

**SECAGEM E ARMAZENAMENTO DO CAFÉ:  
ASPECTOS QUALITATIVOS E SANITÁRIOS**

**CARLOS HENRIQUE RODRIGUES REINATO**

**2006**

**CARLOS HENRIQUE RODRIGUES REINATO**

**SECAGEM E ARMAZENAMENTO DO CAFÉ:  
ASPECTOS QUALITATIVOS E SANITÁRIOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Doutor”.

**Orientador:**

**Prof. Dr. Flávio Meira Borém**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006**

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
**Biblioteca Central da UFLA**

Reinato, Carlos Henrique Rodrigues

Secagem e armazenamento do café: aspectos qualitativos e sanitários / Carlos Henrique Rodrigues Reinato. --Lavras : UFLA, 2006.

111 p. : il.

Orientador: Flávio Meira Borem.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Secagem. 3. Terreiro. 4. Fungos. 5. Qualidade. 6. Armazenamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7386

**CARLOS HENRIQUE RODRIGUES REINATO**

**SECAGEM E ARMAZENAMENTO DO CAFÉ:  
ASPECTOS QUALITATIVOS E SANITÁRIOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 26 de Julho de 2006.

Dra. Sara Maria Chalfoun de Souza  
Dr. Sílvio Julho de Rezende Chagas  
Dr. Ednilton Tavares de Andrade  
Dr. João Almir de Oliveira

EPAMIG  
EPAMIG  
UFF  
UFLA

**Prof. Dr. Flávio Meira Borém**  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2006**

*A Deus, pelo dom da vida, saúde e presença constante em minhas caminhadas;*  
*Aos meus Pais: Carlos Alberto Reinato e Geruza Helena Rodrigues Reinato,*  
*exemplos de caráter e abnegação, nunca poupando esforços para a realização*  
*dos meus objetivos;*  
*À minha esposa: Rosicler Aparecida de Oliveira Reinato, presença marcante*  
*em minha vida, ao meu lado em todos os momentos, com carinho, amor e muita*  
*compreensão*

**DEDICO**

*Aos meus irmãos:*

*Ana Paula Rodrigues Reinato*

*Lívea Helena Rodrigues Reinato e*

*Luiz Felipe Rodrigues Reinato*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS pela existência de tudo.

Ao professor Dr. Flávio Meira Borém. “Muito obrigado” é uma expressão muito aquém daquela que eu queria usar, mas como não consegui outra para substituir continuo com o meu muito obrigado pela amizade sincera, pelos ensinamentos de vida, convivência e colaboração encontrados nos vários setores de nosso trabalho. Agradeço também pelas sessões de terapia e medicina. Enfim, muito obrigado por você ter feito parte da minha formação profissional e humana. Professor e amigo competente, que pelo seu carisma é capaz de marcar a vida de todos aqueles com quem cruza no trajeto da vida. Sinceramente, meu agradecimento e votos que Deus abençoe a ele e toda a sua família, agora e sempre.

À Dra. Sara Maria Chalfoun e ao Dr. Sílvio, pelas sugestões apresentadas e pela disponibilidade em ajudar sempre.

Ao Professor Ednilton pela amizade e disponibilidade em ajudar sempre.

À professora Rosemary G.F.Alvarenga Pereira, pela amizade, convívio, sugestões e conselhos amigos doados durante este período.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) por ter sido a minha segunda casa e onde passei um terço da minha vida.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de doutorado.

À Nossa Senhora da Aparecida, companheira de todos os instantes, luz no meu caminho, pela força nos momentos mais difíceis desta caminhada, sempre intercedendo junto ao Pai por mim.

À minha esposa, pelo amor, dedicação, apoio, incentivo, ajuda, compreensão e muita paciência.

Aos meus pais, irmãos e irmãs pelo apoio, incentivo e paciência que foram fundamentais nesta caminhada.

Aos bolsistas: Pablo, Eduardo e Lasley pela ajuda, convivência, amizade e pelos incentivos e colaborações durante a realização deste trabalho..

Aos amigos Leandro, Elizangela, Gilberto, Reni, Paulo, Bethi, Valdomiro, Márcio e Marcelo pela amizade, convivência e ajuda na fase experimental.

Aos laboratoristas da EPAMIG: Vicentina, Geraldo e Samuel pelo apoio na realização das análises.

Ao meu sogro João Batista e minha sogra Ivone pelo incentivo e ajuda.

Ao Centro de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras pelo fornecimento da matéria-prima; ao Professor Rubens, pela atenção dispensada.

Aos funcionários Marcinho e José Maurício pela boa vontade e paciência em ajudar na realização e montagem do experimento.

Ao Coordenador do programa Eduardo Vilas Boas, pela atenção, amizade e paciência durante as etapas do Curso de Doutorado.

Aos professores e funcionários do DCA e DEG (UFLA), colegas de pós-graduação e a todos que, de alguma forma contribuíram para o êxito deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPITULO I .....	01
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPITULO II: SECAGEM DO CAFÉ SUBMETIDO A DIFERENTES PAVIMENTAÇÕES DE TERREIRO E ESPESSURAS DE CAMADA .....	17
Resumo .....	18
Abstract.....	19
Introdução .....	20
Material e Métodos .....	23
Resultados e Discussão .....	28
Conclusões .....	41
Referências Bibliográficas .....	42
CAPITULO III: ASPECTOS SANITÁRIOS DO CAFÉ SUBMETIDO A DIFERENTES PROCESSAMENTOS E SECADO EM TERREIROS COM TRÊS TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO.....	47
Resumo .....	48
Abstract.....	49
Introdução .....	50
Material e Métodos .....	54
Resultados e Discussão .....	58
Conclusões .....	73
Referências Bibliográficas .....	74



CAPITULO IV: INFLUÊNCIA DA SECAGEM, EM DIFERENTES TERREIRO, SOBRE A QUALIDADE DO CAFÉ, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.....	77
Resumo .....	78
Abstract.....	79
Introdução .....	80
Material e Métodos .....	84
Resultados e Discussão .....	89
Conclusões .....	106
Referências Bibliográficas .....	107

## RESUMO

REINATO, Carlos Henrique Rodrigues. **Secagem e armazenamento do café: aspectos qualitativos e sanitários**. 2006. 111 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a qualidade e a sanidade durante a secagem e o armazenamento dos cafés bóia, cereja, roça e cereja descascado submetidos à secagem natural em terreiros com três diferentes tipos de pavimentações e duas distintas camadas de secagem. O delineamento experimental da etapa de secagem consistiu de um DIC, com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial  $4 \times 3 \times 2$ , sendo quatro formas de processamento do café (roça, cereja descascado, cereja + verde e bóia), três tipos de terreiro (terreiro de terra, concreto e lama asfáltica) e duas espessuras de camada de secagem do café (fina e grossa), totalizando 24 tratamentos. Foram utilizadas duas repetições para cada tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. Cerca de 15000 litros de café foram colhidos sobre pano e secados nos diferentes terreiros. Deste total, 2400 litros foram levados diretamente aos terreiros para secagem (café roça). Cerca de 4800 litros foram lavados e separados por diferença de densidade. A porção bóia e a porção cereja e verde foram secadas separadamente nos terreiros. Finalmente, 9600 litros de café foram lavados, descascados e secados nos terreiros. Os cafés foram dispostos nos terreiros em duas espessuras, fino (camada de um grão para o descascado e 3 cm para os demais cafés) e grosso (4 cm para o cereja descascado e 8 cm para os demais tipos de café). Após a secagem, amostras de café foram coletadas, beneficiadas e submetidas às análises. Na etapa de armazenamento, o café proveniente dos diversos tratamentos foi acondicionado em saco de juta e colocado em um caixa confeccionada de madeira localizada dentro de uma tulha com café em coco. Os tratamentos foram armazenados por um ano sendo realizadas três amostragens, a primeira amostragem foi realizada no quarto mês, a segunda no oitavo mês e a última amostragem no décimo segundo mês de armazenamento.

---

**Comitê orientador:** Dr. Flávio Meira Borem -UFLA (Orientador); Dra. Sara Maria Chalfoun,- EPAMIG; Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira - UFLA

Para a avaliação da qualidade, foram realizadas as seguintes análises: lixiviação de potássio, condutividade elétrica, compostos fenólicos, acidez titulável total, açúcares totais, redutores e não redutores, prova de xícara e contagem dos defeitos preto, verde, ardido e preto verde. Para avaliar a ocorrência de fungos, 25 grãos sem desinfecção superficial foram colocados em placa de Petri. O meio de cultura usado foi DG18 (Dicloram Dextrose-Glicose a 18%). O período de incubação foi de sete dias a 25°C, até a exteriorização e desenvolvimento dos fungos. As observações referentes aos grãos contaminados foram realizadas a olho nu e, em casos de dúvida, com o auxílio de microscópio estereoscópio. O índice de ocorrência de fungos foi expresso em porcentagem. Os dados foram analisados usando análise multivariada e univariada. Os programas usados foram o Multitab 4.0, Sisvar e SAS. Os resultados obtidos foram organizados em 3 artigos. Os artigos 1 e 2 referem-se ao estudo das alterações químicas e da ocorrência de fungos dos cafés submetidos a duas camadas em terreiros com 3 diferentes pavimentações (terra, lama asfáltica e concreto). No artigo 3, estudaram-se as alterações químicas ocorridas durante o armazenamento. Observou-se, no artigo 1, que o tipo do café e a espessura da camada são fatores preponderantes para a diferenciação das características químicas e físico-químicas entre os cafés estudados. No artigo 2, os resultados indicaram que a secagem em terreiros, conduzida em camada grossa, proporcionou menor ocorrência de fungos do gênero *Cladosporium* e maior ocorrência de fungos do gênero *Fusarium*, *Eurotium* e das espécies *Nigri* e *Circundati*. No artigo 3, os resultados indicaram que, dentre os fatores estudados, a secagem em camada grossa é a que mais influencia a perda de qualidade durante o armazenamento.

## ABSTRACT

**REINATO**, Carlos Henrique Rodrigues. Drying and storage of coffee: qualitative and sanitary aspects. Lavras: UFLA, 2006. 111p. (Thesis – Doctorate in Food Science)

The present work aimed to study both quality and sanity during drying and storage of the parchment, floater, cherry and mixture coffees submitted to the natural drying on grounds with three different sorts of floors and two distinct drying layers. The experimental design of the drying step, was made up of a completely randomized design with the treatments arranged in a factorial scheme 4 x 3 x 2, being four ways of coffee processing (mixture coffee, parchment coffee, cherry and unripe and floater), three sorts of grounds (earthen, concrete and asphalt byproduct) and two thickenings of coffee drying layer (thin and thick), amounting to 24 treatments. Two replicates per each treatment were utilized, amounting to 48 experimental units. About 15000 liters of coffee were harvested on the cloth and dried on the different grounds. Out of this total, 2400 liters were led directly to the grounds for drying (mixture coffee). About 4800 liters were washed and separated by density difference. The portion floater and the portion cherry and unripe were dried separately on the grounds. Finally, 9600 liters of coffee were washed, husked and dried on the grounds. On the grounds, the coffees were arranged in the grounds into two layers, thin (layer of one bean to the parchment coffee and 3 cm to the other coffees) and thick (4 cm to the parchment coffee and 8 cm to the other kinds of coffee). After drying, coffee samples were collected, processed and submitted to the analyses. In the storage step, the coffee coming from the several treatments was packed in jute bags and put into a wooden box situated inside a storehouse with coffee. The treatments were stored for one year and three samplings being performed, the first sampling was accomplished in the fourth month, the second in the eighth month and the last sampling in the twelfth month of storage. For evaluation of quality, the following analyses were accomplished.

---

Guidance Committee; Dr. Flávio Meira Borem – UFLA (Adviser)  
Dr. Sara Maria Chalfoun – EPAMIG (Co-adviser),  
Dr. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira – UFLA (Co-adviser)

potassium leaching, electrical conductivity, phenolic compounds, total titrable acidity, total sugars, reducing and non-reducing sugars, cup test and counts of defects black, green, bitter and black green. To evaluate the occurrence of fungi, 25 beans without surface disinfection of each treatment were placed on Petri dish. The culture medium utilized was DG 18 (18% Dichloram Dextrose-Glucose). The incubation period was of seven days at 25C to the exteriorization and development of fungi. The observations concerning contaminated beans were performed with the naked eye, and in the cases of doubt, with the aid of the stereoscopic microscope. The fungus occurrence index was expressed in percentage. The data were surveyed using multivariate and univariate analysis. The programs used were Multtab 4.0, Sisvar and SAS. The results obtained were organized into 3 papers. Papers 1 and 2 are concerned with the study of the chemical alterations and occurrence of fungi of the coffees submitted to two layers and on grounds with three different sorts of floors (earthen, asphalt byproduct and concrete). In paper 3, the chemical alterations occurred during storage were investigated. It was found in paper 1 that the sort of coffee and layer thickness are preponderant factors for the differentiation of the chemical and physicochemical characteristics among the coffees studied. In paper 2 the results pointed out that ground drying conducted into thick layer provided less occurrence of fungi of the genus *Cladosporium* and greater occurrence of fungi of the genus *Fusarium*, *Eurotium* and of the Sections *Nigri* and *Circundati*. In paper 3, the results indicated that among the factors studied drying in thick layer is the one which influence the most the loss of quality during storage.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de café está distribuída em mais de 50 países, mas o consumo doméstico pelos países produtores representa apenas 30% da produção global. Isso significa que aproximadamente 40 milhões de toneladas de café em grãos são destinados a países consumidores, resultando em movimentações comerciais na faixa de 12 a 15 bilhões de dólares. Estima-se que metade desses valores retornem aos produtores o que representa, senão a única, talvez a mais importante fonte de renda para diversas famílias, pois resulta em 25 milhões de empregos diretos e em até 100 milhões, se consideradas as áreas industriais (Castilho, 2001; Duris, 2002).

Historicamente, o Brasil é líder mundial na produção de café. Essa posição, entretanto, refere-se muito mais a dados quantitativos do que a aspectos qualitativos. A falta de um padrão de qualidade para o produto nacional resultou no declínio da participação do café brasileiro no mercado internacional. Além da redução nas exportações, o consumo interno também tem decrescido, principalmente em função da pior qualidade do produto adquirido pelas torrefações, constituído de excedentes e de cafés armazenados que não serviram para a exportação.

A crescente exigência de qualidade do mercado consumidor fez com que os principais concorrentes brasileiros percebessem a importância de aplicar estratégias de comercialização e ofertar produto de melhor qualidade, possibilitando os melhores preços no mercado internacional.

Recentemente, novos parâmetros de qualidade foram introduzidos. Cafés com certificação de origem, cafés gourmets, cafés orgânicos e cafés socialmente justos e ambientalmente corretos (“fair trade”) têm sido cada vez mais valorizados.

Estima-se que, no Brasil, 70% da produção de café seja proveniente de pequenas e médias propriedades rurais. Na pequena propriedade agrícola, os trabalhos são executados, na grande maioria, por mão-de-obra familiar. Como o café é uma cultura altamente dependente de mão-de-obra, que representa cerca de 50% do seu custo de produção, ele é também um agente de equilíbrio social, pois democratiza, distribui e interioriza a renda.

No entanto, os pequenos cafeicultores têm sido penalizados com baixa remuneração do seu negócio, principalmente por apresentarem infra-estrutura insuficiente para o adequado processamento dos grãos produzindo, freqüentemente cafés de qualidade inferior, não resultando, por sua vez, nos benefícios das novas tendências do mercado. Dessa forma, tecnologias adequadas à atividade do pequeno produtor, que garantem qualidade e segurança alimentar, adquiriram grande importância.

Considerando toda a cadeia produtiva do café, o processamento, a secagem e o armazenamento mal conduzidos são as principais etapas que reduzem a qualidade do café e aumentam o risco sanitário.

O café pode ser processado de diferentes formas: natural, cereja descascado, despolpado e desmucilado. Na forma de processamento natural, o fruto é secado na sua forma integral (com casca e mucilagem). Ele poderá ir diretamente da lavoura para o terreiro, onde será submetido ao processo de secagem. No entanto, trata-se de uma forma de processamento com grandes riscos à qualidade, pois seus grãos são secados com diferentes estádios de maturação, diferentes teores de água, podendo ocorrer frutos com diversas anormalidades. A passagem desse café pelo lavador apresenta inúmeras vantagens. A separação hidráulica dos frutos por diferença de densidade permite a obtenção de duas parcelas de café: cereja e verde e a porção bóia. A parcela de frutos cereja e verde constitui um material com potencial para a produção de café de melhor qualidade, devendo ser conduzida separadamente, até o

beneficiamento e comercialização (Garruti et al., 1961; Souza, 2000; Teixeira & Gómez 1970).

Williams et al. (1989), analisando vários compostos químicos dos cafés produzidos no Kenia, Brasil e Etiópia, diferenciados segundo o estágio de maturidade, demonstraram que o café verde imaturo produz sabores e aromas rançosos com características muito amargas e que os grãos maduros propiciam bebidas com sabores mais doces, suaves e maior acidez.

No processamento do café cereja descascado, a casca e parte da mucilagem do fruto maduro são retirados. Por outro lado, no processamento do café despulpado e desmucilado, a casca e toda a mucilagem são retiradas. Como a casca e a mucilagem são substratos propícios ao desenvolvimento de microrganismos, sua remoção pode evitar a ocorrência de fermentações prejudiciais à qualidade final do produto (Bártholo & Guimarães, 1997). O despulpamento nada mais é do que a retirada da casca dos frutos maduros e a posterior fermentação da mucilagem em tanques e lavagem dos grãos. Esse sistema de processamento tem a vantagem de diminuir consideravelmente a área de terreiro e o tempo necessário para secagem (Silva, 1999).

Leite & Carvalho (1996), ao avaliarem diferentes tipos de colheita e processamento do café, observaram que o despulpamento melhorou a qualidade do café. Resultados semelhantes também foram obtidos por Quintero (2000). Entretanto, apesar dessa forma de processamento promover a remoção da mucilagem, evitando o desenvolvimento de fermentações microbianas, ela apresenta a desvantagem de impedir que características desejáveis sejam transmitidas da mucilagem para o grão. Deve-se ressaltar, no entanto, que, em regiões onde as condições ambientais são desfavoráveis à preservação da qualidade na fase de pós-colheita, a utilização desse tipo de processamento é o mais indicado (Souza, 2000). O café cereja descascado pode ser considerado como um método intermediário entre o processamento natural e o despulpado,



pois ele mantém as características típicas do corpo, do aroma e da doçura dos cafés brasileiros (Brando, 1999).

Brando (1999) e Cortez et al. (1997) relatam que as principais vantagens do descascamento são a eliminação dos frutos verdes, a diminuição dos custos de beneficiamento e a diminuição da porcentagem de bebidas fenicadas. No entanto, muitos produtores que têm feito uso dessa tecnologia não têm conseguido atingir a qualidade almejada, principalmente devido à falta de cuidados nas etapas de pós-colheita, principalmente durante a secagem.

Por outro lado, o desenvolvimento de microrganismos, particularmente os fungos, é um dos mais sérios fatores responsáveis pelas perdas pós-colheita.

O efeito de diferentes métodos de processamento do café no desenvolvimento de fungos foi avaliado por Suarez-Queiroz et al. (2004). Nesse trabalho, os autores verificaram que a ocorrência de fungos não foi afetada pelo método utilizado na preparação do café para a secagem. Observaram também que a incidência de fungos no café beneficiado foi menor que a ocorrida no pergaminho e no café cereja, contrariando os resultados demonstrados por Urbano et al. (2001).

Batista et al. (2003), estudando a incidência de fungos nas diferentes frações de café, desde a lavoura até os originados pelos pré-processamentos, via seca e via úmida, no sul de Minas, verificaram que 99,2% das amostras analisadas apresentaram alguns dos gêneros *Aspergillus*, *Penicilium*, *Fusarium*, *Eurotium* e *Cladosporium*, verificaram também que os níveis de contaminação por ocratoxina A são influenciados pelo tipo de café estudado: bóia, varrição, cereja, cereja-descascado e despulpado, sendo os frutos bóias os mais susceptíveis à contaminação por fungos.

Outra etapa da pós-colheita que é de fundamental importância é a secagem.

A maioria dos produtos é colhida no ponto de maturidade fisiológica, quando apresentam teores máximos de amido, proteínas e óleo e teor de água elevado. Sob essa última condição, a atividade metabólica do produto tem prosseguimento, além de ser propícia ao desenvolvimento de fungos e insetos, conduzindo à deterioração rápida.

Assim, torna-se necessária a remoção da água, que pode ser realizada pela secagem natural ou artificial, possibilitando a conservação de produtos agrícolas durante o armazenamento.

Uma secagem rápida, tanto para os cafés secados via seca, como processado em via úmida, permite um bom padrão de qualidade. Isso evita a deterioração causada por microrganismos, sendo a presença destes influenciada pelo tipo de pré-processamento (Batista et al., 2003; Quintero, 2000).

Portanto, um processo de secagem eficiente é aquele que, além de reduzir o teor de água do produto, aumenta seu potencial de conservação pós-colheita e preserva suas características físicas e propriedades tecnológicas, atribuindo-lhe alto valor comercial.

No Brasil, a secagem do café é feita em terreiros ou em secadores mecânicos ou pela combinação dos dois métodos de secagem.

A secagem em terreiros cimentados, pavimentados ou mesmo de terra, é uma tecnologia muito usada em diversas fazendas de café e, por apresentar baixo custo de investimento, é e continuará sendo a tecnologia preferida pelos pequenos produtores.

No processo de secagem em terreiro, o café é secado pela ação dos raios solares. Em condições favoráveis e com manejo correto, a secagem em terreiro com revestimento propicia um produto de qualidade e, sob o ponto de vista ambiental, é o método de secagem mais correto, por não utilizar combustíveis.

Por outro lado, o manejo incorreto propicia o desenvolvimento de microrganismos, favorecendo o aparecimento do defeito ardido, bem como a

produção de grãos com aspecto desmerecido, dadas a desuniformidade na cor ou a ocorrência de grãos chuvados.

Hollick et al. (1998) relatam que a secagem solar em escala comercial apresenta vários problemas, entre eles a dificuldade em manter uma qualidade estável, elevadas perdas por contaminação (insetos e microrganismos), necessidade de grandes áreas de terra e maior tempo de secagem.

