos de terreiro utilizados durante o pré-processamento do café em coco, colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, no desenvolvimento de sua flora microbiana. O café colhido em quatro porcentagens de frutos cereja, Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (44,7%) e Lote 4 (44,7%) foi lavado, submetido a uma pré-secagem de dois dias em terreiro de cimento e subdividido em duas partes, permanecendo uma no terreiro de cimento e a outra transportada para o terreiro suspenso. Para acompanhamento da perda de água, a cada dois dias, ao final do período da tarde, amostras de três litros de café em coco foram coletadas para determinação do teor de água e atividade de água. Para a detecção e identificação de fungos coletaram-se amostras de café depois da lavagem, da transferência do café de terreiro de cimento para terreiro suspenso e no fim da secagem. A temperatura e a umidade relativa do ar ambiente foram registradas ao longo do processo de secagem por meio de uma estação meteorológica posicionada próxima aos lotes de café. Verificou-se que as condições ambientes adversas em certos períodos durante o processo de secagem contribuíram para absorção de umidade do café seco em terreiro de cimento. No entanto, as temperaturas mais elevadas ocorridas neste tipo de terreiro podem ter sido as responsáveis, associada a baixa atividade de água (0,553), pela maior redução na incidência de fungos ao final

do processo de secagem. O comportamento das curvas de secagem e de atividade de água foi semelhante durante o processo de secagem, no entanto as curvas de atividade de água obtiveram melhor ajuste. As diferenças na porcentagem de frutos cereja de cada lote e o processo de secagem empregando terreiro de cimento influenciaram no parâmetro atividade de água.

Drying of coconut and coffee in its relationship with the development of fungi

ABSTRACT

The objective of this study was verifying the influence of environmental conditions and two types of yard during the pre-process of coffee in coconut, harvested at different percentages of cherry maturation stage in the development of microbial flora. The coffee harvested in four percentages of cherry fruits: Lot 1 (90.9%), Lot 2 (81.5%), Lot 3 (44.7%) and Lot 4 (44.7%). After the harvesting, the individual lots were washed and subjected for two days pre-drying in cement terrace and divided for two parts, one part remained in cement terrace and the other part transported to suspended terrace. To monitor the loss of water, every two days at the end of the afternoon, samples of three liters of coffee in coconut were collected to determination of water content and water activity, and the final stages of pre-process for detection and identification of fungi. The temperature and relative humidity of ambient air were recorded during the drying process by meteorological station located in next of lots of coffee. The adverse environmental conditions in some periods of the drying process were more decisive to absorption of moisture in lots of coffee in dried coconut in the cement terrace. However, the higher temperatures occurring in this type of terrace may be coupled with low water activity (0.553), the largest reduction in the incidence of fungi occurred at the end of the drying. The behavior of the curves of drying and water activity was similar during the drying process, but the curves of water activity were best fit. Differences in the percentage of fruits from each batch and the process of drying cement employing terrace influenced parameter water activity. The positive and negative correlations observed between the water content, activity of water and time suggest similarity in the behavior of the curves of drying and water activity in terms of loss of water in coconut coffee during the drying process.

1. INTRODUÇÃO

A secagem de café, quando comparada com a de outros produtos, é mais difícil de ser executada e, se mal conduzida, poderá acarretar grandes prejuízos ao cafeicultor e à qualidade final do produto (ANDRADE et al., 2003; LACERDA FILHO e SILVA, 2006; JASPER et al., 2008). O elevado teor de açúcar presente na mucilagem, associado ao seu conteúdo de água inicial, geralmente em torno de 50 a 70% base úmida (b.u.), cria condições favoráveis a alterações indesejáveis na qualidade final do produto em decorrência da respiração, de oxidações, de fermentações e do desenvolvimento de fungos e bactérias (BÁRTHOLO e GUIMARÃES, 1997; CORADI et al., 2008).

A escolha pelo melhor método de secagem depende, dentre outros fatores, do produto a ser seco, da sua composição química e das características físicas desejadas no produto final (CUNNINGHAN, 1982). No Brasil, dados os aspectos tecnológicos envolvidos, utilizam-se basicamente três métodos para a secagem de café (SILVA e BERBERT, 1999): secagem em terreiros, que podem ser construídos de concreto, lama asfáltica, tijolos, chão batido e leito suspenso, em secadores mecânicos e de forma mista combinando secagem em terreiros e em secadores (LACERDA FILHO e SILVA 2006; RESENDE, et al., 2007; JASPER et al., 2008).

A flora microbiana do café é bastante diversificada, estando presente no ambiente das lavouras, da colheita, do processamento e do armazenamento (SILVA et al., 2000; BATISTA et al., 2001). Trabalhando com café em suas diversas etapas de preparo, BITANCOURT (1957), isolou e observou que os fungos mais abundantes eram *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, *Colletotrichum coffeanum*

(Zinn) Noack, *Fusarium* sp., bolores verdes (*Penicillium* spp.), *Cladosporium* sp. e os potencialmente produtores de metabólitos secundários, as micotoxinas, pertencentes ao gênero *Aspergillus*, predominantemente de climas tropicais e ao gênero *Penicillium*, encontrado em regiões de clima temperado. As toxinas produzidas por algumas espécies do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*, além de estarem diretamente relacionadas a sabores e aromas indesejáveis que alteram a qualidade da bebida, podem também ser altamente prejudiciais à saúde dos consumidores (LEVI et al., 1974; MISLIVEC et al., 1983; MOSS, 1996; MOUNJOUENPOU et al., 2008).

O desenvolvimento de fungos toxigênicos, bem como a produção de metabólitos secundários em grãos de café, geralmente resulta de procedimentos incorretos durante a colheita, secagem e condições de armazenamento inadequadas (URBANO et al., 2001). TANIWAKI, et al. (2003) detectaram a mais alta taxa de infecção no café após a colheita, sugerindo o solo, manejo de colheita e superfícies de terreiros utilizados como fontes de inócuo para o desenvolvimento dos fungos. E que as condições de temperatura e atividade de água (a_w), que permitem o desenvolvimento desses fungos, são muito menos restritivas do que aquelas que levam à produção das toxinas (NORTHOLT et al., 1979; MAGAN e LACEY, 1988; PITT, 2000; SUÁREZ-QUIROZ et al., 2004b). Logo se o processamento do café é realizado sob condições adequadas, impedem-se o desenvolvimento do fungo e, conseqüentemente, a produção da toxina.

Revisando diversos produtos de origem vegetal, CHRISTENSEN e KAUFMANN (1974) relataram a influência da atividade de água no comportamento dos principais fungos sob condições ótimas de temperatura (26 a 30 °C) e relataram que, a atividade de água superior a 0,7 é favorável à sobrevivência e

desenvolvimento das principais espécies de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. De um modo geral, o comportamento microbiano frente à atividade de água é extremamente variável, sendo que as bactérias são mais exigentes, quanto à disponibilidade de água livre em relação aos fungos e leveduras, necessitando, em sua maioria, de valores superiores a 0,9 (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

Os macro e micro nutrientes que compõem os produtos destinados à alimentação humana e animal dependem da presença de água, que confere textura, disponibilidade orgânica, palatabilidade, estabilidade e maior peso. Entretanto, esta água pode ser o principal fator intrínseco na decomposição do produto. Assim, a determinação da atividade de água permite a inibição da reprodução microbiana, de reações enzimáticas, oxidativas e hidrolíticas do produto, assegurando condições de armazenamento adequadas, valorizando o produto economicamente (CORRÊA et al., 2001; SILVA et al., 2008).

Diante do exposto o presente trabalho objetivou verificar as condições ambientes e do processo de secagem do café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, no desenvolvimento de sua flora microbiana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade de Processamento de Café (UPC/Aeroporto) e no Laboratório de Grãos da Área de Armazenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), na Clínica de Doenças de Plantas do Departamento de Fitopatologia (DFP) e no Laboratório de Microbiologia Industrial do Departamento de Microbiologia (DMB), todos localizados no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

O café (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí Vermelho, procedente do município de Viçosa, MG, foi colhido, na mesma safra e mesma lavoura, pelo sistema de derriça manual no pano e de forma seletiva, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja.

Após a colheita, os frutos de café foram uniformizados por meio da lavagem separando-se os de maior massa específica dos de menor massa específica. Utilizaram-se apenas os frutos de maior massa específica, na composição dos Lotes 1, 2 e 3 e todos os frutos na composição do Lote 4, na realização deste trabalho dos quais foram retiradas amostras de três litros de café de cada lote, que foram homogeneizadas e transportadas para o Laboratório de Grãos, para classificação.

Os valores médios da classificação dos lotes de café em coco, em quatro porcentagens do estágio de maturação fisiológico, são apresentados na Tabela 1. Caracterizaram-se assim quatro lotes de café em coco, tratados aqui, segundo as diferenças na porcentagem do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%).

Tabela 1 – Classificação quanto ao estágio de maturação fisiológica dos frutos.

Lotes	Cereja (%)	Verde cana (%)	Verde (%)	Bóia (%)
Lote 1	90,9	6,1	1,1	1,9
Lote 2	81,5	14,2	3,2	1,1
Lote 3	65,4	11,7	22,3	0,6
Lote 4	44,7	3,7	0,6	51,0

A Figura 1 ilustra as amostras coletadas de cada um dos quatro lotes de café em coco e as diferenças na porcentagem do estágio de maturação cereja dos frutos.

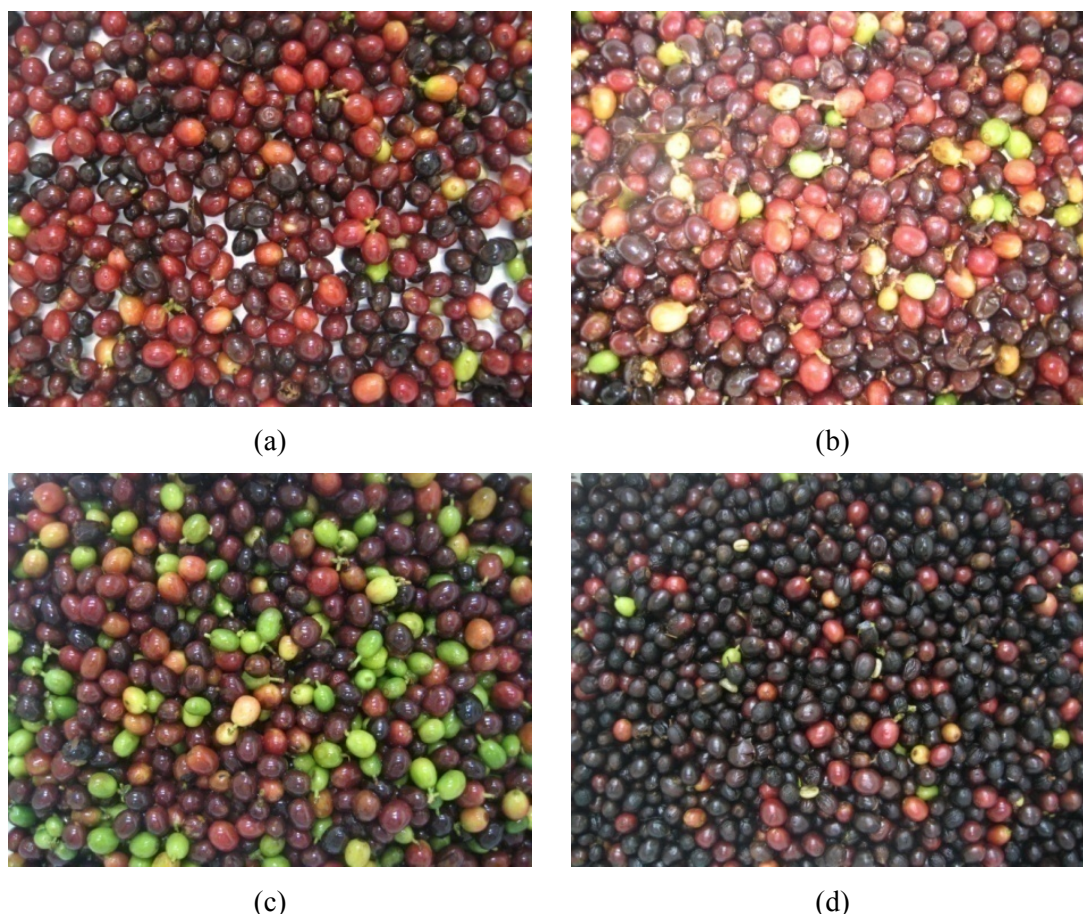


Figura 1 – Amostras dos lotes de café em coco segundo as diferenças na porcentagem do estágio de maturação cereja: Lote 1 = 90,9% (a), Lote 2 = 81,5% (b), Lote 3 = 65,4% (c) e Lote 4 = 44,7 (d).

Secagem do café

Os quatro lotes de café em coco, após a lavagem, foram transportados para terreiro de cimento, onde permaneceram durante dois dias, para redução do teor de água inicial em torno de 70% b.u.. Após este período, cada lote foi subdividido. Uma parte permaneceu no terreiro de cimento e a outra foi transferida para o terreiro suspenso, caracterizando-se assim os dois tratamentos que foram empregados durante o processo de secagem do café em coco: secagem em terreiro de cimento e secagem em terreiro suspenso (Figura 2).



Figura 2 – Secagem dos lotes de café em coco em terreiro de cimento (a) e em terreiro suspenso (b).

Durante o processo de secagem, adotou-se a metodologia de SILVA (1995) para a secagem em terreiro. Diariamente, os frutos de café foram espalhados com auxílio de um rodo, sobre o terreiro de cimento e sobre o terreiro suspenso, formando uma camada de cerca de três centímetros, que ao entardecer, foram amontoados e cobertos com lona plástica. Ao amanhecer, novamente os frutos foram espalhados nos terreiros, repetindo este processo até que os lotes de café atingissem o teor de água ideal de armazenamento de 11,0% b.u..

A cada dois dias, ao final da tarde, amostras de três litros de café foram coletadas, homogeneizadas e transportadas ao Laboratório de Grãos para determinação do teor de água e ao Laboratório de Microbiologia Industrial para determinação da atividade de água. Após as etapas de lavagem, de transferência do café de terreiro de cimento para terreiro suspenso e no fim do processo de secagem, amostras de três litros de café foram coletadas, homogeneizadas e transportadas para a Clínica de Doenças de Plantas para detecção e identificação de fungos.

A temperatura e a umidade relativa do ar ambiente foram registradas ao longo do processo de secagem por meio de uma estação meteorológica posicionada próxima aos lotes de café.

As análises do teor de água, de detecção e identificação de fungos foram realizadas com o café em coco. Para a análise de atividade de água, utilizou-se grãos de café beneficiado, sem defeitos visíveis, retido em peneiras de crivo circular 16 acima.

O teor de água foi determinado pelo método padrão de estufa, com circulação forçada, atendendo às normas estabelecidas pela American Society of Agricultural Engineers, ASAE, a 103 °C durante 72 horas (ASAE, 2003). As amostragens seguiram os critérios do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem base úmida.

A atividade de água foi determinada utilizando-se medidor AQUALAB (Decagon CX-2) de acordo com o método especificado pelo fabricante, regulamentado pelo Departamento de Boas Práticas de Fabricação da Food and Drug Administration, FDA (DECAGON, 2001).

Utilizou-se o método de plaqueamento em caixas gerbox, com papel tipo Blotter umedecido com água destilada e esterilizada para detecção e identificação

dos fungos. Os frutos foram desinfetados superficialmente por imersão, durante 1 min, em solução de hipoclorito de sódio a 2%. Em ambiente asséptico, os frutos foram abertos para que as cascas e os grãos fossem plaqueados separadamente e, posteriormente, incubados a 25 °C, durante 7 dias (DHINGRA e SINCLAIR, 1996). Utilizando-se um microscópio estereoscópico, os fungos infectando os grãos e as cascas foram identificados e contados, e o resultado expresso em porcentagem. A identificação dos fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus flavus* e as pertencentes ao Grupo Nigri foram feitas de acordo com KLICH (2000).

O experimento foi conduzido segundo esquema fatorial 4 x 2 (quatro lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,86%), Lote 2 (81,54%), Lote 3 (65,40%) e Lote 4 (44,70%) e dois tipos de terreiro durante a secagem, terreiro de cimento e terreiro suspenso no delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) com três repetições.

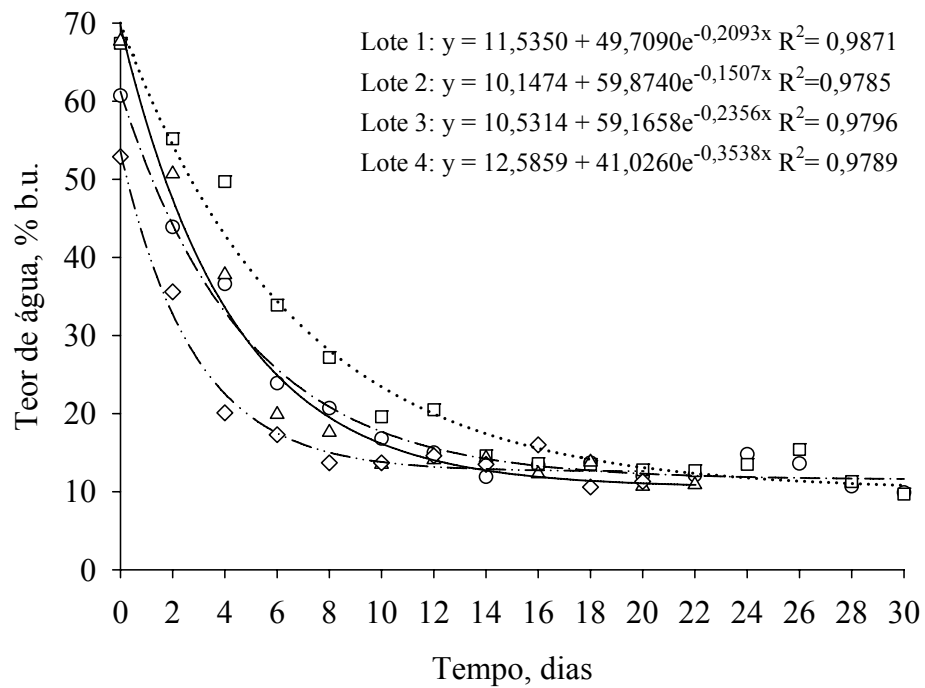
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Estas análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007).

Para verificar as correlações entre a variável teor de água, atividade de água e o tempo gasto durante o processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso segundo as diferenças na porcentagem de frutos cereja de cada lote, tomadas duas a duas, no desenvolvimento da flora microbiana de café, aplicou-se a análise de correlações (r) de Pearson com $\alpha = 0,05$. Esta análise foi realizada através do procedimento PROC CORR do programa SAS[®] for Windows[™], versão 8.0 (SAS Institute Inc., 1999).

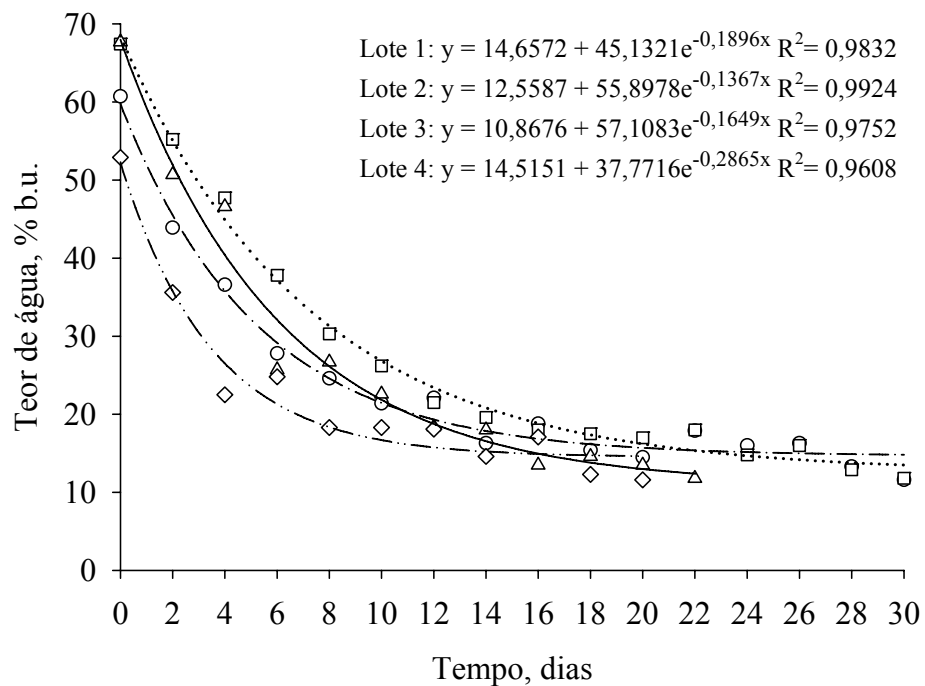
Os dados de detecção e de identificação de fungos foram expressos em porcentagem de espécies encontradas na casca e nos grãos de café.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação gráfica das curvas de secagem dos lotes de café em coco em terreiro de cimento e em terreiro suspenso encontra-se nas Figuras 3 (a) e (b), respectivamente. Observa-se que os valores médios do teor de água foram semelhantes durante o processo de secagem, independentemente do tipo de terreiro empregado, com um teor de água inicial variando entre 67,7% e 52,9% b.u. e um teor de água final de 9,7% b.u., com intervalo de variação de 2,1 pontos percentuais para os quatro lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja.



(a)



(b)

Figura 3 – Curvas de secagem dos lotes de café em coco em diferentes percentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%) (○), Lote 2 (81,5%) (□), Lote 3 (65,4%) (Δ) e Lote 4 (44,7%) (◇) em terreiro de cimento (a) e em terreiro

suspensão (b).

As curvas de secagem, para um mesmo lote de café em coco, em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, encontram-se na Figura 4.

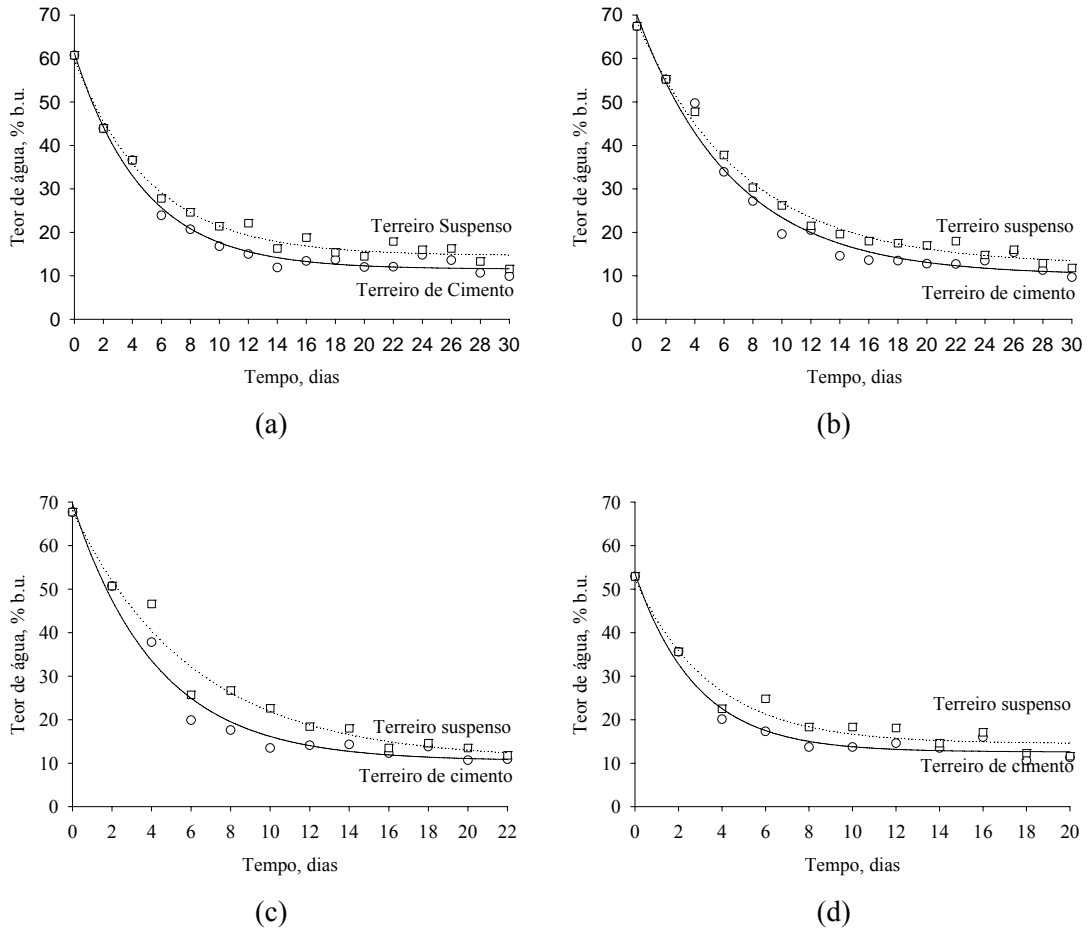


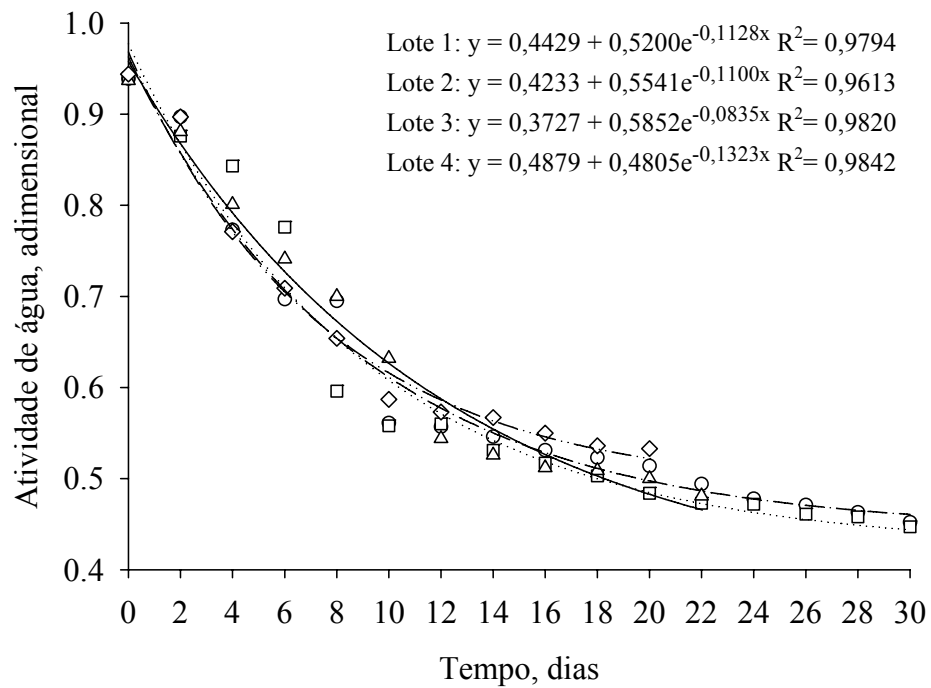
Figura 4 – Curvas de secagem em terreiro de cimento (○) e em terreiro suspenso (□) dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%) (a), Lote 2 (81,5%) (b), Lote 3 (65,4%) (c) e Lote 4 (44,7%) (d).

