



**QUALIDADE DO CAFÉ DESPOLPADO,  
DESMUCILADO, DESCASCADO E NATURAL,  
DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM**

**TÚLIO CARVALHO VILLELA**

**2002**

**TÚLIO CARVALHO VILLELA**

**QUALIDADE DO CAFÉ DESPOLPADO, DESMUCILADO,  
DESCASCADO E NATURAL, DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação "Strictu Sensu" em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientadora**

**Profª. Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2002**

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

**Villela, Túlio Carvalho**

Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem / Túlio Carvalho Vilela. -- Lavras : UFLA, 2002.  
69 p. : il.

**Orientadora: Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira.**

**Dissertação (Mestrado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

**1. Café. 2. Processamento. 3. Secagem. 4. Qualidade. 5. Análise sensorial. 6. Análise físico-química. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

**CDD-664.07**

**-663.93**

TÚLIO CARVALHO VILLELA

QUALIDADE DO CAFÉ DESPOLPADO, DESMUCILADO, DESCASCADO  
E NATURAL, DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação "Strictu Sensu" em Ciência dos Alimentos,  
para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 25 de novembro de 2002

Prof. Dr. Flávio Meira Borém

UFLA

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA

  
Prof. Dr.<sup>a</sup> Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira  
UFLA  
(Orientadora)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**A Deus,**

**por sempre iluminar o meu caminho;**

**Aos meus pais,**

**por sempre acreditarem em mim;**

**Aos meus irmãos,**

**pelo companheirismo;**

**OFEREÇO**

**Aos meus amigos, pela alegria e apoio nesta conquista;**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo...

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, pelo financiamento deste projeto.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, Célio e Dirlene, pelo apoio incondicional, pelo carinho e pela oportunidade da continuação dos meus estudos, sempre me apoiando nas decisões mais difíceis.

Aos meus irmãos Vinicius e Célio Roberto, e a toda a minha família, pelo apoio, amizade, incentivo e carinho que sempre tiveram por mim.

À professora Rosemary, pela orientação, amizade, respeito, companheirismo, ensinamentos e pelas conquistas. Mostrando sempre a grande capacidade do ser humano em poder ajudar o próximo.

Ao Professor Flávio Meira Borém, pelas grandes sugestões, amizade e carinho que sempre demonstrou.

Ao professor Evódio Ribeiro Vilela, pelo apoio e sugestões apresentadas.

Ao Professor Augusto Ramalho Moraes, pelas sugestões e ajuda nas análises estatísticas.

Ao acadêmico do curso de agronomia, Adriano, pela valiosa ajuda em todas as etapas deste trabalho.

Às duas pessoas que hoje considero não como amigas mas como irmãs, Luciana e Vaninha.

Aos amigos Carlos e Cássio, pela convivência, amizade, incentivo, ajuda e cooperação durante o período de mestrado.

Aos professores e funcionários dos Departamentos de Ciência dos Alimentos e Engenharia Agrícola, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Aos professores, pesquisadores, funcionários e colegas do Setor de Cafeicultura pela ajuda e amizade.

À Tina e à Sandra, pela valiosa ajuda nas análises químicas e grande amizade. E também aos funcionários do Laboratório de Qualidade do Café Alcides Carvalho, da EPAMIG.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, estagiários, bolsistas e alunos, pelo convívio, ajuda e amizade, durante a realização do curso. Principalmente, os colegas da Pós-Colheita de Café, Deise, Osvaldo e Virgílio, pela amizade e cooperação.

A Gicelda, secretária da pós-graduação e aos funcionários da Biblioteca Central e PRPG.

A todas as amizades que conquistei durante o curso e também aos meus grandes amigos e amigas de Perdões, que sempre me incentivaram e me apoiaram.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Caracterização do fruto e componentes químicos dos grãos.....	3
2.2 Cafés especiais.....	4
2.3 Cultivar.....	6
2.4 Colheita.....	6
2.5 Processamento do café.....	7
2.5.1 Processamento do café por via seca.....	8
2.5.2 Processamento do café por via úmida.....	9
2.6 Secagem do café.....	11
2.7 Qualidade do café.....	12
2.7.1 Classificação por peneira.....	13
2.7.2 Classificação por tipo.....	13
2.7.3 Classificação quanto à bebida.....	14
2.8 Composição química dos grãos.....	15
2.8.1 Açúcares.....	16
2.8.2 Condutividade elétrica e lixiviação de potássio.....	17
2.8.3 Acidez.....	18
2.8.4 Sólidos solúveis totais.....	19
2.8.5 Cafeína.....	19
2.8.6 Polifenóis.....	20