Segundo Bartholo & Guimarães (1997), o tempo médio para secagem completa do café em terreiro é de 15 dias, para as condições do Sul de Minas, do Alto Paranaíba e do Triângulo Mineiro, e de 20 a 30 dias para a Zona da Mata de Minas Gerais. Vale a pena ressaltar que o tempo de secagem em terreiros, além das condições climáticas, também é influenciado pelo tipo de processamento (natural, descascado ou despulpado), tipo de revestimento do terreiro, bem como pelo manejo empregado e pela espessura da camada, Andrade et al. (2001); Borém (2004); Lacerda Filho (1986); Vilela et al. (1998).

No terreiro, o desenvolvimento de microrganismos na superfície do fruto e o aumento da respiração e temperatura do produto são fatores que aceleram o processo de fermentação.

De maneira geral, o terreiro com piso de terra apresenta baixo custo de construção, pois envolve, basicamente, limpeza do terreno e movimentação de terra, produzindo com frequência, cafés de baixa qualidade (Hashizume 1985; Lacerda Filho, 1986; Santos et al., 1971; Reinato et al., 2005; Vilela, 1997).

Apesar desses riscos, pequenos e médios produtores utilizam intensivamente os terreiros de terra como única etapa na secagem do café. O uso exclusivo desse tipo de terreiro por muitos cafeicultores deve-se não à preocupação com as características qualitativas do produto, mas sim ao baixo poder aquisitivo e ao nível técnico da propriedade, além da tradição (Silva, 1999).

Preferencialmente, a secagem deve ser feita em terreiros concretados, que são mais eficientes e apresentam menores riscos de comprometimento da qualidade. No entanto, o alto custo de construção torna o terreiro de concreto inacessível para a maioria dos pequenos cafeicultores.

Vilela (1998) relata que a secagem de café em terreiros de cimento liso apresenta uma maior facilidade na operação, menos desgaste e facilidade de limpeza, sendo este considerado o melhor tipo de pavimentação para a secagem do produto.

Avaliando o tempo de secagem dos cafés do tipo cereja, bóia e cereja desmucilado em diferentes tipos de pavimentação (concreto, lama asfáltica, chão batido e leito suspenso), Hardoim et al. (2001) verificaram que o terreiro de concreto foi mais eficiente, comparado aos outros, na secagem do café bóia e do cereja desmucilado. Para os cafés do tipo cereja e bóia, estes autores observaram que o terreiro de concreto conseguiu antecipar em, pelo menos, um dia o tempo de secagem, comparado aos demais terreiros estudados.

McLoy (1979) notou que a secagem de café exposto ao sol, em camada pouco espessa, favorece o aparecimento de coloração verde-cinza, tida como desejável, enquanto a secagem à temperatura entre 30°C e 49°C, em ambiente escuro (secagem mecânica), concorre para o aparecimento de grãos de cor verde-amarelada, considerada indesejável.

Octaviani et al. (2001), ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes para sete cultivares de café em função de dois processos de secagem, natural e artificial, verificaram que o processo de secagem em terreiro de concreto proporcionou maiores percentuais de germinação das cultivares, exceto a cultivar Icatu IAC 2944.

Machado et al. (2003), ao realizarem uma avaliação técnico-econômica do processamento de café enfocando uma secagem completa em terreiros, observaram que a produção de café cereja descascado é o procedimento mais

econômico, dentro das técnicas de pré-processamento estudadas, em todos os níveis de produção, para a secagem de café em terreiros de concreto.

O elevado custo da pavimentação com concreto, a princípio, inviabilizaria o revestimento dos terreiros principalmente entre os pequenos produtores. Entretanto, alternativas de baixo custo têm sido usadas com sucesso. Segundo Abrahão et al. (2002), na busca da melhoria da qualidade do produto e da necessidade de redução de custos com benfeitorias, o terreiro de lama asfáltica, com um custo 10 vezes menor que os terreiros convencionais, apresenta-se como uma boa alternativa, tanto do ponto de vista econômico como em relação à qualidade do produto. De acordo com os autores, nos últimos anos, foram construídos, na região do Sul de Minas, 60.000 m<sup>2</sup> de terreiro de baixo custo, sem comprometimento da qualidade. No entanto, além de existirem divergências quanto à qualidade final do produto secado neste tipo de pavimentação, são raros, na literatura, trabalhos relacionados com a alteração da qualidade do café secado em terreiro de lama asfáltica.

Hashizume (1985) estudou o comportamento de vários tipos diferentes de terreiros, pavimentados ou não, ou com diferentes pavimentações, não encontrando diferenças na qualidade e no aspecto do café e verificando que o terreiro de asfalto acelerou o tempo de secagem do café em um dia.

Segundo Haroim et al. (2001), para o café do tipo cereja, não houve diferença no tempo de secagem entre os terreiros de lama asfáltica e de concreto. Provavelmente, isso se deve à característica destes terreiros de impedir a ascensão da umidade do solo e a melhor retenção do calor proveniente dos raios solares, aumentando, assim, a eficiência de secagem.

Reinato et al. (2005) estudaram a qualidade do café no terreiro de terra e lama asfáltica e afirmam que o terreiro de lama asfáltica é uma boa opção, desde que sejam seguidas as recomendações para o adequado manejo do café, durante seu processamento e secagem.

Do ponto de vista sanitário, alguns trabalhos foram realizados, objetivando correlacionar a incidência de fungos com o tipo de terreiro. Bucheli & Taniwaki (2002) mostraram, em seu trabalho, que o crescimento de fungos e a produção de ocratoxina A ocorrem somente durante a secagem do café. Bucheli et al., (2000) estudando a formação de ocratoxina A e o desenvolvimento de fungos em cafés da Tailândia, observaram que o desenvolvimento de fungos, naquele país, ocorre, normalmente, em cafés secos ao sol, sendo os frutos passa mais susceptíveis que os frutos verdes.

Diversos autores afirmam que uma boa secagem ao sol, de maneira rápida, diminui substancialmente os riscos sanitários para o café (Bucheli & Taniwaki, 2002; Cortez, 1997).

Batista et al. (2003) afirmam que as condições de secagem também podem contribuir para a presença de ocratoxina A. Segundo estes autores, na secagem em terreiro, os frutos ficam mais tempo expostos às condições favoráveis à síntese da micotoxina. Os mesmos autores verificaram que os cafés bóia e mistura apresentaram níveis mais elevados de contaminação por fungos quando secados em terreiro de terra, comparados com terreiros de concreto. A redução da incidência de fungos quando a secagem é realizada em terreiros de concreto também foi observada nos trabalhos de Moraes & Luchese (2003), Parizzi (2005 e Urbano et al. (2001).

Parizzi (2005), estudando a incidência de fungos na pré-colheita e processamento do café, observou que o tipo de terreiro utilizado teve efeito significativo na incidência de fungos no grão, sendo encontrados os maiores valores no terreiro de terra.

Além do revestimento do terreiro, acredita-se que a espessura da camada de café possui grande interferência no processo de secagem, na qualidade final do produto e na ocorrência de fungos. No entanto, não foram encontradas, na literatura, respostas para essa questão.

Uma outra etapa de fundamental importância para a preservação da qualidade sensorial, físico-química e sanitária do café é o armazenamento.

De acordo com Amorim & Teixeira (1975), durante o armazenamento ocorrem transformações que levam à degradação das paredes e membranas celulares, afetando sensivelmente a qualidade do café.

Segundo Brooker et al. (1992), são muitos os fatores que contribuem para a perda de qualidade dos alimentos e, dentre eles, destacam-se: características da espécie e da variedade, condições ambientais durante o seu desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem e processamento e práticas de armazenagem.

Muitos estudos têm sido realizados demonstrando as alterações da qualidade sensorial e físico-química, durante o armazenamento, em função do tipo de secagem ou do tipo de processamento (Afonso Júnior, 2001; Amorim, 1977; Bacchi, 1962; Godinho et al., 2000; Jordão et al., 1974; Leite et al., 1996; Moraes et al., 2003; Stirling, 1975; Subrahmanyam et al., 1961; Tosello, 1967; Vilela & Pereira, 2000; Veiga, 2005).

No entanto, são raros os trabalhos que estudaram a interação entre esses fatores. Um desses poucos trabalhos foi o realizado por Leite et al. (1996), que estudaram a influência, no armazenamento, de diferentes tipos de secagem (terreiro e secador) e diferentes tipos de café (varrição, café mistura, café verde, café despulpado e café bóia). Os resultados demonstraram que os cafés que tiveram os menores valores de compostos fenólicos foram o bóia e o despulpado, o que os autores atribuíram à ausência de frutos verdes que, segundo Hulme (1970) apresentam maiores valores desses compostos. Leite et al. (1996) também observaram que, de maneira geral, houve uma queda desses compostos e um aumento da acidez titulável total ao longo do armazenamento. Em relação ao tipo de secagem, os autores observaram que a acidez titulável

total não foi influenciada e que os compostos fenólicos foram maiores para os cafés secados em terreiro.

Acredita-se também que o processamento, a secagem em terreiros com diversos pavimentos e a camada com a qual o café é seco são fatores que interferem na perda de qualidade durante o armazenamento. No entanto, são escassos trabalhos relacionados ao assunto.

Diante do exposto, o estudo físico-químico e sanitário de diversas formas de processamento do café submetido à secagem em terreiro com diferentes pavimentações, sob duas espessuras de camadas, bem como as alterações físico-químicas e sanitárias durante o armazenamento, apresentam-se como grandes contribuições para a produção de cafés de qualidade e isentos de riscos sanitários. Como essas tecnologias estão ao alcance dos pequenos produtores, espera-se que estes resultados possam contribuir para uma maior agregação de renda para essa classe.

Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a melhor metodologia para processamento e secagem do café, com vistas à melhoria da qualidade físico-química, sensorial e sanitária, assim como verificar possíveis alterações ocorridas durante o armazenamento para os diversos cafés estudados.

Os resultados obtidos foram sistematizados em três artigos. Os artigos 1 e 2 referem-se ao estudo das alterações químicas e da ocorrência de fungos dos cafés submetidos à secagem em espessuras distintas em terreiros com três diferentes pavimentações (terra, lama asfáltica e concreto). No artigo 3, estudaram-se as alterações químicas ocorridas durante o armazenamento.



## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JÚNIOR, C. **Aspectos físicos, fisiológicos e de qualidade do café em função da secagem e do armazenamento.** 2001. 384 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

AMORIN, H. V. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p. 15-18

AMORIM, H. V.; TEIXEIRA, R. V. Water soluble and non protein components of Brazilian green coffee bean. **Jornal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 6, p. 1179-1184, 1975.

ANDRADE, E. T.; HARDOIM, P. R.; BORÉM, F. M.; HARDOIM, P. C. Cinética de secagem de café cereja, bóia e cereja desmucilado em quatro diferentes tipos de terreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2001. p. 386-388.

BACCHI, OSWALDO. O branqueamento dos grãos de café. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 28, p. 467-484, abr. 1962.

BÁRTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e processamento 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**, Amsterdam, v. 85, n. 3, p. 293, Aug. 2003.

BORÉM, F. M. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade.** Pós-Colheita do café, Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 103 p. (Textos Acadêmicos).

BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despolpado ou lavado? CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p. 342-346.

BROOKER, D. B.; BARKER ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and Storage of grains and oil seeds**. Westport: AUI, 1992. 450 p.

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

BUCHELI, P.; TANIWAKI, M. H. . REVIW, Research on the origin, and on the impact of post-harvest handling and manufacturing on the presence of ochratoxin A in the coffee. **Food Additives and Contaminants**, Abingdon, v. 19, n. 7, p. 655-665, July 2002.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 1997. 71 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DURIS, D. Coffee and ochratoxin contamination. In: HANAK, E.; BOUTRIF, E.; FABRE, P.; PINEIRO, M. (Ed.). **Food safety management in developing countries: proceedings of the International Workshop**. Montpellier, France: 2002. p. 1-5.

GARRUTI, R.; TEIXEIRA, C. G.; SCHMIDT, N. S.; JORGE, J. P. N. : Influência da colheita e processamento do café sobre a qualidade da bebida. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 25, p. 653-657, 1961.

GODINHO, R. P.; VILELLA, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; CHAGAS, S. J. R. Variações na cor e na composição química do café (*Coffea arabica* L.) armazenado em coco e beneficiado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 38-42, 2000. Especial Café.

HARDOIM, P. C.; BORÉM, F. M.; ABRAHÃO, E. J. Secagem do café cereja, bóia e cereja desmucilado em terreiros de concreto, lama asfáltica, de chão batido e de leite sispenso em Lavras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRA, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Uberaba, 2001.

HASHIZUME, H. Estudo comparativo de principais tipos de terreiro pavimentado para secagem de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12., 1985, Caxambu, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1985. p. 95-97.

HOLLICK, J. C. Commercial Scale Solar Drying. In: **Renewable energy**. Toronto, 1998. p. 714-719.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. p. 36

JORDÃO, B. A.; GARRUTI, R. S.; ANGELUCCI, E.; TANGO, J. S.; TOSELLO, Y. Armazenamento de café beneficiado a granel em silo com ventilação natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2., 1974, Poços de Caldas, MG. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1974. p. 385.

LACERDA FILHO, A. F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influencias na qualidade do café (*Coffea arabica L.*)**. 1986. 136 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LEITE, I. P.; VILELA, E. R.; CARVALHO, V. D. Efeito do Armazenamento na Composição Química do Grão em Diferentes Processamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 159-163, mar. 1996.

MACHADO, M. C.; SAMPAIO, C. P.; SILVA, J. S. Avaliação técnico-econômica do processamento do café: secagem completa em terreiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 3., 2003, Vitória. **Anais...** Vitória-ES, 2003. p. 161-166.

MORAES, M. L. P.; LUCHESE, R. H. Ochratoxin A on green coffee: influence of harvest and drying processing procedures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 19, p. 5824-5828, Sept. 2003.

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

QUINTERO G. I. P. Influencia de los granos de café cosechados verdes, em la calidad física y organoléptica de la bebida. **Cenicafé**, Colombia, v. 51, p. 136-150, 2000.

PARIZZI, F. C. **Incidência de fungos da pré-colheita ao armazenamento de café**. 2005. 70 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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, 2005, p. 314-315.

SANTOS, A. C. dos; MATOS, N.; LIMA, A. R.; FONSECA, R.; CORREIA, C.; MEXIA, J. T Estudo preliminar de terreiros para secagem de café. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 5., 1971, Lisbonne, Portugal. **Annales...** Paris, Francia: ASIC, 1971, p. 235-245.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Incidência de *Aspergillus* produtores de micotoxinas em frutos e grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 30-36, jul./dez. 2000. Edição Especial.

SOUZA, S. M. S. de. **Produção de café de qualidade: II – Colheita, processamento e qualidade do café.** Lavras: EPAMIG, 2000. 4 p. (Circular Técnica, n. 118).

STIRLING, H. G. Further experiments on factors affecting quality loss in stored arábica coffee. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 40, n. 466, p. 28-35, Jan. 1975.

SUÁREZ-QUEIROZ, 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**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 501-507, 2004.

SUBRAHMANYAN, V.; BATISTA, D. S.; NATARAJAN, C. P.; MAJUNDER, S. K. Storage of coffee beans. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 25, n. 1, p. 26-36, jan. 1961.

TEIXEIRA, A. A.; GOMEZ, F. P. O defeito que mais prejudica a bebida do café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 3-8, 1970.

TOSELLO, A. Beneficiamento e armazenamento. In: GRANER, E. A.; GODOY JUNIOR, C. **Manual do cafeicultor.** São Paulo: Melhoramentos, 1967. Cap. 10, p. 247-257.

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

VEIGA, S. D. F. da; BRANDÃO JÚNIOR, D. da S.; VON PINHO, E. V. de R.; VEIGA, A. D.; SILVA, L. Hildebrando de Castro e. Effects of different drying rates on the physiological quality of Coffea canephora Pierre seeds. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 199-205, 2005.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas – Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas–MG. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p. 219-274.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA: armazenamento e processamento de produtos agrícolas, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 2000. p. 219-274.

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

WILLIAMS, A. A.; FERIA M. A. M.; KARI, P. E. Sensory and analytical examination of ground and cup coffee with particular reference to bean maturity. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE SUR LE CAFÉ, 13., 1989, Paipa. **Annales...** Paris: ASIC, 1989. p. 83-106.

## CAPÍTULO II

### **SECAGEM DO CAFÉ SUBMETIDO A DIFERENTES PAVIMENTAÇÕES DE TERREIRO E ESPESSURAS DE CAMADA**

Artigo nas normas da revista Brasileira de Engenharia Agrícola

**Flávio Meira Borém:** Professor Adjunto/UFLA/DEG/ E-mail-  
flavioborem@ufla.br

**Carlos Henrique Rodrigues Reinato:** Professor/ Escola Agrotécnica Federal de  
Machado E-mail- carlosreinato@bol.com.br

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Engenharia, no Pólo de Tecnologia em Pós-Colheita do Café, da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Laboratório de Qualidade do Café da EPAMIG. Seu objetivo foi avaliar a qualidade do café submetido à secagem em terreiros com três diferentes pavimentações e duas distintas camadas de secagem. O delineamento experimental consistiu em um DIC, com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial  $4 \times 3 \times 2$ , sendo quatro formas de processamento do café (roça, cereja descascado, cereja + verde e bóia), três tipos de terreiro (terreiro de terra, concreto e lama asfáltica) e duas espessuras de camada de secagem (fina e grossa). Foram utilizadas duas repetições para cada tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. Cerca de 15.000 litros de café foram colhidos sobre pano e secados nos diferentes terreiros. Desse total, 2.400 litros foram levados diretamente aos terreiros para secagem (café roça). Cerca de 4.800 litros foram separados por diferença de densidade, dando origem às porções bóia e cereja+verde. Finalmente, 9.600 litros de café foram submetidos ao descascamento. Nos terreiros, os cafés foram dispostos em duas espessuras, fino (camada de um grão para o descascado e 3 cm para os demais cafés) e grosso (4 cm para o cereja descascado e 8 cm para os demais tipos de café). O café foi revolvido 16 vezes ao dia, no sentido do caminhamento do sol. Após a secagem, amostras de café foram coletadas e beneficiadas. Para avaliação da qualidade, foram realizadas as seguintes análises: lixiviação de potássio, condutividade elétrica, compostos fenólicos, acidez titulável total, açúcares totais, redutores e não redutores, prova de xícara e contagem de defeitos ardidados. Os resultados indicaram que o tipo do café e a espessura da camada são fatores preponderantes para a diferenciação das características químicas e físico-químicas entre os cafés estudados. Em relação à qualidade sensorial, observou-se que cafés descascados secados em camada fina, tanto em terreiro de concreto como de lama asfáltica, proporcionaram as melhores bebidas.

**Palavra-chave:** terreiro, prova de xícara, café.

## **DRYING OF COFFEE SUBMITTED TO DIFFERENT PAVINGS AND LAYER THICKNESSES**

### **ABSTRACT**

The present work was developed in the Engineering Department and in the Coffee Post-harvest Technology Polo at the Federal University of Lavras-UFLA and in the EPAMIG coffee quality laboratory and was aimed to evaluate mainly the quality of the coffee submitted to the natural drying on yards with three different pavings and two distinct drying layers. The experimental design consisted of a CRD with the treatments arranged in a factorial scheme  $4 \times 3 \times 2$ , four forms being of coffee preparation (roça, husked berry, berry + green and boia), three sorts of yards (earthen, concrete and asphaltic mud yard) and two thicknesses of drying layers (thin and thick). Two replicates for each treatment were utilized, amounting to 48 experimental units. About 15,000 liters of coffee were collected on the cloth and dried on the different yards. Out of this total, 2,400 liters were taken directly to the yards for drying (roça coffee). About 4,800 liters were washed and separated by density difference, giving rise to the portion boia and berry + green. Finally, 9,600 liters of coffee were submitted to peeling. On the yards, the coffees were arranged in two thickenings, thin (layer of a bean to the husked and 3 cm to the other coffee) and thick (4 cm to the husked berry and 8 cm to the other kinds of coffee). The coffee was turned 16 times a day in the sense of sun's moving. After drying, coffee samples were collected and processed. For evaluation of quality, the following analyses were performed: potassium leaching, electrical conductivity, phenolic compounds, total titrable acidity, total sugars, both reducing and non-reducing, cup test and counts of defects bitter. Results pointed out that the sort of coffee and layer thickness are preponderant factors for distinguishing the chemical and physicochemical characteristics among the coffees studied. As regards the sensorial quality, it was found that husked coffees dried on a thin layer both on concrete and asphaltic lama yard provided the best beverages.

Key words: yard, cup test, coffee.



## INTRODUÇÃO

No Brasil, o café destaca-se por ser um dos produtos agrícolas que têm seu preço vinculado a parâmetros qualitativos, sendo este um fator limitante nos mercados nacionais e internacionais. A qualidade do café é influenciada nas diversas etapas de produção, no entanto, é na pós-colheita que ocorrem as maiores perdas de qualidade.

O processamento do café pode ser realizado de formas distintas: mantendo-se o fruto intacto, ou seja, o fruto é processado em sua forma integral, comumente denominado de café natural; removendo-se apenas a casca e parte da mucilagem (descascado); removendo-se a casca e a mucilagem mecanicamente (desmucilado); ou removendo-se a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação biológica (despolpado). Em relação à qualidade físico-química, alguns trabalhos têm sido realizados com o objetivo de comparar os diversos tipos de processamento.

Villela (2002) observou características superiores da bebida para os cafés descascados, despolpados e desmucilados em relação ao café natural, tendência também confirmada por Garruti et al. (1961), Malta (2003) e Teixeira & Gómez (1970).

Bytof et al. (2005) observaram maiores valores no conteúdo de glicose e frutose nos cafés processados por via úmida. Essas variações também foram verificadas por Leloup et al. (2004) e por Selmar et al. (2004).

Além do processamento, a secagem está entre as principais etapas que influenciam na redução de qualidade, principalmente se for mal conduzida (Borem, 2004; Giranda, 1998; Lacerda Filho, 1986; Silva et al., 1998; Vilela, 1997).

A qualidade do café natural, se comparada à do café descascado, é comprometida em maior intensidade quando as condições ambientais e de

manejo durante a secagem em terreiros são desfavoráveis, especialmente em terreiros não pavimentados.

Hollick (1998), estudando a secagem solar em escala comercial, verificaram que existem vários problemas na secagem ao sol: dificuldade em manter uma qualidade estável, elevadas perdas por contaminação (insetos e microorganismos), necessidade de grandes áreas de terra e necessidade de um tempo maior para secagem.