Analisando o comportamento da curva de secagem para um mesmo lote (Figura 4), observa-se que os valores médios dos teores de água durante o processo de secagem foram sempre menores no terreiro de cimento, quando comparado no mesmo período com o terreiro suspenso. Estas diferenças podem ser justificadas pelo fato de os terreiros pavimentados com cimento proporcionarem uma maior redução

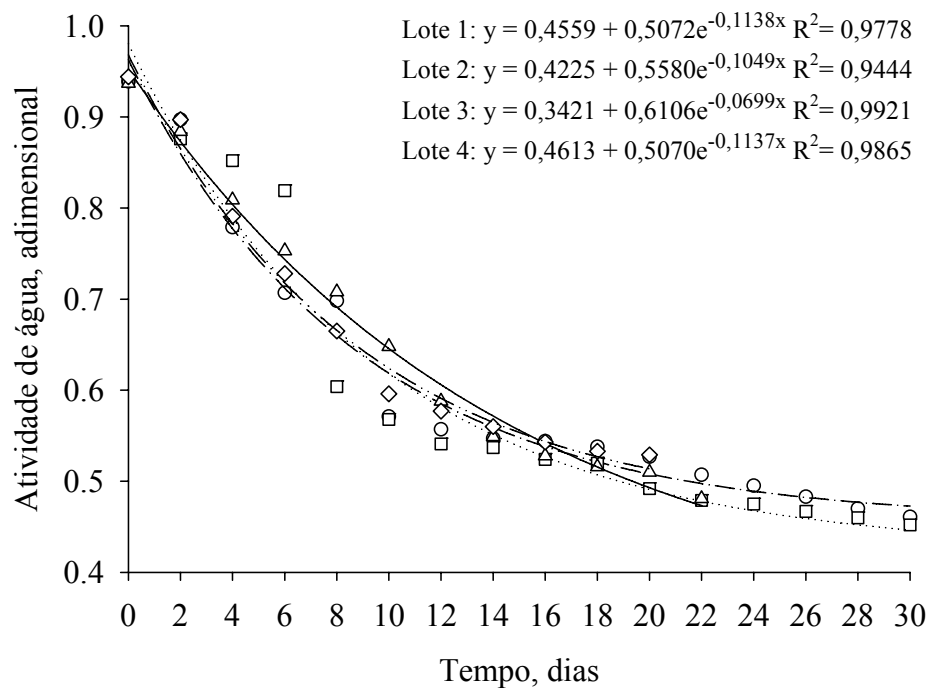
do teor de água dos frutos e serem mais eficientes energeticamente no processo de secagem comparativamente aos terreiros de chão batido, lama asfáltica e terreiro suspenso. Resultados semelhantes foram observados por ANDRADE et al. (2003) e por LACERDA FILHO, et al. (2006) durante a secagem de café da espécie *Coffea arabica* L. em diferentes tipos de pavimentação de terreiro. No entanto, apesar de menos eficiente, o terreiro suspenso comparativamente ao terreiro de cimento, apresenta algumas vantagens tais como redução de área utilizada no processo de secagem, baixa necessidade de mão-de-obra operacional, além de ser menos vulnerável às intempéries climáticas.

De maneira geral, o tempo total gasto no processo de secagem do Lote 3, Figura 4(c) e Lote 4, Figura 4(d), foi menor que o do Lote 1, Figura 4(a) e Lote 2, Figura 4(b), independentemente do tipo de terreiro empregado, ou seja, os Lotes 3 e 4 chegaram ao teor de água de armazenamento (11% b.u.) com 22 e 20 dias de secagem, enquanto os Lotes 1 e 2 levaram 30 dias para alcançar o mesmo teor de água. Isto pode ser atribuído ao fato de que nestes últimos lotes, a alta porcentagem de frutos cereja possa ter dificultado a redução no teor de água.

Os valores médios de atividade de água dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, ao longo do processo de secagem, em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, são apresentados nas Figuras 5(a) e 5(b), respectivamente.



(a)



(b)

Figura 5 – Curvas de atividade de água dos lotes de café em diferentes percentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%) (○), Lote 2 (81,5%) (□), Lote 3 (65,4%) (Δ) e Lote 4 (44,7%) (◇) durante o processo de secagem em terreiro de

cimento (a) e em terreiro suspenso (b).

Analisando o comportamento das curvas de atividade de água dos lotes de café em coco, durante o processo de secagem, verifica-se que é semelhante ao encontrado nas Figuras 3(a) e 3(b) para as curvas de secagem dos lotes de café. No início do processo de secagem, a evaporação de água é maior, apresentando uma maior taxa de secagem e, conseqüentemente, uma diminuição da atividade de água mais acentuada. Observa-se, entretanto, que a atividade de água dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, independentemente do tipo de terreiro empregado, de cimento ou suspenso, ao contrário do observado para o teor de água, não foi afetada pelas intempéries climáticas, haja vista não terem ocorrido ganhos neste parâmetro durante os períodos de chuva.

Segundo PARK et al. (2007), a atividade de água é um importante parâmetro para todo tipo de processamento e conservação, pois analisando-se somente em termos de teor de água fica difícil a percepção da validade desta propriedade para o controle de qualidade de materiais biológicos. No entanto, ao se utilizar a definição da atividade de água, percebe-se que a pressão de vapor de água representa a disponibilidade de água presente no grão, que pode ser utilizada tanto para o crescimento de microrganismos quanto para reações que alteram o produto.

Na Tabela 2, são apresentados os dados médios experimentais do teor de água e da atividade de água dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja em função do tipo de terreiro empregado.

Tabela 2 – Valores médios do teor de água (% b.u.) e da atividade de água (adimensional) dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, durante o processo de secagem, em função dos tratamentos: T1 – terreiro de cimento, T2 – terreiro suspenso.

Tempo secagem	Teor de água (% b.u.)								Atividade de água (adimensional)							
	Lote 1 (90,9%)		Lote 2 (81,5%)		Lote 3 (65,4%)		Lote 4 (44,7%)		Lote 1 (90,9%)		Lote 2 (81,5%)		Lote 3 (65,4%)		Lote 4 (44,7%)	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
0	60,7	60,7	67,4	67,4	67,7	67,7	52,9	52,9	0,939	0,939	0,940	0,940	0,937	0,937	0,944	0,944
2	43,9	43,9	55,2	55,2	50,7	50,7	35,6	35,6	0,897	0,897	0,876	0,876	0,881	0,884	0,884	0,897
4	36,6	36,6	49,7	47,7	37,8	46,6	20,1	22,5	0,773	0,779	0,843	0,852	0,801	0,809	0,771	0,791
6	23,9	27,8	33,9	37,8	19,9	25,7	17,3	24,8	0,697	0,707	0,776	0,819	0,741	0,753	0,709	0,728
8	20,7	24,6	27,2	30,3	17,6	26,7	13,7	18,3	0,695	0,698	0,596	0,604	0,700	0,708	0,654	0,665
10	16,8	21,4	19,6	26,2	13,5	22,6	13,7	18,3	0,561	0,571	0,558	0,568	0,632	0,648	0,587	0,596
12	15,0	22,1	20,5	21,5	14,1	18,4	14,6	18,1	0,557	0,557	0,560	0,541	0,544	0,588	0,573	0,577
14	11,9	16,3	14,6	19,6	14,3	18	13,5	14,6	0,546	0,547	0,531	0,537	0,526	0,549	0,567	0,560
16	13,4	18,8	13,6	18	12,3	13,5	16	17,1	0,531	0,544	0,517	0,524	0,512	0,528	0,550	0,543
18	13,7	15,4	13,5	17,5	13,8	14,6	10,6	12,3	0,523	0,538	0,503	0,520	0,509	0,516	0,536	0,533
20	12,0	14,5	12,8	17	10,7	13,5	11,3	11,6	0,514	0,527	0,484	0,492	0,500	0,510	0,533	0,529
22	12,1	17,9	12,7	18	10,9	11,8			0,494	0,507	0,473	0,473	0,481	0,481		
24	14,8	16	13,5	14,8					0,478	0,495	0,472	0,475				
26	13,6	16,3	15,4	16					0,471	0,483	0,461	0,467				
28	10,7	13,3	11,3	12,9					0,463	0,470	0,458	0,460				
30	9,9	11,6	9,7	11,8					0,452	0,461	0,447	0,452				

Verifica-se, pelos resultados apresentados na Tabela 2, tendência de redução de teor de água e de atividade de água com o decorrer do processo de secagem, para todos os lotes de café em coco independentemente do tipo de terreiro empregado, obtendo-se uma relação direta de proporcionalidade entre os valores de teor de água e de atividade de água do café. Estes resultados corroboram os dados observados por AFONSO JÚNIOR et al. (2003) que também verificaram relação direta de proporcionalidade ao avaliarem o teor de água e a atividade de água durante o processamento do café.

Com o intuito de estudar as correlações entre as variáveis teor de água e atividade de água mensuradas durante o processo de secagem, foi realizado o cálculo das correlações (r) de Pearson, em que as variáveis são analisadas duas a duas. A matriz de dados formada por amostras dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja secos em terreiro de cimento e em terreiro suspenso constituiu-se de 102 amostras de café avaliadas pelos parâmetros teor de água, atividade de água e pelo tempo gasto durante o processo de secagem. Este estudo de correlações entre estas variáveis permite presumir e analisar as inter-relações que ocorrem com o café durante a secagem.

Na Tabela 3, observa-se correlação significativa e positiva entre os parâmetros teor de água e atividade de água para os dois tratamentos empregados durante o processo de secagem. Os valores do coeficiente de correlação de Pearson (r) foram relativamente altos para todos os lotes de café em coco, com variação de 0,82 a 0,97 e praticamente semelhantes, à exceção do Lote 3 que obteve $r = 0,82$ para o processo de secagem em terreiro de cimento e $r = 0,87$ para o processo de secagem em terreiro suspenso.

Tabela 3 – Estimativa dos coeficientes de correlação das variáveis a_w e teor de água para os respectivos tipos de terreiro e lotes de café.

		Terreiro de cimento	Terreiro suspenso
		Teor de água	Teor de água
Lote 1	a_w	0,95	0,95
Lote 2	a_w	0,97	0,97
Lote 3	a_w	0,82	0,87
Lote 4	a_w	0,90	0,90

Valores na célula de encontro de linha e coluna correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson. Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$. a_w : atividade de água.

Estes elevados valores de (r) sugerem um melhor ajuste do comportamento observado para os lotes de café com relação à redução do teor de água e da atividade de água, durante o processo de secagem do café em coco, confirmando os resultados gráficos apresentados pelas das curvas de secagem (Figuras 3) e de atividade de água (Figura 5) obtidos no presente estudo.

A análise das correlações entre os parâmetros: teor de água e atividade de água e o tempo gasto durante o processo de secagem são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Estimativa dos coeficientes de correlações das variáveis, teor de água e a_w em relação ao tempo gasto durante o processo de secagem.

		Terreiro de cimento		Terreiro suspenso	
		Teor de água	a_w	Teor de água	a_w
Lote 1	Tempo	- 0,78	- 0,90	- 0,82	- 0,90
Lote 2	Tempo	- 0,84	- 0,89	- 0,87	- 0,89
Lote 3	Tempo	- 0,82	- 0,94	- 0,87	- 0,96
Lote 4	Tempo	- 0,76	- 0,93	- 0,82	- 0,94

Valores na célula de encontro de linha e coluna correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson. Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$. a_w : atividade de água

Observam-se correlações significativas e negativas entre os parâmetros avaliados e o tempo. Os maiores valores de (r) foram observados para a atividade de

água, independentemente das diferenças na porcentagem de frutos cereja de cada lote e do tipo de terreiro empregado. Isto sugere que as curvas de atividade de água (Figura 5), quando comparadas às curvas de secagem (Figura 3), apresentam-se mais bem ajustadas ao comportamento da perda de água, ou seja, alta taxa de remoção de água em poucos dias no início do processo de secagem e vários dias para remover pequena quantidade de água.

Estas análises de correlação entre as variáveis tomadas duas a duas permitiram confirmar a relação direta de perda de água observada nos valores médios do teor de água e da atividade de água (Tabela 2), durante o processo de secagem dos lotes de café em coco colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja.

Os dados da Tabela 5 referem-se à análise de variância para os valores de teor de água dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja durante o processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso. Observa-se que a interação lote x terreiro não foi significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Análise de variância para os valores de teor de água do café em coco.

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Lote	3	440,9242	1,86	0,1360 ^{ns}
Terreiro	1	723,1069	3,05	0,0816 ^{ns}
Lote x Terreiro	3	8,4480	0,04	0,9910 ^{ns}

CV(%) = 64,91; Média geral: 23,7; Desvio: 15,39150; ^{ns}: Não significativo

Observa-se ainda na Tabela 5, que as diferenças na porcentagem de frutos cereja dos quatro lotes, assim como os dois tipos de terreiro empregados, de cimento

e suspenso, durante o processo de secagem não influenciaram os valores do teor de água do café de forma significativa ($P > 0,05$).

A análise de variância para os valores de atividade de água, tendo apresentado significância ($P < 0,05$) apenas para o fator lote, em diferentes porcentagens de frutos cereja, encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise de variância para os valores de atividade de água do café em coco.

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Lote	3	0,1414	5,627	0,0009*
Terreiro	1	0,0036	0,167	0,6919 ^{ns}
Lote x Terreiro	3	0,0001	0,001	0,9997 ^{ns}

CV(%) = 25,18; Média geral: 0,630; Desvio: 0,15876; * Significativo a 5%; ^{ns}: Não significativo

A comparação dos valores médios de atividade de água, em função dos lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação dos valores médios de atividade de água, em função dos lotes de café em coco, em diferentes porcentagens de frutos cereja.

Lote	Médias	Comparação
3 (65,4%)	0,6770	A
4 (44,7%)	0,6673	A
1 (90,9%)	0,6034	B
2 (81,5%)	0,5969	B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com os dados obtidos na Tabela 7, observa-se que entre os Lotes 1 e 2 e entre os Lotes 3 e 4 não houve diferença significativa ($P > 0,05$), sugerindo que cafés com percentuais próximos de frutos cereja, possuem comportamentos semelhantes de perda de atividade de água ao longo do processo de secagem.

No total, 16 amostras de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, a partir do processo de lavagem dos frutos, após a colheita, até o fim do processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, foram coletadas e examinadas. O percentual de infecção por *Fusarium semitectun*, *Acremonium* sp., *Penicillium* sp., *Colletotrichum* spp., *Cladosporium* sp., *Lasidiplodia theobrome*, *Phoma* sp. e pelas espécies de *Aspergillus*, *ochraceus*, *glaucus*, *niger*, *candidus*, *restrictus* e *terreus* na casca e nos grãos de café encontra-se ilustrado na Tabela 8. A incidência de fungos nos frutos de café apresentou valores que variaram de 1 a 69% de contaminação, estando em sua maioria presentes na casca do fruto.

Comparando-se os tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem dos lotes de café em coco, observa-se na Tabela 8, que a incidência de fungos ao final deste processo, ainda que reduzida, foi maior nos lotes de café secos em terreiro suspenso comparativamente aos lotes de café secos em terreiro de cimento. Isto sugere que, possivelmente, as temperaturas mais elevadas a que os frutos de café foram submetidos quando do emprego do terreiro de cimento, em função das propriedades térmicas, condutividade térmica e calor específico, mais favoráveis a secagem neste material, sejam as responsáveis pela menor incidência de fungos nos lotes de café neste terreiro comparativamente ao terreiro suspenso ao final do processo de secagem. Além do fato que, pode ter havido um maior controle

na higienização dos terreiros de cimento em relação aos terreiros suspenso quando da limpeza destes antes do início do processo de secagem dos lotes de café em coco.

Tabela 8 – Incidência (%) de fungos nas etapas durante o pré-processamento dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%).

		Incidência de fungos (%)															
		Lote 1				Lote 2				Lote 3				Lote 4			
Etapas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Casca	<i>Fusarium semitectun</i>	14	17	9	8	29	40	8	20	22	29	6	26	29	33	27	39
	<i>Penicillium</i> sp.	3	12	4	4	13	4	-	-	9	69	7	4	69	45	5	4
	<i>Aspergillus niger</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Aspergillus candidus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Colletotrichum</i> sp.	-	6	-	-	-	12	-	-	-	24	-	-	-	28	-	-
	<i>Cladosporium</i> sp.	-	9	3	-	1	6	-	-	4	16	1	9	16	19	9	6
	<i>Lasidiplodia theobrome</i>	-	9	3	-	-	-	3	45	-	-	-	28	-	-	-	28
	<i>Phoma</i> sp.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grão	<i>Acremonium/Fusarium</i>	6	6	3	2	37	6	6	6	8	6	2	2	52	27	11	15
	<i>Aspergillus glaucus</i>	2	2	-	-	10	2	-	-	4	2	-	-	23	6	-	-
	<i>Aspergillus restrictus</i>	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
	<i>Aspergillus terreus</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
	<i>Cladosporium</i> sp.	1	1	-	-	3	2	-	-	-	2	-	-	17	4	4	1
	<i>Phoma</i> sp.	1	1	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-

Etapa 1 = Pós-lavagem; Etapa 2 = Transferência de terreiro; Etapa 3 = Pós-secagem em terreiro de cimento; Etapa 4 = Pós-secagem em terreiro suspenso.

Verifica-se na Tabela 8 a presença dos gêneros supracitados, mais baixa nos lotes de café que apresentaram maiores percentagens de frutos no estágio de maturação cereja, o que corrobora, em parte, os resultados obtidos por PIMENTA e CHALFOUN (2001); BATISTA et al (2003) e TANIWAKI et al. (2003), que mencionaram uma contaminação menor por estes microrganismos quando os frutos foram colhidos em sua maioria no estágio ótimo de maturação, ou seja, no estágio de maturação cereja.

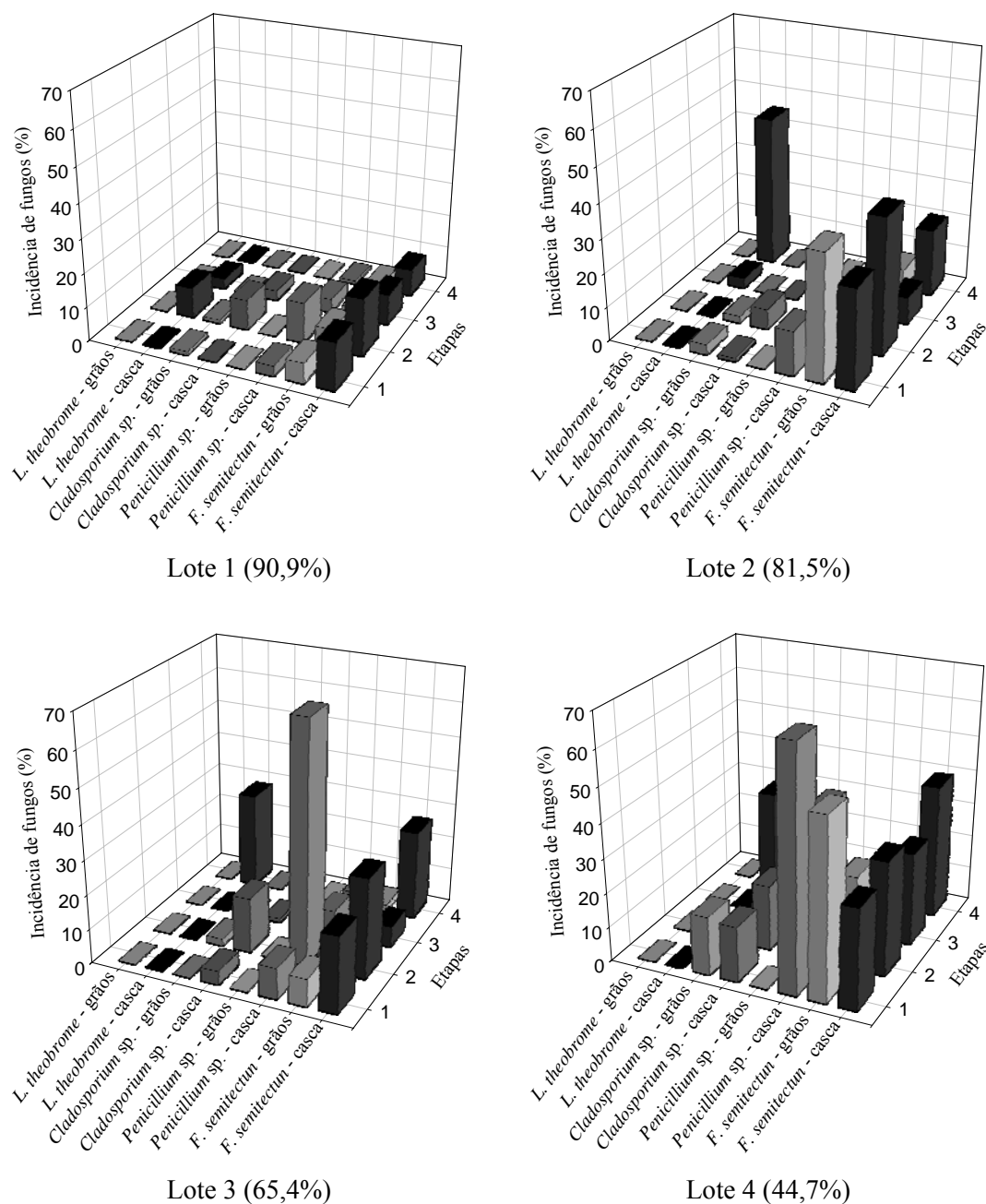
Phoma sp. foi o gênero menos incidente nos frutos do café, tanto na casca quanto nos grãos (Tabela 8). Esta baixa ocorrência pode ser justificada por se tratar de um microrganismo encontrado mais frequentemente infectando folhas, flores e ramos do cafeeiro, produzindo lesões necróticas de vários tamanhos e coloração castanho escuro, causando sua queda, mas que pode ser encontrado também, mas com uma frequência menor em frutos (FERNANDES, 1961; GRUYTER e SCHEER, 1998).