<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 Localização e caracterização do experimento.....	22
3.2 Processamento.....	22
3.2.1 Café natural.....	22
3.2.2 Café descascado.....	22
3.2.3 Café despulpado.....	23
3.2.4 Café desmucilado.....	23
3.3 Secagem.....	23
3.4 Coleta das amostras.....	24
3.5 Preparo das amostras.....	24
3.6 Análises durante a secagem.....	25
3.6.1 Teor de água .....	25
3.7.1 Açúcares totais, redutores e não redutores .....	25
3.7.2 Acidez titulável total e pH.....	25
3.7.3 Sólidos solúveis totais.....	25
3.7 Avaliações nos grãos beneficiados após a secagem.....	25
3.7.1 Condutividade elétrica.....	25
3.7.2 Lixiviação de íons potássio.....	26
3.7.3 Polifenóis.....	26
3.7.4 Cafeína.....	26
3.7.5 Determinação de defeitos.....	26
3.7.6 Classificação por bebida.....	26
3.8 Delineamento experimental e análise estatística.....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
4.1 Teor de água.....	28
4.2 Açúcares totais.....	31
4.3 Açúcares redutores.....	34
4.4 Açúcares não redutores.....	38

4.5 pH.....	40
4.6 Acidez total titulável.....	44
4.7 Sólidos solúveis totais.....	47
4.8 Condutividade elétrica.....	51
4.9 Lixiviação de íons potássio.....	53
4.10 Polifenóis.....	54
4.11 Cafeína.....	56
4.12 Defeitos intrínsecos do grão de café.....	57
4.13 Classificação pela bebida.....	59
CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

## RESUMO

**CARVALHO VILLELA, Túlio. Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem. LAVRAS: UFLA, 2002. 69 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos)\***

Com o objetivo de avaliar a qualidade de cafés preparados por quatro diferentes tipos de processamento, frutos da cultivar Rubi foram colhidos e submetidos ao despulpamento, descascamento, desmucilamento e preparo na forma natural. Em seguida os cafés foram colocados, para secagem completa, em um terreiro de concreto. Durante esta etapa, amostras foram retiradas periodicamente e preparadas para as seguintes determinações: teor de água, açúcares totais, redutores e não redutores, acidez titulável total, pH e sólidos solúveis totais. Ao final do processo de secagem os cafés foram avaliados quanto à condutividade elétrica, lixiviação de potássio, teores de polifenóis e cafeína, presença de defeitos e classificação da bebida. Em todas as determinações realizadas nos cafés durante a secagem observou-se interação significativa entre os tratamentos e o tempo de secagem. Os maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio foram observados no café natural. Não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis polifenóis e cafeína. Na avaliação sensorial os cafés descascados, despulpados e desmucilados foram enquadrados nas classes de bebida mole e estritamente mole e o café natural na classe de bebida dura.

---

\* Comitê Orientador: Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira (Orientadora), Dr. Flávio Meira Borém - UFLA, Dr. Evódio Ribeiro Villela - UFLA.

## ABSTRACT

VILLELA, Túlio Carvalho. **Quality of coffee pulpless, mucilage removed, shelled and natural, after drying.** LAVRAS: UFLA, 2002. 69 p. (Dissertation - Master of Food Science)\*

With the objective of evaluating the quality of coffees prepared by four different processing types, fruits from the Ruby type coffee were picked and submitted to pulp removal, mucilage removal, shelling and also prepared in their natural form. Afterwards the coffees were placed, for drying on a concrete surface. During this stage, samples were removed periodically and prepared for the following tests: water levels, total sugar levels, reducers and non-reducers, total titrable acidity, pH and soluble solids levels. At the end of the drying process the coffees was evaluated for electric conductivity, potassium leaching, polyphenol and caffeine levels, presence of defects and classification of the beverage. In all the tests carried out on the coffees during the drying process, significant interaction was observed between the treatments and the drying time. The highest levels of electric conductivity and potassium leaching were observed in the natural coffee. There was no evidence of significant differences among the treatments for the variables polypnenol and caffeine. In the sensorial evaluation the shelled, pulpless and mucilage removed coffee, were classified as "soft" and "strictly soft" and the natural coffee in the beverage class it "hard".