Vários trabalhos vêm sendo realizados com o objetivo de estudar a interferência da pavimentação na qualidade sensorial do café. Os terreiros para secagem de café são construídos de diversos materiais, os mais usados são os terreiros de chão batido, de tijolo, de concreto e de asfalto, de lama asfáltica e de leito suspenso.

Graner et al. (1967) relatam que existem alguns inconvenientes para determinadas pavimentações: o de terra, por sujar o café; o de asfalto, por ter pouca reflexão de energia solar e o de cimento, por ter baixa absorção de calor. Alguns autores estudaram a influência de vários tipos diferentes de terreiros, pavimentados ou não, ou com diferentes pavimentações, não encontrando diferenças na qualidade sensorial e no aspecto do café (Matiello et al., 2002; Santinato & Teixeira, 1977; Viana et al., 2002).

No entanto, resultados divergentes foram obtidos em trabalhos sobre o assunto.

Santos et al. (1971), estudando a qualidade do café cereja secado em uma região de Angola, localizada a 10° de latitude Sul e à uma altitude de 1.100 m, em 35 plataformas feitas de sete materiais diferentes, observaram que a pior qualidade sensorial foi verificada na secagem realizada em terreiro de chão batido e a melhor, sobre piso de cerâmica. Os mesmos autores observaram que o tempo de secagem, em todos os testes, variou de 29 a 32 dias.

Borém et al. (2003), estudando a qualidade do café despulpado secado em diferentes tipos de terreiros (lama asfáltica, concreto, terra e leito suspenso), observaram que os cafés submetidos à secagem em todos os terreiros mantiveram a boa qualidade do produto, com exceção daquele secado em terreiros de terra, comprovou-se assim a interferência negativa que esse tipo de pavimentação exerce na qualidade final do café, fato também constatado por diversos outros autores (Hashizume et al., 1985; Lacerda Filho, 1986; Santos et al. 1971; Vilela, 1997).

Reinato et al. (2005), estudando a qualidade do café no terreiro de terra e lama asfáltica, concluíram que o terreiro de lama asfáltica é uma boa opção para o produtor, desde que sejam seguidas as recomendações para o adequado manejo, durante seu processamento e secagem.

Além do tipo de pavimentação, acredita-se que a espessura da camada também tenha grande influência na qualidade química e sensorial do café.

Garcia et al. (1998), ao avaliarem a qualidade de café secado em terreiro suspenso, comparado ao concreto tradicional, observaram que, para aquelas condições locais, a bebida não foi influenciada pelo tipo de terreiro e diferentes espessuras (5 e 10 cm).

Os diversos trabalhos encontrados para a avaliação da qualidade do café durante a secagem em terreiros não estudaram as interações entre tipo de café, tipo de terreiro e espessura da camada do café. Outro fator importante é que a avaliação da qualidade realizada por esses trabalhos baseia-se, exclusivamente, na análise sensorial. Portanto, torna-se necessário um estudo mais conclusivo sobre o assunto.

Atualmente, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos na tentativa de relacionar os componentes físico-químicos e químicos do grão e a qualidade do café, com o objetivo de auxiliar ou substituir as dificuldades das provas de xícara por testes mais simples e precisos. Em trabalhos de avaliação da

qualidade relacionada a sistemas de secagem, algumas análises físico-químicas vêm sendo comumente usada por diversos autores (Amorim et al., 1977; Borém et al., 2004; Carvalho et al., 1994; Chagas, 1994; Coelho, 2000; Lopez, 2000; Lopez, 2004; Pimenta et al., 2000; Pereira, 1997; Reinato, 2002; Vilela et al., 1998). Dentre essas análises podemos destacar os açúcares, compostos fenólicos, sólidos solúveis, condutividade elétrica, acidez titulável total e lixiviação de potássio.

Na busca por informações que possam subsidiar o correto manejo da secagem e a melhoria da qualidade sensorial e físico-química pelos produtores e técnicos, tornam-se relevantes estudos científicos aplicados a essa realidade. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a qualidade físico-química e sensorial dos cafés bóia, cereja, roça e cereja descascado submetidos a secagem em terreiros com três diferentes pavimentações e duas distintas camadas de secagem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local**

O presente trabalho foi realizado no Departamento de Engenharia, no Departamento de Agricultura, no Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do Café e no Laboratório de Qualidade do Café da EPAMIG, todos em Lavras, MG.

### **Obtenção da matéria Prima**

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

Após colheita, foi levado para o Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do Café. Antes de passar pelo lavador, o café foi homogeneizado, sendo retirados 2.400 litros para constituir a porção roça. O restante do café foi submetido à separação hidráulica, resultando nas porções cereja e bóia. Novamente, 2.400

litros do café bóia e 2400 litros do cereja foram retirados do total. A outra parte do cereja foi conduzida por um elevador de canecas para o descascamento, separando-se, finalmente, 2.400 litros do café cereja descascado.

O delineamento experimental foi constituído de um DIC (delineamento inteiramente casualizado), com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x3x2, sendo quatro tipos de café (roça, cereja, bóia e cereja descascado,) três tipos de terreiros ( terra, lama asfáltica e concreto)e duas espessuras de camada (fina e grossa), totalizando 24 tratamentos. Foram usadas duas repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

A espessura das camadas foi definida de acordo com o tipo de café. Para o cereja descascado, foi considerada fina a espessura de 1 cm e grossa 4 cm. Para os cafés cereja, roça e bóia, a espessura fina foi de 3 cm e a espessura grossa de 8 cm.

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

As medições realizadas durante a secagem são descritas a seguir.

### **Teor de água**

A determinação do teor de água foi realizada de acordo com metodologia proposta pela Brasil (1992), utilizando estufa a  $105^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas.

As amostras para quantificação do teor de água foram retiradas em intervalos regulares de um dia. A secagem foi interrompida quando o café atingiu 11% b.u.

Após a secagem, amostras de cada parcela foram retiradas, beneficiadas e levadas para o Laboratório de Qualidade do Café da EPAMIG, onde foram submetidas às análises físico-químicas e de qualidade do café.

### **Condições ambientais**

A umidade relativa e a temperatura do ambiente durante a secagem foram monitoradas por um termoigrógrafo instalado no local do experimento.

### **Metodologia analítica**

Foram realizadas as seguintes análises:

#### **Acidez titulável total**

A acidez titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N, adaptando-se a metodologia citada por AOAC (1990). Foram pesados 2 gramas da amostra de café moído e adicionados 50 mL de água destilada, sendo agitado por 1 hora. Em seguida, realizou-se a filtração em papel de filtro e retiraram-se 5 mL do filtrado, colocando-o em um erlenmeyer com cerca de 50 mL de água destilada. Acrescentaram-se 3 gotas de fenolftaleína e em seguida titulou-se até a viragem com NaOH 0,1N. O resultado foi expresso em mL de NaOH 0,1 N por 100g de amostra.

#### **Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica dos grãos crus foi determinada adaptando-se a metodologia proposta por Prete (1992). Foram utilizadas duas repetições de 50 grãos de cada amostra, os quais foram pesados (precisão de 0,001 g) e imersos em 50 mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. A seguir, estes recipientes foram colocados em estufa ventilada regulada para 25°C, por 4 horas, procedendo-se à leitura da condutividade

elétrica da solução em condutivímetro C.701 da marca ANALION. Com os dados obtidos, foi calculada a condutividade elétrica, expressando-se o resultado em  $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$  de amostra.

#### **Lixiviação de íons Potássio**

A lixiviação dos íons de potássio foi realizada após a leitura da condutividade elétrica. A leitura foi realizada em fotômetro de chama Digimed NK-2002. Com os dados obtidos, foi calculado o potássio lixiviado, expressando-se os resultados em ppm.

#### **Açúcares totais, redutores e não-redutores**

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, descrito pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). Os açúcares não-redutores foram encontrados pela diferença entre os totais e os redutores. Os valores foram expressos em porcentagem.

#### **Compostos fenólicos totais**

Os compostos fenólicos totais foram extraídos utilizando-se como extrator o metanol 50% (U/V) e identificados de acordo com o método de Folin Denis, descrito por AOAC (1990).

#### **Número de defeitos ardido**

Os grãos ardidos foram contados em 300 gramas de amostra.

#### **Classificação pela prova de xícara**

A prova de xícara foi realizada por três provadores qualificados pertencentes a instituições parceiras da Universidade Federal de Lavras. Cada

profissional analisou as 48 parcelas experimentais, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 2003 (Brasil, 2003).

### **Análise estatística**

Os resultados foram analisados por meio de análise multivariada de componentes principais, conforme metodologia descrita por Johnson & Wichern (1998). Essa técnica é aplicada para descobrir quais conjuntos de variáveis, na forma de subconjuntos coerentes, são relativamente independentes uns dos outros. Os objetivos desta técnica neste trabalho foram a visualização e a identificação de grupos de tratamentos.

Nos resultados de análise sensorial, foi aplicada a análise multivariada de correspondência simples às classificações de bebida (estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado e rio) associadas aos tratamentos de secagem, indicando similaridade ou dissimilaridade entre os mesmos.

O software utilizado para a análise estatística dos dados foi o MINITAB versão 13.0 e o SAS (Ferreira, 1996).

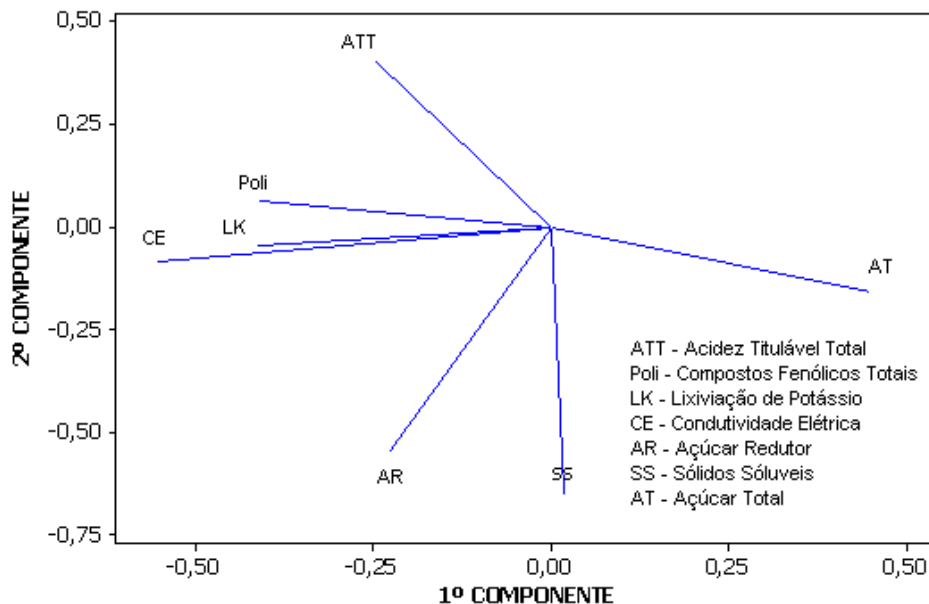


## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliações químicas e físico-químicas

A interação entre as variáveis estudadas foi pesquisada por meio da análise de dependência. Os resultados são apresentados pelos vetores na Figura 1.

O ângulo formado pelos vetores representa a correlação entre os autovetores, representando as variáveis estudadas, ou seja, quanto menor o ângulo entre os vetores, maior a correlação entre as variáveis.



**Figura 1** - Gráfico biplot dos componentes principais das variáveis estudadas.

Observa-se que os vetores que representam a condutividade elétrica e a lixiviação de potássio apresentaram um pequeno ângulo entre eles. Dessa maneira, pode-se dizer que essas variáveis possuem uma alta correlação. Isso ocorre, pois ambos os testes possuem o objetivo comum de avaliar os danos provocados na integridade da membrana celular do grão de café. Quanto maiores

as injúrias ocorridas nos grãos, maiores serão os valores para a condutividade elétrica. Por outro lado, como o potássio é o íon presente em maior quantidade na parede celular, quanto maior o nível de injúrias no grão, maiores também serão os valores de lixiviação de potássio presentes no exsudato.

Diversos trabalhos (Borém, 2004; Lopes, 2000; Reinato, 2002 e Ribeiro 2003) têm usado essas variáveis para auxiliar a determinação da qualidade dos grãos. Nestes trabalhos o comportamento do teste de condutividade elétrica tem demonstrado ser bastante semelhante aos resultados do teste de lixiviação de potássio. Neste trabalho, confirmou-se essa correlação entre estas variáveis, por meio de uma análise multivariada de componentes principais.

A análise multivariada de componentes principais é realizada com o objetivo de reduzir variáveis e discriminar grupos. Quando usada para reduzir variáveis, considera-se adequada para sua realização, uma variabilidade acumulada acima de 70%. Por outro lado, quando o objetivo da análise é discriminar grupos, como é o caso deste experimento, considera-se adequada para a sua realização, uma variabilidade acumulada acima de 60% . As variabilidades dos componentes são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Resumo dos componentes principais para as variáveis estudadas.

<b>VARIÁVEL</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
Fenólicos	-0,412	-0,042
Acidez titulável	-0,245	0,399
Sólidos sóluveis	0,018	-0,651
Açúcar redutor	-0,254	-0,612
Açúcar total	0,487	-0,173
Lixiviação de Potássio	-0,408	0,064
Condutividade elétrica	-0,550	-0,085
<b>Proporção explicada</b>	<b>0,398</b>	<b>0,644</b>

Observa-se que a variabilidade acumulada foi de 64,4%, para os dois primeiros componentes, valor considerado adequado para a realização da análise multivariada.

A contribuição de cada variável em relação aos componentes estimados é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2** - Contribuição dos componentes estimados

Variáveis	PC1	PC2
Polifenóis	0,169392	0,001509
Acidez titulável total	0,059594	0,160426
Sólidos solúveis	0,000283	<b>0,424476</b>
Açúcar redutor	0,065753	<b>0,372509</b>
Açúcar total	<b>0,236149</b>	0,029817
Lixiviação de Potássio	0,166004	0,004152
Condutividade elétrica	<b>0,302826</b>	0,007113

Os resultados encontrados na Tabela 2 indicam que as variáveis, cujas contribuições tiveram maior importância para a formação da componente 1 (PC1), foram a condutividade elétrica e o açúcar total. Em relação ao componente 2 (PC2), destacaram-se as variáveis sólidos solúveis e açúcar redutor, como variáveis que mais influenciaram na formação desta componente.

Para a visualização dos possíveis agrupamentos formados, plotaram-se os escores para cada tratamento (valores do eixo Y e X para as componentes 1 e 2, respectivamente), provenientes das equações:

(1)

$$Y_{PC1} = (-0,412 * POLI) + (-0,245 * ATT) + (0,018 * SS) + (-0,254 * AR) + (0,487 * AT) + (-0,408 * LK) + (-0,550 * CE)$$

(2)

$$Y_{PC2} = (-0,042 * POLI) + (0,399 * ATT) + (-0,651 * SS) + (-0,612 * AR) + (-0,173 * AT) + (0,064 * LK) + (-0,085 * CE)$$

em que:

POLI = teores de polifenóis

ATT = valores de acidez titulável total

SS = teores de sólidos solúveis

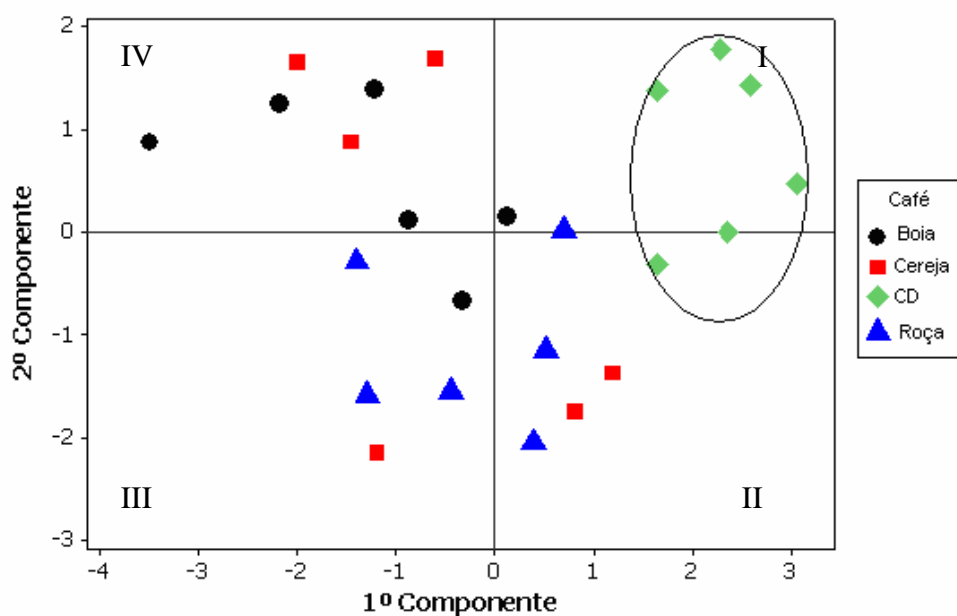
AR = teores de açúcar redutor

AT = teores de açúcar total

LK = valores de lixiviação de Potássio

CE = valores de condutividade elétrica

O gráfico dos escores utilizado para a visualização de possíveis agrupamentos em relação ao fator tipo de café é apresentado na Figura 2.

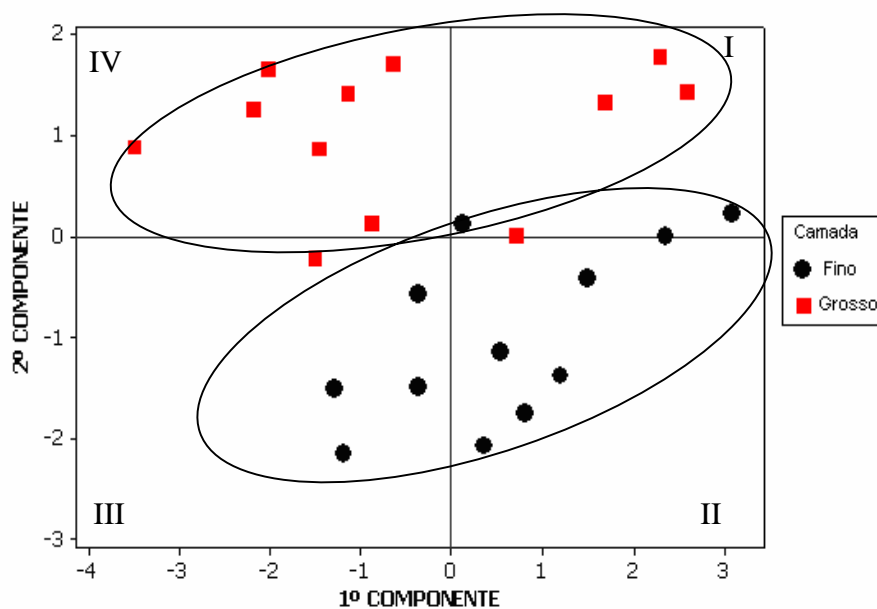


**Figura 2** - Gráfico dos escores utilizado para a discriminação do tipo de café.

Observa-se, na Figura 2, a formação de um grupo formado pelos tratamentos constituídos do café cereja descascado. Esses resultados permitem inferir que, independentemente do procedimento de secagem, os cafés descascados diferenciam-se dos naturais em relação a sua composição química e físico-química.

A maioria dos cafés cereja descascado situou-se no primeiro quadrante do gráfico de dispersão. Verifica-se também que a primeira componente foi a que mais contribuiu para a formação desse grupo. Portanto, pode-se afirmar que os fatores que mais influenciaram a diferenciação do cereja descascado foram os menores valores de condutividade elétrica e os maiores valores de açúcares totais obtidos nesse tipo de café.

O gráfico dos escores utilizados para a visualização de possíveis agrupamentos em relação ao fator espessura encontra-se na Figura 3.



**Figura 3** - Gráfico dos escores utilizado para a discriminação da espessura da camada de secagem do café no terreiro.

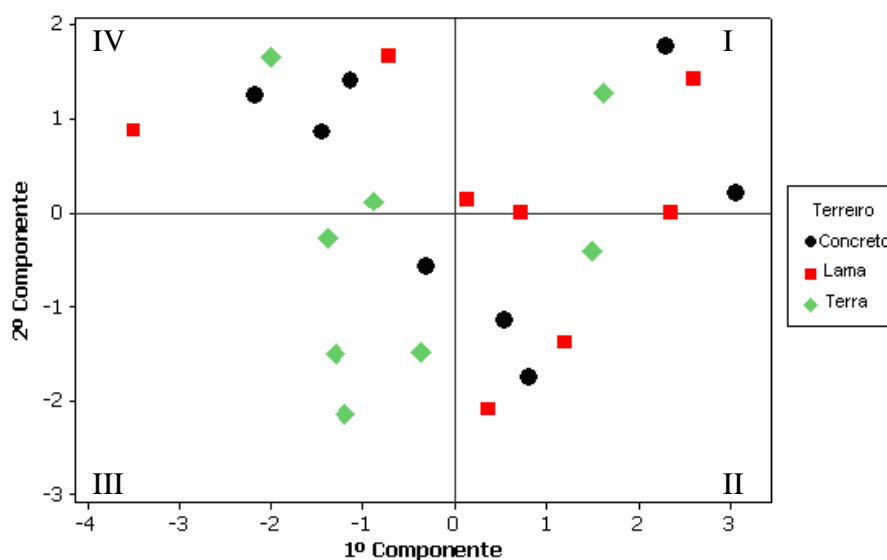
Observa-se, pela Figura 3, claramente, a formação de dois grupos. O primeiro, formado pelos tratamentos secados em camada fina e o segundo, formado pelos cafés secados em camada grossa. Essa observação confirma claramente que a maneira como o café é secado no terreiro influencia

significativamente a preservação de suas características físicas e físico-químicas e, conseqüentemente, interfere na sua qualidade.

O segundo componente foi o que mais contribuiu para essa diferenciação. Os cafés secados em camada fina tiveram, na grande maioria, valores negativos para a segunda componente. Dessa maneira, pode-se afirmar que os resultados que mais influenciaram para essa distinção foram os teores de açúcar redutor e de sólidos solúveis. Os cafés secados em camada fina obtiveram maiores valores de açúcar redutor e sólidos solúveis em relação ao café submetido à secagem em camada grossa.

Como os açúcares e a maioria dos sólidos solúveis são utilizados como substrato para o desenvolvimento de microrganismos, os menores teores desses compostos nos cafés secados em camada grossa podem ter ocorrido em função de maiores ocorrências de fermentações na massa de café.