O gênero *Colletotrichum* sp. foi encontrado infectando apenas a casca dos frutos de todos os lotes de café (Tabela 8), tendo sido detectado apenas após a segunda etapa, quando os frutos depois de permanecerem dois dias, em terreiro de cimento, foram subdivididos em terreiro de cimento e em terreiro suspenso. Recentemente, os sintomas de necrose em ramos, folhas, flores e frutos têm sido observados também associados ao *Colletotrichum* sp., que foi isolado do cafeeiro em Minas Gerais (PARADELA FILHO et al., 2001; SALUSTIANO et al., 2006; SERA et al., 2008). Segundo NECHET e ABREU (2002) isolados deste gênero foram patogênicos a frutos verdes e plântula. A transmissão de *Colletotrichum* sp. por sementes nas cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo com sintomas de mancha manteigosa foi verificada por LINS et al. (2007), não havendo, no entanto, relatos

que associem sua presença à piora na qualidade de bebida de café (CARVALHO et al., 1976; ALVES e CASTRO, 1998; FERREIRA et al., 2005). As espécies *niger* e *candidus*, do gênero *Aspergillus*, foram observadas infectando apenas a casca dos frutos de café dos Lotes 1 e 2. A presença de *A. restrictus* também foi constatada, apenas nos grãos de café dos lotes 2 e 4, e *A. ochraceus* nos grãos de café do Lote 3. Já o fungo *A. glaucus* foi encontrado infectando os grãos de todos os lotes de café (Tabela 8). Apesar desta distribuição nos frutos, nenhuma destas espécies foi encontrada nos lotes de café em coco após o processo de secagem, independentemente do tratamento utilizado, secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso. Isto sugere que a atividade de água, um dos fatores responsáveis que regulam o crescimento fúngico, obtida para os grãos crus abaixo de 0,533 (Tabela 2) ao final do processo de secagem no presente estudo, está abaixo dos limites mínimos genéricos de crescimento das principais espécies do gênero *Aspergillus* (0,680) (GONÇALEZ et al., 2001), tendo sido decisiva para que os lotes de café ficassem isentos destas espécies ao término deste processo.

Observa-se, ainda na Tabela 8, que das espécies do gênero *Aspergillus*, *A. ochraceus* (2%) e raramente *A. niger* (4%) juntamente com *Penicillium* sp., com percentual de incidência variando de 3 a 69%, são identificados como os fungos toxigênicos mais frequentemente encontrados (MISLIVEC et al., 1983; BATISTA et al., 2003; CABRERA et al., 2005) e que a produção de micotoxinas por estes fungos parece ser comum (JOOSTEN et al., 2001; SUÁREZ QUIROZ et al., 2004a), sendo de grande importância econômica em relação à saúde pública pois são consideradas potencialmente carcinogênicas (PASCALE e VISCONTI, 2001; RACHED et al., 2006; SANGARE TRICORI et al., 2006; SCHEWERDT et al., 2009).

De todas as amostras analisadas, *Fusarium semitectun*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. e *Lasidiplodia theobrome* foram os gêneros predominantes (Figura 6).



Etapa 1 = Pós-lavagem; Etapa 2 = Transferência de terreiro; Etapa 3 = Pós-secagem em terreiro de cimento; Etapa 4 = Pós-secagem em terreiro suspenso.

Figura 6 – Incidência (%) de fungos nas etapas durante o pré-processamento dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja.

Estes gêneros foram encontrados em todas as etapas do pré-processamento da maioria dos lotes do café em coco. Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA et al. (2000) ao estudar a diversidade microbiana de cafés em diferentes estádios de maturação, constatando a maior frequência para o gênero *Cladosporium* (45,9%) seguido de *Fusarium* (38,8%), *Penicillium* (13,1%) e *Aspergillus* (2,2%).

Dentre os fungos filamentosos apresentados na Figura 6, *Cladosporium* sp. é o único que tem sido associado a cafés de melhor qualidade em várias regiões (KRUG 1941; BITANCOURT, 1957; ALVES e CASTRO, 1998). Segundo MARTINS et al. (2001), a alta ocorrência deste fungo no café em coco, em relação ao café beneficiado, demonstra a característica de também ser colonizador das partes externas dos frutos funcionando como uma barreira à entrada de outros fungos, o que despertou o interesse para o seu uso como agente antagonista aos fungos prejudiciais à qualidade do café. Estes resultados corroboram os encontrados em várias pesquisas da biodiversidade microbiana de grãos de café (BITANCOURT, 1957; SILVA et al., 2000; JOOSTEN et al., 2001; PIMENTA e VILELA, 2003).

A atividade de água, parâmetro fortemente relacionado com a contaminação fúngica e com a produção de substâncias potencialmente tóxicas (CHRISTENSEN e KAUFMANN, 1974; FRANCO e LANDGRAF, 2005), apresentou valores médios inferiores a 0,485 (Tabela 2) para todos os lotes de café em coco, quando atingiram o teor de água final (11,0% b.u.), com a exceção do Lote 4, que apresentou atividade de água final média de 0,531 (Tabela 2). Observa-se, ainda, que a disponibilidade de água em todos os lotes de café em coco ao final do processo de secagem apresentou-se baixa (inferior a 0,533) (Tabela 2), independentemente dos tratamentos estudados, sendo, portanto, responsável pela redução no percentual de fungos.

Sabe-se que o desenvolvimento assim como o tipo e a quantidade de micotoxinas que um fungo produz, dependem da atividade de água, da temperatura, da composição química do substrato e do processamento de um produto particular (FILTENBORG et al., 1996). Contudo, a prevenção da deterioração fúngica e da produção de micotoxinas só ocorre com sucesso quando a flora microbiana de café e os Pontos Críticos de Controle (PCC) do pré e pós-processamento são conhecidos.

O monitoramento da temperatura e umidade relativa ambientes, considerado de extrema importância durante todo o processo de secagem e armazenagem do café (OCTAVIANI et al., 2001; AFONSO JÚNIOR et al., 2006; CORADI et al., 2007), podendo influenciar diretamente nos valores dos parâmetros teor de água e atividade de água, são apresentados na Figura 7. Estes dados referem-se aos valores médios da 2ª e 1ª quinzenas dos meses de julho e agosto de 2008, respectivamente, com máximos e mínimos, coletados durante o processo de secagem do café em coco em terreiro de cimento e em terreiro suspenso.

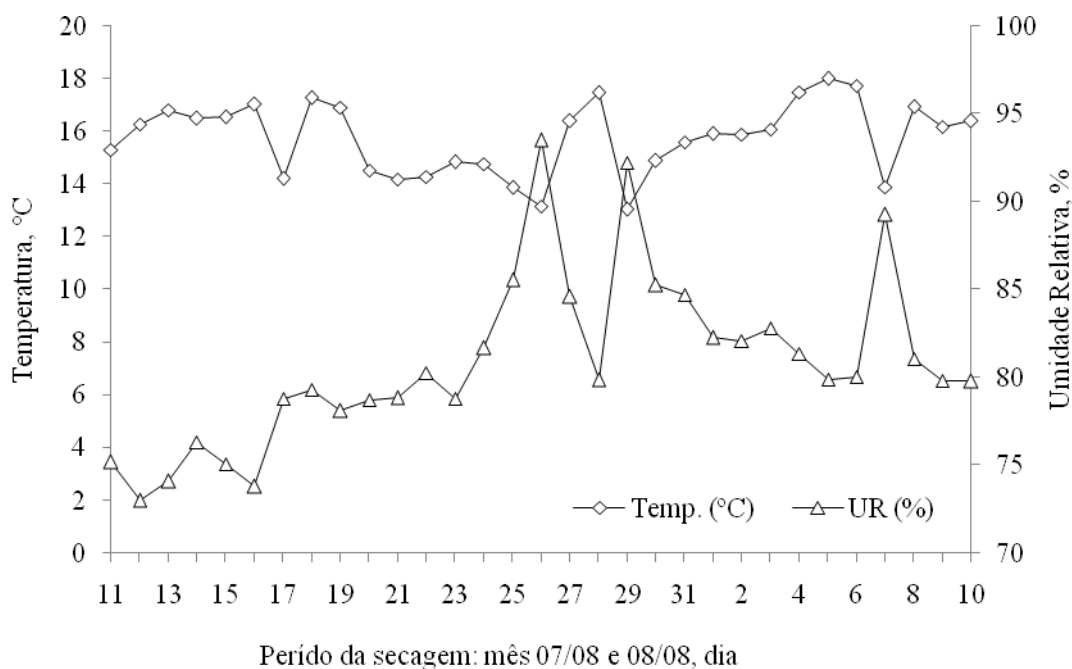


Figura 7 – Valores médios de temperatura e umidade relativa ocorridos na segunda e primeira quinzena dos meses de julho e agosto de 2008, durante o processo de secagem do café em coco na UPC/Aeroporto.

A temperatura variou entre 13,0 e 17,7 °C e a umidade relativa entre 73 e 93%. Elevações bruscas na umidade relativa nos dias 26 e 29 de julho e no dia 7 de agosto do presente ano, devido a áreas de instabilidade que se desenvolveram sobre a região com ocorrência de chuva, foram responsáveis por ganhos de até 2,7 pontos percentuais no teor de água de alguns lotes de café (Tabela 2), principalmente para os que estavam no terreiro de cimento. Neste terreiro, o café está mais susceptível às intempéries climáticas. Estes picos observados na umidade relativa do ar (Figura 7) podem ter sido os responsáveis por criarem condições ambientes favoráveis para que os lotes de café em coco chegassem ao final do processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, com uma incidência, ainda que baixa, de alguns fungos filamentosos infectando as cascas e os grãos de café (Tabela 7).

Observa-se ainda na Figura 7, que as temperaturas médias ocorridas na segunda e primeira quinzena dos meses de julho e agosto de 2008, durante o processo de secagem do café em coco, variaram entre 13 e 17 °C, podendo assim, também terem contribuído para que fossem encontrados fungos nos frutos de café ao final da secagem.

Tais condições adversas no ambiente podem ser responsáveis por perdas na qualidade final do produto, pois criam condições favoráveis a uma diversidade de microrganismos, tais como leveduras, fungos e bactérias, que se desenvolvem infectando os frutos de café (CABRERA et al., 2005; BATISTA e CHALFOUN, 2007). Estes microrganismos em seu desenvolvimento produzem suas próprias enzimas que atuam sobre os componentes químicos da mucilagem, principalmente sobre os açúcares, fermentando-os e, conseqüentemente, dando origem a bebidas de pior qualidade.

A importância das condições climáticas durante o processo de secagem do café e sua influência sobre a qualidade da bebida são reconhecidas por muitos pesquisadores especialistas nesta atividade agrícola. KRUG (1940) e AMORIM (1978) relataram que as chuvas durante a secagem favorecem a ocorrência de modificações nos grãos atribuídas a distúrbios fisiológicos e às fermentações microbianas que degradam os açúcares dos frutos, implicando quebra das membranas celulares e alterações de compostos químicos dos grãos, alterando negativamente o aroma e o sabor da bebida de café.

4. CONCLUSÕES

No estudo da influência do processo de secagem do café em coco, colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, sobre o desenvolvimento de fungos, considerando as condições experimentais descritas, conclui-se que:

- as condições ambientes adversas em determinados períodos durante o processo de secagem contribuíram para absorção de umidade do café seco no terreiro de cimento;
- a atividade de água não foi afetado pelas intempéries climáticas ocorridas durante o processo de secagem independentemente do tipo de terreiro empregado;
- o melhor ajuste para a curva de atividade de água foi a exponencial do tipo: $y = y_0 + as^{(-bx)}$;
- a baixa disponibilidade de água ao final do processo de secagem foi responsável pela redução no percentual da maioria dos fungos identificados;
- a atividade de água foi afetada pela diferença na porcentagem de frutos cereja de cada lote, mas não pelo tipo de terreiro empregado durante o processo de secagem;
- as altas correlações positivas e negativas entre o teor de água, a atividade de água e o tempo gasto durante a seca justificam o comportamento semelhante destes parâmetros em termos de perda de água do café em coco durante o processo de secagem.

5. REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; SILVA, F. S.; RIBEIRO, D. M. Atividade de água, crescimento microbiológico e perda de matéria seca dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.17-24, 2003.

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M. Secagem, armazenagem e qualidade fisiológica de sementes do cafeeiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.9, p.67-82, 2006.

ALVES, E.; CASTRO, H. A. Fungos associados ao café (*Coffea arabica* L.) nas fases de pré e pós-colheita em lavouras da região de Lavras. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.24, n.1, p.4-7, 1998.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards**. 2003. 593p.

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de qualidade**. 1978. 85p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba.

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, v.7, p.37-43, 2003.

BÁRTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n.187, p.33-42, 1997.

BATISTA, L. R.; CHALFOUN, S. M. Incidência de ocratoxina A em diferentes frações do café (*Coffea arabica* L.): bóia, mistura e varrição após secagem em terreiros de terra, asfalto e cimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.804-813, 2007.

BATISTA, L. B.; CHAUFOUN, S. M.; PRADO, G. Identificação de espécies toxigênicas de *Aspegillus* associado aos grãos de café armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.3, p.11-16, 2001.

BATISTA, L. B.; CHAUFOUN, S. M.; PRADO, G.; SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, v.85, p.293-300, 2003.

BITANCOURT, A. A. As fermentações e podridões da cereja de café. **Boletim da Superintendência dos Serviços do Café**, São Paulo, v. 32, n. 359, p.7-14, 1957.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: CLAV/DNDV; SNAD/MA, 1992. 365p.

BRUNAUER, S.; DEMING L. S.; DEMING W. E.; TELLER, E. Adsorption of gases in multimolecular layers. **Journal American Chemical Society**. v.62, p.1723-1732, 1940.

CABRERA, H. P.; TANIWAKI, M. H.; HASHIMOTO, J. M.; MENEZES, H. C. Growth of *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* and *A. niger* on culture media at different water activities and temperatures. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.36, p.24-28, 2005.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; VOSSEN, H. A. M. van der. Café Icatu como fonte de resistência a *Colletotrichum coffeanum*. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 28, p. 343-347, 1976.

CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; ANDRADE, E. T. Modelagem matemática da atividade de água em polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.283-287, 2001.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Microflora. In: CHISTENSEN, C. M. **Storage of cereal grain and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p.158-192, 1974.

CORADI, P. C.; BORÉM, F. M.; SAATH, R.; MARQUES, E. R. Effect of drying and storage conditions on the quality of natural and washed coffee. **Coffee Science**, Lavras, v.2, n.1, p.38-47, 2007.

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**, Campina Grande, v.12, n.2, p.181-188, 2008.

CUNNINGHAN, F. E. Practical applications of food dehydration. A Review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, Iowa, v.45, p.479-483, 1982.

DECAGON DEVICES INC. **Water activity meter: operator's manual**. Pullman, WA Decagon, 2001. 185p.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Basic Plant Pathology Methods** – Secadond edition, CRC Press, 1996. 434p.

FERNANDEZ, O. B. Muerte descendente de los brotos del cafeto causada por especies de Phoma y Colletotrichum. **Cenicafé**, Colombia, v.12, n.3, p.127-146, 1961.

FERREIRA, J. B.; ABREU, M. S.; PEREIRA, I. S. Incidência de *Colletotrichum* spp. em frutos de *Coffea arabica* L. em diferentes estádios fisiológicos e tecidos do fruto maduro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.880-885, 2005.

FILTENBORG, O.; FRISVAD, J. C.; THRANE, U. Moulds in food spoilage. **International Journal of Food Microbiology**, v.33, p.85-102, 1996.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**, São Paulo: Atheneu, 2005. 196p.

GONÇALEZ, E.; PINTO, M. M.; FELICIO, J. D. Análise de micotoxinas no Instituto Biológico de 1989 a 1999. **Biológico**, São Paulo, v.63, n.1/2, p.15-19, 2001.

GRUYTER, J.; SCHEER, P. Taxonomy and pathogenicity of *Phoma exigua* var. *populi* var. nov. causing necrotic bark lesions on poplars. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.146, p.411-415, 1998.

JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; RIBEIRO, J. P. Avaliação do desempenho de um sistema de secagem projetado para os pequenos produtores rurais. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1055-1061, 2008.

JOOSTEN, H. M. L. J.; GOETZ, J.; PITTET, A.; SCHELLENBERG, M.; BUCHELI, P. Production of ochratoxin A by *Aspergillus carbonarius* on coffee cherries. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.65, n.1/2, p.39-44, 2001.

KLICH, M. A. **Identification of common *Aspergillus* species**. USDA, ARS, Southern Regional Research Center, New Orleans, Louisiana, USA, 2000. 116p.

KRUG, H.P. Café duros. **Revista do Instituto do Café**, São Paulo, v.26, p.636-638, 1940.

LACERDA FILHO, A. F.; SILVA, J. S. Secagem de café em combinação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.671-678, 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, n.9, p.83-93, 2006.

LEVI C.; TRENK, P. H.; MOHR, K. H. Study of the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans. **Journal of AOAC International**, v.57, p.866-870, 1974.

LINS, S. R. O.; ABREU, M. S. ALVES, E. Estudos histopatológicos de *Colletotrichum* sp. em plântulas de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.6, p.488-495, 2007.

MAGAN, N.; LACEY, J. Ecological determinants of mould growth in stored grain. **International Journal of Food Microbiology**, v.7, p.245-256, 1988.

MARTINS, A N. et al. Microbiota no café armazenado e recém-beneficiado. **O Cafezal (Coffee Break)**. Disponível em <http://www.coffeebreak.com.br>. Acessado em: 12 de dezembro de 2008..

MISLIVEC, P. B.; BRUCE, V. R.; GIBSON, R. Incidence of toxigenic and other molds in green coffee beans. **Journal of Food Protection**, Washington, v.46, n.11, p.969-973, 1983.

MOSS, M. O. Mode of formation of ochratoxin A. **Food Additives and Contaminants**, v.13, p.5-9, 1996.

MOUNJOUENPOU, P.; GUEULE, D.; FONTANA-TACHON, A.; GUYOT, B.; TONDJE, P. R.; GUIRAUD, J. P. Filamentous fungi producing ochratoxin A during

cocoa processing in Cameroon. **International Journal of Food Microbiology**, v.121, p.234-241, 2008.

NECHET, K. de L.; ABREU, M. S. Caracterização morfológica e testes de patogenicidade de isolados de *Colletotrichum* sp. obtidos de cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1135-1142, 2002.

NORTHOLT, M. D.; VAN EGMOND, H. P.; PAULSCH, W. E. Ochratoxin A production by some fungal species in relation to water activity and temperature. **Journal of Food Protection**, v.42, p.485-490, 1979.

OCTAVIANI, J. C.; PREVIERO, C. A.; BIAGI, J. D.; PEREZ, I. G. Qualidade fisiológica de sementes de sete cultivares de café (*Coffea arabica* L.) em função dos processos de secagem natural e artificial. **Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa**, Especial Café, n.2, p.28-31, 2001.

PARADELA-FILHO, O.; PARADELA, A. L. O complexo *Colletotrichum* cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 2001. p. 269-275.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. Campinas: Unicamp, 2007. 127p.

PASCALE, M.; VISCONTI, A. Rapid method for the determination of ochratoxin A in urine by immunoaffinity column clean-up and high-performance liquid chromatography. **Mycopathologia**, v.152, n.2, p.91-95, 2001.

PIMENTA, C. J.; CHALFOUN, S. M. Composição microbiana associada ao café em coco e beneficiado colhido em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.677-682, 2001.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R. Efeito do tipo e época de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.131-136, 2003.

PITT, J. I. Toxigenic fungi: which are important? **Medical Mycology**, v.38, p.17-22, 2000.

RACHED, E.; PFEIFFER, E.; DEKANT, W.; MALLY A. Ochratoxin A: apoptosis and aberrant exit from mitosis due to perturbation of microtubule dynamics? **Toxicological Sciences**, v.92, n.1, p.78-86, 2006.

RESENDE, O.; ARCANJO, R. V.; SIQUEIRA, V. C.; RODRIGUES, S.; KESTER, A. N.; LIMA, P. P. Influência do tipo de pavimento na secagem de clones de café (*Coffea canephora* Pierre) em terreiros de concreto e chão batido. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.2, p.171-178, 2007.

SAEG – **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes – UFV, Viçosa, 2007.

SALUSTIANO, M. E.; ABREU, M. S.; POZZA, E. A.; MIRANDA O. E. Efeito de fungicidas recomendados para o controle de ferrugem do cafeeiro sobre *Colletotrichum* sp. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.22, n.3, p.17-22, 2006.

SANGARE TIGORI, B.; MOUKHA, S.; KOUADIO, J. H.; DANO, D. S.; BETBEDER, A. M.; ACHOUR, A.; CREPPY, E. E. Ochratoxin A in human blood in Abidjan, Côte d'Ivoire. **Toxicon**, v.47, p.894-900, 2006.

SAS Institute Inc. (Cary, NC, USA). **SAS/MDDB® Server Administrator's Guide**, Version 8.0, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SCHEWERDT, G.; HOLZINGER, H.; KÖNIGS, M.; HUMPF, H. U.; GEKLE, M. Effect of ochratoxin A on cell survival and collagen homeostasis in human mesangial cells in primary culture. **Food and Chemical Toxicology**, v.47, p. 209-213, 2009.

SERA, G. H.; SERA, T.; ITO, D. S.; AZEVEDO, J. A.; FILHO, C. R.; ALEGRE, C. R. Correlação entre a necrose de frutos associada ao *Colletotrichum* spp. com as características frutos por nó e produtividade entre genótipos de café arábica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.45-58, 2008.

SILVA, C. F.; SCHWAN, R. F.; DIAS, E. S.; WHEALS, A. E. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of (*Coffea arabica* L.) in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v.60, p.251-260, 2000.

SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: UFJF, 1995. 509 p.

SILVA, J. S.; BERBERT, P. A. **Colheita, secagem e armazenagem de café**. Viçosa: Aprenda Fácil, 1999. 146p.

SILVA, O. F.; COSTA, R. A.; FARIAS, A. X.; SOUZA, M. L. M.; CORRÊA, T. B. S.; FRAGA, M. E. Avaliação da micobiota toxigênica e ocratoxina A em cafés produzidos na Região do Cerrado e Estado de Rondônia – Safra 2003/2004. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.10, p.9-14, 2008.

SUÁREZ-QUIROZ, M.; GONZÁLEZ-RIOS, O.; BAREL, M.; GUYOT, B.; SCHORR-GALINDO, S.; GUIRAUD, J-P. Study of ochratoxin A- producing strains in coffee processing. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, p.501-507, 2004a.

SUÁREZ-QUIROZ, M. L.; GONZÁLEZ-RIOS, O.; BAREL, M.; GUYOT, B.; SCHORR-GALINDO, S.; GUIRAUD, J. P. Effect of chemical and environmental

factores on *Aspergillus ochraceus* growth and toxigenesis in green coffee. **Food Microbiology**, London, v. 21, n. 6, p. 629-634, Dec. 2004b.

TANIWAKI, M. H.; PITT, J. I.; TEIXEIRA, A. A.; IAMANAKA, B. T. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. **International Journal of Food Microbiology**, v.82, p.173-179, 2003).

URBANO, G. R.; TANIWAKI, M. H.; LEITÃO, M. F.; VICENTINI, M. C. Occurrence of ochratoxin A-producing fungi in raw Brazilian coffee. **Journal of Food Protection**, v.64, n.8, p.1226-1230, 2001.

Segundo capítulo

Caracterização físico-química do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja

Rodrigo de Oliveira Simões¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

e-mail: rodrigoosimoes@ibest.com.br

RESUMO

Para demonstrar as alterações que ocorrem após a secagem do café em coco, realizou-se este trabalho com o objetivo de verificar a qualidade do café colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, processados por “via seca” em terreiro de cimento e em terreiro suspenso pela caracterização físico-química e sensorial (prova de xícara). O café, colhido em quatro diferentes porcentagens de frutos cereja, Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%), foi lavado e seco em terreiro de cimento e em terreiro suspenso. As análises de condutividade elétrica e lixiviação de potássio foram feitas com grãos de café beneficiados sem defeitos visíveis, retidos em peneiras de crivo circular 16 acima. As demais análises físico-químicas: acidez titulável total, acidez graxa, extrato etéreo, pH e índice de coloração foram feitas com grãos de café beneficiados sem defeitos visíveis, retidos em peneiras de crivo circular 16 acima, moídos e peneirados (30 “meshes”). A avaliação dos atributos sensoriais (prova de xícara) foi feita com grãos selecionados, devidamente torrados (torra média) e apresentados sob a forma de café expresso. Verificou-se que os valores médios de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, pH, aumentaram com a redução na porcentagem de frutos cereja em cada lote. Apesar das diferenças observadas entre os parâmetros físico-químicos, a qualidade da bebida de café não foi afetada negativamente, visto não terem sido

observadas diferenças significativas entre os atributos sensoriais avaliados que inferissem bebida de pior qualidade. Todas as correlações, negativas e positivas, entre as variáveis físico-químicas e atributos sensoriais que foram significativas inferem que os danos causados às membranas celulares dos grãos, com o extravasamento dos constituintes do grão, sejam os principais responsáveis para elucidar as modificações ocorridas na qualidade final do café.