---

\* Guidance Committee: Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira - UFLA (Major Professor), Dr. Flávio Meira Borém - UFLA; Dr. Evódio Ribeiro Vilela.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Confederação Nacional da Agricultura (CNA), atualmente, são produzidas, no mundo, 115 milhões de sacas de café por ano, enquanto o consumo está estimado em 105 milhões. Nas duas últimas décadas, o Brasil e a Colômbia produziram cerca de 40% da totalidade do café colhido no mundo.

Na safra 2001/2002, o Brasil destaca-se como o maior produtor mundial, colhendo 26,7 milhões de sacas, além de maior exportador e o segundo maior consumidor de café no mundo. A cultura do café emprega no Brasil cerca de 5 milhões de trabalhadores e gera uma receita anual de R\$ 5 bilhões.

A cafeicultura tem enfrentado transformações em sua conjuntura econômica, resultando na necessidade de mudanças tanto na produção quanto na comercialização de café, com reflexos significativos na produção brasileira. Os consumidores têm se tornado mais exigentes, valorizando tipos especiais de café, e o mercado mais competitivo pela entrada de novos países produtores e exportadores.

Neste contexto a cafeicultura brasileira busca sua expansão no mercado internacional, procurando apresentar um produto de melhor qualidade, e assim obter melhores preços e novos compradores. O consumo interno atingiu um crescimento de 3,7% em 2001, graças ao incentivo das indústrias torrefadoras que processaram cerca de 13,64 milhões de sacas. Em 2000, o volume industrializado foi de 13,16 milhões de sacas (Pequeno..., 2002).

A qualidade, tão necessária para a valorização do café, é influenciada por diversos fatores que vão desde o plantio até o preparo da bebida. A condução correta das operações após a colheita, que abrange etapas como lavagem, separação, descascamento, desmucilamento, secagem, armazenamento

e o beneficiamento, pode ser considerada como essencial na obtenção de um produto de boa qualidade. Tendo em vista a necessidade de se adaptar às diferentes condições de produção, baseada nos aspectos climáticos, regionais, tecnológicos e econômicos, após a colheita, o tipo de processamento do café pode variar entre os produtores. Assim, além do tradicional preparo por via seca, muito utilizado pela maioria dos produtores, principalmente os pequenos, está sendo empregado o processamento via úmida que origina os cafés despulpados, descascados e desmucilados.

Esses processamentos objetivam, ao retirar a polpa e/ou a mucilagem, eliminar o substrato para o desenvolvimento de microorganismos. As fermentações indesejáveis resultantes da atuação dessa microflora podem resultar em cafés de bebida inferior, dependendo das condições ambientais entre outros fatores.

Conhecer a composição química, física e sensorial de cafés submetidos aos diferentes tipos de processamento é de extrema importância para detectar qual deles é capaz de interferir com maior intensidade na qualidade final do produto. Este estudo pode, ainda, auxiliar na investigação da possibilidade de translocação de compostos da polpa e mucilagem para o interior do grão, durante o período de secagem.

Portanto, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de cafés preparados por diferentes tipos de processamentos, a secagem e a possível translocação de componentes químicos da polpa e mucilagem para o grão, durante a secagem.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização do fruto e componentes químicos dos grãos

Diferentes estádios fisiológicos definem o crescimento e o desenvolvimento do fruto do cafeeiro, etapas estas que são dependentes de características genótípicas e ambientais que compreendem basicamente cinco fases. A primeira, conhecida como chumbinho, é um período sem crescimento visível; a segunda, caracteriza-se por um período de expansão rápida do fruto com endurecimento do endocarpo (pergaminho); na terceira é formado o endosperma (fase final da expansão); na quarta ocorre o endurecimento do endosperma, o qual se prolonga até antes da maturação; na quinta prevalece a maturação (Rena & Maestri, 1986).

O fruto de café é uma drupa elipsóide contendo dois lóculos e duas sementes, que ocasionalmente pode conter três ou mais. Além do epicarpo e do mesocarpo, apresenta o endocarpo, mais conhecido como pergaminho, que envolve a semente. Esta é formada pelo embrião, endosperma e tegumento, que é constituído por uma película membranácea prateada (Rena & Maestri, 1986).

A polpa, denominada mesocarpo, representa cerca de 29% do peso seco do fruto inteiro, sendo composta de 76% de água, 10% de proteína, 21% de fibras, 8% de cinzas e 4% de extrato livre de nitrogênio, os quais são representados pelos taninos, substâncias pécticas, açúcares redutores (glicose) e não-redutores, cafeína, ácido clorogênico e ácido cafeico, celulose, hemicelulose, lignina, aminoácidos (geralmente não sulfurados), minerais como potássio, cálcio, ferro, sódio, magnésio e outros. Estes valores podem variar de acordo com a variedade de café, com o local e práticas agrícolas (Elias, 1978).