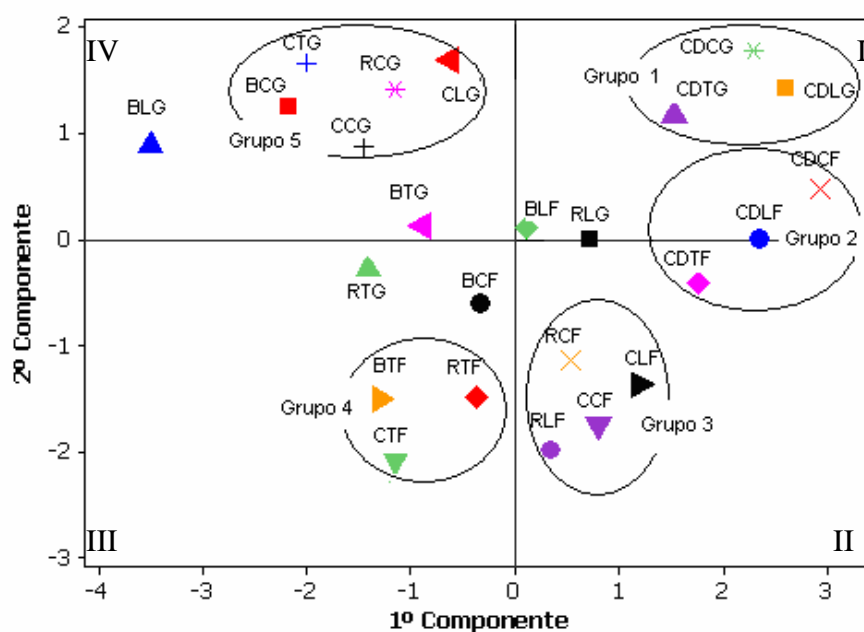
O gráfico dos escores utilizado para a visualização de possíveis agrupamentos em relação ao fator pavimentação encontra-se na Figura 4.



**Figura 4** - Gráfico dos escores utilizado para a discriminação do tipo de terreiro.

Observa-se que não houve a formação de grupos. Isso, possivelmente, ocorreu devido ao fato de a interação ocorrida entre os fatores camada e café, observada anteriormente, ter interferido para a não formação de grupos semelhantes em relação ao fator terreno.

Na Figura 5 é apresentado o gráfico dos escores utilizado para a visualização de possíveis agrupamentos considerando a interação entre os fatores café, camada e terreno.



<b>CLF</b>	Cereja lama fino	<b>RLF</b>	Roça lama fino
<b>CLG</b>	Cereja lama grosso	<b>RLG</b>	Roça lama grossa
<b>CTF</b>	Cereja terra fino	<b>RTF</b>	Roça terra fino
<b>CTG</b>	Cereja terra grosso	<b>RTG</b>	Roça terra grosso
<b>CCF</b>	Cereja concreto fino	<b>RCF</b>	Roça concreto fino
<b>CCG</b>	Cereja concreto grosso	<b>RCG</b>	Roça concreto grosso
<b>CDLF</b>	Cereja descascado lama fino	<b>BLF</b>	Bóia lama fino
<b>CDLG</b>	Cereja descascado lama grosso	<b>BLG</b>	Bóia lama grosso
<b>CDTF</b>	Cereja descascado terra fino	<b>BTF</b>	Bóia terra fino
<b>CDTG</b>	Cereja descascado terra grosso	<b>BTG</b>	Bóia terra grosso
<b>CDCF</b>	Cereja descascado concreto fino	<b>BCF</b>	Bóia concreto fino
<b>CDCG</b>	Cereja descascado concreto grosso	<b>BCG</b>	Bóia concreto grosso

**Figura 5** - Gráfico dos escores utilizado para a discriminação dos tratamentos.

Nota-se a formação de cinco grupos distintos. O primeiro e o segundo grupo são formados pelos cafés cereja descascado, sendo o grupo 1 formado pelo tratamento secado em camada fina e o grupo 2 pelos secados em camada grossa. A segunda componente foi a que mais contribuiu para a distinção entre esses dois grupos. Os cafés cereja descascado secado em camada grossa se diferenciaram do cereja descascado secado em camadas finas, principalmente em função de menores valores de sólidos solúveis e açúcar redutor.

O terceiro grupo, localizado no segundo quadrante, foi formado por cafés naturais secados em camada fina em terreiros pavimentados (lama asfáltica e concreto). O quarto grupo, localizado no terceiro quadrante, se caracteriza pela presença dos cafés naturais secados em camada fina em terreiros de terra.

O terceiro e o quarto grupo se diferenciaram em função dos maiores valores de condutividade elétrica e menores valores de açúcar total obtidos pelos tratamentos do quarto grupo, ou seja, pelos cafés naturais secados em camada fina em terreiro de terra. Dessa maneira, comprova-se a influência negativa na qualidade do uso do terreiro de terra na secagem de cafés naturais ( roça, bóia e cereja).

O quinto grupo, situado no quarto quadrante, foi formado, na maioria, pelos cafés cereja e roça secados em camada grossa. Esses café se diferenciaram dos demais, principalmente em função de maiores valores de condutividade elétrica e menores valores de sólidos solúveis, açúcar redutor e açúcar total.

Esses resultados indicam que, tanto para o café natural quanto para o café descascado, a espessura usada ao longo da secagem em terreiro influencia significativamente a qualidade do café. Portanto, antes da adoção de investimentos com tecnologias para processamento e revestimento de terreiros, o produtor deve priorizar o dimensionamento correto da pós-colheita, levando em consideração a capacidade de recepção diária, o planejamento de colheita e o correto manejo durante a secagem.



### Análise sensorial

As legendas para identificação dos tratamentos são apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Legenda com a identificação dos tratamentos.

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

Os resultados da prova de xícara são apresentados na forma de frequência do número de ocorrência para cada tratamento na Tabela 4.

**Tabela 4** - Frequência do número de ocorrências das bebidas do café

	E. Mole	Mole	A.mole	Duro	Riado	Rio
RFLA	0	0	2	4	0	0
RGLA	0	0	0	6	0	0
RFC	0	1	1	4	0	0
RGC	0	0	0	4	2	0
RFTR	0	0	0	5	1	0
RGTR	0	0	0	2	4	0
CFLA	0	0	0	6	0	0
CGLA	0	0	0	4	2	0
CFC	0	0	0	6	0	0
CGC	0	0	0	2	4	0
CFTR	0	0	0	4	2	0
CGTR	0	0	0	4	2	0
BFLA	0	0	0	6	0	0
BGLA	0	0	0	4	2	0
BFC	0	0	0	6	0	0
BGC	0	0	2	2	2	0
BFTR	0	0	0	4	2	0
BGTR	0	0	0	2	3	1
CDFLA	1	2	3	0	0	0
CDGLA	0	0	0	6	0	0
CDFC	0	3	1	2	0	0
CDGC	0	0	2	3	1	0
CDFTR	0	0	0	6	0	0
CDGTR	0	0	2	4	0	0

Observa-se que as bebidas consideradas superiores estiveram mais presentes nos cafés descascados quando submetidos à secagem em camada fina. Esses mesmos cafés, quando submetidos à secagem em camadas grossas, obtiveram a maior frequência de bebidas duras comprovando desta maneira que o manejo no terreiro é de fundamental importância na preservação de cafés com alto potencial de qualidade.

Além dos resultados de frequência, foi realizada análise de correspondência, objetivando associar o tipo de bebida com os tratamentos estudados.

Os valores da contribuição dos tratamentos em relação aos componentes são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Contribuições dos tratamentos para a formação dos componentes

<b>Tratamento</b>	<b>Contribuição (PC1)</b>	<b>Contribuição (PC2)</b>
RFLA	0,010	0,015
RGLA	0,006	0,049
RFC	0,029	0,013
RGC	0,012	0,004
RFTR	0,009	0,006
RGTR	0,020	<b>0,125</b>
CFLA	0,006	0,049
CGLA	0,012	<b>0,105</b>
CFC	0,006	0,049
CGC	0,020	<b>0,125</b>
CFTR	0,012	0,004
CGTR	0,012	0,004
BFLA	0,006	0,049
BGLA	0,012	0,004
BFC	0,006	0,049
BGC	0,005	0,027
BFTR	0,012	0,004
BGTR	0,025	<b>0,273</b>
CDFLA	<b>0,519</b>	0,031
CDGLA	0,006	0,049
CDFC	<b>0,232</b>	0,000
CDGC	0,007	0,000
CDFTR	0,006	0,049
CDGTR	0,010	0,015

Observa-se que os cafés cereja descascados secados em camada fina em terreiro de lama asfáltica e concreto obtiveram as maiores contribuições, formando um grupo distinto. Já os tratamentos RGT, CGLA, CGC e BGTR obtiveram os maiores valores de contribuição para a segunda componente, formando portanto, outro grupo.

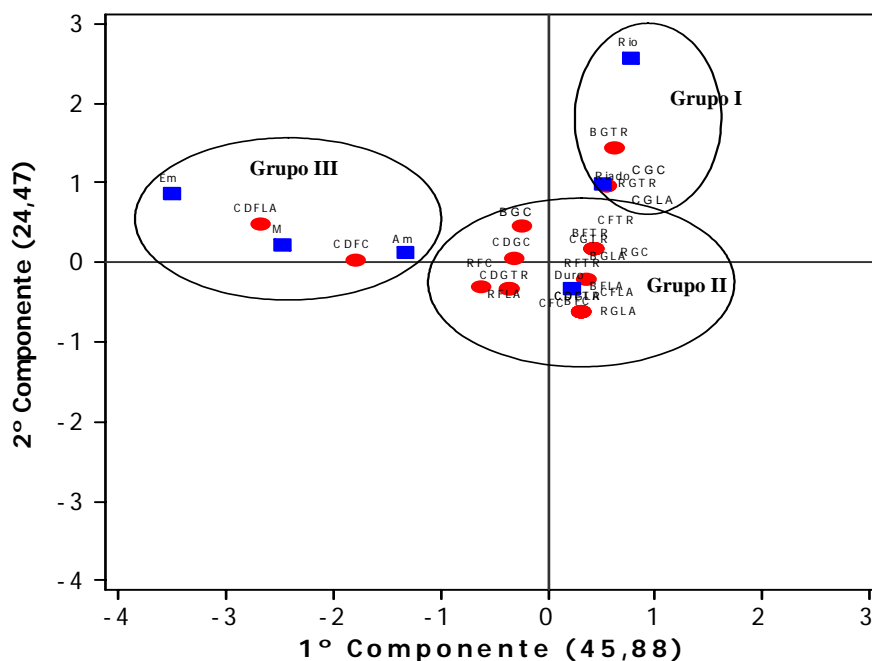
Os valores das contribuições das classificações sensoriais em relação aos componentes são apresentados na Tabela 6.

Percebe-se que as bebidas estritamente mole, mole e apenas mole foram as que tiveram as maiores contribuições para a componente 1, já para a componente 2, as maiores contribuições foram observadas para as bebidas rio e riado, caracterizando, dessa maneira, a formação de grupos distintos.

**Tabela 6** - Contribuições das bebidas para a formação dos componentes principais.

<b>Bebida</b>	<b>Contribuição (PC1)</b>	<b>Contribuição (PC2)</b>
<b>Estritamente mole</b>	<b>0,146</b>	0,016
<b>Mole</b>	<b>0,439</b>	0,006
<b>Apenas mole</b>	<b>0,270</b>	0,004
<b>Duro</b>	0,056	0,048
<b>Riado</b>	0,082	<b>0,581</b>
<b>Rio</b>	0,007	<b>0,144</b>

Para a visualização dos agrupamentos, foi plotado o mapa perceptual para as devidas proporções avaliadas, apresentadas na Figura 6.



**Figura 6** - Mapa perceptual dos tratamentos e qualidade do café.

Os resultados ilustrados na Figura 6 evidenciam que a maioria dos tratamentos encontra-se associada à bebida dura e localizada perto da origem, caracterizando a formação do grupo II.

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

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

Esses resultados foram considerados de grande relevância, uma vez que comprovam que o terreiro de lama asfáltica não interfere negativamente na qualidade do café. Observou-se que a qualidade sensorial dos cafés secados em terreiro de concreto e de lama asfáltica é equivalente.

Outra informação importante é a comprovação da qualidade inferior dos cafés roça e bóia secados em terreiros de terra. Esses tipos de café foram os que obtiveram a pior qualidade sensorial.

O café cereja secado em camada grossa em terreiro de concreto se equiparou aos cafés bóia secados em terreiro de terra. No estágio cereja, o fruto do café possui as maiores quantidades de mucilagem que, por sua vez, são ótimos substratos para os microrganismos. Quando esse café é submetido a espessuras grossas sobre pisos impermeáveis, ocorrem rápidas elevações da temperatura da massa de café decorrentes de fermentações e processos metabólicos. Provavelmente, esses eventos contribuíram para que o café cereja grosso secado em terreiro de concreto se correlacionasse significativamente com bebidas inferiores.

## CONCLUSÕES

- O café cereja descascado diferencia-se dos demais em relação às características químicas e físico-químicas.
- Os cafés submetidos a espessuras de camadas grossas diferenciam-se dos cafés secados em camada fina.
- A condução da camada grossa durante a secagem é um dos principais fatores para a perda da qualidade do café.
- A perda de qualidade dos cafés secados em terreiro de terra é influenciada pela espessura de camada e pelo tipo de processamento usado.
- Os cafés descascados secados em camada fina em terreiro de lama asfáltica e de concreto não se diferenciam sensorialmente.
- O terreiro de lama asfáltica não interfere negativamente na qualidade do café.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H. V. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** . Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p. 15-18

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyps of the Association of Official Analytical Chemists.** 15. ed. Washington, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análise de sementes.** Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº8, de 11 de Junho de 2003.** Aprova o regulamentos técnico da identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Disponível em: <<http://www.ministerio.gov.br>>. Acesso em: maio 2006.

BORÉM, F. M. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade.** Pós-Colheita do café, Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 103 p. (Textos Acadêmicos).

BYTOF, G.; SELMAR, D.; SCHIEBERLE, P. New aspects of coffee processing: How do the different post harvest treatments influence the formation of potential flavour precursors? **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 74, n. 3/4, p. 131-136, Sept. 2000.

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

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais.** 1994. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

COELHO, K. F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida “estritamente mole” após a inclusão de grãos defeituosos.** 2000. 92 p.

Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FAVARIN, J. L. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 187-192, fev. 2004.

FERREIRA, D. F. Aspectos da análise multivariada. **Análise multivariada**. Lavras-MG: UFLA, 1996. 389 p.

GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; VIANA, A. S.; JAPIASSÚ, L. B. Avaliação do desempenho da secagem de café em terreiro suspenso comparada ao concreto tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1998, p. 159-162.

GARRUTI, R.; TEIXEIRA, C. G.; SCHMIDT, N. S.; JORGE, J. P. N. : Influência da colheita e preparo do café sobre a qualidade da bebida. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 25, p. 653-657, 1961.

GIRANDA, R. do N. **Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos à diferentes processos de secagem**. 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HASHIZUME, H. Estudo comparativo de principais tipos de terreiro pavimentado para secagem de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu, MG. **Trabalhos apresentados...** . Rio de Janeiro: IBC, 1985. p. 95-97.

HOLLICK, J. C. Commercial Scale Solar Drying. In: \_\_\_\_\_. **Renewable energy**. Toronto, 1998. p. 714-719.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

LACERDA FILHO, A. F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade de café (*Coffea arabica* L.)**. 1986. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.



LOPES, L M. V. et al. Avaliação da qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arábica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 3-8, 2000. Especial.

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, n. 6, p. 37-41, 2003. Especial Café.

MATIELLO, J. B.; VIANA, A. S.; FROTA, G.; JAPIASSU, L. Efeito do tipo do piso e da cobertura noturna do café na secagem em terreiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2002. p. 134-136.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arábica* L.) “estitamente mole”**. 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIMENTA C. J.; VILELLA, E. R. Qualidade do café (*Coffea arábica* L.), lavado e submetido à diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 3-10, 2000. Especial.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arábica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

REINATO, C. H. R. **Avaliação técnica, econômica e qualitativa do uso de lenha e GLP na secagem de café**. 2002. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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, 2005. p. 314-315.

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, n. 7, p. 94-107, 2003. Especial Café.

SANTINATO, R.; TEIXEIRA, A. A. Estudos preliminares sobre tipos de terreiros para seca de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p. 257-259.

SELMAR, D.; BYTOF, G.; KNOPP, S. E.; BRADBURY, A.; WILKENS, J.; BECKER, R. Biochemical insights into coffee processing: quality and nature of green coffee are interconnected with an active seed metabolism. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. 1CD-ROM.

SANTOS, A. C. dos; MATOS, N.; LIMA, A. R.; FONSECA, R.; CORREIA, C.; MEXIA, J. T. Estudo preliminar de terreiros para secagem de café. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 5., 1971, Lisbonne, Portugal. **Annales...** Paris, Francia: ASIC, 1971. p. 235-245.

SILVA, C. G. da; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H. Qualidade da bebida do café (*Coffea arabica* L.) em função da proporção de frutos verdes e da temperatura do ar de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 23, n. 1, 45-48, 1998.

TEIXEIRA, A. A.; GOMEZ, F. P. O defeito que mais prejudica a bebida do café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 3-8, 1970

VIANA, A. S.; MATIELLO, J. B.; SOUZA, T. Estudo do efeito de revestimento de terreiros no tempo de seca e na qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2002. p. 53-56.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 1998, Lavras. **Trabalhos...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 219-274

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

VILLELA, T. C. **Qualidade de café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem.** 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## CÁPITULO III

### **ASPECTOS SANITÁRIOS DO CAFÉ SUBMETIDO A DIFERENTES PROCESSAMENTOS E SECADO EM TERREIROS COM TRÊS TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO**

Artigo nas normas da revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

**Flávio Meira Borém:** Professor Adjunto/UFLA/DEG/ E-mail-  
flavioborem@ufla.br

**Carlos Henrique Rodrigues Reinato:** Professor/ Escola Agrotécnica Federal de  
Machado E-mail- carlosreinato@bol.com.br

**Dra. Sara Maria Chalfoun,-** Pesquisadora da EPAMIG;

**Pablo José da Silva:** Estudante de engenharia Agrícola/E-mail-  
engpablo@yahoo.com.br

## **RESUMO:**

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Engenharia, no Pólo de Tecnologia em Pós-Colheita do Café, da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Laboratório de Microbiologia da EPAMIG. O objetivo foi avaliar a ocorrência de fungos em cafés bóia, cereja, roça e cereja descascado submetidos à secagem natural em terreiros com três diferentes pavimentações e duas distintas camadas de secagem. O delineamento experimental do processamento e secagem consistiu em um DIC com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 4 x 3 x 2, sendo quatro formas de processamento do café (roça, cereja descascado, cereja + verde e bóia), três tipos de terreiro (terreiro de terra, concreto e lama asfáltica) e duas espessuras de camada de secagem do café (fina e grossa). Utilizaram-se duas repetições para cada tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. Cerca de 15.000 litros de café foram colhidos sobre pano e secados nos diferentes terreiros. Desse total, 2.400 litros foram levados diretamente aos terreiros para secagem (café roça). Do total, 4.800 litros foram lavados e separados por diferença de densidade, dando origem à porção bóia e à porção cereja. Finalmente, 9.600 litros de café foram lavados e descascados, formando os tratamentos cereja descascado. Nos terreiros, o café foi disposto em duas espessuras, fino (camada de um grão para o descascado e 3 cm para os demais cafés) e grosso (4 cm para o cereja descascado e 8 cm para os demais tipos de café). O café foi revolvido 16 vezes ao dia, no sentido do caminhamento do sol. Após a secagem, amostras de café foram coletadas e enviadas para o Laboratório de Microbiologia da EPAMIG. Para avaliar a ocorrência de fungos, as amostras foram beneficiadas separadamente. Depois, 25 grãos foram colocados em placa de Petri. O meio de cultura usado foi DG18 (Dicloram dextrose-glicose a 18%). O período de incubação foi de sete dias a 25°C, até a exteriorização e o desenvolvimento dos fungos. As observações referentes aos grãos contaminados foram realizadas a olho nu e, em casos de dúvida, com o auxílio de microscópio estereoscópio. Os resultados foram expressos em índice de ocorrência, segundo a fórmula de Mc Kinney. Os dados foram analisados pela técnica estatística multivariada de principais componentes. Os resultados indicaram que a secagem em terreiros conduzida em camada grossa proporciona menor ocorrência de fungos do gênero *Cladosporium* e maior ocorrência de fungos do gênero *Fusarium*, *Eurotium* e das Seções *Nigri* e *Circundati*.

**Palavras Chave: Fungos, Pavimentação, Café**

## SANITARY ASPECTS OF DRYING OF SEVERAL KINDS OF COFFEE ON YARDS

### ABSTRACT:

The present work was developed in the Engineering Department and in the Coffee Post-harvest Technology Polo at the Federal University of Lavras-UFLA and in the EPAMIG microbiology laboratory and was aimed to evaluate the occurrence of fungi in coffees boia, berry, roça and husked berry, submitted to natural drying on yards with three different pavings and two distinct drying layers. The experimental design of preparation and drying consisted of a CRD with the treatments arranged in a factorial scheme 4 x 3 x 2, namely, four forms of coffee preparation (roça, husked berry, berry + green and boia), three sorts of yards (earthen, concrete and asphaltic lama yard) and two thicknesses of drying layers (thin and thick), two replicates were utilized for each treatment, amounting to 48 experimental units. Out of that total, 2,400 liters were taken directly to the yards for drying (roça coffee). Of the total, 4,800 liters were washed and separated by density difference, giving rise to the portion boia and berry portion. Finally, 9,600 liters of coffee were washed and husked forming the treatment husked berry. On the yards, the coffee was arranged in two thickenings, thin (layer of one bean to the husked one and 3 cm to the other coffees) and thick (4 cm to the husked berry and 8 cm to the other kinds of coffee). The coffee was turned 16 times a day in the sense of sun's moving. After drying, coffee samples were collected and sent to the EPAMIG microbiology laboratory. To evaluate the occurrence of fungi, the samples were processed separately, afterwards 25 beans were placed on Petri dish. The culture medium used was DG18 (18% Dichloram Dextrose-Glucose). The incubation period was of seven days at 25C till the exteriorization and development of fungi. The observations concerning the contaminated beans were performed with the eye naked and in the cases of doubt, with the aid of stereoscopic microscope. The results were expressed in occurrence index, according to Mc Kinney's formula. The data were analyzed by the multivariate statistic technique of the principal components.