Physical-chemical and sensory of coffee (*Coffea arabica* L.) collected in different percentages of maturation stage cherry

ABSTRACT

In light of the lack of studies that show the changes that occur after the drying of coffee in coconut, took place this work in order to verify the quality of the coffee harvested in different percentages of cherries maturation stage, processed by "dry route" cement terrace and suspended terrace by the court in physical-chemical and sensory (proof cup). The coffee collected at four different percentages of fruits, Lot 1 (90.9%), Lot 2 (81.5%), Lot 3 (65.4%) and Lot 4 (44.7%), and was washed and dry in cement terrace and suspended terrace. The analysis of electrical conductivity and potassium leaching were made with coffee beans benefit without visible defects, retained in sieves of 16 circular sieve above. The other physico-chemical analysis: total acidity, fat acidity, ether extract, pH and rate of staining were made with coffee beans benefit without visible defects, retained in sieves of 16 circular sieve above, ground and sieved (30 "Meshes"). Evaluation of sensory attributes (proof cup) was made with selected seeds, properly roasted (roasting average) and in the form of espresso. It was found that the average values of electrical conductivity, leaching of potassium, pH, increased with the reduction in the percentage of fruits in each lot. Despite the differences observed between the physical and chemical parameters, the quality of drinking coffee was not affected negatively, since it was not significant differences between the sensory attributes evaluated infer that drink of worse quality. All correlations, negative and positive, between the physical-chemical and sensory attributes were significant to infer that the damage to cell membranes of the grains, with the leakage of the constituents of the grain, are the primary responsibility for elucidating the changes in quality end of the coffee.

1. INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos primários de maior valor no mercado mundial e uma das principais atividades agroindustriais do país, sendo um dos poucos produtos agrícolas com seu preço associado a parâmetros qualitativos, cujo valor aumenta significativamente com a melhoria da qualidade (PASIN et al., 2002). Contudo, esta qualidade está diretamente relacionada aos diversos constituintes físico-químicos dos grãos, aos fatores genéticos, ambientais e culturais, além dos relacionados com os processos de colheita, de processamento e de armazenamento, responsáveis diretamente pela aparência, pelo sabor e pelo aroma característico da bebida do café (AMORIM, 1978; DART e NURSTEN, 1985; CORTEZ, 1997; PIMENTA e VILELA, 2003).

O grau de maturidade dos frutos do cafeeiro é considerado um dos principais fatores que interferem na qualidade final do café. A desuniformidade de maturação é uma das principais dificuldades a serem superadas durante a colheita (KRUG 1941; MAZZAFERA et al., 1998; PIMENTA et al., 2005). Essa desuniformidade é uma característica intrínseca do cafeeiro, devido às inúmeras floradas que podem ocorrer em um mesmo ciclo produtivo (MAJEROWICZ e SÖNDAHL, 2005; NOGUEIRA et al., 2005); com predominância de frutos cereja e verde no início da colheita e no final, predominância de frutos secos, com grande variação desses estádios durante todo o ciclo produtivo (GARRUTI e GOMES, 1961; PIMENTA e CHALFOUN, 2001).

Depois de colhido, o café pode ser preparado de duas formas: por via seca e via úmida. Na forma de preparo por via seca, o fruto é seco na sua forma integral

(com casca, polpa e mucilagem), dando origem aos cafés denominados coco ou natural. Na forma de preparo por via úmida, originam-se os cafés despulpados, descascados e desmucilados (SILVA et al., 2001; WINTGENS, 2004; BORÉM et al., 2006).

A averiguação da qualidade quanto à bebida é determinada segundo o sabor e o aroma, características organolépticas indispensáveis que o café apresenta na prova de xícara, que são dependentes dos componentes químicos existentes no grão e diretamente relacionados com a eficiência do processo de secagem (LEITE et al., 1998; SILVA et al., 2001; CORADI et al., 2008; MARQUES et al., 2008).

AMORIM (1978), visando atestar a qualidade do café por meio de avaliações físico-químicas, destacou as medidas da condutividade elétrica e da lixiviação de potássio nos exsudados do grão cru como forma de avaliação do nível de desestruturação da membrana celular do grão de café. A degeneração das membranas celulares e subsequente perda de controle de permeabilidade, seja por ataque de insetos-praga e microrganismos, alterações fisiológicas ou danos mecânicos, provocam rápida deterioração dos grãos de café (PRETE et al., 2000).

O teor de acidez titulável em grãos de café varia em função das condições climáticas durante a colheita e a secagem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos (CARVALHO et al., 1994; PIMENTA et al., 2008). Avaliando a qualidade da bebida do café, ARCILA-PULGARIN e VALÊNCIA-ARISTIZÁBAL (1975) verificaram que os frutos de café no estágio de maturação verde possuem menores teores de acidez titulável e que esses valores aumentam à medida que se intensifica o processo de maturação dos frutos.

O pH do café tem sido correlacionado com a acidez perceptível, sendo indicativo de eventuais transformações dos frutos de café, como fermentações

indesejáveis que ocorrem durante os processo de pré ou pós-colheita, originando defeitos na qualidade do produto final (SIQUEIRA e ABREU, 2006; ANGÉLICO, 2008).

A influência do extrato etéreo na qualidade da bebida tem sido investigada por COELHO e PEREIRA (2002), os quais relataram que esses compostos podem sofrer hidrólises e oxidações em consequência do manejo inadequado antes e durante a colheita, a secagem e o armazenamento, alterando os aspectos físicos e sensoriais do café.

Dos aspectos físicos apresentados pelos grãos beneficiados, a cor tem maior importância que as demais características, uma vez que dela dependerá a rejeição ou aceitação do produto (AFONSO JÚNIOR e CORRÊA, 2003). A coloração dos grãos de café beneficiado é influenciada por inúmeros fatores como umidade relativa do ar, luminosidade no local de armazenamento, injúrias sofridas pelos grãos, estágio de maturação em que são colhidos os frutos, os quais podem levar à depreciação do café e afetar a qualidade da bebida (AMORIM, 1972; CARVALHO et al., 1994; PIMENTA et al., 2008), reduzindo o valor comercial do produto, pois permite revelar os cuidados na colheita, na secagem e no armazenamento (GODINHO et al., 2000; NOBRE et al., 2007).

Diante do exposto e da falta de trabalhos que demonstrem as alterações que ocorrem após a secagem do café em coco, realizou-se o presente trabalho para verificar a qualidade do café colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, processados por “via seca” em terreiro de cimento e em terreiro suspenso pela caracterização físico-química e sensorial (prova de xícara).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade de Processamento de Café (UPC/Aeroporto) e no Laboratório de Grãos da Área de Armazenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

O café (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí Vermelho, procedente do município de Viçosa, MG, foi colhido, por derriça manual no pano e de forma seletiva caracterizando-se quatro lotes em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%).

O café em coco, após a lavagem e uma pré-secagem em terreiro de cimento de dois dias, para redução do teor de água inicial em torno de 70% base úmida (b.u.), foi subdividido em dois lotes de igual tamanho, permanecendo uma parte no terreiro de cimento e a outra parte destinada à secagem em terreiro suspenso. A cada dois dias, no final da tarde, amostras de três litros de café foram coletadas para determinação do teor de água.

Concluído o processo de secagem até o teor de água próximo de 11% b.u., recomendado para o armazenamento, os lotes de café foram beneficiados e submetidos às seguintes análises: condutividade elétrica, lixiviação de potássio, acidez titulável total, acidez graxa, extrato etéreo, pH, índice de coloração e análise sensorial (prova de xícara).

A análise do teor de água foi feita utilizando-se o café em coco. As avaliações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio foram feitas nos grãos de café beneficiado e as demais análises em grãos de café beneficiado, todos sem defeitos

visíveis, retidos em peneiras de crivo circular 16 acima e moído em moinho da marca Frisch, modelo Pulverisette utilizando-se uma peneira de 30 “meshes”.

Teor de água

Utilizou-se o procedimento descrito nas normas da ASAE, a 103 °C, durante 72 horas (ASAE, 2003).

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica dos grãos de café foi determinada adaptando-se a metodologia recomendada por PRETE (1992). Foram utilizados 50 grãos sem defeitos visíveis de cada amostra, em quatro repetições, os quais foram pesados (precisão de 0,0001 g) e imersos em 75 mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. A seguir, estes recipientes foram colocados em estufa ventilada regulada para 25 °C, por 24 horas, procedendo-se à leitura da condutividade elétrica da solução em aparelho da marca TecnoPON, modelo CA-150, com ajuste para compensação de temperatura e eletrodo, com a constante da célula de 1 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Antes de realizar as leituras, o aparelho foi calibrado com uma solução padrão de cloreto de sódio com condutividade elétrica conhecida à temperatura de 25 °C. Com os dados obtidos, foi calculada a condutividade elétrica, expressando-se o resultado em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de amostra.

Lixiviação de potássio

A lixiviação dos íons de potássio foi realizada nos grãos de café, sem defeitos visíveis de cada amostra, segundo metodologia proposta por PRETE (1992). Após a leitura da condutividade elétrica, os exsudados foram submetidos à determinação da

quantidade de potássio lixiviado. A leitura foi realizada em fotômetro de chama da marca Analyser 900. Com os dados obtidos, foi calculado o potássio lixiviado, expressando-se o resultado em ppm.

Acidez titulável total

A acidez titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, de acordo com a técnica descrita na AOAC (1995), e expressa em nível de NaOH 0,1 N por 100 g de amostra.

Acidez graxa

A acidez graxa foi determinada por titulação, de acordo com o método descrito pela AOAC (1995). Foram pesados 40 g da amostra de café moído e adicionados 100 mL de tolueno, colocando-se para agitar durante 1 hora e 30 minutos. Em seguida, realizou-se a filtração com papel de filtro Whatman nº 1. Misturaram-se, em um béquer, 25 mL da solução filtrada com 25 mL de álcool etílico mais fenolftaleína e, depois, titulou-se a solução com KOH até atingir o ponto de viragem. O resultado da acidez graxa foi expresso em mL de KOH por 100 g de matéria seca (MS), calculado de acordo com a equação 1.

$$AG = \frac{VG \times 100}{PS} \quad \text{eq. 1}$$

em que:

AG = acidez graxa, mL de KOH/100 g de MS;

VG = volume gasto de KOH na titulação da mistura (extrato + indicador) em mL e

PS = massa da amostra seca, g.

Extrato etéreo

O percentual de extrato etéreo foi determinado pela extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, segundo metodologia descrita na AOAC (1995).

Foram pesados 40 g de café moído transferidos para um cartucho de material poroso e cobertos com uma proteção de algodão. O cartucho foi seco em estufa a 105 °C durante duas horas e colocado no tubo do aparelho de extração de Soxhlet. O tubo de extração foi adaptado ao balão do aparelho, que foi previamente aquecido em estufa a 105 °C, resfriado em dessecador e anotada a sua massa. A extração do óleo foi feita utilizando éter de petróleo por cerca de seis horas. Recuperou-se o quanto possível do éter de petróleo no próprio aparelho. Ao final, o balão foi levado para a estufa a 105 °C e deixado por uma hora. Esfriou-se o balão em dessecador e mediu-se sua massa. Repetiu-se este procedimento de aquecimento e resfriamento em estufa até peso constante. O cálculo dos lipídeos foi feito em função da quantidade de amostra e da fração lipídica extraída, de acordo com a equação 2.

$$\text{Extrato etéreo (\%)} = \frac{L}{M} \times 100 \quad \text{eq. 2}$$

em que:

L = massa de lipídeos na amostra, g e

M = massa da amostra g.

pH

Na determinação dos valores de pH, as amostras de café foram preparadas seguindo a mesma metodologia para determinação da acidez titulável (AOAC, 1995) adaptada para esta determinação. Foram pesados dois gramas da amostra de café

moído e adicionados 50 mL de água destilada, agitando-se por uma hora. Em seguida, realizou-se a filtração em papel de filtro Whatman nº 1, efetuando-se as medidas de pH do extrato obtido com pHmetro de bancada da marca BEL Engineering, modelo W3B Microprocessado, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e 6,96, conforme AOAC (1995).

Índice de coloração

Determinado pelo método descrito por SINGLETON (1966) adaptado para o café. Foram pesados dois gramas da amostra de café moído acrescentando-se, após transferência para erlenmeyer, 50 mL de água destilada. Em seguida, as amostras foram agitadas em agitador elétrico por 1 hora. Procedeu-se a filtração em papel de filtro Whatman nº 1. Tomaram-se cinco mL do filtrado e adicionaram-se 10 mL de água destilada. Estas amostras foram deixadas em repouso por 20 minutos e lidas a 425 nm em espectrofotômetro da marca Tecnal, modelo SF-325 NM (fotômetro fotoelétrico de filtro) com lâmpada de tungstênio-halogênio.

Análise sensorial

O café expresso foi preparado a partir das amostras dos lotes de café devidamente torradas (torra média), moídas com granulometria grossa e água, sendo sua extração feita em máquinas apropriadas, nas quais a água passa rapidamente sob pressão pelo pó de café moído e vai diretamente para a xícara. Provadores profissionais avaliaram os atributos de aroma, sabor, acidez e corpo da bebida, registrando a presença dos atributos em ficha com identificação das amostras. Para elaborar a ficha de avaliação, foram escolhidos os atributos a partir daqueles pré-determinados por provadores profissionais da Organização Internacional do Café

(ESTEBAN-DÍEZ, 2004) e por outros Institutos de pesquisa de café (PUERTA-QUINTERO, 1996; AVELINO et al., 2002). Os atributos foram medidos em uma escala não estruturada de dez centímetros de comprimento (Figura 1), com identificações da intensidade a um centímetro do extremo esquerdo e do extremo direito e marcação no ponto central (ANDUEZA et al., 2002).

As amostras de referência dos extremos das escalas de intensidade recomendadas pelos provadores e as descrições dos atributos das amostras de café empregadas como referência nos pontos de extremo da escala (âncoras) foram determinadas segundo padrões de bebida para café expresso em mistura (single blend), enquadradas nos rigorosos padrões internacionais de qualidade adotados pela illycaffè.

ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA DE BEBIDA DE CAFÉ		
Provedor:	_____	Amostra: _____ Data: _____
Por favor, prove as amostras e marque na escala abaixo a intensidade dos atributos.		
Gosto ácido	_____	_____
	fraco	5 intenso
Gosto amargo	_____	_____
	fraco	5 intenso
Gosto doce	_____	_____
	fraco	5 intenso
Aroma global	_____	_____
	fraco	5 intenso
Corpo	_____	_____
	fraco	5 intenso
Adstringência	_____	_____
	fraco	5 intenso
Sabor chocolate	_____	_____
	fraco	5 intenso
Sabor caramelo	_____	_____
	fraco	5 intenso
Aroma floral	_____	_____
	fraco	5 intenso
Aroma frutal	_____	_____
	fraco	5 intenso
Aroma de biscoito	_____	_____
	fraco	5 intenso
Sabor de frutas seca	_____	_____
	fraco	5 intenso
Sabor de fermentado	_____	_____
	fraco	5 intenso
Sabor de madeira	_____	_____
	fraco	5 intenso
Sabor de ranço	_____	_____
	fraco	5 intenso

Figura 1 – Ficha para avaliação sensorial dos atributos de qualidade da bebida de café das amostras dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja secos em terreiro de cimento e em terreiro suspenso.

As amostras dos lotes de café em estudo foram apresentadas a seis provedores profissionais, sob a forma de degustação às cegas na forma expressa. Os testes foram realizados em cabines individuais iluminadas com luz natural, utilizando-se a escala descrita na Figura 1.

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido segundo esquema fatorial 4 x 2 (quatro lotes de café em coco, em diferentes porcentagens dos estádios de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%); dois tipos de terreiro durante o processo de secagem, de cimento e suspenso no delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) com três repetições para avaliar o teor de água, a acidez titulável total, a acidez graxa, o extrato etéreo, o pH, o índice de coloração e com quatro repetições para avaliar a condutividade elétrica e a lixiviação de potássio.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007).

A análise estatística das avaliações sensoriais foi conduzida segundo mesmo esquema fatorial descrito acima para as análises físico-químicas, no entanto, no delineamento em blocos casualizados (D.B.C.) para os atributos gosto ácido (ACI, gosto amargo (AMA), gosto doce (DOC), aroma global (ARG), corpo (COR), adstringência (ADT), sabor de chocolate (CHO), sabor caramelo (CAR), aroma floral (FLO), aroma frutal (FRU), aroma de biscoito (BIS), aroma de frutas secas (FRS), sabor fermentado (FER), sabor de madeira (MAD) e sabor de ranço (RAN). As avaliações foram realizadas por seis provadores profissionais cada um avaliando os quatro lotes de café submetidos aos dois tratamentos. O programa estatístico utilizado foi o SAS[®] através do PROC GLM (General Linear Models) para Windows[™], versão 8.0 (SAS Institute Inc., 1999).

Realizaram-se, através do procedimento PROC CORR do programa SAS[®] para Windows[™], versão 8.0 (SAS Institute Inc., 1999), correlações lineares (r) entre

as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais dos quatro lotes de café em coco submetidos aos dois tratamentos aplicados neste estudo, obtendo-se os coeficientes de correlação de Pearson com $\alpha = 0,05$ entre os dados obtidos das mensurações realizadas nos grãos de café beneficiado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra a representação gráfica das curvas de secagem para os lotes de café pré-processado em coco.

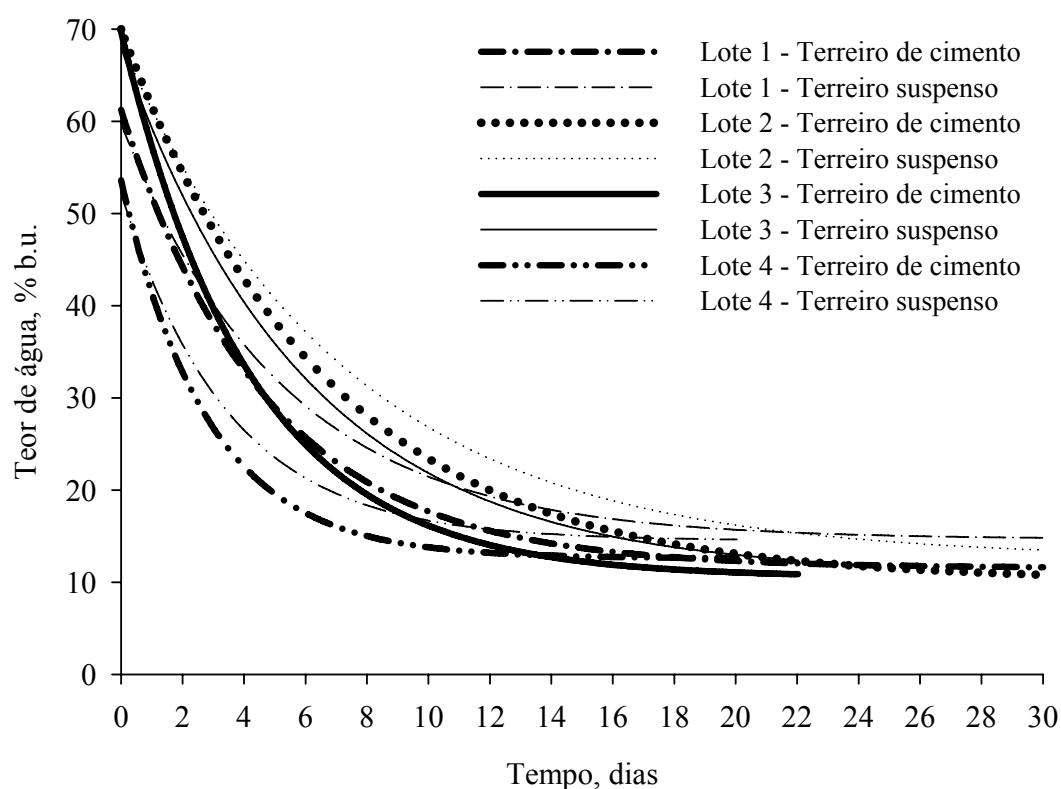


Figura 2 – Curvas de secagem dos lotes de café em diferentes percentagens do estágio de maturação cereja: Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%) em terreiro de cimento e em terreiro suspenso.

O teor de água inicial dos frutos de café, após passarem pelo processo de lavagem, foi de 60,7%; 67,4%; 67,7% e 52,9% b.u., para os Lotes, 1, 2, 3 e 4, respectivamente, colhidos em diferentes percentagens do estágio de maturação cereja. A diferença máxima entre os teores finais de água dos frutos foi de 2,1 pontos percentuais. Os Lotes 1 e 2 demandaram um período de 30 dias para reduzir o teor de

água inicial para próximo de 11% b.u., teor considerado seguro para o armazenamento, enquanto que os Lotes 3 e 4 levaram 22 e 20 dias respectivamente para alcançar este mesmo teor, independentemente do processo de secagem empregado. Esta variação no tempo de secagem pode ser atribuída à diferença na porcentagem de frutos cereja de cada lote.

Observa-se ainda na Figura 2, que o comportamento das curvas de secagem para um mesmo lote de café, é semelhante, entretanto, com valores médios dos teores de água menores durante o processo de secagem em terreiro de cimento, quando comparados no mesmo período com o processo de secagem em terreiro suspenso. Terreiros pavimentados com cimento proporcionam uma maior redução do teor de água dos frutos de café sendo mais eficientes energeticamente no processo de secagem comparativamente aos terreiros de chão batido, lama asfáltica e terreiro suspenso (ANDRADE et al., 2003; LACERDA FILHO et al., 2006). Esta diferença nos valores médios dos teores de água, de todos os lotes de café em diferentes porcentagens dos estádios de maturação cereja, ocorrida entre os dois tipos de terreiro durante o processo de secagem também pode ser observada pelas equações de regressão ajustadas e os seus respectivos coeficientes de determinação (Tabela 1).

Tabela 1 – Equações de regressão ajustadas para as curvas de secagem dos lotes de café e os respectivos coeficientes de determinação.

Secagem em terreiro de cimento			
Lote 1	$y = 11,5350 + 49,7090e^{-0,2098x}$	R ² = 0,9871	P<0,0001
Lote 2	$y = 10,1474 + 59,8740e^{-0,1807x}$	R ² = 0,9785	P<0,0001
Lote 3	$y = 10,5914 + 59,1658e^{-0,2386x}$	R ² = 0,9796	P<0,0001
Lote 4	$y = 12,5859 + 41,0260e^{-0,3688x}$	R ² = 0,9789	P<0,0001
Secagem em terreiro suspenso			
Lote 1	$y = 14,6572 + 45,1321e^{-0,1896x}$	R ² = 0,9832	P<0,0001
Lote 2	$y = 12,5587 + 55,8978e^{-0,1867x}$	R ² = 0,9924	P<0,0001
Lote 3	$y = 10,8676 + 57,1083e^{-0,1649x}$	R ² = 0,9752	P<0,0001
Lote 4	$y = 14,5151 + 37,7716e^{-0,2868x}$	R ² = 0,9608	P<0,0001

Os valores médios da condutividade elétrica e da lixiviação de potássio dos lotes de café em coco, colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, após o processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, estão apresentados na Tabela 2 e na Tabela 3, respectivamente. Analisando estes dois parâmetros de qualidade fisiológica dos grãos de café, observa-se que a interação lote x terreiro foi significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de terreiro	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	139,52 D a	161,61 C a	185,13 B a	196,03 A a
Suspenso	123,59 D b	152,25 C b	179,11 B b	188,89 A b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

Tabela 3 – Valores médios de lixiviação de potássio (ppm), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de terreiro	Lixiviação de potássio (ppm)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	27,34 D a	30,42 C a	42,23 A a	38,49 B a
Suspensão	18,50 C b	28,24 B b	38,05 A b	37,63 A a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

Verifica-se que houve um aumento significativo ($P < 0,05$) da condutividade elétrica e da lixiviação de potássio em função da redução das porcentagens do estágio de maturação cereja, observada nos dois tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem, terreiro de cimento e terreiro suspenso. Este aumento significativo nos valores destes parâmetros de qualidade fisiológica dos grãos de café pode ser atribuído à incidência de fungos filamentosos, que estiveram presentes em todas as etapas durante o estudo dos lotes de café em coco. Segundo alguns autores, SILVA e SILVA (2000); COSTA e CARVALHO (2006), quando a deterioração dos tecidos é vista externamente aos grãos, significa que o processo já está num estágio muito avançado e que os fungos presentes contaminando os grãos, sejam os possíveis responsáveis pelas elevações nos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio.