**Key words: Fungi, Paving, Coffee.**

## INTRODUÇÃO

Devido ao elevado teor de açúcar presente na mucilagem e ao teor de água inicial ao redor de 60% b.u., a secagem do café cereja é comparativamente mais difícil (Souza & Silva, 1999). Por essa razão, a secagem deve ser iniciada imediatamente após a colheita, com a finalidade de evitar as fermentações que possam prejudicar a qualidade da bebida (Bucheli, 2000; Bucheli & Taniwaki, 2002; Giranda, 1998; Pimenta & Vilela, 2001; Silva et al., 2000).

O conceito de qualidade, caracterizado pela inclusão dos “atributos desejáveis”, não se restringe apenas ao aspecto externo do produto relacionado à aparência e à forma de apresentação. Outras características intrínsecas, relacionadas à segurança alimentar, são exigidas como forma de obtenção de produtos agrícolas isentos de contaminantes.

Entre os maiores causadores de contaminação estão os fungos. A contaminação causada por eles é apontada como um dos principais fatores de riscos na produção de alimentos, visto que algumas espécies podem produzir metabólitos secundários altamente prejudiciais à saúde humana, denominados de micotoxinas. Um exemplo é a ochratoxina (OTA) produzida por fungos do gênero *Aspergillus* ou *Penicillium* (Batista et al., 2003; Bucheli et al., 1998; Frank, 1999; Kuiper-Goodman, 1996).

Alem do risco sanitário, alguns autores afirmam que a presença de certos gêneros de fungos pode estar relacionada com a qualidade do café.

Batista et al. (2003), afirmam que a presença de fungos, além dos riscos de contaminação dos grãos por micotoxinas, pode alterar a qualidade do produto e favorecer a transformação, em nutrientes, da matéria orgânica presente no substrato, alterando a composição química do café. As espécies de fungos encontrada com maior frequência em cafés brasileiros pertencem aos gêneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Rhizopus* e

*Mucor* (Alves, 1996; Batista, 2000; Chalfoun & Carvalho, 1998; Freitas 2000; Krug, 1940; Meirelles, 1990). Há indícios de que fungos do gênero *Cladosporium* encontram-se presentes, preferencialmente, em cafés de melhor qualidade (Carvalho & Chalfoun, 1985; Carvalho et al., 1989; Favarin et al., 2004; Meirelles, 1990). Esses autores também relatam que o *Fusarium* está associado a bebidas de pior qualidade e *Penicillium* e *Aspergillus* à produção de micotoxinas.

Em experimento realizado por Chalfoun et al. (1998), foi observada alta incidência de *Fusarium roseum*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus* em contaminação interna dos grãos beneficiados de café. Segundo esses autores, esses fungos são comprovadamente danosos à qualidade final da bebida.

Chalfoun et al. (1998), examinando a microbiota existente em grãos beneficiados de café provenientes de diversos municípios da região sul de Minas Gerais, constataram que, em 100% dos grãos analisados, houve contaminação externa.

Durante o processamento do café, a quantidade e a diversidade dos microrganismos que colonizam os frutos nos seus vários estádios até o armazenamento não é uniforme. Em cada fase deste processo, há a predominância de um ou mais dos três grandes grupos de microrganismos: bactérias, leveduras e fungos filamentosos (Silva et al., 2000). Esta sucessão ecológica dos microrganismos é dependente da interação entre fatores intrínsecos, como composição química do substrato, atividade de água, pH e fatores extrínsecos, como as condições ambientais.

Apesar de o café não se constituir um bom substrato à colonização fúngica, a presença do inóculo pode representar risco se não forem adotados cuidados básicos durante a colheita e o processamento do café (Parizzi, 2005).



O processo de contaminação do café ainda não está bem explicado. Alguns autores atribuem as maiores contaminações ao armazenamento; outros atribuem-nas à presença natural do fungo no solo, que constitui uma fonte natural de inóculo. Alguns pesquisadores relatam que esses fungos podem colonizar o produto nas fases de processamento e secagem.

Em estudos sobre fungos no café, Bitancourt (1957) afirma que *Fusarium*, *Colletotrichum coffeanum* (Zenn), *Gloeosporioides Peng* e *Penicillium spp* (bolors verdes) são os mais abundantes. O *A. Nigri* desenvolve-se no café seco no terreiro e o *Cladosporium* se desenvolve no pé e não no terreiro, durante a secagem, como normalmente ocorre com outros fungos.

Os frutos no estágio cereja apresentam todos os nutrientes em seus valores máximos e elevados teores de açúcar. Esse fato que pode contribuir para a maior incidência da maioria dos microrganismos de ocorrência comum em café, ficando, dessa forma, um alerta aos cuidados na forma de processamento e manejo da pós-colheita (Batista et al., 2003).

Carvalho (1985), ao avaliarem diferentes tipos de colheita e processamento do café, observaram que a remoção da mucilagem, pelo processo de despulpamento, minimiza o desenvolvimento de fermentações microbianas.

Chalfoun et al. (2003), estudando a presença dos fungos da Seção *Circumdati* em frutos e grãos de café, observaram que o café bóia apresentou contaminação externa e interna maior do que a mistura cereja e verde.

Além do processamento, a secagem natural do café constitui um perigo sanitário ao café, principalmente se essa etapa for mal conduzida. O café chega no terreiro com teor de água em torno de 60% b.u., favorecendo, dessa maneira, a colonização por fungos, devendo portanto, ser iniciada no mesmo dia (Bucheli, 2000; Bucheli & Taniwaki, 2002; Cortez, 2001; Frank, 1999; Giranda, 1998; Pimenta & Vilela, 2001; Silva et al., 2000; Urbano et al., 2001). Segundo esses autores, o tempo de permanência do café nos terreiros, logo após a passagem

pelo lavador, é considerado um ponto crítico para a contaminação fúngica, devido ao conteúdo elevado de água no fruto. A redução para valores de 35% a 40% b.u., faixa de teor de água que caracteriza a meia seca, deve ser realizada o mais rápido e, para tanto, o café deve ser espalhado o mais fino possível. No entanto, camadas muito finas (grão a grão) ocupam grandes áreas de terreiros e, muitas vezes, tornam-se inviáveis economicamente. Dessa maneira, são necessários estudos relacionando a ocorrência de fungos para diversas espessuras de camadas, a fim de subsidiar as recomendações de manejo de secagem para os diferentes tipos de café.

Pimenta & Vilela (2001), avaliando a qualidade do café lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa, observaram o aumento na infecção, principalmente de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium*, à medida em que se elevou o tempo de amontoa. O mesmo comportamento foi verificado com relação à fermentação que, após três dias, resultou em bebida de qualidade inferior. Neste estudo, os autores não relacionaram a incidência de infecção com a integridade dos frutos e recomendaram, como medidas de controle da fermentação excessiva, somente a adoção de cuidados quanto ao tempo de espera no terreiro e espessura da camada de secagem.

Alguns autores também relatam que o tipo de piso dos terreiros de secagem é fator determinante de contaminação (Bucheli et al., 2000; Moraes & Luchese, 2003; Parizzi, 2005.)

Urbano et al. (2001), também relatam que a precariedade dos sistemas de secagem e a inadequação dos sistemas de armazenamento são fatores relevantes no processo de contaminação do café

Nota-se que muitos estudos relacionados à incidência de fungos na secagem do café natural têm sido realizados, no entanto, não foi encontrado, ainda, um trabalho que associe a interação entre tipo de café, espessura de camada e tipo de terreiro.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência de fungos em cafés bóia, cereja, roça e cereja descascado submetidos à secagem natural em terreiros com três diferentes pavimentações e duas distintas camadas de secagem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local**

O presente trabalho foi realizado nos Departamentos de Engenharia e Departamento de Agricultura, no Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do Café e no Laboratório de Microbiologia, da EPAMIG.

### **Obtenção da matéria-prima**

O café (*Coffea arabica* L.), da variedade Catucaí Amarelo, cultivado na Universidade Federal de Lavras, foi colhido por derriça manual no pano. Após a colheita, o café foi levado para o Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do café. Antes de passar pelo lavador, o café foi homogeneizado, sendo retirados 2.400 litros de café para constituir a porção roça.

O restante do café foi submetido à separação hidráulica, resultando nas porções cereja e bóia.

Para a obtenção do cereja descascado, uma parte do café cereja foi conduzida por um elevador de canecas e submetida ao processo de descascamento, originando 2.400 litros do café cereja descascado. Cada tipo de café foi dividido em 12 parcelas experimentais, dispostas em terreiro de acordo com o delineamento experimental.

O delineamento experimental foi constituído de um DIC (delineamento inteiramente casualizado), com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x3x2, sendo quatro tipos de café (roça, cereja, bóia e cereja descascado), três

tipos de terreiros ( terra, lama asfáltica e concreto)e duas espessuras de camada (fina e grossa) em duas repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

As espessuras das camadas foram definidas de acordo com o tipo de café. Para o cereja descascado, foi considerada fina a espessura de 1 cm e grossa 4 cm; para os cafés cereja, roça e bóia, a espessura fina foi de 3 cm e a espessura grossa de 8 cm.

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

As medições realizadas durante a secagem são descritas a seguir.

### **Teor de água**

A determinação do teor de água foi realizada utilizando-se metodologia proposta por Brasil (1992), utilizando estufa a  $105^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por, 24 horas As amostras para a quantificação do teor de água foram retiradas em intervalos regulares de um dia. A secagem foi interrompida quando o café atingiu 11% b.u.

### **Temperatura**

Foram realizadas medições da massa de café duas vezes ao dia, no horário das nove horas e às quinze horas. Para este monitoramento, foram utilizados termopares tipo J.

### **Condições ambientais**

A temperatura e a umidade relativa foram monitoradas por meio de termoigrógrafo.

Após a secagem, amostras de cada parcela foram retiradas e levadas para o Laboratório de Microbiologia da EPAMIG.

No laboratório, as amostras foram beneficiadas separadamente e submetidas às análises sanitárias.

### **Análise sanitária**

Para avaliar a ocorrência de fungos externamente nos cafés, 25 grãos em desinfestação superficial foram colocados em placas de Petri.

O meio de cultura usado foi o DG18 (Dicloran dextrose-glicose). O período de incubação foi de sete dias a 25°C, até a exteriorização e o desenvolvimento dos fungos.

As observações referentes aos grãos contaminados foram realizadas a olho nu e, em casos de dúvida, com o auxílio de microscópio estereoscópio.

Foram atribuídas notas de zero a três, de acordo com a densidade de inóculos na semente (Borém et al., 2000): 0 para sementes livres de fungos; 1 para sementes exibindo pequenas colônias de fungos visíveis somente com lupa; 2 para sementes exibindo grandes colônias de fungos visíveis sem o uso da lupa e cobrindo uma área inferior a 50% da superfície da semente e 3 para sementes com elevado grau de deterioração e colônias de fungos cobrindo uma área superior a 50% da superfície da semente. O índice de ocorrência (IO) foi calculado a partir da fórmula de “Mc Kinney” (Equação 1), fornecendo uma média ponderada da ocorrência de fungos na semente.

$$IO = [\sum(PO \times N)] \times 100 / (POT \times N_{\text{máx}}) \quad (1)$$

Em que:

IO = índice de ocorrência (%);

PO = porcentagem de ocorrência por nota da escala;

N = nota;

POT = porcentagem de ocorrência total;

$N_{\text{máx}}$  = nota máxima.

### **Análise estatística**

Os dados foram analisados por meio da técnica multivariada de componentes principais, conforme metodologia descrita por Johnson & Wichern (1998). Essa técnica é aplicada para descobrir quais conjuntos de variáveis, na forma de subconjuntos coerentes, são relativamente independentes uns do outro. Os objetivos da utilização desta técnica neste trabalho foi obter a visualização de dados multidimensionais e a identificação de grupos de tratamentos.

O software utilizado para a análise dos dados foi o MINITAB, versão 13.0 e o SAS (Ferreira, 1996).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

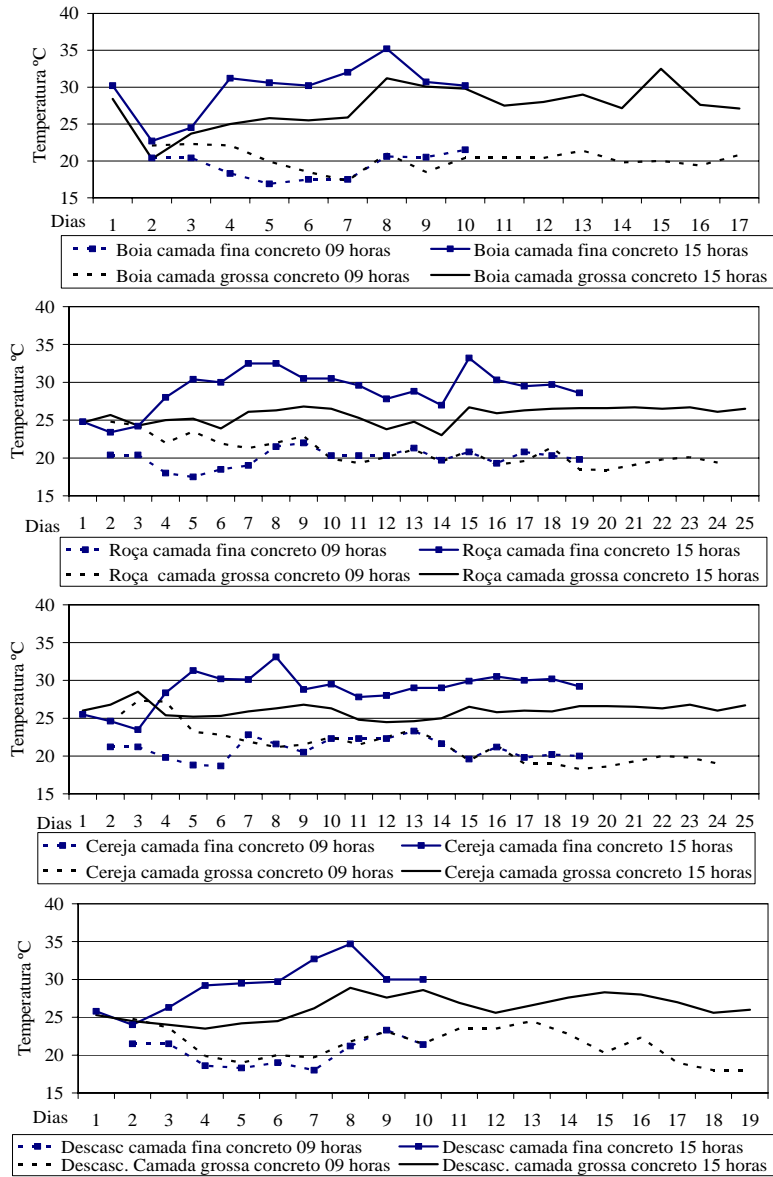
### Variações da temperatura do café durante a secagem

As variações ocorridas na temperatura da massa de café durante a secagem, para cada tipo de pavimentação, são apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3. As medições foram realizadas às 9 horas e às 15 horas.

Observa-se, nas Figuras 1, 2 e 3, que, para todos os tratamentos, a temperatura média dos cafés secados em camada fina foi superior à dos cafés secado em camada grossa.

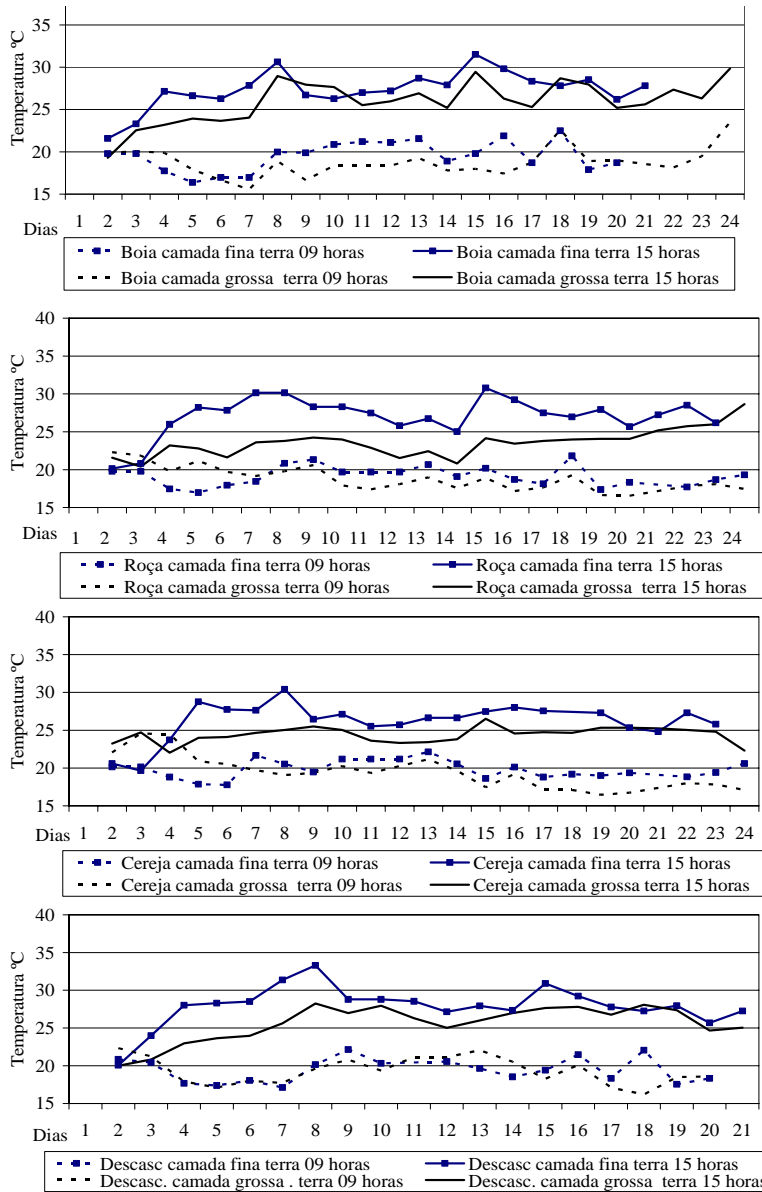
As temperaturas medidas à tarde, dos cafés secados em camada fina, foram, em média, superiores às temperaturas registradas nos cafés secados em camada grossa. No entanto, na fase inicial da secagem dos cafés roça e cereja conduzidos em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra (Figuras 1, 2 e 3), observa-se que os de camada grossa apresentaram maiores temperaturas que os de camada fina. Esse fenômeno, possivelmente, ocorreu em função de intensas fermentações verificadas na fase inicial de secagem. Os cafés cereja e roça, quando submetidos à secagem em camada grossa, possuem condições ideais para o desenvolvimento de microrganismos devido aos seguintes fatores:

- o fruto cereja possui alta concentração de mucilagem que, por sua vez, é um excelente substrato para o desenvolvimento da microbiota do café;
- os cafés roça e cereja, dentre os cafés estudados, são os que possuem maiores teores iniciais de água, fator este preponderante para a ocorrência de fermentações.

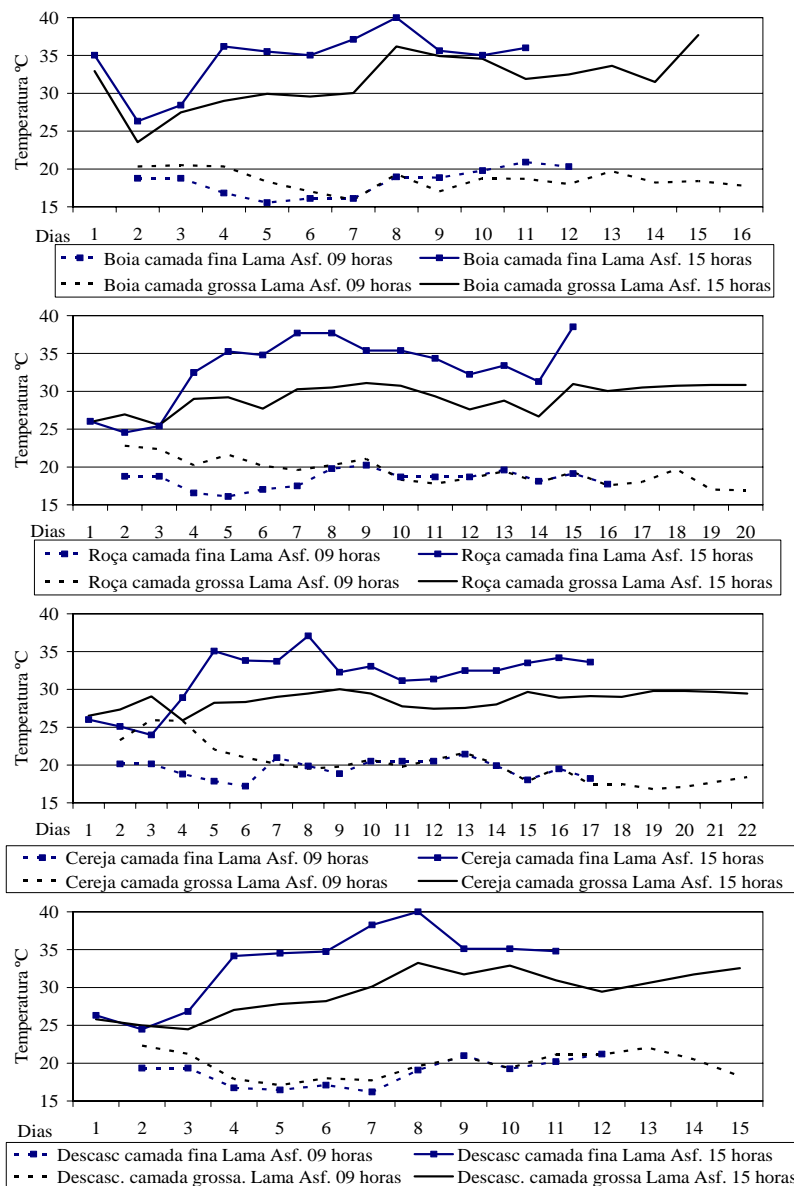


**Figura 1** - Variações de temperatura da massa de café secado em terreiro de concreto





**Figura 2** - Variações de temperatura da massa de café secado em terreiro de terra.



**Figura 3** - Variações de temperatura da massa de café secado em terreiro de lama asfáltica.

No período da manhã, nos primeiros dias de secagem, para todos os tratamentos, a temperatura dos cafés secados em camada grossa foi superior às registradas na secagem em camada fina. Essa diferença de temperatura foi menos acentuada para os cafés bóia e cereja descascado secados em terreiro de terra.