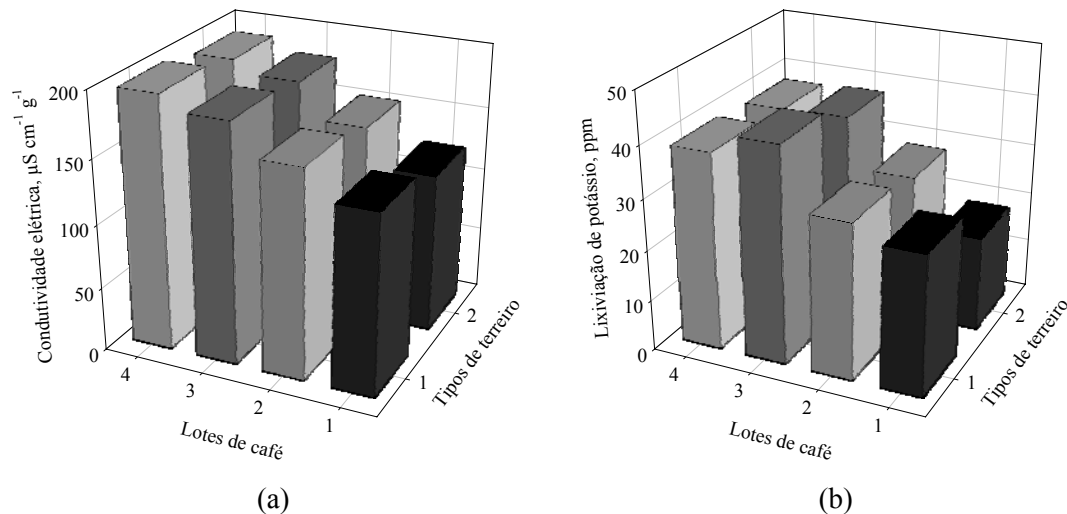
Observa-se ainda na Tabela 2 e na Tabela 3, uma diferença significativa ($P < 0,05$) entre a seca realizada em terreiro de cimento e em terreiro suspenso para cada lote. As maiores quantidades de íons lixiviados, e conseqüentemente maiores valores de condutividade elétrica, encontradas no terreiro de cimento comparativamente ao terreiro suspenso, podem ter ocorrido, principalmente, devido às temperaturas mais altas, ocorridas em função do tipo de pavimentação constituinte

daquele terreiro, interferindo na integridade das membranas celulares dos grãos de café. Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos realizados por REINATO et al. (2005) e por SILVA et al. (2008), quando verificaram que em relação à pavimentação, os cafés que obtiveram os menores valores de condutividade elétrica foram os secos em terreiro suspenso, seguidos de lama asfáltica, concreto e chão batido.

O efeito dos lotes, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, e o dos tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem, na condutividade elétrica e lixiviação de potássio são apresentados nas Figuras 3(a) e 3(b) respectivamente. Verifica-se, nestes gráficos, que os valores médios de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, ao fim do processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, aumentaram gradativamente, de 123,59 a 196,03 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e de 18,50 a 42,23 ppm, respectivamente, à medida que a porcentagem de frutos, no estágio de maturação cereja, dos lotes de café era menor. Estes resultados corroboram os encontrados por REINATO et al. (2007) e SILVA et al. (2008), ao verificarem que a lixiviação de potássio e a condutividade elétrica aumentam quanto menor a porcentagem de frutos no estágio ótimo de maturação fisiológica.

GOULART et al. (2007) verificaram que os valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, observados nos grãos de bebida dura, 137,98 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$; 51,58 ppm e nos grãos de bebida rio 195,23 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$; 72,16 ppm, respectivamente, comprovam que cafés de menor qualidade indicam, provavelmente, que as membranas celulares sejam as responsáveis direta e indiretamente pelas transformações no grão, quando este se deteriora. Resultados semelhantes também foram encontrados por PRETTE (1992) e PIMENTA et al. (2008), que comprovaram

que altos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio estão relacionados com o processo de deterioração do café e com a perda de sua qualidade e têm sido considerados fortes indicadores de danos na membrana celular dos grãos.



Tipos de terreno 1 = terreno de cimento e 2 = terreno suspenso

Lote 1 = 90,86%, Lote 2 = 81,54%, Lote 3 = 65,40%, Lote 4 = 44,70%

Figura 3 – Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) (a) e lixiviação de potássio (ppm) (b) para os lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja em função do tipos de terreno.

Normalmente, a perda de seletividade das membranas celulares em grãos de café também pode estar relacionada a fatores climáticos inadequados como alta umidade relativa e temperaturas elevadas (AMORIM, 1978), além das injúrias provocadas pelo ataque de insetos e microrganismos, alterações fisiológicas e danos mecânicos, levando a uma rápida deterioração dos grãos de café (BAKER et al., 1993; RIBEIRO et al., 2003; PIMENTA et al., 2004). Assim, a desestruturação das células das membranas do grão, promove um extravasamento do conteúdo celular (enzimas, proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídeos, íons etc.) produzindo reações químicas que modificam a composição química original do grão de café e,

em consequência, as propriedades sensoriais da infusão preparada (PEREIRA et al., 2001; MALTA et al., 2003; BORÉM et al., 2008). Estes mesmos autores não observaram diferenças significativas entre os tipos de pré-processamento do café em relação aos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, e que tanto o café processado por via seca, quanto por via úmida podem apresentar integridade celular adequada, desde que se tomem cuidados durante os processos de colheita e pós-colheita.

Pelos resultados expressos na Tabela 4, pode-se observar que existe diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores médios de acidez titulável total nos grãos de frutos colhidos em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, submetidos aos dois tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem, terreiro de cimento e terreiro suspenso, ocorrendo interação entre esses dois fatores. Não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) na acidez dos Lote 2 (81,5%) e 3 (65,4%) quando passaram pelo processo de secagem em terreiro de cimento. Apenas o Lote 4 (44,7%), seco em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, com valor médio de acidez titulável total de 252,88 e 287,65 mL NaOH 0,1N 100g⁻¹, respectivamente, e o Lote 1 (90,9%), seco em terreiro suspenso com 262,36 mL NaOH 0,1N 100g⁻¹, foram considerados altos. Estes valores encontrados apresentam-se dentro da faixa de 211, 20 mL NaOH 0,1N 100g⁻¹ para cafés de melhor qualidade (bebida estritamente mole) a 284,50 mL NaOH 0,1N 100g⁻¹ para cafés de pior qualidade (bebida rio), proposta por CARVALHO et al. (1994), que observaram que valores mais elevados de acidez titulável total indicam haver, nos cafés de pior qualidade, maior grau de fermentação.

Tabela 4 – Valores médios da acidez titulável total (NaOH 0,1N 100g⁻¹ de amostra), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de Terreiro	Acidez titulável total (NaOH 0,1N 100g ⁻¹ de amostra)			
	Lotes de café			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	237,08 B b	205,47 C b	214,95 C a	252,88 A b
Suspensão	262,36 B a	237,08 C a	186,50 D b	287,65 A a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

A mucilagem do fruto de café é composta de 85% de água e 15% de sólidos que, por sua vez, são compostos de 80% de substâncias pécticas e 20% de açúcares. Isso torna a mucilagem um excelente substrato para o desenvolvimento de microrganismos que podem provocar fermentações (SIVETZ, 1963), produzindo álcool que pode ser desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico, que podem causar prejuízos acentuados à qualidade do café (CARVALHO et al., 1994). Este comportamento também foi reportado por FRANCA et al. (2005), que observaram um aumento da acidez com a diminuição da qualidade do café.

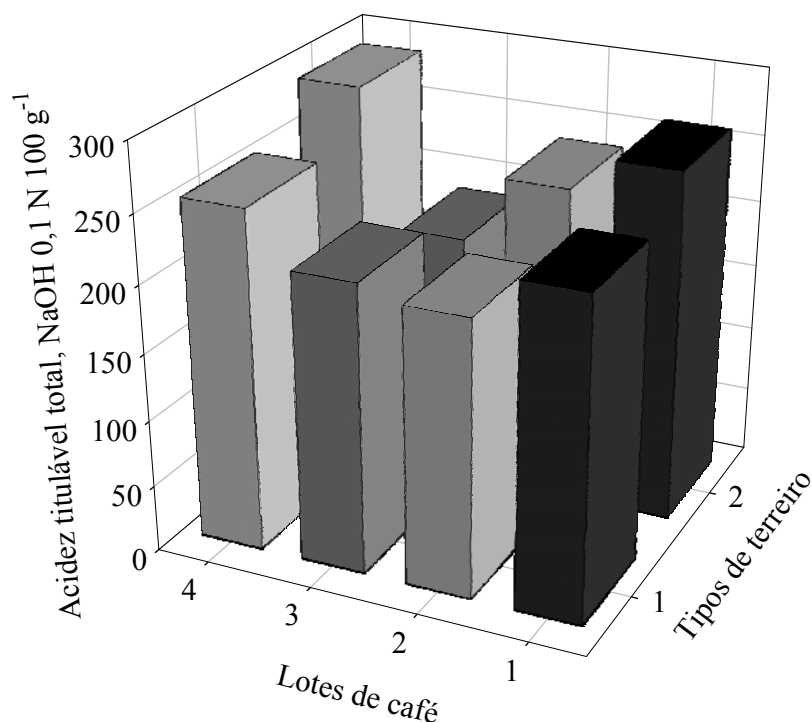
Observa-se ainda na Tabela 4 que o menor valor da acidez, 186,50 NaOH 0,1N 100g⁻¹, foi encontrado no Lote 3, que apresenta em sua composição, além de frutos com 65,4% no estágio de maturação cereja, 22,3% no estágio de maturação verde, sugerindo que esta porcentagem expressiva de frutos verdes tenha contribuído para expressar menor acidez por ainda não apresentar sua constituição química totalmente formada. Estes resultados corroboram os trabalhos realizados por PIMENTA e VILELA (2002) e PIMENTA et al. (2008), que atribuíram uma maior acidez no estágio de maturação cereja à sua constituição química completa e às fermentações ocorridas na mucilagem e que estes valores se intensificam à medida

que o processo de maturação avança, sendo este estágio considerado o estágio ótimo de maturação fisiológica. Dessa forma, com base na acidez titulável total, pode-se considerar que a colheita realizada quando os frutos estão no seu ponto ótimo de maturação fisiológica, que corresponde para o café ao estágio cereja, pode melhorar a qualidade do produto, uma vez que, segundo estes mesmos autores, há uma relação entre menor acidez e melhor qualidade de bebida.

Torna-se importante salientar que a permanência dos frutos na planta por um tempo maior, ou seja, quando os mesmos começam a perder teor de água ainda na planta, resultado de uma colheita tardia, aumenta significativamente a acidez titulável total, podendo seguramente afetar a qualidade dos grãos. Esse comportamento pode ser verificado na Tabela 4, para o Lote 4, que possui em sua composição, além dos 44,7% de frutos cereja, 51,0% de frutos b6ia, resultantes de uma colheita tardia, o que ocasionou o mais alto valor de acidez, 287,65 NaOH 0,1N 100g⁻¹. Este alto valor na acidez dos grãos de café do Lote 4 também pode ser atribuído ao fato de eventualmente estarem ocorrendo altas contaminações microbiológicas que, por sua vez, podem contribuir para o aumento nos níveis de fermentações, o que eleva os índices de acidez titulável total. CHAGAS et al. (1996) observaram que valores mais elevados de acidez titulável total indicam haver, nos grãos de café de pior qualidade, um maior grau de infestação por microrganismos e, conseqüentemente, maior grau de fermentação.

As variações dos valores médios da acidez titulável total dos lotes de café, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, secos em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, estão representadas graficamente na Figura 4. Observa-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tipos de terreiro empregados durante

o processo de secagem, terreiro de cimento e terreiro suspenso, independentemente das diferenças nas porcentagens do estágio de maturação cereja de cada lote de café.



Tipos de terreiro 1 = terreiro de cimento e 2 = terreiro suspenso.

Lote 1 = 90,86%, Lote 2 = 81,54%, Lote 3 = 65,40%, Lote 4 = 44,70%.

Figura 4 – Valores médios da acidez titulável total (NaOH 0,1N 100g⁻¹ de amostra), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Em relação aos tipos de terreiro, verifica-se que os maiores valores de acidez titulável total foram observados nos lotes de café, secos em terreiro suspenso, quando comparados no mesmo período com os lotes secos em terreiro de cimento, com a exceção do Lote 3, que apresentou comportamento contrário. Observa-se, ainda na Figura 4, que o Lote 4 resultou nos maiores valores de acidez titulável total, 252,88 NaOH 0,1N 100g⁻¹ quando do processo de secagem em terreiro de cimento e 287,65 NaOH 0,1N 100g⁻¹ quando do processo de secagem em terreiro suspenso. Estes resultados se assemelham aos encontrados por MALTA et al. (2003) e SILVA et al.

(2008), ao destacarem que os maiores valores de acidez foram registrados para a seca realizada em terreiro suspenso quando os frutos de café estavam, em sua maioria, no estágio de maturação bóia.

GODINHO et al. (2000) verificaram que o café em coco apresentou menores índices de acidez, quando comparado ao café beneficiado, diferença essa que pode ser atribuída à casca e ao pergaminho.

De forma geral, os valores médios de acidez foram baixos, denotando adequado preparo e cuidados durante o pré-processamento do café em coco, independentemente dos tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem.

Os valores médios do pH, em função dos lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja e do tipos de terreiro, cimento e suspenso estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que a interação lote x terreiro foi significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Valores médios de pH, para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de terreiro	pH			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	5,67 C a	5,94 B a	5,98 A b	5,60 D a
Suspenso	5,58 C b	5,88 B b	6,03 A a	5,54 D b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

O pH dos grãos de café analisados apresentou valores relativamente diferenciados (Tabela 5), no entanto, verifica-se que houve uma relação de proporcionalidade entre os lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja e os valores obtidos nesta análise, independentemente do tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem, à exceção para o Lote

4. Os maiores valores de pH foram observados para o Lote 3 (65,4%), seguidos pelo Lote 2 (81,5%), Lote 1 (90,9%), ou seja, o pH aumentou à medida que reduziu a porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja dos lotes de café 1, 2 e 3, comportamento este não observado para o Lote 4, que com a menor porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja, 44,7%, obteve menor valor de pH no dois tipos de terreno. Essa relação inversa de proporcionalidade, assim como a diferença de comportamento observado para o Lote 4, nos valores de pH, sugerem que os diferentes valores médios de pH sejam, possivelmente, advindos da composição química existente entre os grãos, que proporcionam, de forma diversa e ainda não completamente elucidada, a formação de substâncias que propiciam essa variação nos valores do pH encontrados no presente estudo.

Analisando-se os resultados de pH (Tabela 5) e de acidez titulável total (Tabela 4), verifica-se semelhança na relação direta entre estes dois parâmetros físico-químicos, responsáveis por determinar a acidez ocasionada por eventuais transformações dos frutos de café, como fermentações indesejáveis que podem ocorrer durante todo o processamento do café. Observa-se que os menores valores de pH encontrados para o Lote 4, constituído de 44,7% de frutos cereja, além de 51,0% de frutos bóa, estão relacionados com os resultados obtido para a acidez titulável total que também obteve os maiores valores médios para este mesmo lote, independentemente do tipo de terreno, cimento ou suspenso. Esta mesma relação direta pode ser verificada no comportamento destes parâmetros para os demais lotes. Estes resultados corroboram os encontrados por ARCILA-PULGARIN e VALÊNCIA-ARISTIZÁBAL (1975), SIQUEIRA e ABREU (2006) e ANGÉLICO (2008) ao verificarem que os valores de acidez titulável aumentam e por

conseqüência reduzem os valores de pH, à medida que se intensifica o processo de maturação dos frutos de café.

O pH do grão de café tem sido correlacionado com a acidez perceptível, por isso tem sido estudado como forma de avaliação sensorial do grão (SIVETZ e DESROSIER, 1979). Segundo alguns autores, SIQUEIRA e ABREU (2006) e LIMA et al. (2008), sua intensidade varia em função do estágio de maturação dos frutos, local de origem, tipo de colheita, forma de processamento, tipo de secagem e condições climáticas durante a colheita e secagem, como indicativo de eventuais transformações dos frutos de café, como as fermentações indesejáveis e que podem ser responsáveis pela deterioração dos grãos.

A acidez é uma qualidade desejada na bebida do café, desde que não seja demasiadamente acentuada. Segundo CARVALHO et al. (1994), a acidez elevada dos grãos de café tem relação inversa com a qualidade da bebida. O baixo valor de pH dos grãos dos Lotes 1 e 2, observado na Tabela 5, pode ter sido ocasionado também pelo período de secagem mais longo de 30 dias, quando comparados com o Lote 3 que gastou apenas 22 dias para completar o processo de secagem, provavelmente ocasionando fermentações indesejáveis aos grãos daqueles lotes. Entretanto, o Lote 4 levou apenas 20 dias para concluir a seca e, no entanto, obteve o valor mais baixo de pH, que, neste caso, pode ter sido atribuído também à maior incidência fúngica presente neste lote que também é responsável por fermentações indesejáveis que podem depreciar a bebida de café.

Sendo assim, o pH do grão deve ser avaliado considerando o tipo de processo a que o grão é submetido e que atribuições sensoriais este processo pode agregar à qualidade final da bebida, de suma importância na aceitação do produto pelo consumidor.

A análise de variância dos valores médios da acidez graxa em função dos lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja e dos tipos de terreiro, cimento e suspenso indicou haver diferença significativa, a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), para a interação lote x terreiro. O efeito dos lotes, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja submetidos aos dois tipos de terreiro durante o processo de secagem, encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores médios da acidez graxa (mL de KOH 100g^{-1} de MS), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de terreiro	Acidez graxa (mL de KOH 100g^{-1} de MS)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	0,91 B a	0,79 C a	0,67 D a	1,27 A a
Suspenso	0,79 B b	0,69 C b	0,61 C b	0,94 A b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

Observa-se que houve um maior acréscimo do teor de acidez graxa com o aumento da porcentagem de frutos cereja, no lotes, e uma diferença ($P < 0,05$) em relação ao tipo de terreiro utilizado, à exceção do Lote 4, que, apesar de apresentar a menor porcentagem de frutos cereja, obteve o valor mais alto da acidez graxa, independentemente do tipo de terreiro. Essa relação direta entre a elevação no teor de acidez graxa e o aumento da porcentagem de frutos cereja, observada para os lotes 1, 2 e 3, é semelhante à feita anteriormente para a acidez titulável total no que diz respeito à constituição química dos frutos no estágio de maturação cereja estar totalmente formada.

Os valores médios da acidez graxa foram maiores estatisticamente ($P < 0,05$) para o processo de secagem em terreiro de cimento, quando comparados no mesmo lote com o processo de secagem em terreiro suspenso. Isto sugere que as

temperaturas mais elevadas, a que estão sujeitos os frutos de café no terreiro de cimento, comparativamente ao terreiro suspenso, estejam relacionados à integridade estrutural das membranas celulares do grão de café, inferindo que uma maior degradação desta membrana resultará em um índice de acidez elevado em consequência da maior quantidade de ácidos graxos livres. Estes resultados corroboram os encontrados por diversos autores como SALAZAR et al. (1994), KURZROCK et al. (2004), SPEER e KÖLLING-SPEER (2006), BORÉM et al. (2008) e MARQUES et al. (2008) que indicam o potencial para a utilização do teste de acidez graxa em trabalhos de avaliação da qualidade do café. Além das elevadas temperaturas, outro parâmetro ambiental que está intimamente ligado à acidez graxa é a umidade relativa. Segundo CORADI et al. (2008), o aumento na umidade relativa durante o armazenamento de 60% para 80% elevou a acidez graxa expressa em mL KOH 100g⁻¹ MS dos grãos de café de 1,37 para 1,85; de 1,57 para 1,95; para os tipos de secagem em terreiro e à temperatura de 40 °C, respectivamente.

BORÉM et al. (2008), avaliando a influência da temperatura na qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem, observaram que para os tipos de processamento, o café natural apresentou os maiores valores de acidez graxa (P<0,01), independentemente do tipo de secagem. Uma provável explicação para tal acontecimento, segundo CARVALHO et al. (1997), seria o fato de os óleos dos grãos de café em condições de aquecimento e na presença de ácidos, em maior quantidades no café natural, poderem ser hidrolisados para glicerol e ácidos graxos, sendo esses últimos parcialmente volatilizados.

De uma maneira geral, os valores médios da acidez graxa estiveram próximos aos observados por alguns autores citados anteriormente, no entanto, tal comportamento não refletiu em piora na qualidade da bebida de café.

Os efeitos dos lotes em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja e dos tipos de terreiro no extrato etéreo estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que a interação lote x terreiro foi significativa, a 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Valores médios de extrato etéreo (%), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de terreiro	Extrato etéreo (%)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	14,83 B a	14,77 C a	14,45 D a	14,88 A a
Suspensão	14,84 A a	14,75 B b	14,42 C b	14,87 A a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

Os valores médios de extrato etéreo dos grãos de café variaram de 14,42 a 14,88 %. Estes valores estão dentro da faixa de 8 a 17% de lipídeos em grãos de café (*Coffea arabica* L.) crus citados por RAVIDRANATH et al. (1972) e CLIFFORD (1985).

Verifica-se ainda na Tabela 7 um aumento gradativo no percentual de lipídeos à medida que a porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja de cada lote de café cresce. Esse aumento refere-se, possivelmente, a diferenças com relação à homogeneidade do grau de maturação dos frutos, sugerindo que a maior porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja, considerado ótimo, contribui por expressar o maior percentual de lipídeos em função de os frutos, neste estágio de maturação fisiológica, apresentarem sua constituição química totalmente formada.

Segundo AMORIM (1978), os lipídeos possuem um efeito benéfico na qualidade da bebida do café (aroma e sabor), pois têm importante papel na retenção dos flavours durante a torra, concentrando-se nas áreas externas, protegendo o grão de eventuais perdas do componente durante este processo e, devido aos altos teores

em que são encontrados nos grãos, são objetos de vários estudos (CARREIRA et al., 1998; MAZZAFERA et al., 1998; GONZÁLEZ et al., 2000; COELHO e PEREIRA, 2002). Investigando a influência do grau de torrefação sobre a composição química do café, FOBÉ et al. (1967-1968), constataram relação entre o aumento do grau de torrefação e uma pequena perda do extrato etéreo, desaconselhando, portanto, o uso de torrefação escura, que promove a exudação de óleo do grão, com conseqüente perda de aroma.

Ainda segundo AGUIAR et al. (2005), deve-se salientar também que parte dos lipídeos é perdida durante o processo de moagem, explicando por que os cafés que apresentam maiores teores de lipídeos possuem melhor qualidade de bebida.

Trabalhos científicos indicando o teor de extrato etéreo nos cafés em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, durante as etapas do processamento por “via seca”, relacionando-os com os atributos sensoriais, praticamente não existem, o que prejudica a interpretação dos dados.