As maiores temperaturas dos cafés secados em camada grossa, durante os primeiros dias de secagem no período da manhã, podem ter sido notadas em função de fermentações ocorridas nessa primeira etapa de secagem. Observa-se, novamente, que os cafés cereja e roça (Figuras 1, 2 e 3) foram os que tiveram as maiores temperaturas durante a manhã.

De maneira geral, percebe-se que houve um aumento das temperaturas, principalmente no período da tarde, ao longo da secagem. Isso ocorreu pois, no decorrer da secagem, parte da energia solar que, no início, era mobilizada no processo de evaporação da água livre, passou a ser disponibilizado para o aquecimento do fruto de café.

Uma outra observação importante foi o menor tempo de secagem dos cafés secados em camadas finas. Este fato foi considerado relevante, do ponto de vista sanitário, pois, quanto maior tempo no terreiro, maior o risco de deterioração.

Os valores percentuais de elevação do período de secagem, quando o café é submetido à camada grossa, para os diferentes terreiros e cafés, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores percentuais de elevação do período de secagem quando o café é submetido à camada grossa em relação à camada fina.

<b>Café</b>	<b>Terreiro</b>		
	<b>Concreto</b>	<b>lama asfáltica</b>	<b>Terra</b>
<b>Bóia</b>	<b>70 %</b>	<b>45 %</b>	<b>15 %</b>
<b>Roça</b>	<b>40 %</b>	<b>33 %</b>	<b>2 %</b>
<b>Cereja</b>	<b>37 %</b>	<b>29 %</b>	<b>5 %</b>
<b>Descascado</b>	<b>90 %</b>	<b>25 %</b>	<b>3 %</b>

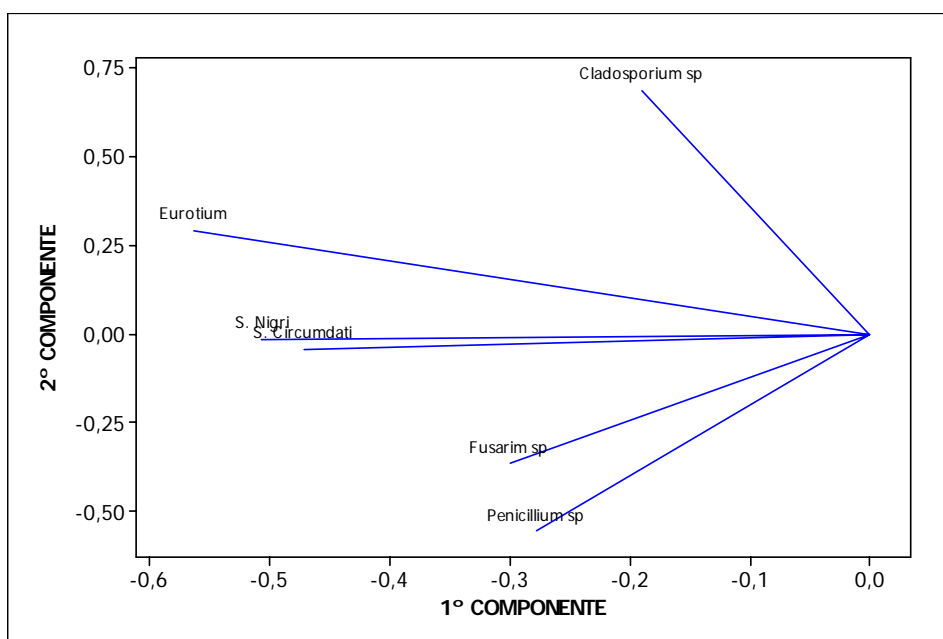
Observa-se que o terreiro de concreto, de maneira geral, foi o que teve maior efeito no prolongamento do tempo de secagem, quando o café foi submetido à camada grossa. Por outro lado, a pavimentação de terra foi a que teve a menor influencia na elevação do tempo de secagem. Esses fatos, possivelmente, ocorreram devido à permeabilidade dos pavimentos estudados.

O concreto, entre os materiais usados para a pavimentação, é o que possui menor permeabilidade, seguido da lama asfáltica e de terra. Além da evaporação, outra maneira do café perder água é pela drenagem gravitacional. Por sua vez, este fenômeno é fortemente influenciado pela porosidade do pavimento em contato com a massa de café. Portanto, a elevação do tempo de secagem de cafés submetidos a camadas grossas é maior em terreiros com baixa permeabilidade, como foi observado no terreiro de concreto.

### **Avaliação sanitária**

Comumente, a análise de componentes principais é utilizada em problemas que objetivam a redução de variáveis. Contudo, neste trabalho, o uso dessa análise visou a identificação de grupos, ou seja, mais especificamente, a discriminação de tratamentos, considerando as variáveis referentes aos diversos tipos de fungos. Entretanto, por existir algumas variáveis definidas como

combinações lineares, analisou-se, por meio de gráfico biplot, a independência das variáveis estudadas, conforme Figura 4.



**Figura 4** - Gráfico biplot dos componentes principais

O ângulo formado pelos autovetores representa a dependência entre os vetores. Dessa forma, observa-se que a variável Seção *Nigri* e a Seção *Circumdati* apresentam alta dependência. Isso pode ser explicado pelo fato de ambas pertencerem ao gênero *Aspergillus*, cujas condições para o desenvolvimento são semelhantes. Além disso, estas seções possuem a característica comum de ocorrerem, frequentemente, em café de pior qualidade (Alves, 1996; Meireles, 1990).

Na Tabela 2 são apresentadas as variabilidades das componentes .

**Tabela 2** – Resumo das componentes principais para as variáveis estudadas

<b>VARIÁVEL</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>
<i>Fusarium sp.</i>	-0,300	-0,366	0,737
<i>Eurotium</i>	-0,564	0,289	0,028
<i>Cladosporium sp.</i>	-0,190	0,687	0,035
<i>Penicillium sp.</i>	-0,278	-0,556	-0,393
<i>S. Nigri</i>	-0,506	-0,015	0,207
<i>S. Circumdati</i>	-0,471	-0,044	-0,508
<b>Proporção acumulada</b>	0,343	0,573	0,715

Os resultados apresentados na Tabela 2 evidenciam que as duas primeiras componentes explicaram apenas 57,3%, sendo esse valor considerado baixo. Optou-se, portanto, por realizar a análise considerando três componentes, a qual explicou 71,5% da variação total.

Um outro importante resultado é dado pela contribuição de cada variável em relação aos componentes estimados (Tabela 3).

**Tabela 3** - Contribuição das componentes estimadas

	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>
<i>Fusarium sp.</i>	0,090021	0,134160	0,542832
<i>Eurotium</i>	0,317962	0,083379	0,000794
<i>Cladosporium sp.</i>	0,035961	0,471634	0,001239
<i>Penicillium sp.</i>	0,077344	0,308627	0,154281
<i>S. Nigri</i>	0,256437	0,000234	0,043007
<i>S. Circumdati</i>	0,222276	0,001967	0,257847

Observa-se, pelos dados da Tabela 3, que as variáveis cujas contribuições foram dadas na componente 1, de modo geral, foram baixas. No entanto, pode-se destacar que a componente 1 foi representada pelas variáveis *Eurotium* e *Seção Nigri*. Na segunda componente, destacou-se a variável *Clodosporium* e, na terceira, a variável que mais contribuiu foi o *Fusarium*, com uma magnitude do seu coeficiente no valor de 0,542.

Os possíveis agrupamentos foram visualizados por meio de plotagem dos valores, proveniente das equações 2, 3 e 4.

(2)

$$Y_{PC1} = (-0,300*FUS) + (-0,564*EUROT) + (-0,190*CLAD) + (-0,278*PENIC) + (-0,506*NIGRI) + (-0,471*CIRCUND)$$

(3)

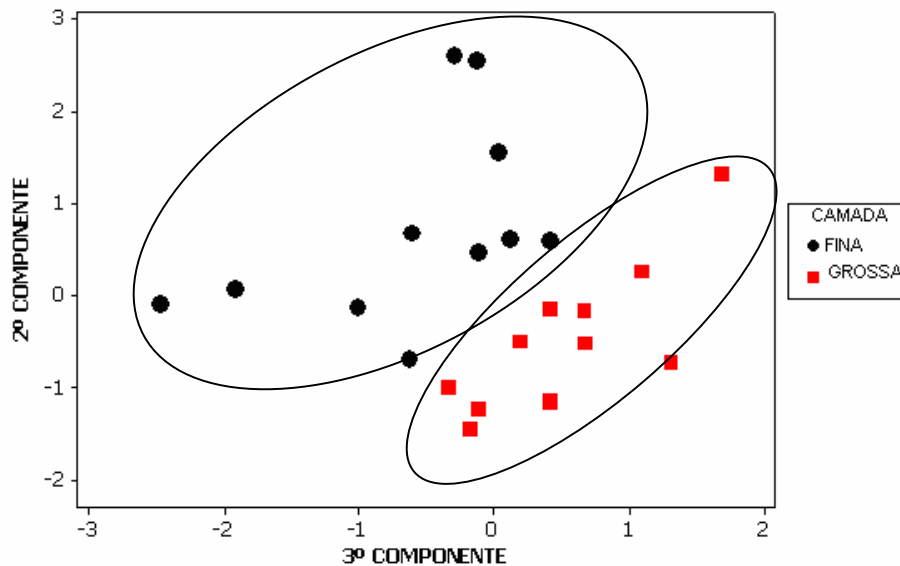
$$Y_{PC2} = (-0,366*FUS) + (0,289*EUROT) + (0,687*CLAD) + (-0,556*PENIC) + (-0,015*NIGRI) + (-0,044*CIRCUND)$$

(4)

$$Y_{PC3} = (0,737*FUS) + (0,028*EUROT) + (0,035*CLAD) + (-0,393*PENIC) + (0,207*NIGRI) + (-0,508*CIRCUND)$$

O gráfico dos valores para a segunda e a terceira componentes, usado para discriminação da espessura da camada de secagem, encontra-se na Figura 5.

Observa-se a formação de dois grupos. O primeiro grupo é formado pelos tratamentos secados em camada fina e localizados, na maioria, nos três primeiros quadrantes. O outro grupo é formado pelos cafés secados em camada grossa, cujos escores se situam, na maioria, no quarto quadrante, compreendido na escala de valores positivos da terceira componente e pelos valores negativos da segunda componente.



**Figura 5** - Gráfico dos valores utilizados para discriminação das camadas de secagem.

Como já descrito na Tabela 2, a variável que mais contribuiu para a segunda componente foi o *Clodosporium* e, para a terceira, o *Fusarium*. Dessa maneira, pode-se relatar que os cafés secados em camada grossa se diferenciaram dos secados em camada fina, principalmente em função da maior ocorrência de fungos do gênero *Fusarium* e da menor ocorrência de *Clodosporium*. Esses resultados corroboram com as pesquisas realizadas sobre o assunto. Diversos trabalhos (Meirelles, 1990; Favarin et al. 2004, contêm relatos de que a presença de fungos do gênero *Fusarium* está associada a cafés de pior qualidade e que, possivelmente, sofreram manejos inadequados na fase de pós-colheita, como é o caso da condução da secagem natural em terreiro em camadas espessas.

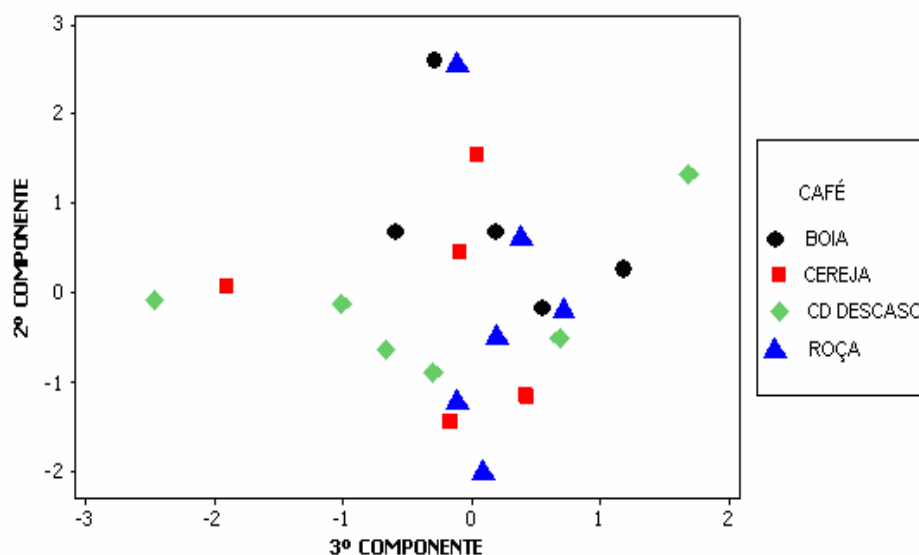
Por outro lado, Carvalho & Chalfoun (1985), Carvalho et al. (1989), Favarin (2004) e Meirelles (1990) citam que o *Clodosporium* está associado aos



cafés de melhor qualidade que, possivelmente, são obtidos com manejos adequados durante a secagem.

Nas demais combinações entre as componentes, não ocorreu a formação de grupos.

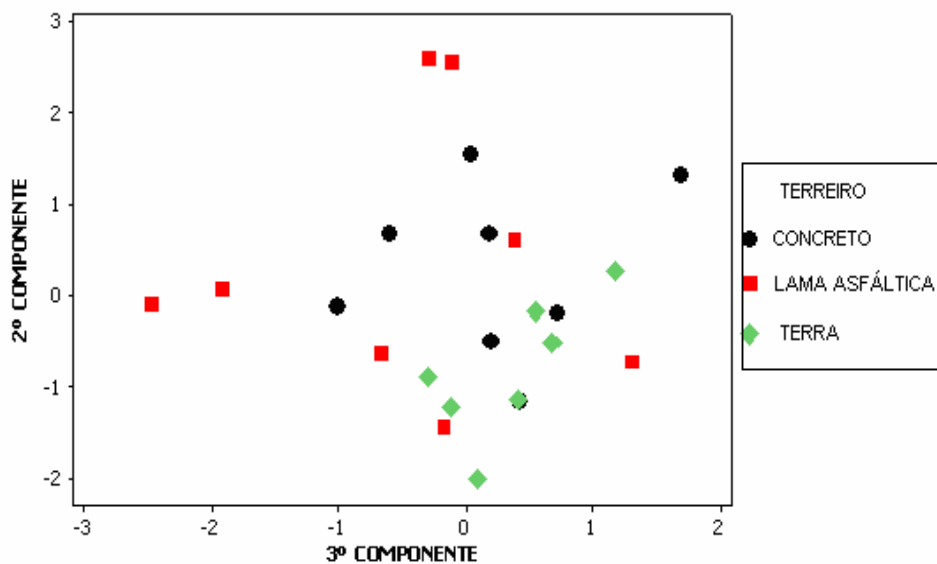
O gráfico dos escores para a segunda e a terceira componentes, usado para discriminação do fator café, é apresentado na Figura 6.



**Figura 6** - Gráfico dos escores, utilizado para a discriminação dos tipos de café estudados

Observa-se que não ocorreu a formação de agrupamentos, demonstrando, dessa maneira, que a ocorrência de fungos não foi afetada exclusivamente em função do tipo de café. Nas demais combinações entre as componentes, também não ocorreu a formação de grupos.

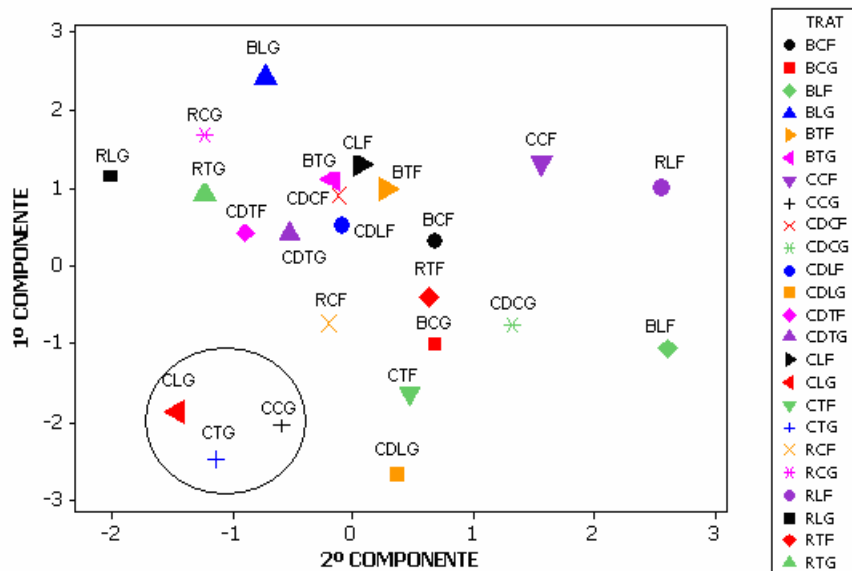
O gráfico dos escores para a segunda e a terceira componentes, usado para discriminação do fator terreno, encontra-se na Figura 7.



**Figura 7** - Gráfico dos escores utilizados para discriminação dos tipos de terreno estudados.

Observa-se que não ocorreu a formação de agrupamentos, demonstrando, dessa maneira, que a ocorrência de fungos não foi afetada exclusivamente pelo tipo de terreno. Nas demais combinações entre as componentes também não ocorreu a formação de grupos

O gráfico dos escores, considerando a segunda e a primeira componentes, para todos os tratamentos resultantes da combinação entre os fatores café, camada e terreno, encontra-se na Figura 8.



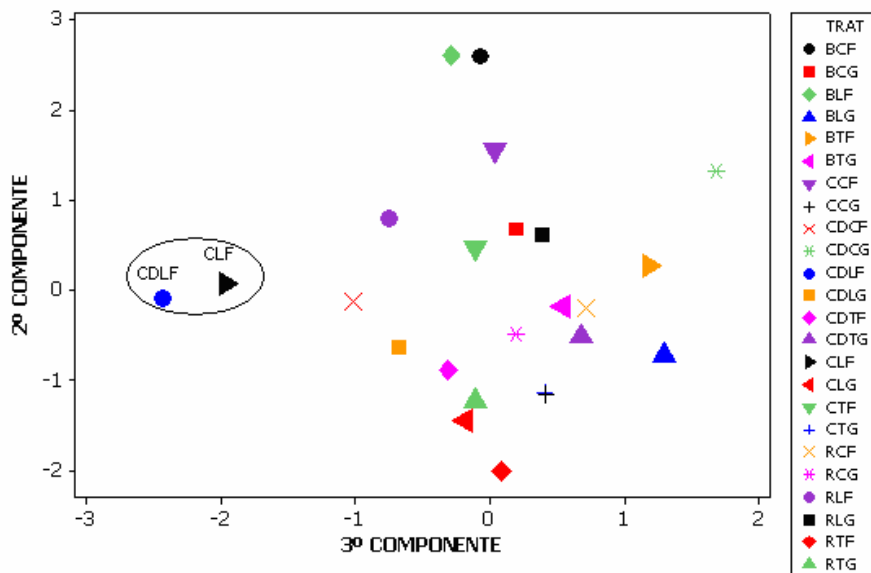
**Figura 8** - Gráfico dos escores utilizado para discriminação dos tratamentos

A primeira letra da legenda refere-se ao tipo de café (B=bóia; C=cereja; R=roça; CD=cereja descascado), a segunda letra se refere ao tipo de terreiro (C=concreto; L=lama asfáltica; T=terra) e a terceira letra da legenda se refere à espessura da camada (F=fina; G=grossa).

Nota-se a formação de um grupo composto pelos cafés cereja secados em camada grossa em terreiro de lama asfáltica, terra e concreto. Os escores desses cafés se localizaram no terceiro quadrante, caracterizado por valores negativos, tanto para a primeira quanto para a segunda componente.

Assim, pode-se relatar que a distinção desses cafés ocorreu, em grande parte, em função da menor presença de *Cladosporium* e maior presença de fungos da Seção Nigri, Seção *Circumdati* e *Eurotium*.

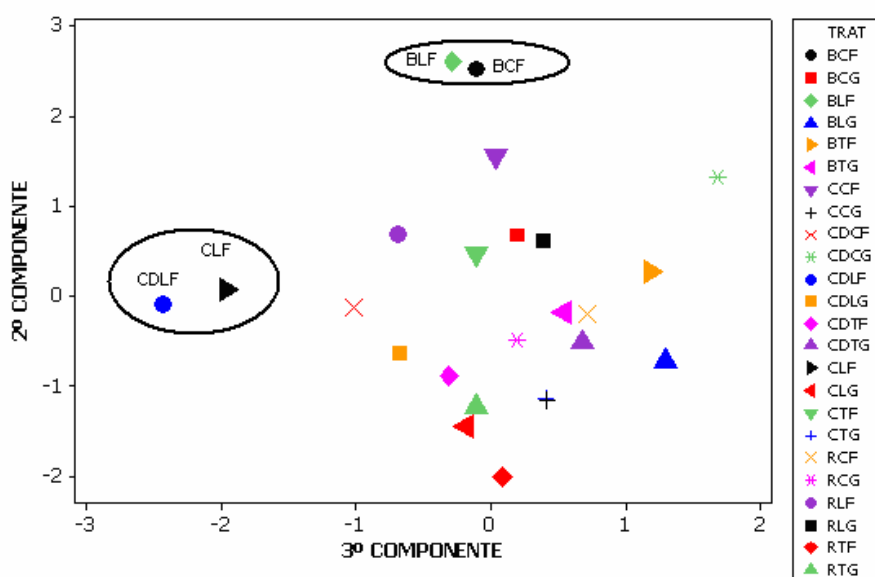
O gráfico dos escores, considerando a segunda e a terceira componentes, para todos os tratamentos resultantes da combinação entre os fatores café, camada e terreiro é apresentado na Figura 9.



**Figura 9** - Gráfico dos escores, utilizados para a discriminação dos tratamentos.

Observa-se a formação de um grupo formado pelos cafés cereja descascado e cereja secados em camada fina em terreiros de lama asfáltica. Esse grupo se localizou no segundo quadrante e se diferenciou dos demais, principalmente por estar localizado na escala negativa da terceira componente, indicando que esses café diferiram dos demais em função da menor ocorrência de fungos do gênero *Fusarium* sp. Tal fato justifica-se, uma vez que fungos desse gênero exigem níveis de teores de água elevados no fruto, além da presença do inóculo do campo. Dessa maneira, os cafés descascados e cereja, quando secados em camadas finas, estão menos susceptíveis à ocorrência destes fungos; o primeiro, devido à rápida desidratação que ocorre neste tipo de café pela retirada dos tecidos externos dos frutos, facilitando, dessa maneira, a secagem e o segundo, por representar o estágio de maturação em que o fruto possui maior vigor, portanto é a fração mais resistente à penetração do inóculo no campo.

O gráfico dos escores, considerando a segunda e a terceira componentes, para todos os tratamentos resultantes da combinação entre os fatores café, camada e terreiro, encontra-se na Figura 10.



**Figura 10** - Gráfico dos escores, utilizado para a discriminação dos tratamentos.

Nesse gráfico, ocorreu a formação de dois grupos distintos: um grupo composto pelos cafés cereja descascado e cereja secados em camada fina em terreiro de lama asfáltica, repetindo a formação ocorrida na Figura 8. O outro grupo foi formado pelos cafés bóia secados em camada fina em terreiros de concreto e lama asfáltica. Este grupo se diferenciou dos demais em função dos elevados valores positivos obtidos pelos escores para a segunda componente. Assim, os fatores que mais contribuíram para a distinção desses cafés foi a elevada ocorrência do fungo *Clodosporium*.

## CONCLUSÕES

- A secagem em terreiros, conduzida em camada grossa, proporciona maior ocorrência de fungos do gênero *Fusarium* sp. e menor ocorrência de fungos do gênero *Cladosporium*.
- A secagem do café cereja em camada grossa, proporciona elevação da temperatura da massa de café nos primeiros dias.
- A secagem do café cereja em camada grossa, em terreiros de terra, lama asfáltica e concreto, proporciona ocorrência de fungos da Seção *Nigri*, Seção *Circundati* e *Eurotium*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. **População fúngica associada ao café (*Coffea arábica* L.) beneficiado e as fases pré e pós-colheita-relação com a bebida e local de cultivo**. 1996. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BATISTA, L. R. **Identificação, potencial toxigênica e produção de micotoxinas de fungos associados a grãos de café (*Coffea arábica* L.)**. 2000. 188 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BATISTA, L. R.; CHALFOUN, S. M.; PRADO, G. Isolados de fungos ocratoxigênicos da secção Circundati (Grupo *Aspergillus ochraceus*) associados a grãos de café verdes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG). **Resumos expandidos...** Brasília, D. F.: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, 2000. 2 v, p. 270-272.

BATISTA, L. R.; FREITAS, R. F. de; CHALFOUN, S. M. Avaliação da produção de aflatoxinas por espécie do fungo *Aspergillus* associados ao café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 44-49, 2003. Especial.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BORÉM, F. M.; SILVA, R. F.; HARA, T.; MACHADO, J. C. Ocorrência de fungos no ar e em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas em ambientes com equipamento modificador da atmosfera. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 01, p. 195-202, jan./mar. 2000.

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

BUCHELI, P.; TANIWAKI, M. H. . REVIEW, Research on the origin, and on the impact of post-harvest handling and manufacturing on the presence of ochratoxin A in the coffee. **Food Additives and Contaminants**, Abingdon, v. 19, n. 7, p. 655-665, Sept. 2002.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 79-92, 1985.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. R. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico-químicas, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá, PR. **Anais...** Rio de Janeiro: MEC/IBC, 1989. p. 25-26.

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade - colheita e preparo do café. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 55 p.

CHALFOUN, S. M.; PEREIRA, M. C.; BATISTA, L. R.; ANGÉLICO, C. L.; TSUCHIYA, A. Caracterização de municípios quanto à adoção de práticas agrícolas e de preparo do café (*Coffea arabica* L.) visando a preservação da qualidade. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF : Embrapa Café, 2003. p. 370.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola industrial nas características da bebida do café**. 2001. 71 p.  
Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FAVARIN, J. L. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 187-192, fev. 2004.

FERREIRA, D. F. Aspectos da análise multivariada. **Análise multivariada**. Lavras-MG: UFLA, 1996. 389 p.

FRANK, J. M. **Modeling and HACCP tools for coffee quality improvement**: Workshop: Micotoxinas em café. Belo Horizonte/MG, 1999. 7 p.

FREITAS, R. F. **Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiado de diversos municípios da região Sul de Minas Gerais**. 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.



GIRANDA, R. do N. **Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos à diferentes processos de secagem.** 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis.** 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

KRUG, H. P. Cafés Duros III. Relação entre a porcentagem de microrganismos e a qualidade do café. **Revista do Instituto do Café**, São Paulo, v. 27, n. 163, p. 1827-1831, 1940.

KUIPER-GOODMAN, T. Risk assessment of ochratoxin A: na update. **Food Additives and Contaminants**, Abingdon, v. 13, p. 53-57, 1996.

MEIRELLES, A. M. A. **Ocorrência e controle da microflora associada aos frutos de café (*Coffea arabica* L.) provenientes de diferentes localidades do estado de Minas Gerais.** 1990. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

MORAES, M. L. P.; LUCHESE, R. H. Ochratoxin A on green coffee: influence of harvest and drying processing procedures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, p. 5824-5828, 2003.

PARIZZI, F. C. **Incidência de fungos da pré-colheita ao armazenamento de café.** 2005. 70 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIMENTA, C. J.; VILELLA, E. R. . Qualidade do Café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido à diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 2, p. 3-10, 2001. Especial.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Incidência de *Aspergillus* produtores de micotoxinas em frutos e grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 30-36, jul./dez. 2000. Edição Especial.

URBANO, G. R.; TANIWAKI, M. H.; LEITÃO, M. F. de F.; VICENTINI, M. C. Occurrence of ochratoxin A – Producing fungi in raw Brazilian coffee. **Journal of Foods Protection**, Des Moines, v. 64, n. 8, p. 1226-1230, Aug. 2001.

## CÁPITULO IV

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

Enviado para publicação na revista COFEE SCIENCE

**Carlos Henrique Rodrigues Reinato:** Professor/ Escola Agrotécnica Federal de Machado E-mail- carlosreinato@bol.com.br

**Flávio Meira Borém:** Professor Adjunto/UFLA/DEG/ E-mail- flavioborem@ufla.br

**Pablo José da Silva:** Estudante de engenharia Agrícola/E-mail- engpablo@yahoo.com.br

**Eduardo Carvalho Oliveira:** Estudante de engenharia Agrícola/E-mail- eduardoco@yahoo.com.br

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia e no Pólo de Tecnologia em Pós-Colheita do Café na Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Laboratório de Qualidade do Café da EPAMIG. Seu objetivo foi investigar as alterações físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento de cafés submetidos a diferentes métodos de processamento e secagem. O delineamento experimental, consistiu de um DIC, com os tratamentos dispostos em fatorial  $4 \times 3 \times 2$ , com parcelas subdivididas no tempo, sendo quatro formas de processamento do café (roça, cereja descascado, cereja + verde e bóia), três tipos de terreiro (terreiro de concreto, chão batido e lama asfáltica) e duas espessuras de camada de secagem do café (fina e grossa) e 4 tempos de armazenamento. Foram utilizadas duas repetições para cada tratamento. Cerca de 15.000 litros de café foram colhidos sobre pano e secados nos diferentes terreiros. Desse total, 2.400 litros foram levados diretamente aos terreiros para secagem (café roça). Do total, 4.800 litros foram lavados e separados por diferença de densidade, dando origem à porção bóia e à porção cereja. Finalmente, 9.600 litros de café foram lavados e descascados, formando os tratamentos cereja descascado. Nos terreiros, o café foi disposto em duas espessuras, fino (camada de um grão para o descascado e 3 cm para os demais cafés) e grosso (4 cm para o cereja descascado e 8 cm para os demais tipos de café). O café foi revolvido 16 vezes ao dia, no sentido do caminhar do sol. Após a secagem, as unidades experimentais foram divididas para os 4 tempos, acondicionadas em saco de juta e colocadas em uma caixa confeccionada de madeira localizada dentro de uma tulha cheia de café em coco. Os tratamentos foram armazenados por um ano. A primeira amostragem foi realizada logo após a secagem, a segunda no quarto mês, a terceira no oitavo mês e a última amostragem no décimo segundo mês de armazenamento. Para avaliação da qualidade, foram realizadas as seguintes análises: lixiviação de potássio, condutividade elétrica, compostos fenólicos, acidez titulável total, açúcares totais, redutores e não redutores, prova de xícara e contagem de defeitos preto, verde e ardido e preto verde. Os resultados indicaram que, dentre os fatores estudados, a secagem em camada grossa é a que mais influencia a perda de qualidade durante o armazenamento. Observou-se também que os cafés secados em terreiro de terra influenciaram negativamente a armazenabilidade do café; por outro lado, as secagens realizadas em terreiros de lama asfáltica e concreto não exercem influência na perda de qualidade do café, ao longo do armazenamento.

**Palavras Chave:** Terreiro, pavimentação, camada

## **ABSTRACT**

The present work was developed by the Engineering Department and at the Coffee Post-harvest Technology Pole of the Federal University of Lavras-UFLA and in the EPAMIG coffee quality laboratory and was aimed to investigate the physicochemical and sensorial alterations during the storage of coffees submitted to different processing and drying methods. The experimental design consisted of a CRD with the treatments arranged in a factorial 4 x 3 x 2 with plots subdivided in time, the forms of coffee preparation (roça, husked berry, berry + green and buoy) being four, three kinds of yard (concrete yard, rutty ground and asphaltic mud) and two thicknesses of drying layer (thin and thick) and four times of storage. Two replicates per each treatment were utilized. About 15,000 liters of coffee were collected on the cloth and dried on the different yards. Out of that total, 2,400 liters were taken directly to the yards for drying (roça coffee). Out of the total, 4,800 liters were washed and separate by density difference giving rise to the buoy portion and the berry portion. Finally, 9,600 liters of coffee were washed and husked forming the treatments husked berry. On the yards, the coffee was arranged into two thicknesses thin (layer of one bean to the husked and 3 cm to the others coffees) and thick (4 cm to the husked berry and 8 cm to the other sorts of coffee). The coffee was turned 16 times a day in the direction of suns' moving. After drying, the experimental units were divided into the four times packed into jute bags and placed into a wooden box localized inside the storehouse filled with coco coffee. The treatments were stored for one year. The first sampling was accomplished soon after drying, the second in the fourth month and the last in the twelfth month's storage. For evaluation of quality, the following analyses were accomplished: potassium leaching, electric conductivity, phenolic compounds, total titrable acidity, total, reducing and non reducing sugars, cup test and count of the defects black, green and bitter and black green. The results pointed out that among the factors investigated, the drying in thick layer was the one which influences the most quality loss during storage. It was found also that the coffees dried on earthen yard influenced negatively the storability of coffee, on the other hand, the dryings performed on asphaltic mud and concrete had no influence on the quality loss of coffee during storage

**Key-Words:** yard, paving, layer

## INTRODUÇÃO

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

Atualmente, a busca pela qualidade dos grãos e subprodutos é prioridade para produtores, processadores e, finalmente, para os distribuidores desses produtos. Segundo Brooker et al. (1992), são muitos os fatores que contribuem para a perda de qualidade e quantidade dos alimentos e, dentre eles, destacam-se: características da espécie e da variedade, condições ambientais durante o seu desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem, processamento e práticas de armazenagem.

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

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

Muitos estudos têm sido realizados, demonstrando as alterações da qualidade durante o armazenamento (Godinho et al., 2000; Silva, 2003; Sivetz &

Desrosier, 1979; Tosello, 1967; Vilela et al., 2002). No entanto, não foram encontrados trabalhos que investigaram a influência do manejo durante a secagem em terreiros ao longo do armazenamento. Segundo Amorim & Teixeira (1975), durante o armazenamento, os grãos passam por transformações químicas e físicas que degradam as paredes e as membranas celulares e podem afetar sensivelmente a qualidade da bebida.

Diversos pesquisadores têm usado, com frequência, análises físico-químicas e sensoriais com o objetivo de avaliar as alterações da qualidade do café durante o armazenamento (Afonso Júnior, 2001; Amorim et al., 1977; Bacchi, 1962; Godinho et al., 2000; Stirling, 1975; Subrahmanyam et al., 1961). Dentre estas análises, podem-se destacar a quantificação analítica dos açúcares, os compostos fenólicos, os sólidos solúveis, a condutividade elétrica, a lixiviação de potássio, a prova de xícara e a contagem de defeitos.

Os açúcares são precursores de um grande número de compostos do aroma e sabor. O teor de açúcares totais, redutores e não redutores, pode variar com o local de cultivo do cafeeiro e também com o grau de maturação dos frutos (Leite, 1991; Pimenta, 1995; Vilela & Pereira, 1998). Alguns trabalhos que estudaram a variação dos açúcares durante o armazenamento relatam um decréscimo dos teores dos açúcares (Afonso Junior, 2001). Uma das hipóteses prováveis para a redução dos açúcares ao longo do armazenamento é a de que parte destes compostos esteja sendo metabolizada por microrganismos. Dessa maneira, espera-se que, quanto maior a deterioração do produto, maior será o consumo de açúcares, causando sua redução ao longo do armazenamento.

Em relação aos compostos fenólicos, alguns trabalhos verificaram que o seu conteúdo pode variar ao longo do armazenamento. Leite et al. (1996) notaram que os polifenóis decresceram aos quatro meses de armazenamento, aumentando aos sete meses e tornando-se constantes até o final do período. Os autores também verificaram que os cafés verdes apresentaram maiores teores de

fenólicos até o final do armazenamento. Essa variação dos compostos fenólicos durante o armazenamento foi atribuída à variação do teor de água, ou seja, no sétimo mês, quando o teor de água do café aumentou, houve um aumento dos teores desses compostos. Godinho et al. (2000) também observaram flutuações dos compostos fenólicos durante o período de armazenamento, não havendo diferenças significativas entre o café em coco e o beneficiado.

Em relação ao grau de maturação dos frutos, diversos trabalhos indicam que os compostos fenólicos estão presentes em maior quantidade em cafés de frutos verdes (Leite et al., 1996; Pimenta, 1995).

Leite et al. (1996) observaram que em relação aos compostos fenólicos, os cafés verdes tiveram teores mais elevados que os cafés bóia, despulpado e mistura, concordando com Hulme (1970), que relata maiores teores de fenólicos em frutos imaturos, conseqüentemente, com mais adstringência, conforme também é citado por Goldstein & Swain (1963).

Amorim (1978) observou maiores concentrações de fenólicos totais em cafés de qualidade inferior. Essas maiores concentrações foram também atribuídas ao ataque de fungos, como o *Fusarium sp.* que desencadeia processos fisiológicos de defesa, com produção destes compostos. Diante disso, acredita-se que cafés secados com manejo inadequado podem sofrer variação ao longo do armazenamento dos teores de compostos fenólicos totais.

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

A lixiviação de potássio na maioria das pesquisas tem demonstrado ser

um teste complementar ao da condutividade elétrica (Amorim, 1978; Borém et al., 2003; Nobre, 2005; Pinto et al., 2002; Prete, 1992; Ribeiro, 2003).

Correa et al. (2003), estudando as alterações na qualidade do café cereja descascado durante o armazenamento, verificaram um aumento significativo nos valores de lixiviação de potássio e condutividade elétrica, ao longo do armazenamento, independente da forma de processamento do café. Resultados semelhantes foram obtidos por Godinho et al. (2000) e Coelho et al. (2001).

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

Diante do exposto, percebe-se que o aumento dos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio no armazenamento está relacionado à perda de qualidade do café. Portanto, espera-se que, quanto maior a deterioração ocorrida no processo de secagem, mais intenso será o aumento nos valores destas análises, ao longo do armazenamento.

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

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar a interferência da secagem em terreiros sobre a qualidade do café ao longo do armazenamento.



## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local**

O presente trabalho foi realizado no Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do Café da Universidade Federal de Lavras e no Laboratório de Qualidade do Café, na EPAMIG.

### **Delineamento experimental**

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

### **Obtenção da matéria-prima e secagem**

O café (*Coffea arabica* L.), da variedade Catucaí Amarelo, cultivado na Universidade Federal de Lavras, foi colhido por derriça manual no pano. Após a colheita, foi levado para o Pólo de Tecnologia e Pós-Colheita do Café. Antes de passar pelo lavador, foi homogeneizado, sendo retirados 2.400 litros para constituir a porção roça. O restante do café foi submetido à separação hidráulica, resultando em 2.400 litros da porções cereja+verde e 2.400 litros da porção bóia.

O restante do café cereja+verde foi conduzido por um elevador de canecas para o descascamento, originando 2.400 litros do café cereja descascado.

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

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

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

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

### **Armazenamento**

Após a secagem, as unidades experimentais foram divididas para os 4 tempos, acondicionadas em saco de juta com capacidade para 20 litros de café e colocadas em um caixa confeccionada de madeira, localizada dentro de uma tulha cheia de café em coco.

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

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

### **Metodologia analítica**

Foram realizadas as análises descritas a seguir.

### **Teor de água**

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

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

### **Condutividade elétrica**

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

### **Lixiviação de íons Potássio**

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

### **Açúcares totais, redutores e não-redutores**

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

adaptada por Nelson (1944). Os açúcares não-redutores foram encontrados pela diferença entre os totais e os redutores. Os valores foram expressos em porcentagem.

### **Compostos fenólicos totais**

Os compostos fenólicos totais foram extraídos utilizando-se como extrator o metanol 50% (V/V) e identificados de acordo com o método de Folin Denis, descrito por AOAC (1990).

### **Número de defeito ardido**

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

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

### **Prova de xícara**

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

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

### **Análise estatística**

Para os dados das análises químicas e número de grãos ardidos foi realizada análise univariada em esquema de parcela subdividida no tempo. O sistema computacional utilizado para a realização das análises foi o Sisvar 4.0, (Ferreira, 2000). As médias foram submetidas ao teste Tukey.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Umidade do café e condições climáticas do ambiente de armazenamento

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

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

<b>Tratamentos</b>	<b>Tempo 0</b>	<b>Tempo 1</b>	<b>Tempo 2</b>	<b>Tempo 3</b>
Roça fino lama asfáltica	11,41	11,53	12,56	12,11
Roça grosso lama asfáltica	11,51	11,68	12,46	12,21
Roça fino concreto	10,26	11,98	12,10	10,96
Roça grosso concreto	11,04	11,65	12,23	11,74
Roça fino terra	10,70	11,67	12,00	11,40
Roça grosso terra	10,88	12,00	12,16	11,58
Cereja fino lama asfáltica	10,52	12,03	12,01	11,22
Cereja grosso lama asfáltica	10,82	12,86	12,44	11,52
Cereja fino concreto	11,32	12,14	12,82	12,02
Cereja grosso concreto	11,23	11,55	12,75	11,93
Cereja fino terra	10,83	11,66	12,41	11,51
Cereja grosso terra	10,56	11,66	12,01	11,53
Bóia fino lama asfáltica	10,48	12,17	12,30	11,26
Bóia grosso lama asfáltica	10,23	12,33	12,08	11,18
Bóia fino concreto	11,38	11,75	11,52	10,93
Bóia grosso concreto	10,92	12,57	11,18	12,08
Bóia fino terra	11,31	12,56	12,22	11,62
Bóia grosso terra	11,76	11,91	12,16	12,01
Cereja desc fino lama asfáltica	11,30	12,11	12,39	12,26
Cereja desc gross. lama	10,53	12,19	12,29	12,00
Cereja desc fino concreto	10,75	12,20	12,30	11,23
Cereja desc grosso concreto	10,93	11,81	12,43	11,45
Cereja desc fino terra	10,69	12,57	11,76	11,63
Cereja desc grosso terra	11,13	12,11	11,93	10,38
<b>Média</b>	<b>10,94</b>	<b>12,06</b>	<b>12,19</b>	<b>11,58</b>

Verifica-se que as variações no teor de água foram consideradas baixas e dentro dos limites aceitáveis para o armazenamento do café.

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

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

	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN
UR%	64,5	65,3	68,4	70,2	84,7	80,5	87,8	85,6	80,3	81,2	83,6	72,5
T°C	19,5	21,3	22,3	24,6	27,3	26,8	28,6	27,5	27,2	25,7	21,2	19,7

### Grãos ardidos

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

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

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

CV= 14,03%

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

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

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

CV =14,03 %

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

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

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

CV =14,03 %

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

Percebe-se, na coluna Café da tabela 3, que, de maneira geral, o número de grãos ardidos foi menor para o café cereja descascado e maior para o café cereja.

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



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

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

### **Condutividade elétrica**

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

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

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

CV= 2,59 %

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

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

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

CV= 2,59 %

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

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

	Concreto				LA				Terra			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>Bóia</b>	178,6 a	170,8 a	199 c	188,3 b	173,9 a	72,0 a	178 a	177,5 a	168 a	177 b	182,8 b	208 c
<b>Cereja</b>	161,5 ab	173,3 c	164 b	154 a	63,1 ab	71,3 c	168 bc	156,3 a	173 a	180 ab	185,3 b	181 b
<b>CD</b>	118,4 b	126,8 c	125 bc	107,5 a	123,7 a	22,3 a	120 a	127,3 a	136 a	156 b	152,5 b	151 b
<b>Roça</b>	165,5 a	185,5 bc	191 c	182,8 b	164,3 a	66,3 a	167 a	161,0 a	178 a	175 a	178 a	187 b
	162,07 b				157,01 a				173,04 c			

CV= 2,59 %

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

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

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

Em relação à pavimentação, observa-se pela Tabela 8, que os cafés que obtiveram os menores valores de condutividade elétrica foram os secados em terreiro de lama asfáltica, seguidos dos secados em terreiro de concreto e terra.

Resultados semelhantes a esse já foram encontrados em trabalho realizado por Reinato et al. 2005.

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

### Lixiviação de Potássio

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

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

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

CV = 3,87 %

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

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

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

CV = 3,87 %

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

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

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

CV = 3,87 %

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

Observa-se, pelos dados da Tabela 9, coluna Café, que os menores valores de lixiviação de Potássio foram obtidos para os cafés descascados.