Os efeitos dos lotes em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja e dos tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem no índice de coloração estão apresentados na Tabela 8. Observa-se que a interação lote x terreiro foi significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Valores médios do índice de coloração (D.O. 425 nm), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

Tipo de terreiro	Índice de coloração (D.O. 425 nm)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Cimento	1,50 B b	1,37 C b	1,29 D b	1,54 A b
Suspensão	1,59 A a	1,43 B a	1,38 C a	1,59 A a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre

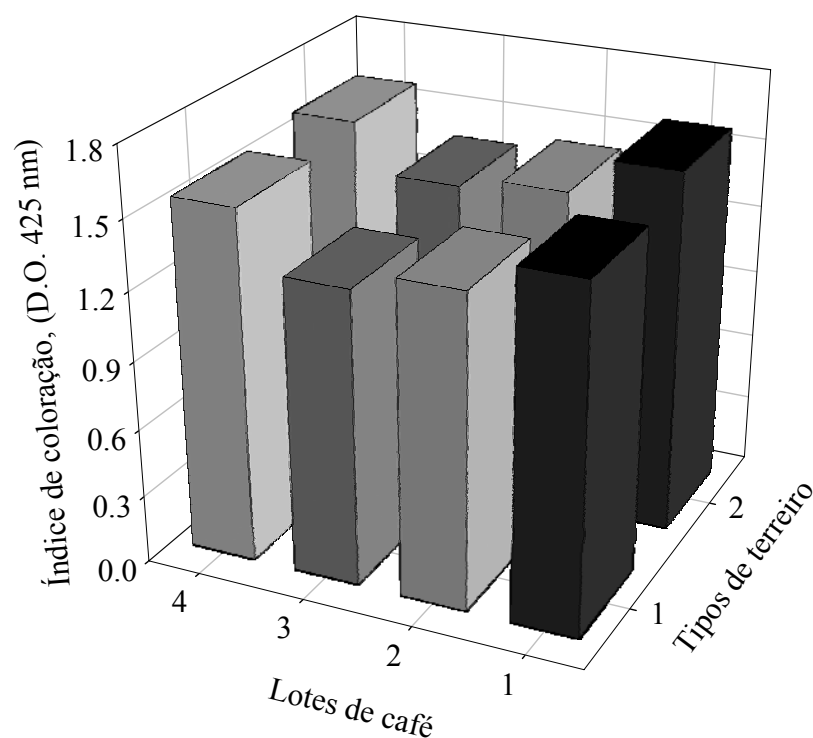
Verifica-se, pelos valores médios do índice de coloração, um ligeiro aumento na coloração dos grãos à medida que aumentou a porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja de cada lote, sugerindo possivelmente que a colheita tardia, com predominância maior dos frutos na planta, possibilita uma coloração melhor dos grãos de café. Assim, apoiando-se nos resultados de trabalhos realizados por PIMENTA e VILELA (2002) e PIMENTA et al. (2008), quando avaliaram a qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes épocas, pode-se dizer que a colheita realizada quando os frutos se encontram em sua maioria no estágio ótimo de maturação fisiológica, cereja, pode proporcionar melhor qualidade em relação à coloração dos grãos, comparando-se à colheita antecipada.

Dados contrários aos obtidos neste trabalho foram apresentados por LIMA et al. (2008), que, trabalhando com café natural, despulpado e descascado na região sudoeste da Bahia, observaram que o café natural apresentou um menor valor do índice de coloração, variando entre 0,69 a 0,88, sendo significativamente menor em relação aos outros métodos de preparo do grão, despulpado (0,84 a 0,88) e descascado (0,87 a 0,89). Resultados semelhantes foram obtidos por LEITE e CARVALHO (1994), quando compararam diferentes métodos de preparo do grão.

Segundo CORRÊA et al. (1997), um maior índice de coloração corresponde a cafés de melhor qualidade sensorial, e, em seus estudos, este parâmetro possibilitou a distinção entre as bebidas dura, apenas mole, mole e estritamente mole. No entanto, os valores do índice de coloração encontrados por esses autores foram: 0,47; 0,54; 0,63 e 0,72 respectivamente, valores inferiores aos encontrados neste trabalho não podendo assim inferi-los à diferença na qualidade da bebida. SIQUEIRA e VILELA (2006) relataram valores de índice de coloração de 0,69; 1,10 e 1,44 para o café natural, descascado e despulpado, respectivamente. Entretanto, apesar de esses

valores terem sido considerados significativamente diferentes, todos os cafés obtiveram classificações de bebida dura. Assim, o índice de coloração por si só, aparentemente, não possibilitou diferenciar os cafés quanto à análise sensorial. Apesar destes resultados, o índice de coloração do café ainda tem sido utilizado por vários autores como parâmetro qualitativo na classificação pelo tipo de bebida. Segundo AMORIM e SILVA (1968), a cor dos grãos de café é devida à presença de clorofila, aos compostos fenólicos, ao clorogenato de magnésio etc.

Observam-se, na Figura 5, os maiores valores do índice de coloração para os Lotes 1 e 4, que diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) apenas para o terreiro de cimento, e os menores valores para o Lote 3 seguido pelo Lote 2. Analisando os dados da Figura 5, de uma forma geral, verifica-se que os valores médios deste parâmetro variaram de 1,29 a 1,59 (D.O. 425 nm) e foram relativamente altos, indicando cafés de coloração mais intensa, que ainda não perderam sua coloração característica, que pode ser afetada, principalmente, pelas reações oxidativas com conseqüente branqueamento dos grãos. Isso sugere que a casca presente no café pré-processado por “via seca” contribui para sua proteção, reduzindo os possíveis efeitos ambientais sobre a luminância do produto durante o processo de secagem. Resultados semelhantes sobre o efeito protetor da casca do café em coco também foram observados por outros autores (MATIELLO, 1991; GODINHO et al., 2000).



Tipos de terreiro 1 = terreiro de cimento e 2 = terreiro suspenso.

Lote 1 = 90,86%, Lote 2 = 81,54%, Lote 3 = 65,40%, Lote 4 = 44,70%.

Figura 5 – Valores médios do índice de coloração (D.O. 425 nm), para os lotes de café em coco, em função dos tipos de terreiro.

De acordo com vários pesquisadores, a perda de coloração pode estar associada à redução da qualidade do produto (VILELA et al., 2000), havendo assim a necessidade de maiores cuidados durante o processamento do produto, com relação aos possíveis fatores responsáveis pela alteração da cor dos grãos de café.

O resultado estatístico segundo o PROC GLM (SAS Institute Inc., 1999) da avaliação de qualidade para os atributos sensoriais da bebida de café em função dos lotes de café em coco em diferentes estádios de maturação cereja é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais da bebida de café em função dos lotes de café em diferentes porcentagens de frutos cereja.

Lotes de café em diferentes porcentagens de frutos cereja						
Atributos	Média	R²	C.V. (%)	Desvio Padrão	F	P > F
ACI	5,34	0,5396	11,41	0,8165	1,10	0,3608 ^{ns}
AMA	5,45	0,5895	9,88	0,7751	0,60	0,6188 ^{ns}
DOC	4,76	0,8962	12,24	1,1810	0,43	0,7302 ^{ns}
ARG	6,78	0,6042	10,17	0,9565	2,12	0,1128 ^{ns}
COR	5,47	0,7773	15,97	1,7361	0,33	0,8005 ^{ns}
ADT	1,37	0,4695	40,89	0,6918	0,97	0,4184 ^{ns}
CHO	5,87	0,6203	17,87	1,5838	0,68	0,5695 ^{ns}
CAR	5,15	0,6388	26,84	2,0979	1,79	0,1655 ^{ns}
FLO	2,06	0,5669	64,79	1,8179	1,63	0,1982 ^{ns}
FRU	2,33	0,3670	72,57	1,9935	0,14	0,9382 ^{ns}
BIS	4,95	0,6700	28,97	2,3195	1,09	0,3647 ^{ns}
FRS	2,56	0,6982	46,79	2,0505	0,13	0,9414 ^{ns}
FER	1,83	0,2451	88,71	1,4708	1,62	0,2010 ^{ns}
MAD	1,19	0,1617	64,52	0,5461	0,70	0,5590 ^{ns}
RAN	1,25	0,1333	80,00	0,7933	0,67	0,5776 ^{ns}

^{ns}: não significativo.

ACI: gosto ácido, AMA: gosto amargo, DOC: gosto doce, ARG: aroma global, COR: corpo, ADT: adstringência, CHO: sabor chocolate, CAR: sabor caramelo, FLO: aroma floral, FRU: aroma frutal, BIS: aroma de biscoito, FRS: aroma de frutas seca, FER: sabor fermentado, MAD: sabor de madeira, RAN: sabor de ranço.

Observa-se que as diferenças na porcentagem de frutos cereja dos quatro lotes estudados, Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%), não foi um fator determinante por causar diferença ($P > 0,05$) em nenhum dos 15 atributos sensoriais avaliados. Isto sugere que nem sempre são os lotes de café com elevada porcentagem de frutos cereja os responsáveis diretos por classificar a bebida como de melhor qualidade.

O valor médio do gosto ácido e do gosto amargo foi de 5,34 e 5,45 respectivamente, estando acima da qualidade média (nota 5), além dos atributos

aroma global com 6,78, corpo com 5,47; e dos sabores de chocolate com 5,87 e de caramelo com 5,15. Valores próximos foram encontrados por MORI et al. (2000) ao avaliarem cafés de diferentes Estados do Brasil, cujos valores médios de qualidade do aroma, sabor, sabor residual e qualidade global foram 4,76; 5,58; 5,12 e 5,49 respectivamente. Estas notas elevadas classificadas nestes atributos sensoriais podem ser em consequência da seleção dos grãos das amostras dos lotes de café, pois foram utilizados apenas os grãos beneficiados sem defeitos visíveis, retidos em peneiras de crivo circular 16 acima.

Destes atributos mencionados acima, o gosto ácido está relacionado aos constituintes do grão de café tais como ácido clorogênico, málico e tartárico, que são os principais responsáveis em produzir o gosto ácido, que quando natural e desejável, é chamado de ácido, e que quando é natural e indesejável, é chamado de azedo. De acordo com CAMARGO et al. (1992), as fases da fermentação do café envolvem uma fase alcoólica inicial, seguida quase que ao mesmo tempo de uma fase acética e se forem dadas condições, de uma fermentação propiônica e butírica, responsáveis pelo aparecimento de gostos estranhos na bebida. Assim, em virtude deste resultado encontrado para o atributo gosto ácido, sugere que possa ter ocorrido apenas a primeira fase da fermentação, favorecendo a classificação obtida na qualidade final dos lotes de café. Esta mesma explicação pode ser atribuída ao baixo valor médio observado para o atributo sabor fermentado (1,83).

Observa-se, ainda entre estes atributos, que a média do aroma global foi a mais alta, sendo reconhecida como a percepção olfativa da bebida de café, feita por meio da inalação dos vapores que exalam da infusão ainda quente e por via retro nasal, durante sua degustação. Isto sugere que independentemente da porcentagem de

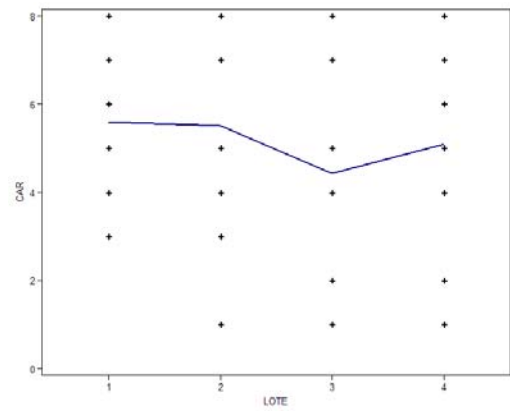
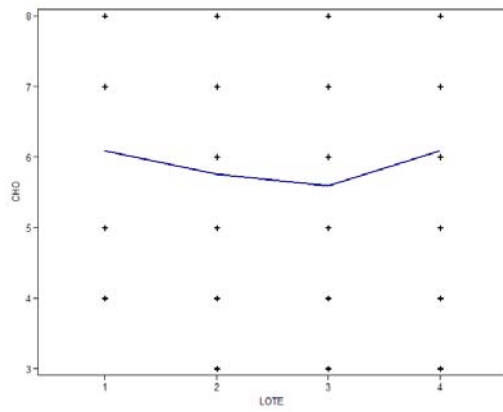
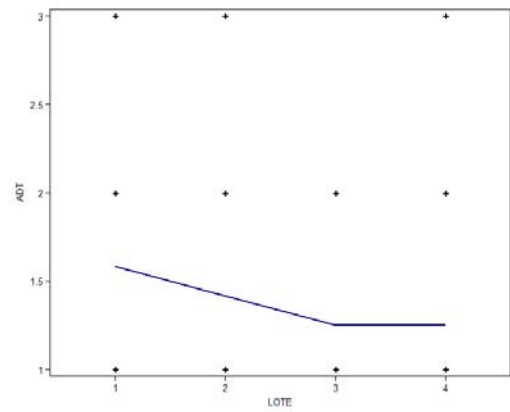
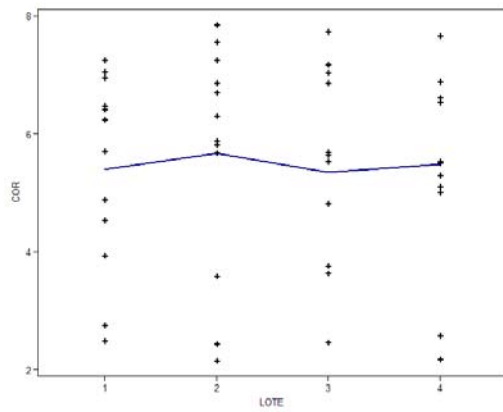
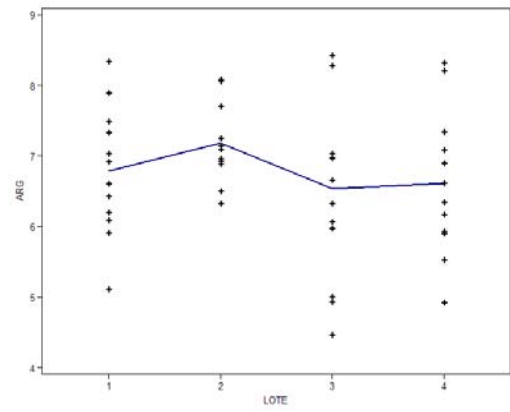
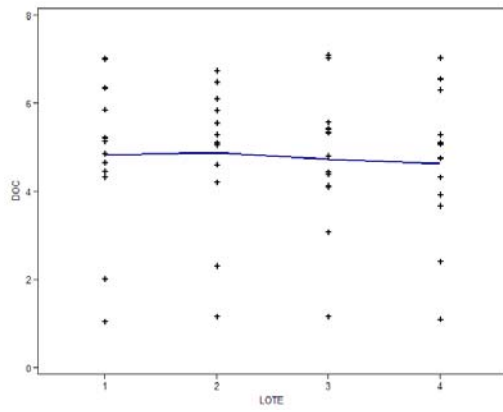
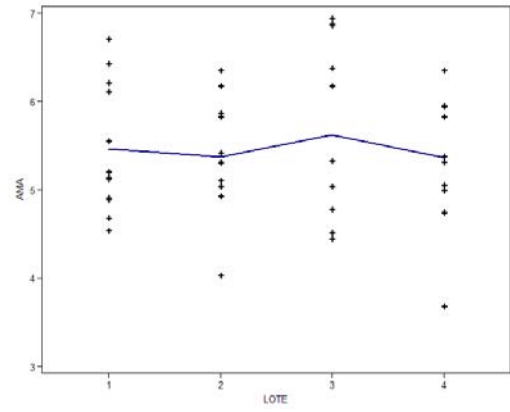
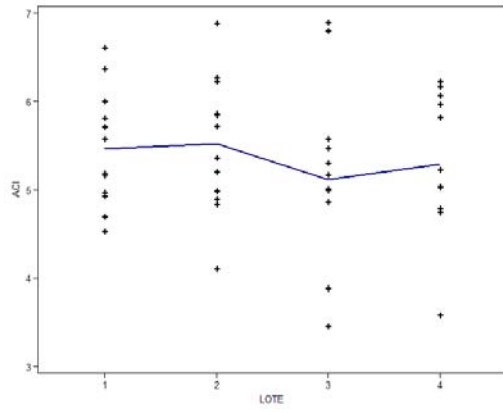
frutos cereja nos lotes de café em coco, foi possível obter um aroma bom na qualidade final do produto.

O sabor caramelo, percebido durante a degustação da bebida é originado durante o processo de torrefação. Com o aquecimento, várias reações químicas ocorrem, dentre elas a reação de Maillard e as reações de caramelização, que quando relacionadas aos aspectos organolépticos dizem respeito ao desenvolvimento de aromas e sabores, à modificações de propriedades físico-químicas e ao controle do fenômeno de escurecimento (NUNES e BAPTISTA, 2001). À medida que a torra progride, os açúcares naturais do grão de café vão sendo caramelizados, ficando mais disponíveis ao nosso paladar. Portanto, este é um processo extremamente delicado e que se não tomado os devidos cuidados, podem carbonizar os açúcares, além de exporem os lipídeos do grão e de afetarem outros constituintes como a cafeína e a trigonelina, resultando em um café de bebida amarga. Tal fato pode justificar os valores médios do gosto amargo (5,45) e do sabor de caramelo (5,15), acima da qualidade média dos atributos sensoriais avaliados no presente estudo, e também pelo valor médio do sabor de ranço (1,25) detectado na qualidade final da bebida. De acordo com a OIC (1992), valores mais elevados de açúcares podem indicar a presença de maior doçura na bebida, sendo responsáveis pela formação do sabor caramelo, identificado na bebida do café. Portanto, sugere-se que o valor acima da média para o sabor caramelo seja originado realmente durante o processo de torra, no qual pode ter acontecido um super aquecimento, e não à presença de açúcares, haja vista que o gosto doce (4,76), atribuído pelos provadores tenha ficado abaixo da qualidade média da bebida.

Outro atributo considerado indesejável, e, no entanto pouco detectado durante a avaliação da bebida de café, foi a adstringência (1,37) que é a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão.

Analisando-se, ainda os dados apresentados na Tabela 8, verifica-se grande variação do coeficiente de variação (C.V.) dos atributos sensoriais avaliados, de 9,88% para o sabor amargo (AMA) até 80% para o sabor de ranço (RAN). O coeficiente de variação dá uma idéia da precisão do experimento. Segundo GOMES e GARCIA (2002), tendo em vista os coeficientes de variação obtidos comumente nos ensaios agrícolas de campo, pode-se considerá-los baixo, quando inferiores a 10%, médios, quando de 10 a 20%, altos, quando de 20 a 30%, muito altos, quando superiores a 30%. Portanto, em função do objetivo deste estudo, em avaliar a qualidade do café pré-processado em coco, se tratar de um experimento de campo, tal heterogeneidade observada neste parâmetro estatístico possa, assim, ser justificada.

Apesar de não ter sido observado diferença significativa ($P > 0,05$) em nenhum dos 15 atributos sensoriais avaliados em função da diferente porcentagem de frutos cereja em cada lote, ilustra-se na Figura 6, o comportamento das médias de intensidade destes atributos em função dos lotes de café estudados.



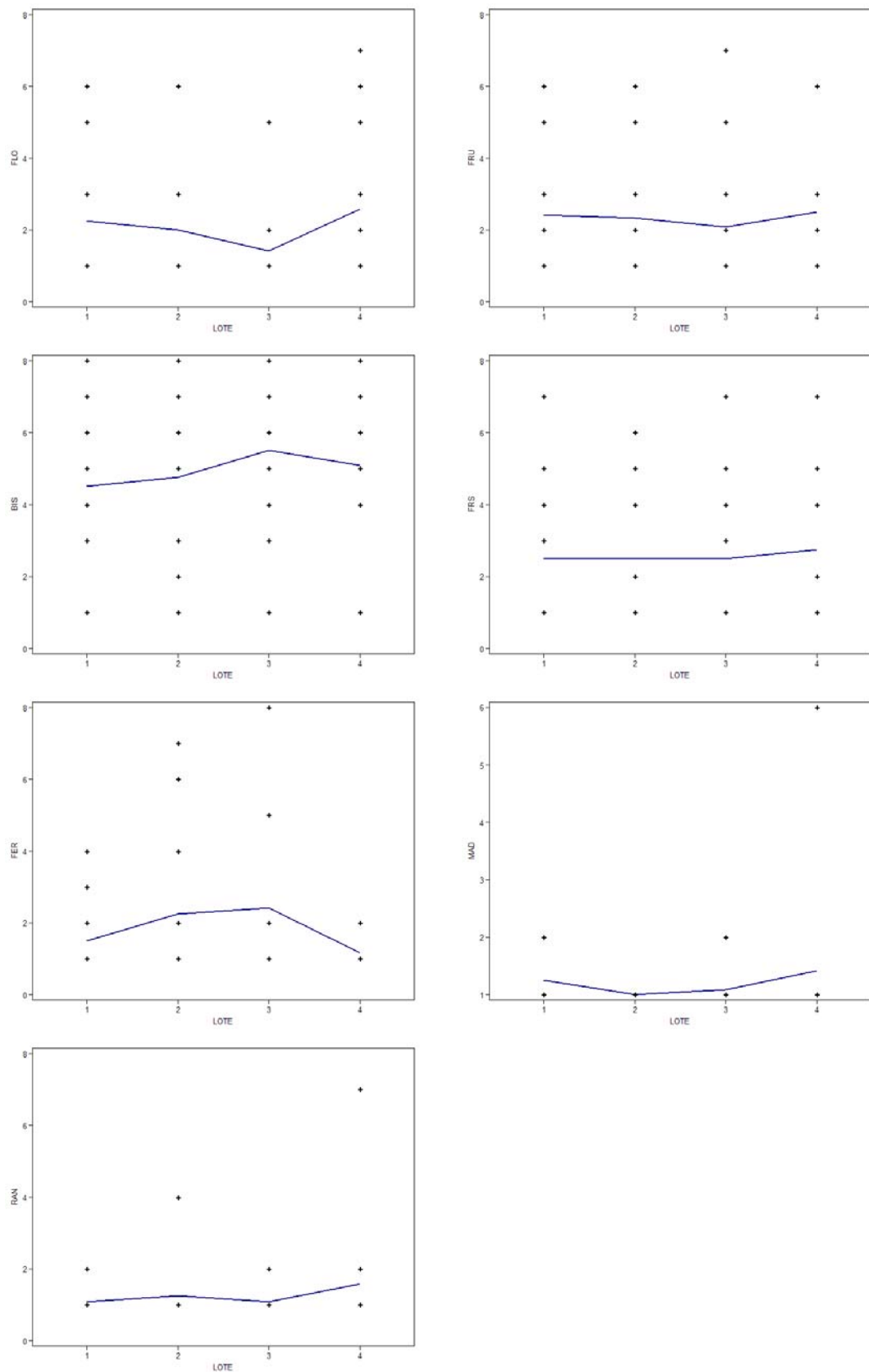


Figura 6 – Média de intensidade (1 a 9) dos atributos sensoriais da bebida em função dos lotes de café em diferentes estádios de maturação cereja.

O mesmo procedimento estatístico adotado para a avaliação dos atributos sensoriais da bebida de café, em função dos diferentes percentuais de frutos cereja em cada lote, foi feito para os tipos de terreiro utilizados, de cimento e suspenso. O resultado estatístico desta avaliação é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais da bebida de café em função dos tipos de terreiros utilizados durante o processo de secagem.

Atributos	Tipos de terreiro					
	Média	R ²	C.V. (%)	Desvio Padrão	F	P > F
ACI	5,34	0,5017	11,57	0,8270	0,09	0,7703 ^{ns}
AMA	5,45	0,5734	9,83	0,7727	0,27	0,6059 ^{ns}
DOC	4,76	0,8931	12,11	1,6614	0,16	0,6890 ^{ns}
ARG	6,78	0,5397	10,70	1,0092	0,02	0,8962 ^{ns}
COR	5,47	0,7869	15,25	1,6920	2,94	0,0940 ^{ns}
ADT	1,37	0,4337	41,21	0,7096	0,26	0,6132 ^{ns}
CHO	5,87	0,6365	17,05	1,5404	4,07	0,0503 ^{ns}
CAR	5,15	0,5974	27,64	2,1068	0,83	0,3664 ^{ns}
FLO	2,06	0,5500	64,41	1,8211	3,41	0,0720 ^{ns}
FRU	2,33	0,3679	70,72	1,9510	0,49	0,4881 ^{ns}
BIS	4,95	0,6590	28,72	2,2618	2,01	0,1635 ^{ns}
FRS	2,56	0,6954	45,85	2,0090	0,02	0,9028 ^{ns}
FER	1,83	0,2001	89,04	1,5942	2,53	0,1192 ^{ns}
MAD	1,19	0,1540	63,21	0,6268	1,81	0,1857 ^{ns}
RAN	1,25	0,0907	79,92	0,9454	0,08	0,7741 ^{ns}

^{ns}: não significativo.

ACI: gosto ácido, AMA: gosto amargo, DOC: gosto doce, ARG: aroma global, COR: corpo, ADT: adstringência, CHO: sabor chocolate, CAR: sabor caramelo, FLO: aroma floral, FRU: aroma frutal, BIS: aroma de biscoito, FRS: aroma de frutas seca, FER: sabor fermentado, MAD: sabor de madeira, RAN: sabor de ranço.

Analisando os dados da Tabela 10, verifica-se que, como ocorrido para o fator lote em diferentes porcentagens de frutos cereja, não foi observada diferença

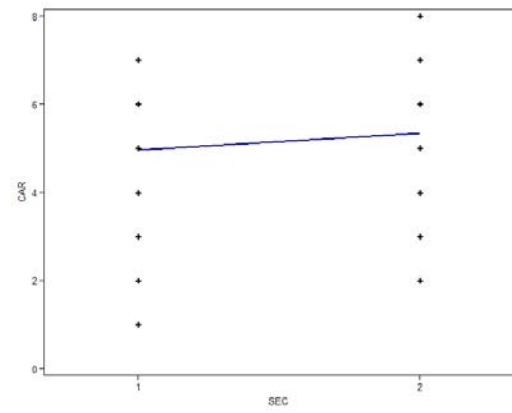
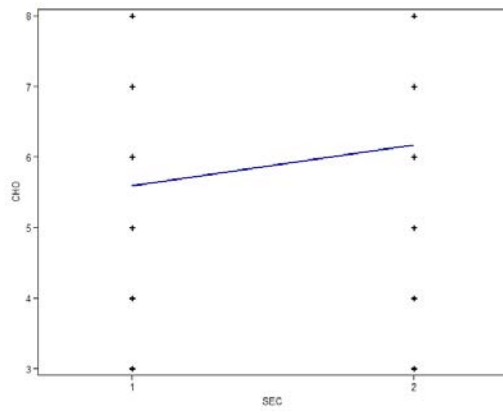
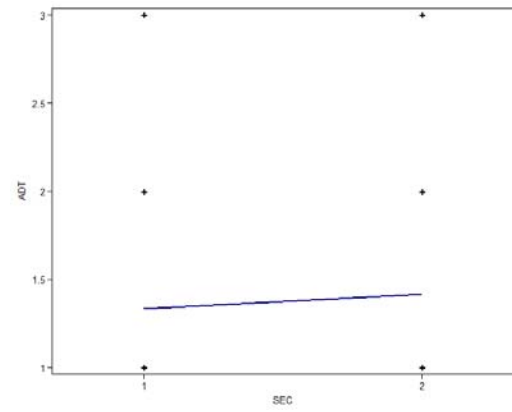
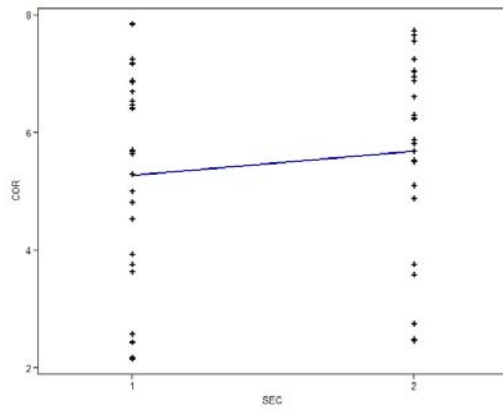
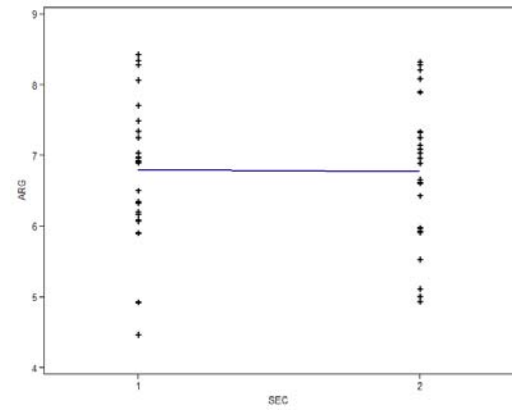
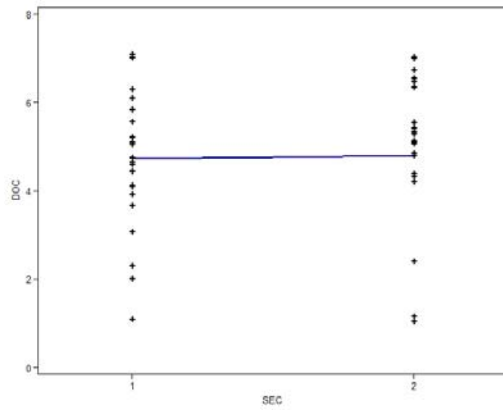
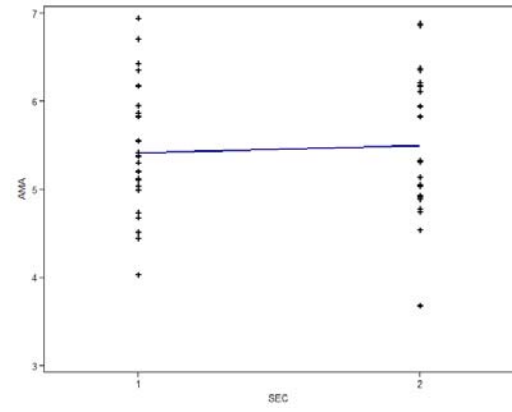
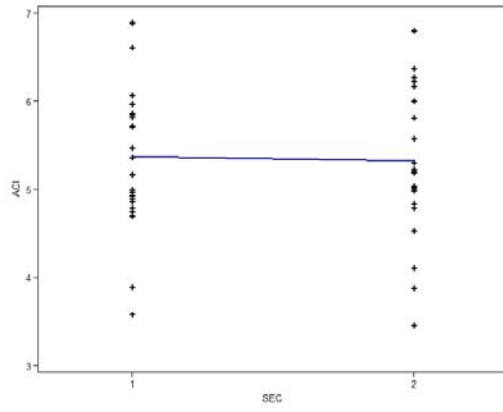
significativa ($P>0,05$) entre os tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem.

O sabor chocolate foi o atributo que mais esteve próximo de estabelecer diferença significativa entre os tipos de terreiro estudados e que ao nível de 10% de probabilidade, haveria diferença estatística entre os tipos de terreiro para os atributo corpo (COR) e aroma floral (FLO).

O atributo corpo é relacionado à sensação tátil de oleosidade e de viscosidade na boca. Encorpado significa que a bebida é forte e concentrada e não rala, produzindo sensação agradável na boca.

As características de acidez, corpo, sabor remanescente, aroma e defeitos são sugeridos pela SCAA (2007) nas avaliações de prova de xícara e fazem parte dos questionários da avaliação de qualidade nos concursos nacionais. Segundo PUERTA-QUINTERO (2000), as características que definem a qualidade da bebida são o aroma, a acidez, o amargor, o corpo e a impressão global. Pode-se observar que alguns atributos da bebida coincidem entre os estudiosos, podendo haver entre eles maiores ou menores critérios de avaliação.

O comportamento das médias dos 15 atributos sensoriais que avaliaram a qualidade da bebida dos lotes de café no presente estudo, em função dos tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem, é ilustrado na Figura 7. Ao contrário do observado na Figura 6, quando se avaliou os atributos sensoriais em função da diferença na porcentagem de frutos cereja dos lotes, entre os diferentes tipos de terreiro (Figura 7), o comportamento das médias dos atributos sensoriais se mostra mais estável e de fácil visualização da não significância ($P<0,05$) entre os terreiros de cimento e suspenso.



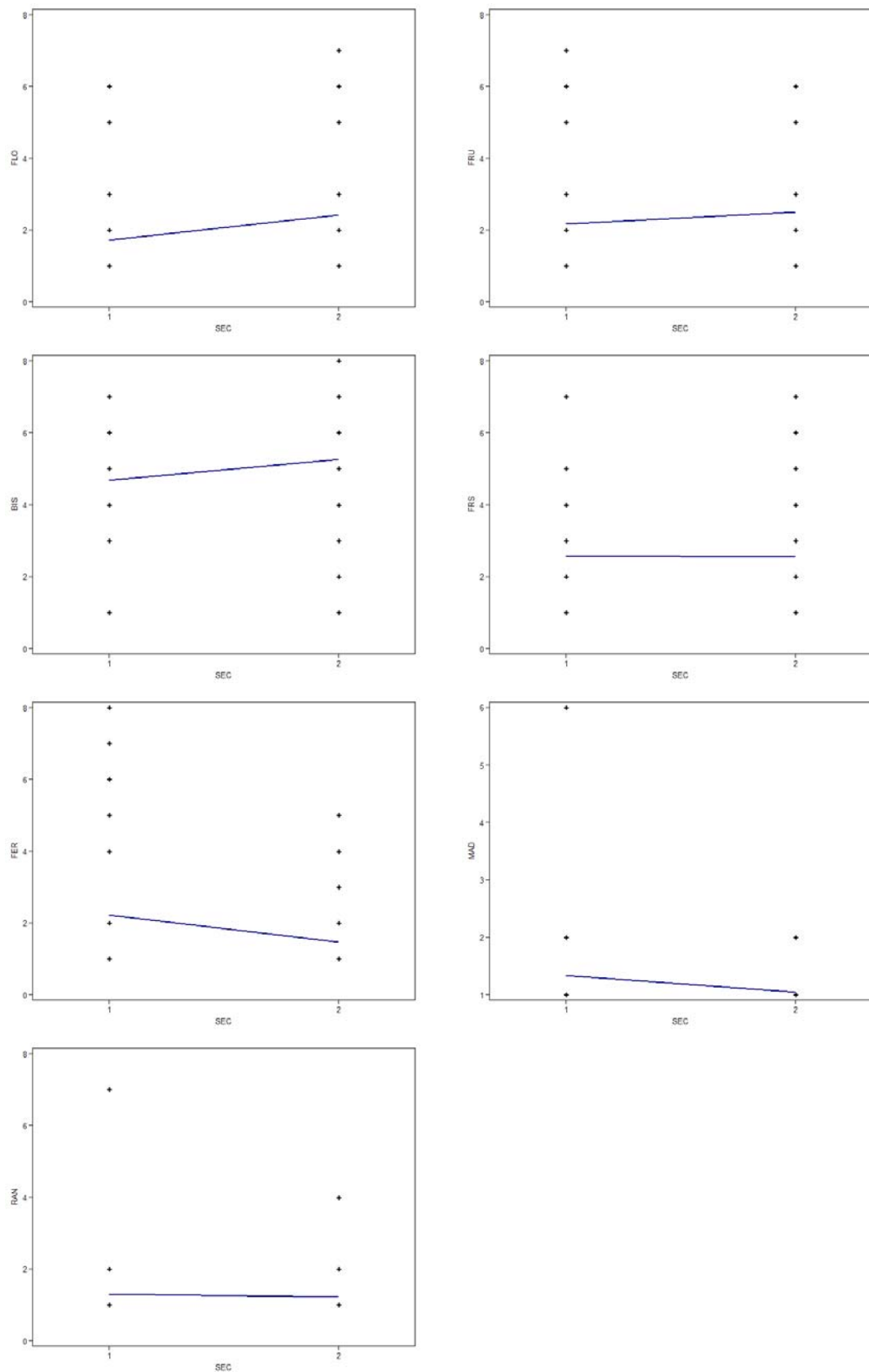


Figura 7 – Média de intensidade (1 a 9) dos atributos sensoriais das bebidas em função dos tipos de terreiro utilizados durante o processo de secagem.

Como última abordagem nesse estudo foi feito o cálculo das correlações (r) de Pearson, em que as variáveis são analisadas duas a duas. A matriz de dados formada por amostras dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja secos em terreiro de cimento e em terreiro suspenso constituiu-se de 102 amostras avaliadas por sete variáveis físico-químicas dos grãos beneficiados e 15 variáveis referentes aos atributos sensoriais.

A análise de correlações entre as variáveis permite presumir e analisar as inter-relações existentes entre os compostos presentes no grão e os atributos sensoriais do café após o processo de torra. As correlações entre as variáveis físico-químicas do grão beneficiado dos lotes de café em coco em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja são apresentadas na Tabela 11, para a secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso.

Observa-se que não houve nenhuma correlação significativa ($P > 0,05$) entre as variáveis físico-químicas dos lotes de café em coco, independentemente das diferenças na porcentagem de frutos cereja de cada lote, quando do processo de secagem em terreiro de cimento. Entretanto, quando do processo de secagem em terreiro suspenso, observa-se correlação significativa e negativa entre a condutividade elétrica e o percentual de extrato etéreo (-0,99) no Lote 1 e positiva entre a condutividade elétrica e a acidez graxa (0,99). Tal comportamento sugere que quanto maiores forem os danos causados nas membranas celulares dos grãos, maiores serão os componentes extravasados do grão, incluindo enzimas, proteínas, aminoácidos, carboidratos e lipídeos dentre outros e que estes compostos quando expostos ao ambiente podem sofrer processos oxidativos prejudicando a qualidade do grão. A presença desses compostos está estritamente relacionada com a qualidade da bebida de café (GOULART et al., 2007).

Tabela 11 – Matriz de correlações das variáveis físico-químicas do grão beneficiado.

	Terreiro de cimento							Terreiro suspenso						
	CE	LK	EE	pH	IC	AT	AG	CE	LK	EE	pH	IC	AT	AG
Lote 1	CE	1,00						1,00						
	LK	-0,49	1,00					0,86	1,00					
	EE	-0,89	0,83	1,00				-0,99	-0,84	1,00				
	pH	0,98	-0,64	-0,96	1,00			-0,84	-0,46	0,87	1,00			
	IC	0,02	0,86	0,43	-0,16	1,00		0,59	0,91	-0,55	-0,06	1,00		
	AT	-	-	-	-	-	1,00	-0,53	-0,88	0,50	0,00	-0,99	1,00	
	AG	0,06	-0,90	-0,50	0,24	-0,99	-	1,00	-0,93	-0,62	0,94	0,98	-0,25	0,19
Lote 2	CE	1,00						1,00						
	LK	0,20	1,00					0,84	1,00					
	EE	0,68	-0,57	1,00				0,41	-0,37	1,00				
	pH	-0,91	-0,58	-0,33	1,00			-0,99	0,99	-0,50	1,00			
	IC	-0,77	-0,78	-0,06	0,96	1,00		-0,70	0,66	-0,94	0,76	1,00		
	AT	-0,59	-0,91	0,19	0,87	0,97	1,00	-	-	-	-	-	1,00	
	AG	-0,59	-0,91	0,19	0,87	0,97	-	1,00	0,09	-0,04	0,94	-0,18	-0,78	-
Lote 3	CE	1,00						1,00						
	LK	-0,90	1,00					-0,63	1,00					
	EE	0,86	-0,55	1,00				0,23	-0,90	1,00				
	pH	-0,95	0,99	-0,65	1,00			-0,87	0,17	0,28	1,00			
	IC	-0,31	-0,13	-0,76	0,00	1,00		0,16	-0,87	0,99	0,34	1,00		
	AT	-0,67	0,92	-0,19	0,87	-0,50	1,00	-0,87	0,17	0,28	-	0,34	1,00	
	AG	-0,60	0,20	-0,93	0,33	0,94	-0,19	1,00	0,86	-0,93	0,69	-0,50	0,64	-0,50
Lote 4	CE	1,00						1,00						
	LK	0,59	1,00					-0,98	1,00					
	EE	-0,88	-0,13	1,00				0,52	-0,34	1,00				
	pH	0,85	0,92	-0,50	1,00			-0,99	0,98	-0,50	1,00			
	IC	0,88	0,13	-	0,50	1,00		-0,86	0,94	0,00	0,87	1,00		
	AT	0,85	0,92	-0,50	-	0,50	1,00	0,86	-0,94	0,00	-0,87	-	1,00	
	AG	-0,88	-0,13	-	-0,50	-	-0,50	1,00	0,99	-0,98	0,50	-	-0,87	0,87

Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$.

CE: condutividade elétrica, LK: lixiviação de potássio, EE: extrato etéreo, IC: índice de coloração, AT: acidez titulável, AG: acidez graxa.

O índice de coloração correlacionou-se positivamente com o percentual de extrato etéreo (0,99), indicando que a associação direta entre estes dois parâmetros está intimamente ligada a qualidade do café, que poderá ter seus constituintes e sua coloração preservados quanto menores forem as injúrias ocasionadas à membrana celular do grão de café.

O conjunto de atributos sensoriais que avaliam a bebida de café é a expressão das várias transformações entre os constituintes do grão ocorridas durante as etapas do pré e pós-processamento e que serão decisivas durante o processo de torrefação (YERETZIAN et al., 2002; GONZALEZ-RIOS et al., 2007).

As correlações entre as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais avaliados são apresentados nas Tabelas 12(a), 12(b), 12(c) e 12(d), quando do processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso, para os lotes de café em coco, em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, Lote 1 (90,9%), Lote 2 (81,5%), Lote 3 (65,4%) e Lote 4 (44,7%), respectivamente.

A Tabela 12 (a) indica que houve uma correlação altamente significativa e negativa (-0,99) entre a lixiviação de potássio e os aromas floral e de frutas secas, respectivamente, e uma alta correlação significativa e positiva entre a condutividade elétrica e o sabor de madeira (0,99) para o Lote 1, quando do processo de secagem em terreiro de cimento. Este dois parâmetros físico-químicos avaliam o nível de desestruturação da membrana celular do grão pelos exsudados do grão cru (PRETE et al., 2000). Com isso, pode-se inferir que elevados valores na condutividade elétrica aumentam a probabilidade da percepção do sabor madeira na bebida de café, atributo indesejável e que é atribuído à presença de grãos defeituosos, ainda verdes ou em processo de envelhecimento. Assim como altos valores na lixiviação de potássio reduzem a probabilidade de percepção dos aromas frutal e de frutas secas,

atributos naturais e desejáveis comumente associados aos aromas cítricos e de cereja do café maduro e fresco. Estes resultados de correlações sugerem que quanto maiores forem os danos causados às membranas celulares dos grãos, seja por ataque de insetos-praga, e microrganismos, alterações fisiológicas ou danos mecânicos, maiores serão as conseqüências para a qualidade da bebida.

A alta correlação significativa e positiva (0,99) entre a condutividade elétrica e o sabor de caramelo e entre a lixiviação de potássio e o gosto ácido pode ser observada na Figura 12 (a), quando do processo de secagem em terreiro suspenso. O sabor caramelo promove uma sensação olfativa e gustativa produzida pela polimerização dos açúcares quando são tratados a altas temperaturas, indesejável no café quando em alta intensidade, assim como o gosto ácido ou acidez sensorial da bebida. Tais correlações também são explicadas em decorrência da desestruturação das membranas celulares dos grãos de café.

Provavelmente, a correlação significativa entre a intensidade da acidez graxa e o gosto amargo (0,99), descrita na Tabela 12 (a), seja causada pela oxidação dos lipídeos, causando importantes modificações no gosto da bebida em conseqüência da fragilidade da parede celular do grão. A oxidação dos lipídeos em café se inicia nos grãos crus e reflete-se nas características do produto final, devendo-se considerar o tempo de exposição do produto após a abertura da embalagem para uso doméstico (NICOLI et al., 1993).

Uma alta correlação significativa e positiva (0,99) foi observada entre o percentual do extrato etéreo e a doçura e entre o pH e o corpo da bebida, para o Lote 2 seco em terreiro de cimento, como apresentada na Tabela 12 (b). A ação dos lipídeos se faz sentir na retenção de aroma e sabor em café torrado e sua presença é importante na preservação dos constituintes do grão durante este processo. Isto

sugere que, possivelmente, o percentual de lipídeos encontrado neste lote, 14,77%, tenha contribuído para proteção dos constituintes do grão de café e que pode ter sido responsável por conferir atributo de doçura à qualidade final da bebida. Verifica-se ainda na Tabela 12 (b), para o Lote 2, seco em terreiro de cimento, que o pH do grão cru foi positivamente correlacionado com o corpo da bebida. A textura da bebida, avaliada pela intensidade do corpo pode ser classificada de leve a encorpada. Assim, tal correlação sugere uma relação direta entre a acidez e a leveza da bebida de café. Não foram observadas, no Lote 2, correlações entre as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais quando foi empregado o terreiro suspenso durante o processo de secagem.

Na Tabela 12 (c), são apresentadas as correlações entre as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais para o Lote 3 seco em terreiro de cimento e em terreiro suspenso. Verifica-se correlação significativa e negativa (-0,99) entre o percentual de extrato etéreo e o corpo da bebida deste lote, tanto para o processo em terreiro de cimento quanto para o terreiro suspenso. Esta correlação sugere que bebidas de café menos encorpadas possam ter um percentual maior de lipídeos, no entanto, esta correlação é insuficiente para concluir tal afirmação, sendo necessários mais estudos entre os constituintes do grão de café e este atributo sensorial. Foram observadas também correlações (-0,99) negativas e significativas entre a acidez titulável total e a doçura da bebida para os dois tipos de terreiro empregados durante a seca do Lote 3. Segundo a OIC (1991), a doçura é um atributo característico de sabor desejáveis em cafés especiais, e a presença de certos compostos orgânicos no grão cru serve como substrato para diversas reações que culminam na definição dos padrões qualitativos da bebida. Essa relação entre a acidez baixa do grão cru e a doçura elevada obtida na bebida também foi observada por SILVA et al (2004).

Tabela 12 – Matriz de correlações entre as variáveis físico-químicas e sensoriais do Lote 1 (a), Lote 2 (b), Lote 3 (c) e Lote 4 (d).

LOTE 1 (90,9%)	TERREIRO DE CIMENTO														
	ACI	AMA	DOC	ARG	COR	ADT	CHO	CAR	FLO	FRU	BIS	FRS	FER	MAD	RAN
Condutividade elétrica	-0,56	0,05	0,99	-0,76	0,97	-	-0,45	0,98	-0,99	0,55	0,25	0,55	-	0,99	-
Lixiviação potássio	-0,44	-0,90	-0,37	-0,19	-0,68	-	-0,56	-0,64	0,44	-0,99	-0,97	-0,99	-	-0,44	-
Extrato etéreo	0,14	-0,49	-0,83	0,39	-0,97	-	0,00	-0,96	0,87	-0,87	-0,65	-0,87	-	-0,87	-
pH	-0,41	0,23	0,95	-0,63	0,99	-	-0,28	-	-0,97	0,69	0,42	0,69	-	0,97	-
Índice de Coloração	0,84	-0,99	0,15	-0,66	-0,21	-	-0,90	-0,16	-0,08	-0,82	-0,96	-0,82	-	0,08	-
Acidez titulável total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidez graxa	0,79	0,99	-0,07	0,60	0,29	-	0,87	0,24	0,00	0,87	0,98	-0,87	-	0,00	-

TERREIRO SUSPENSO															
Condutividade elétrica	0,89	0,81	0,76	0,97	-0,18	-	0,46	0,99	0,46	0,66	-0,04	0,84	-	-	-0,99
Lixiviação potássio	0,99	0,99	0,98	0,73	-0,65	-	-0,04	0,84	-0,04	0,20	-0,53	0,46	-	-	-0,84
Extrato etéreo	-0,87	-0,79	-0,73	-0,98	0,14	-	-0,50	-	-0,50	-0,69	0,00	-0,86	-	-	-
pH	-0,51	-0,38	-0,30	-0,94	-0,37	-	-0,87	-0,87	-0,87	-0,96	-0,50	-	-	-	0,87
Índice de Coloração	0,89	0,95	0,97	0,39	-0,90	-	-0,44	0,55	-0,44	-0,22	-0,83	0,06	-	-	-0,55
Acidez titulável total	-0,86	-0,92	-0,95	-0,33	0,93	-	0,50	-0,50	0,50	0,28	0,87	0,00	-	-	0,50
Acidez graxa	-0,67	-0,55	-0,99	-0,99	-0,19	-	-0,76	-0,94	-0,76	-0,89	-0,33	-0,98	-	-	0,94

Valores na célula de encontro de linhas e coluna correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson. Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$.

ACI: gosto ácido, AMA: gosto amargo, DOC: gosto doce, ARG: aroma global, COR: corpo, ADT: adstringência, CHO: sabor chocolate, CAR: sabor caramelo, FLO: aroma floral, FRU: aroma frutal, BIS: aroma de biscoito, FRS: aroma de fruta seca, FER: sabor fermentado, MAD: sabor de madeira, RAN: sabor de ranço.