Verifica-se que, para todos os terreiros e cafés secados em camada fina (Tabela 9 e 10), não aconteceram aumentos dos valores de lixiviação de Potássio durante o armazenamento. Já nos cafés secados em camada grossa, ocorreu o contrário, ou seja, aumento significativo para todos os cafés e terreiros estudados (Tabela 9 e 10). Percebe-se também que os cafés secados em camada fina apresentaram menores valores de lixiviação de Potássio em relação aos cafés

secados em camada grossa. Esses resultados se assemelham aos obtidos no teste de condutividade elétrica.

O teste de lixiviação de Potássio, assim como o de condutividade elétrica, indica possíveis danos ao sistema de membranas celular. Assim, os maiores valores de lixiviação de Potássio correspondem a uma menor integridade na membrana celular, ocasionada por processos deteriorativos, ocorridos durante a secagem em camadas grossas ou em terreiros de terra, e que, como pode ser visto neste trabalho, causaram modificações indesejáveis e prejudiciais à qualidade do produto ao longo do armazenamento.

Na Tabela 11 observa-se, de modo geral, que os maiores valores de lixiviação de Potássio ocorreram para os cafés secados na terra.. Verifica-se também que, para todos os cafés secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ocorreu aumento significativo dos valores de lixiviação de Potássio, com exceção do café roça secado na terra. Isso, possivelmente, ocorreu devido a elevados valores de lixiviação de potássio que este tipo de café já possuía no início do armazenamento. A porção roça é constituída de grande quantidade de frutos verdes que, por sua vez, originam o preto verde, classificado como ardido. Esses defeitos, segundo Pereira (1997) possuem valores mais elevados de lixiviação de Potássio. Esse fato, aliado à secagem deste tipo de café em terreiro de terra, pode ter provocado a alta incidência de grãos ardidos e, conseqüentemente, o elevado valor de lixiviação de potássio.

### **Compostos fenólicos**

A partir da análise de variância dos teores de compostos fenólicos em função dos tempos de armazenamento, espessura de camada de secagem, tipos de terreiro e tipos de cafés, observa-se uma diferença significativa, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ), para as interações tempo x camada x terreiro (Tabela 12) e tempo x terreiro x café (Tabela 13).

Tabela 12 - Valores médios de compostos fenólicos dos cafés submetidos a camadas fina e grossa, secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa			
	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>Concreto</b>	5,7 a	5,9 a	5,8 a	5,6 a	6,1 a	6,3 a	6,9 b	7,1 b
<b>LA</b>	6 a	5,9 a	5,8 a	5,6 a	5,9 a	6,4 ab	6,8 b	7,4 c
<b>Terra</b>	6 a	6,1 a	6,4 a	6,1 a	6 a	6,5 a	7,1 b	6,5 a
<b>Camada</b>	5,90 a				6,57 b			

CV = 8,38 %

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

Tabela 13 - Valores médios de compostos fenólicos dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça, secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ao longo do armazenamento.

	Concreto				LA				Terra				Café
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
<b>Bóia</b>	6,0 a	6,0 a	6,8 b	6,8 b	6,4 ab	6,3 a	6,5 ab	7 b	6,7 a	6,8 a	7,3 a	7,0 a	6,61 C
<b>Cereja</b>	6,5 a	6,5 a	6,3 a	6,3 a	5,4 a	6,3 b	6,5 b	6,5 b	6,2 a	6,3 a	6,5 a	6,5 a	6,29 B
<b>CD</b>	5,2 a	5,0 a	5,6 a	5,7 a	6,0 a	6,0 a	5,5 a	6 a	5,4 a	5,6 a	5,7 a	5,4 a	5,60 A
<b>Roça</b>	6,0 a	6,8 b	6,5 ab	6,5 ab	5,7 a	6 ab	6,5 b	6,5 b	5,9 a	6,5 ab	6,8 b	7,5 c	6,45 C
	6,16 a				6,19 a				6,34 b				

CV = 8,38 %

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

Observa-se, na tabela 12, que os cafés secados em camada fina apresentaram menores valores de compostos fenólicos do que os cafés secados em camada grossa. Verifica-se também que os cafés submetidos à secagem em camada fina, independente do tipo de terreiro, não variaram ao longo do armazenamento. Já os cafés secados em camada grossa tiveram aumentos significativos ( $P < 0,05$ ) ao longo do armazenamento. Esses resultados indicam que camadas grossas durante a secagem propiciam aumento dos valores de compostos fenólicos durante o armazenamento. Segundo Amorim (1978),

aumento dos teores de compostos fenólicos totais ao longo do armazenamento é indício de perda de qualidade.

Pelos dados da Tabela 13 observa-se que os cafés secados em terreiro de terra apresentaram os maiores valores de compostos fenólicos. Na coluna Café, observa-se também que os valores de compostos fenólicos foram menores para os cafés cereja descascado, seguidos do café cereja. Já os cafés roça foram os que apresentaram os maiores valores. Esses resultados corroboram os encontrados por Goldstein & Swain (1963), Hulme (1970), Leite et al. (1996) e Pimenta (1995) que relatam, em seus trabalhos, os maiores valores de compostos fenólicos para o grão originado do fruto verde.

Nas secagens realizadas em terreiro de concreto, observa-se que houve um aumento significativo dos valores dos compostos para os cafés bóia e roça, ao longo do armazenamento.

### **Açúcares totais**

A análise de variância dos valores de açúcares totais, em função dos tempos de armazenamento, tipos de terreiro, de café e de espessuras de camada de secagem, demonstrou diferença significativa, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) para as interações tempo x camada x café (Tabela 14), tempo x camada x terreiro (Tabela 15) e tempo x terreiro x café (Tabela 16).



Tabela 14 - Valores médios de açúcar total dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça, secados em camadas fina e grossa, ao longo do armazenamento.

	FINA				GROSSA				CAFÉ
	0	1	2	3	0	1	2	3	
<b>Bóia</b>	6,9 a	7,8b	8 b	7 a	6,6 b	7,3 c	6,7 b	5,8 a	5,99 B
<b>Cereja</b>	7,3 a	8 b	7,2 <sup>a</sup>	7 a	6,9 b	7,2 b	6,7 b	6 a	6,12 B
<b>CD</b>	7,8ab	8,8c	8,2b	7,3a	7,4ab	8,2 c	8 bc	6,8 a	7,13 C
<b>Roça</b>	7,5bc	8c	7,2ab	6,7a	7,2 b	6,7 b	5,8 a	5,5 a	5,82 A

CV = 5,80 %

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

Tabela 15 - Valores médios de açúcar total dos cafés submetidos a camadas fina e grossa secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra ao longo do armazenamento.

	FINA				GROSSA			
	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>Concreto.</b>	7,3 a	7,9 a	7,5 a	7,4 a	6,8 b	6,9 b	6,4 b	5,8 a
<b>L.Asfáltica</b>	7,5 a	8,1 a	7,4 a	7,5a	7,2 bc	7,8 c	7,1 b	6,3 a
<b>Terra</b>	7,2 b	8,5 c	8 c	6,1 a	6,9 b	7,4 b	6,9 b	6,1 a
<b>Camada</b>	6,48 b				6,05 a			

CV = 5,80 %

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

Tabela 16 - Valores médios de açúcar total dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça, secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ao longo do armazenamento.

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

CV = 5,80 %

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

Observa-se, pelos dados da Tabela 14, coluna Café, que os maiores valores de açúcar total ocorreram para o café cereja descascado (Cd) e os menores para o café roça (R). Isso, possivelmente, ocorreu em função da presença de frutos verdes na porção roça. Afonso Júnior (2001) e Pimenta (2003) relatam, em seus trabalhos, que os frutos verdes possuem menor quantidade de açúcar total. Nota-se também maiores valores de açúcar total para os cafés secados em camada fina (Tabela 15).

Verifica-se que, nos cafés secados em camada grossa, ocorreu diminuição dos valores de açúcar total, independente do tipo de café e do tipo de terreiro usado na secagem (Tabelas 14 e 15). Percebe-se também que houve uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) para os cafés secados em camada fina, em terreiro de terra (Tabela 15).

Em relação à variação dos açúcares, em função da pavimentação, nota-se que, de maneira geral, não houve diferença significativa para os valores de açúcar total, em relação ao tipo de terreiro usado na secagem (terra, lama asfáltica, concreto), Tabela 16.

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

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

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

### Açúcar redutor

A partir da análise de variância do teor de açúcar redutor em função dos tempos de armazenamento, tipos de terreiro, de café e de espessuras de camada de secagem, observou-se diferença significativa, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ), para as interações tempo x camada x café (Tabela 17), tempo x camada x terreiro (Tabela 18) e tempo x terreiro x café (Tabela 19).

Tabela 17 - Valores médios de açúcar redutor dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça, secados em camadas fina e grossa, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa				Café
	0	1	2	3	0	1	2	3	
<b>Bóia</b>	0,76 a	0,75 a	0,72 a	0,76 a	0,78 c	0,50 b	0,35 a	0,30 a	0,62 B
<b>Cereja</b>	0,95 b	0,86 b	0,68 a	0,74 a	0,5 c	0,38 b	0,27 a	0,28 a	0,59 B
<b>C.D.</b>	0,43 a	0,32 a	0,37 a	0,42 a	0,32 b	0,11 a	0,26 b	0,13 a	0,30 A
<b>Roça</b>	0,99 b	0,97 b	0,88 ab	0,85 a	0,59 c	0,66 c	0,49 b	0,33 a	0,72 C

CV = 19,73 % Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cada espessura de camada e maiúscula na coluna Café não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 18 - Valores médios de açúcar redutor cafés submetidos a camadas fina e grossa, secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ao longo do armazenamento.

	Fina				Grossa			
	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>Concreto</b>	0,76 a	0,75 a	0,68 a	0,67 a	0,53 b	0,30 ab	0,25 a	0,22 a
<b>LA</b>	0,86 a	0,82 a	0,81 a	0,81 a	0,52 c	0,37b	0,35 ab	0,28 a
<b>Terra</b>	0,76 c	0,61 b	0,62 b	0,52 a	0,59 c	0,57 d	0,43 b	0,28 a
<b>Camada</b>	0,72 b				0,39 a			

CV = 19,73 %

Tabela 19 - Valores médios de açúcar redutor dos cafés bóia, cereja, cereja descascado e roça, secados em terreiro de concreto, lama asfáltica e terra, ao longo do armazenamento.

	Concreto				LA				Terra			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>Bóia</b>	0,77b	0,63 a	0,58 a	0,58 a	0,75 b	0,56 a	0,55 a	0,52 a	0,80 b	0,70 b	0,49 a	0,46 a
<b>Cereja</b>	0,71 c	0,55 b	0,45 ab	0,42 a	0,67 b	0,66 b	0,56 a	0,61 ab	0,79 c	0,65 b	0,43 a	0,51 a
<b>CD</b>	0,41 b	0,22 a	0,21 a	0,23 a	0,44 b	0,24 a	0,31 a	0,34 ab	0,43 c	0,36bc	0,18 a	0,25b
<b>Roça</b>	0,71 b	0,70 b	0,59 ab	0,51 a	0,92 b	0,91 b	0,89 b	0,72 a	0,76 b	0,82 b	0,57 a	0,53 a
	0,52 a				0,60 a				0,54 a			

CV = 19,73 %

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

Observa-se, pelos dados da Tabela 17, coluna Café, que os menores valores de açúcar redutor ocorreram nos cafés cereja descascado e os maiores valores, para o café roça.

Semelhante ao observado para os açúcares totais, percebe-se que as maiores reduções dos valores de açúcar redutor ao longo do armazenamento estão relacionados aos cafés secados em camada grossa (Tabelas 17 e 18). Constatou-se também uma redução significativa nos valores de açúcar redutor para os cafés secados em camada fina em terreiro de terra.

Observa-se que, de maneira geral, os cafés não se diferenciaram em função do tipo de terreiro usado na secagem (Tabela 19). Verifica-se também que houve uma redução significativa para todos os cafés, indiferentemente do tipo de terreiro usado durante a secagem.

A redução dos açúcares redutores ao longo do armazenamento foi atribuída ao consumo destes por microrganismos. Acredita-se que os tratamentos submetidos à secagem em camada grossa ou secados em terreiro de terra sejam mais propícios ao seu desenvolvimento, explicando, dessa maneira, a redução mais acentuada dos teores de açúcar nesses tratamentos.

### Análise sensorial

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

A visualização dos agrupamentos antes e após o armazenamento foi feita pela plotagem do mapa perceptual para as devidas proporções avaliadas,

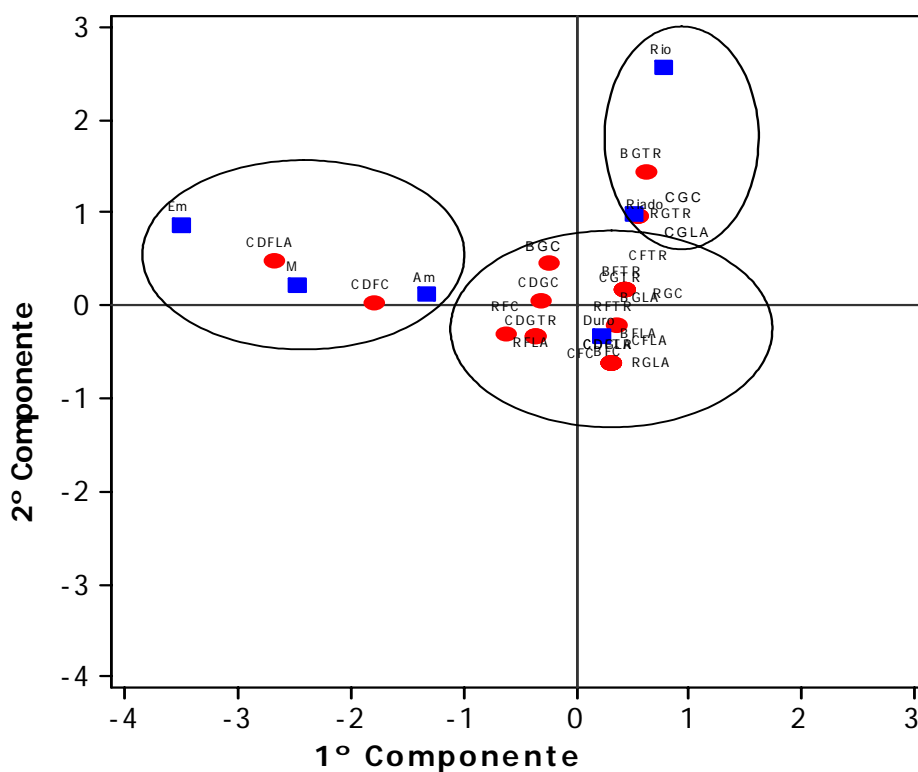


Figura 1 - Mapa perceptual dos tratamentos e prova de xícara do café antes do armazenamento.

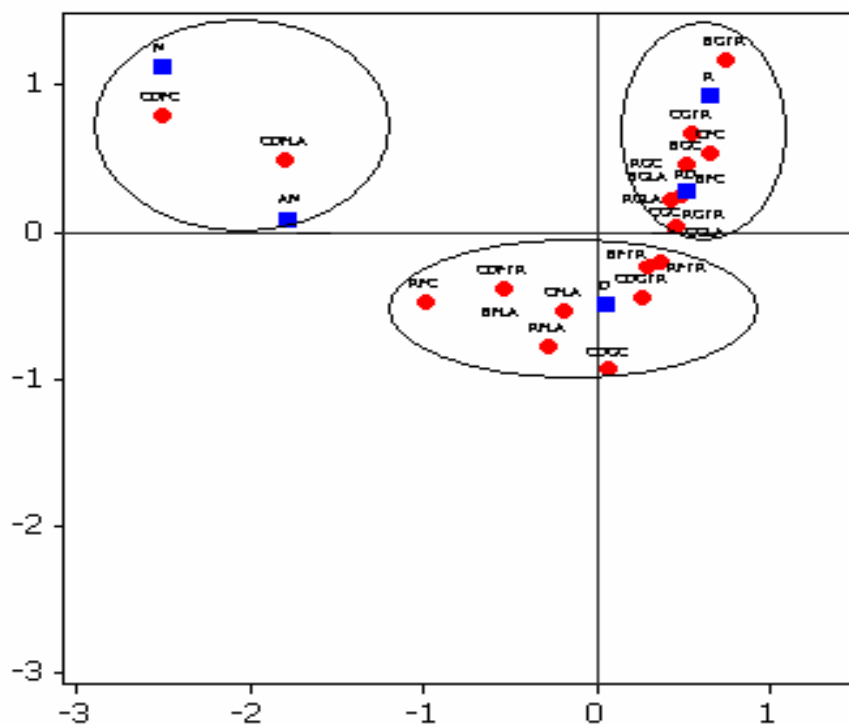


Figura 2 - Mapa perceptual dos tratamentos e prova de xícara do café, após o armazenamento.

Os resultados ilustrados na Figura 1 evidenciam que a maioria dos tratamentos encontra-se associado à bebida dura, caracterizando a formação de um grupo. A formação de outros dois grupos também pode ser observada claramente. Um deles é formado pelos cafés descascados, secados em camadas finas, em terreiros de lama asfáltica e concreto. Esses cafés possuem uma alta associação com as bebidas mole, apenas mole e estritamente mole.

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

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

Os cafés descascados secados em camada fina em terreiros de concreto e lama asfáltica, que antes do armazenamento estavam associados às bebidas estritamente mole, mole e apenas mole, passaram a associar-se com as bebidas mole e apenas mole.

Os resultados da análise sensorial confirmam os resultados das análises de defeitos ardidados, condutividade elétrica e lixiviação de Potássio, ou seja, o café secado em camada grossa ou quando secado em camada fina, mas em terreiro de terra, tem sua armazenabilidade comprometida. Dessa maneira, pode-se relatar que os prejuízos causados, muitas vezes pela falta de planejamento e cuidados durante a secagem em terreiros, se estendem até a etapa do armazenamento.

## **CONCLUSÕES**

- A secagem do café em camada grossa contribui para a perda de qualidade durante o armazenamento.
- Dentre os fatores estudados, a camada grossa na secagem é a que mais tem influência na perda de qualidade durante o armazenamento.
- Os cafés secados em terreiro de terra tiveram reduzida a sua qualidade, durante o armazenamento.
- As secagens realizadas em terreiros de lama asfáltica e concreto não exerceram influência na perda de qualidade do café, ao longo do armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JÚNIOR, C. **Aspectos físicos, fisiológicos e de qualidade do café em função da secagem e do armazenamento.** 2001. 384 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

AMORIM, H. V.; CRUZ, A. R.; DIAS, R. M.; GUTIERREZ, L. E.; TEIXEIRA, A. A.; MELLO, M.; OLIVEIRA, G. D. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Guarapari: MIC/IBC, 1977. p. 15-18.

AMORIM, H. V.; TEIXEIRA, R. V. Water soluble and non protein components of Brazilian green coffee bean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, p. 179-1184, 1975.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyps of the Association of Official Analytical Chemists.** 15. ed. Washington, 1990.

BACCHI, Oswaldo. O branqueamento dos grãos de café. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 28, p. 467-484, abr. 1962.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análise de sementes.** Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº8, de 11 de Junho de 2003.** Aprova o regulamentos técnico da identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Disponível em: <<http://www.ministerio.gov.br>>. Acesso em: maio 2006.

BROOKER, D. B.; BARKER ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and Storage of grains and oil seeds.** Westport: AUI, 1992. 450 p.



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

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

COELHO, K. F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida “estritamente mole” após a inclusão de grãos defeituosos**. 2000. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COELHO, K. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; VILELA, E. R. Qualidade do café beneficiado em função do tempo de armazenamento e de diferentes tipos de embalagens. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, n. 2, p. 22-27, 2001. Especial Café.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação de métodos para remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 191-195, 1993.

FERREIRA, D. F. Aspectos da análise multivariada. **Análise multivariada**. Lavras-MG: UFLA, 1996. 389 p.

FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR. EXE**. Sistema de análise de variância. Versão 4. 4. 2003-2000.

GODINHO, P. R. **Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco com diferentes níveis de umidade**. 2000. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GODINHO, R. P.; VILELLA, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; CHAGAS, S. J. R. Variações na cor e na composição química do café (*Coffea arabica* L.) armazenado em coco e beneficiado. **Revista Brasileiro de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 38-42, 2000. Especial Café.

GOLDSTEIN & SWAIN T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2, n. 2, p. 371-383, 1963.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products.** London: Academic Press, 1970. p. 36

LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (Coffea arábica L.).** 1991. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

LEITE, I. P.; VILELA, E. R.; CARVALHO, V. D. Efeito do Armazenamento na Composição Química do Grão em Diferentes Processamentos. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v-31, n. 3, p. 159-163, mar. 1996.

LEITE, R. A. **Qualidade tecnológica do café (Coffea arabica L.) pré-processado por via seca e via úmida.** 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.

NOBRE, G. W. **Alterações qualitativas do café cereja descascado durante o armazenamento.** 2005. 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (Coffea arábica L.) “estitamente mole”.** 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café Coffea arábica L. originados de frutos colhidos de quatro estádios de maturação.** 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café.** Lavras-MG: Ed. UFLA, 2003. 304 p.  
PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (Coffea arabica. L) colhido em diferentes estádios de maturação.** 1995. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PINTO, N. A. V. D.; PEREIRA R. G. F. A.; FERNANDES, S. M.; THÉ, P. M.; CARVALHO, V. D. Caracterização dos teores de polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café (*Coffea arabica* L.) cru e torrado do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 4, p. 52-58, 2002.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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, 2005. p. 314- 315.

RIBEIRO, D. M. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem**. UFLA, 2003. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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, n. 7, p. 94-107, 2003. Especial Café.

SILVA, R. F. **Qualidade do café cereja descascado produzido no sul de Minas Gerais**. 2003. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

STIRLING, H. G. Further experiments on factors affecting quality loss in stored arábica coffee. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 40, n. 466, p. 28-35, Jan. 1975.

SUBRAHMANYAN, V.; BATISTA, D. S.; NATARAJAN, C. P.; MAJUNDER, S. K. Storage of coffee beans. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 25, n. 1, p. 26-36, jan. 1961.

TOSELLO, A. Beneficiamento e armazenamento. In: GRANER, E. A.; GODOY JUNIOR, C. **Manual do cafeicultor**. São Paulo: Melhoramentos, 1967. Cap. 10, p. 247-257.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas – Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas–MG. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p. 219-274.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA: armazenamento e processamento de produtos agrícolas, 1998, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 219-274.

VILELLA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural durante o processo de secagem.** 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.