(a)

LOTE 2 (81,5%)	TERREIRO DE CIMENTO														
	ACI	AMA	DOC	ARG	COR	ADT	CHO	CAR	FLO	FRU	BIS	FRS	FER	MAD	RAN
Condutividade elétrica	-0,88	-0,30	0,66	-0,93	-0,89	-	-0,41	-	-	-0,94	-0,99	-0,97	-0,99	-	-
Lixiviação potássio	-0,64	-0,99	-0,60	0,17	-0,62	-	0,81	-	-	0,14	-0,10	-0,42	-0,10	-	-
Extrato etéreo	-0,26	0,48	0,99	-0,90	-0,28	-	-0,94	-	-	-0,89	-0,76	-0,50	-0,76	-	-
pH	-0,97	0,67	-0,30	0,70	0,99	-	0,00	-	-	0,72	0,87	0,98	0,87	-	-
Índice de Coloração	0,98	0,84	-0,03	0,48	0,97	-	-0,26	-	-	0,51	0,70	0,90	0,70	-	-
Acidez titulável total	0,90	0,95	0,22	0,25	0,89	-	-0,50	-	-	0,28	0,50	0,75	0,50	-	-
Acidez graxa	0,90	0,95	0,22	0,25	0,89	-	-0,50	-	-	0,28	0,50	0,76	0,50	-	-
TERREIRO SUSPENSO															
Condutividade elétrica	0,93	0,95	0,67	0,14	0,88	0,81	0,81	0,72	0,10	0,81	-0,04	0,82	0,96	-	-
Lixiviação potássio	-0,91	-0,93	-0,64	-0,18	-0,90	-0,79	-0,84	-0,75	-0,14	-0,84	-0,01	-0,84	-0,94	-	-
Extrato etéreo	0,72	0,68	0,95	-0,84	-0,07	0,87	-0,19	-0,33	-0,87	-0,19	-0,92	-0,19	0,65	-	-
pH	-0,96	-0,98	-0,74	-0,04	-0,83	-0,87	-0,76	-0,65	0,00	-0,76	0,13	-0,76	-0,98	-	-
Índice de Coloração	-0,91	-0,89	-0,99	0,61	-0,27	-0,98	-0,15	-0,01	0,64	-0,16	0,74	-0,16	-0,87	-	-
Acidez titulável total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidez graxa	0,45	0,40	0,80	-0,97	-0,39	0,65	-0,50	-0,62	-0,98	-0,50	-0,29	-0,50	-0,50	-	-

Valores na célula de encontro de linhas e coluna correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson. Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$.

ACI: gosto ácido, AMA: gosto amargo, DOC: gosto doce, ARG: aroma global, COR: corpo, ADT: adstringência, CHO: sabor chocolate, CAR: sabor caramelo, FLO: aroma floral, FRU: aroma frutal, BIS: aroma de biscoito, FRS: aroma de fruta seca, FER: sabor fermentado, MAD: sabor de madeira, RAN: sabor de ranço.

(b)

LOTE 3 (65,4%)	TERREIRO DE CIMENTO														
	ACI	AMA	DOC	ARG	COR	ADT	CHO	CAR	FLO	FRU	BIS	FRS	FER	MAD	RAN
Condutividade elétrica	-0,42	0,67	0,68	-0,80	-0,81	0,31	-0,74	-0,74	-	0,98	-0,67	-0,60	-0,98	-	0,67
Lixiviação potássio	-0,01	-0,92	-0,92	0,47	0,49	0,13	0,38	0,39	-	0,79	0,92	0,20	0,80	-	-0,92
Extrato etéreo	-0,83	0,19	0,21	-0,99	-0,99	0,76	-0,98	-0,98	-	-0,94	-0,19	-0,93	-0,94	-	0,19
pH	0,12	-0,87	-0,87	0,58	0,60	0,00	0,50	0,50	-	0,87	0,87	0,33	0,87	-	-0,87
Índice de Coloração	0,99	0,50	0,48	0,82	0,80	-	0,87	0,87	-	0,50	-0,50	0,94	0,50	-	0,50
Acidez titulável total	-0,40	-	-0,99	0,09	0,11	0,50	0,00	0,00	-	0,50	-	-0,19	0,50	-	-
Acidez graxa	0,98	0,19	0,17	0,96	0,95	-0,94	0,98	0,98	-	0,76	-0,19	-	0,76	-	0,19
	TERREIRO SUSPENSO														
Condutividade elétrica	0,79	0,98	0,89	-0,72	-0,30	0,87	-0,32	-0,23	-0,86	-0,86	-0,97	-0,96	-0,01	-	-
Lixiviação potássio	-0,02	-0,78	-0,22	0,99	0,93	-0,17	0,93	0,90	0,94	0,94	0,44	0,40	-0,76	-	-
Extrato etéreo	-0,42	0,43	-0,23	-0,84	-0,99	-0,28	-0,99	-	-0,69	-0,69	0,00	0,04	0,97	-	-
pH	-0,99	-0,75	-0,99	0,29	-0,20	-	-0,19	-0,28	0,50	0,50	0,96	0,97	0,50	-	-
Índice de Coloração	-0,48	0,37	-0,30	-0,80	-0,99	-0,34	-0,99	-0,99	-0,64	-0,64	0,06	0,10	0,98	-	-
Acidez titulável total	-0,99	-0,75	-0,99	0,29	-0,21	-	-0,19	-0,28	0,50	0,50	0,96	0,97	0,50	-	-
Acidez graxa	0,36	0,95	0,54	-0,97	-0,74	0,50	-0,76	-0,69	-	-	-0,72	-0,69	0,50	-	-

Valores na célula de encontro de linhas e coluna correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson. Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$.

ACI: gosto ácido, AMA: gosto amargo, DOC: gosto doce, ARG: aroma global, COR: corpo, ADT: adstringência, CHO: sabor chocolate, CAR: sabor caramelo, FLO: aroma floral, FRU: aroma frutal, BIS: aroma de biscoito, FRS: aroma de fruta seca, FER: sabor fermentado, MAD: sabor de madeira, RAN: sabor de ranço.

(c)

LOTE 4 (44,7%)	TERREIRO DE CIMENTO														
	ACI	AMA	DOC	ARG	COR	ADT	CHO	CAR	FLO	FRU	BIS	FRS	FER	MAD	RAN
Condutividade elétrica	0,01	0,56	-0,36	0,94	0,63	-	0,98	0,92	-0,52	0,48	0,21	0,85	-0,02	0,88	-0,02
Lixiviação potássio	0,81	0,99	0,53	0,27	0,99	-	0,75	0,85	0,38	0,99	-0,66	0,92	0,79	0,13	0,79
Extrato etéreo	0,47	-0,10	0,76	-0,99	-0,18	-	-0,76	-0,63	0,87	0,00	-0,65	-0,50	0,50	-	0,50
pH	0,53	0,91	0,18	0,62	0,94	-	0,94	0,99	0,00	0,87	-0,33	-	0,50	0,50	0,50
Índice de Coloração	-0,47	0,10	-0,76	0,99	0,18	-	0,76	0,63	-0,87	0,00	0,65	0,50	-0,50	-	-0,50
Acidez titulável total	0,53	0,91	0,18	0,62	0,94	-	0,94	0,99	0,00	0,87	-0,33	-	0,50	0,50	0,50
Acidez graxa	0,47	-0,10	0,76	-0,99	-0,18	-	-0,76	-0,63	0,87	0,00	-0,65	-0,50	0,50	-	0,50
	TERREIRO SUSPENSO														
Condutividade elétrica	-0,98	-0,99	-0,99	-0,37	-0,62	-0,87	0,02	-0,64	0,02	-0,86	0,80	-0,98	-	-	-
Lixiviação potássio	0,92	0,94	0,97	0,54	0,76	0,76	0,18	0,78	0,18	0,94	-0,67	0,99	-	-	-
Extrato etéreo	-0,68	-0,64	-0,56	0,60	0,35	-0,87	0,87	0,33	0,87	0,00	0,92	-0,33	-	-	-
pH	-0,98	0,98	0,99	0,39	0,63	0,87	0,00	0,65	0,00	0,87	-0,79	0,98	-	-	-
Índice de Coloração	0,74	0,77	0,83	0,80	0,93	0,50	0,50	0,94	0,50	-	-0,38	0,94	-	-	-
Acidez titulável total	-0,73	-0,77	-0,83	-0,80	-0,93	-0,50	-0,50	-0,94	-0,50	-	0,38	-0,94	-	-	-
Acidez graxa	-0,98	-0,98	-0,99	-0,39	-0,63	-0,87	0,00	-0,65	0,00	-0,87	0,79	-0,98	-	-	-

Valores na célula de encontro de linhas e coluna correspondem ao coeficiente de correlação de Pearson. Valores em negrito são correlações significativas a $p < 0,05$.

ACI: gosto ácido, AMA: gosto amargo, DOC: gosto doce, ARG: aroma global, COR: corpo, ADT: adstringência, CHO: sabor chocolate, CAR: sabor caramelo, FLO: aroma floral, FRU: aroma frutal, BIS: aroma de biscoito, FRS: aroma de fruta seca, FER: sabor fermentado, MAD: sabor de madeira, RAN: sabor de ranço.

(d)

A correlação entre o pH do grão cru e a doçura da bebida do Lote 4, apresentada na Tabela 12 (d), foi negativa e significativa (-0,99) e, provavelmente, tal relação indireta esteja, da mesma forma, associada ao mesmo comportamento observado para o Lote 3, ou seja, quanto maiores os valores da acidez titulável no grão de café cru, menor doçura será percebida na bebida.

Verifica-se também na Tabela 12 (d), para o Lote 4 seco em terreiro suspenso, associação inversa entre a condutividade elétrica e a doçura na bebida (-0,99). Isto sugere que o rompimento da estrutura das membranas celulares favorece um contato maior entre as enzimas e os componentes químicos, e mesmo entre os próprios componentes intra e extracelulares, o que provoca reações com modificações na composição química e, conseqüentemente, na qualidade dos grãos, estando desta forma associada também ao atributo doçura na classificação da bebida de café.

As correlações entre as variáveis tomadas duas a duas permitiram identificar poucas inter-relações entre os efeitos nos grãos de café, ocasionados pelo processo de secagem em terreiro de cimento e em terreiro suspenso dos lotes de café em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, e os atributos sensoriais, que indicam as prováveis conseqüências na qualidade do produto final.

4. CONCLUSÕES

No estudo da caracterização físico-química e sensorial do café em coco, colhido em diferentes porcentagens do estágio de maturação cereja, considerando as condições experimentais descritas, conclui-se que:

- os lotes de café em coco com maiores porcentagens de frutos cereja e o tipo de terreiro suspenso, empregado durante o processo de secagem, apresentaram menor influência na qualidade fisiológica e físico-química dos grãos de café;
- as diferenças nas porcentagens de frutos cereja e dos tipos de terreiro empregados durante o processo de secagem não afetaram negativamente a qualidade final da bebida de café;
- as correlações entre as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais indicam que os danos causados à membrana celular dos grãos sejam os principais indicadores da qualidade final do café.

5. REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, 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, 2003.

AGUIAR, A. T. E.; FAZUOLI, L. C.; SALVA, T. J. G.; FAVARIN, J. L. Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.577-582, 2005.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards**. 2003. 593p.

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**. St. Paul, 1995. v.1, paginação irregular.

AMORIM, H. F.; SILVA, O. M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. **Nature**, London, v.219, p.381-382, 1968.

AMORIM, H. V. **Relação entre alguns compostos orgânicos de grão de café verde com a qualidade da bebida**. 1972. 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba.

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de qualidade**. 1978. 85p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba.

ANDUEZA, S.; MAEZTU, L; DEAN, B; PEA, M. P.; BELLO, J.; CID, C. **Influence of water pressure on the final quality of arabica espresso coffee**.

application of multivariate analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.50, n.25, p.7426-7431, 2002.

ANGÉLICO, C. L. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.** 2008. 149p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos).

ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZÁBAL, G. Relacion entre la actividade de la polifenol oxidasa (P.F.O.) y las pruebas de catacion como medidas de la calidad de la bebida del café. **Cenicafé**, Caldas, v.26, p.55-71, 1975.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analyps of the Association of Official Analytical Chemists.** 16 ed. Washington D. C, 1995. 1141p.

AVELINO, J.; BARBOSA, B.; ARAYA, J. C.; FONSECA, C.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; CILAS, C. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, n.11, p.1869-1876, 2005.

BAKER, K. K.; PAULSEN, M. R.; VAN-ZWEDEN, J. Temperature effects on seed corn dryer performace. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.9, n.1, p.79-83, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília: CLAV/DNDV; SNAD/MA, 1992. 365p.

BORÉM, F. M.; CORADI, P. C.; SAATH, R.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1609-1615, 2008.

BORÉM, F. M.; RIBEIRO, D. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; ROSA, S. D. V. F.; MORAIS, A. R. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n.1, p.55-63, 2006.

CAMARGO, A.P.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 18., 1992, Araxá – MG. **Trabalhos Apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1992. p.70-74.

CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E. S. G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, 1994.

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

CARRERA, F.; LEON-CAMACHO, M.; PABLOS, F.; GONZÁLEZ, A. G. Authentication of green coffee varieties according to their sterolic profile. **Analytica Chimica Acta**, v.370, n.2, p.131-139, 1998.

CHAGAS, S. J. R.; CARVALHO, V. D.; COSTA, L.; ROMANIELLO, M. M. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. II. Valores de acidez titulável e teores de açúcares (redutores, não redutores e totais). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, p.224-231, 1996.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: **Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverages**. London: Clifford, M. N.; Wilson, K. C. Eds., p.305-374, 1985.

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

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**, Campina Grande, v.12, n.2, p.181-188, 2008.

CORRÊA, P. C.; SILVA C. G. S.; MIRANDA, L. C. G. Qualidade da bebida do café (*Coffea arabica* L.) avaliado por espectrofotometria. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.22, p.09-12, 1997.

CORTEZ, J. G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.18, n.187, p.27-32, 1997.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.92-96, 2006.

DART, S.K.; NURSTEN, H.E. Volatile components; In: **Coffee Chemistry**. London: Clarke and Macrae Eds., 1985. 223p.

ESTEBAN-DÍEZ, I.; GONZÁLEZ-SÁIZ, J. M.; PIZARRO, C. Prediction of sensory properties of espresso from roasted coffee samples by near-infrared spectroscopy. **Analytica Chimica Acta**, v.525, p.171-182, 2004.

FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C. F.; SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v.90, p.89-94, 2005.

FOBÉ, L. A.; NERY, J. P.; TANGO, J. S. Influência do grau de torração sobre a composição química do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.2, p.251-268, 1967-1968.

GARRUTI, R. S.; GOMES, A. G. Influência do estágio de maturação sobre a qualidade da bebida do café na região do Vale do Paraíba. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 989- 995, 1961.

GODINHO, R. P.; VILELA, 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.38-43, 2000.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

GONZÁLEZ, A. G.; PABLOS, F.; MARTIN, M. J.; LEON-CAMACHO, M.; VALDENEBRO, M. S. HPLC analysis of tocopherols and triglycerides in coffee and their use as authentication parameters. **Food Chemistry**, London, n.75, p.93-101, 2001.

GONZALEZ-RIOS, O.; SUAREZ-QUIROZ, M. L.; BOULANGER, R.; BAREL, M.; GUYOT, B.; GUIRAUD, J-P.; SCHORR-GALINDO, S. Impacto f “ecological” post-harvest processing on the volatile fraction of coffee beans: I. Green coffee. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, p.289-296, 2007.

GOULART, P. F. P.; ALVES, J. D.; CASTRO, E. M.; FRIES, D. D.; MAGALHÃES, M. M.; MELO, H. C. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, 2007.

KRUG, A. P. A origem da variação de bebida dos nossos cafés. **Sociedade Rural Brasileira**, Campinas, p.371-393, 1941.

KURZROCK, T.; KOLLING-SPEER, I.; SPEER, K. Effects of controlled storage on the lipid fraction of green *Arabica Coffee* Beans. **Food Chemistry**, v.66, p.161-168, 2004.

LEITE, I. R.; CARVALHO, V. D. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.299-308, 1994.

LEITE, R. A.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, M. G. A.; REIS, F. P.; OLIVEIRA, T. T. Qualidade tecnológica do café (*Coffea arabica* L.) pré-processado por “via seca” e “via úmida” avaliada por método químico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.308-311, 1998.

LIMA, M. V.; VIEIRA, H. D.; MARTINS, M. L. L.; PEREIRA, S. M. F. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, n.2, p.124-130, 2008.

MAJEROWICZ, N.; SÖNDAHL, M. R. Qualitative and quantitative studies on induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea arabica* L.. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.17, n.02, p.247-254, 2005.

MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. R.; OLIVEIRA, W. M. Composição físico-química e qualidade do café submetido a diferentes formas de pré-processamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.6, p.37-41, 2003.

MARQUES, E. R.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; BIAGGIONI, M. A. M. Eficácia do teste de acidez graxa na avaliação da qualidade do café arábica (*Coffea arabica* L.) submetido a diferente períodos e temperaturas de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1557-1562, 2008.

MATIELLO, J. B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p.

MAZZAFERA, P.; SOAVE, D.; ZULLO, M. A. T.; GUERREIRO FILHO, O. Oil content of green beans from some *Coffea* species. **Bragantia**, Campinas, v.57, p.45-48, 1998.

MORI, E. E. E.; ANJOS, V. D. A.; BRAGAGNOLO, N. Monitorando a qualidade do café torrado e moído no Estado de São Paulo. In: Simpósio Internacional sobre Biotecnologia na Agroindústria Cafeeira. II, 2000. Londrina. **Anais...** Londrina, 2000, cdrom.

NICOLI, M.C.; INNOCENTE, N.; PITTIA, P.; LERICI, C.R. Staling of roasted coffee: volatile release and oxidation reactions during storage. In: ASSOCIATION SCIENTIFIC INTERNATIONAL OF COFFE, 15., Montpellier, 1993. **Proceedings...** Montpellier: ASIC, 1993. p. 557-566.

NOBRE, G. W.; BORÉM, F. M.; FERNANDES, S. M.; Pereira, R. G. F. A. Alterações químicas do café cereja descascado durante o armazenamento. **Coffee Science**, Lavras, v.2, p.1-9, 2007.

NOGUEIRA, A. M.; CARVALHO, S. P.; BARTHOLO, G. F.; MENDES, A. N. G. Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.18-26, 2005.

NUNES, C. S.; BAPTISTA, A. O. Implicações da reação de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.96, p.53-59, 2001.

ORGANIZATION INTERNATIONAL DEL CAFÉ. **Estúdios de investigacion de evaluacion sensorial sobre la calidad del café cultivado em la region de Patricinio em el Estado de Minas Gerais em Brasil**. Londres, 1991. 28 p. (Report de Evaluacion Sensorial).

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por medio de desmucilagadoras mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto em la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el estado del Paraná en Brasil:** Londres, 1992. n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

PASIN, L. A. A. P.; ABREU, M. S.; CHALFOUN, S. M.; PÁDUA, T. R. P. Efeito de micronutrients na população fúngica associada a grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.918-926, 2002.

PEREIRA, R. G. F. A.; VILLELA, T. C.; ANDRADE, E. T. de. Composição química de grãos de cafés (*Coffea arabica* L.), submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisas dos Cafés do Brasil, 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, p.826-831, 2001.

PIMENTA, C. J.; CHALFOUN, S. M. Composição microbiana associada ao café em coco e beneficiado colhido em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.677-682, 2001.

PIMENTA, C. J.; PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, S. M.; ANGÉLICO, C. L.; CARVALHO G. L.; MARTINS, R. T. Composição química e avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, ed. especial, n.10, p.29-35, 2008.

PIMENTA, C. J.; PIMENTA, M. E. S. G.; PEREIRA, M. C.; COSTA, L. M. A. S. Chemical and qualitative aspects of coffee (*Coffea arabica* L.) harvested at seven different intervals. **Journal of Coffee Research**, v.33, p.70-88, 2005.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em sete épocas diferentes na Região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p.1481-1491, 2002.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R. Efeito do tipo e época de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.131-136, 2003.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R.; CARVALHO JÚNIOR, C. Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera da secagem. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.203-209, 2004.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado) – Escola Superior Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba.

PRETE, C. E. C.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Electric conductivity of exudates of green coffee and its relationship with the quality of the beverage. In: SERA, T.; SOCCOL, C.R.; PANDEY, A.; ROUSSOS, S. (Org.). **Coffee Biotechnology and quality**. 1 ed. Dordrecht: Kluwer, 2000. v.1, p.321-338.

PUERTA-QUINTERO, G. I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde *Coffea arabica*, procesado por vía húmeda. **Cenicafé**, v.47, n.4, p.231-234, 1996.

PUERTA-QUINTERO, G. I. Influência de los granos colhidos verdes en la calidad física e organoléptica de la bebida. **Cenicafé**, v.51, n.2, p.136-150, 2000.

RAVINDRANATH, R.; YOUSUF ALI KHAN, R.; OBY REDDY, T. THIRUMALA RAO, S. D.; REDDY, B. R. Composition and Characteristics of Indian Coffee Bean, Spent Ground and Oil. **Journal Science Agriculture**, v.23, p.307-310, 1972.

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, p.314-315, 2005.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; SILVA, P. J.; OLIVEIRA, E. C. Influência da secagem, em diferentes tipos de terreiro, sobre a qualidade do café ao longo do armazenamento. *Coffee Science*, Lavras, v.2, n.1, p.48-60, 2007.

RIBEIRO, D. M.; BORÉM, F. M.; ANDRADE, E. T.; ROSA, S. D. V. F. Taxa de redução de água do café cereja descascado em função da temperatura da massa, fluxo de ar e período de pré-secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.7, p.94-107, 2003.

SAEG – **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes – UFV, Viçosa, 2007.

SCAA – **Specialty Coffee Association American**. What is specialty coffee? Disponível em: <<http://www.scaa.org>>. Acessado em 15 de dezembro de 2008.

SALAZAR, G. M. R.; RIANO, H. N. M.; ARCILA, P. J.; PONCED, C. A. Studio morfológico, anatômico y ultraestrutural del fruto de café *Coffea arabica* L. **Cenicafé**, Caldas, v.45, n.3, p.93-105, 1994.

SAS Institute Inc. (Cary, NC, USA). **SAS/MDDB® Server Administrator's Guide**, Version 8.0, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SILVA, M. A. D.; SILVA, W. R. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.599-608, 2000.

SILVA, R. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; MUNIZ, J. A. Qualidade do café-cereja descascado produzido na Região Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p.1367-1375, 2004.

SILVA, O. F.; COSTA, R. A.; SOUZA, M. L. M.; CORRÊA, T. B. S.; FRAGA, M. E. Avaliação da composição química do café submetido a diferentes formas de preparo e tipos de terreiro de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.10, p.1-8, 2008.

SILVA, R. P. G.; VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M. Qualidade de grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.especial, n.3, p.3-10, 2001.

SINGLETON, V. L. The total phenolic content of grapes berries during the maturation of several varieties. **American Journal Enology Viticulture**, Davis, v.17, p.126-134, 1966.

SIQUEIRA, H. H.; ABREU, C. M. P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.112-117, 2006.

SIVETZ, M. **Coffee processing technology**. Westport: AVI, 1993, 379p.

SIVETZ M.; DESROSIER, N. W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technology**, Westpor, p.527-575, 1979.

SPEER, K.; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v.18, n.1, p.201-216, 2006.

WINTGENS, J. N. **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production**. Weinheim: [s.n.], 2004. 711p.

YERETZIAN, C.; JORDAN, A.; BADOUD, R. From the green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by on-line monitoring of volatiles. **European Food Research and Technology**, v.214, p.91-104, 2002.

CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir com este estudo que a porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja deve ser levada em consideração durante o processo de colheita, visto que os frutos neste estágio apresentam-se com todos os componentes químicos formados que, quando insuficientes no grão podem levar a uma piora na qualidade avaliada físico-quimicamente. No entanto, quando tomados os devidos cuidados durante o processamento do café como, por exemplo, da retirada dos defeitos ocasionados pela má formação dos frutos que ainda não tenham completado o seu estágio ótimo de maturação fisiológica, ou ainda, dos defeitos gerados pelos frutos que já passaram por este estágio, pode-se obter cafés com boa qualidade de bebida.

O tipo de terreiro empregado durante o processo de secagem também influencia na preservação da qualidade dos grãos, que pode ser afetada por fatores extrínsecos como, intempéries climáticas que favorecem o desenvolvimento de microrganismos, em especial de fungos filamentosos, que juntamente com as oscilações de temperaturas de secagem, podem ocasionar danos às membranas celulares dos grãos, considerado este, um dos principais problemas à qualidade final do café.

Estudos futuros mais detalhados, envolvendo outros parâmetros físico-químicos, deverão ser realizados com o intuito de confirmar e elucidar as correlações observadas entre as variáveis físico-químicas e os atributos sensoriais a fim de auxiliar o entendimento da variação que ocorre na qualidade final dos grãos de café em coco colhidos em diferentes porcentagens dos estágios de maturação cereja submetidos a diferentes métodos de secagem.