A mucilagem situa-se entre a polpa e o pergaminho do grão e representa 5% do peso seco. Ela constitui uma capa de aproximadamente 0,5 a 2 mm de

espessura, que está fortemente aderida à casca do grão de café. A mucilagem é um sistema de hidrogel, que é quimicamente composta por água, ácido pécico, açúcares redutores e ácidos orgânicos (Elias, 1978). A mucilagem também apresenta enzimas hidrolíticas e oxidativas como as pectinesterases, poligalacturonases,  $\alpha$ -galacturonases, peroxidases e polifenoloxidasas (Wong, 1995; Amorim & Amorim, 1977).

O pergaminho que envolve a semente do café representa 12% do peso seco, sendo composto de 7,6% de água, 92,8% de matéria seca, 0,39% de nitrogênio, 18,9% de extrato livre de nitrogênio, 150 mg de cálcio e 28 mg de fósforo por grama de peso seco (Elias, 1978).

## **2.2 Cafés especiais**

Os cafés denominados especiais são aqueles que apresentam origem não só de país, mas de local de produção, fazenda ou região. Essa origem, normalmente, é associada ao material genético tradicionalmente utilizado, ao clima e à topografia, ao ecossistema, ao solo, aos tratamentos culturais e às práticas de beneficiamento e de armazenamento locais (Leite & Silva, 2000).

Pesquisas mostram que vale a pena o produtor investir na qualidade desde que saiba encontrar os canais certos de comercialização do café especial, em mercados que paguem mais pelo grão diferenciado. Na maior parte dos casos o custo de produção é maior do que o normal. Isso pode ser compensado com a valorização do produto, aumentando a lucratividade do produtor ([www.bsca.com.br](http://www.bsca.com.br)).

As áreas brasileiras produtoras de cafés especiais envolvem basicamente a região Mogiana de São Paulo, o Sul e Cerrado de Minas Gerais, o Vale do Jequitinhonha, o Oeste da Bahia e as chapadas baianas. Novas áreas vão se destacando como produtoras de cafés excelentes, como é o caso das Matas de

Minas, onde uma produtora venceu o Concurso de Qualidade do *Café Gourmet-Cup of Excellence*.

A expansão dos mercados dos “cafés especiais”, no início do milênio, segundo Cortez (2001), será em torno de 18 milhões de sacas ou equivalente a 15% do mercado mundial.

As seleções do local de produção e da variedade, seguidas de práticas culturais adequadas proporcionam um café especial. É fundamental uma colheita seletiva, seja manual ou mecânica, no momento ideal da maturação dos frutos para garantir um rendimento maior de café cereja. Depois de uma colheita cuidadosa, o processo de secagem é realizado ao sol em camadas finas, com a mão-de-obra experiente e bem treinada, podendo complementar-se com secadores mecânicos. Com o clima favorável durante a colheita, em que normalmente há tempo seco, os produtores de cafés especiais podem escolher o sistema de processamento adequado às necessidades do mercado de gourmet. Dependendo do critério e da escolha do produtor, podem ser produzidos os cafés naturais, cereja descascado ou o despulpado. Como a produção dos especiais é restrita, cada lote pode ser preparado e designado ao processamento de acordo com a necessidade do comprador.

Carlos Brando, coordenador de marketing do Programa Cafés do Brasil, afirma que existem quatro fatores que determinam um café especial: o primeiro é a qualidade superior; o segundo é o favorecimento da escassez desse produto, que o valoriza. O terceiro aspecto é a mística em torno do café, ou seja, a história que o marketing cria para o grão, como por exemplo o relato sobre a região onde foi produzido; e finalmente vem o mito, que é o auge do reconhecimento de determinado café (Revista Cafeicultura, 2001).

## 2.3 Cultivar

Existem descritas, atualmente, cerca de cem espécies de café, dentre estas *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre (café robusta), que são as de maior interesse no mercado internacional.

A espécie *Coffea arabica* L. é amplamente cultivada no continente americano. No Brasil, cerca de 82% da produção são provenientes de lavouras formadas com cultivares da espécie arábica e 18% de cultivares da espécie *Coffea canephora* Pierre (Fazuoli, 1986).

Existem dezenas de cultivares da espécie arábica, que visam a atender a diferentes características produtivas e vegetativas. A cultivar Rubi surgiu da tentativa de diversificar as características da cultivar Catuaí e selecionar formas mais produtivas, mais precoces e uniformes na maturação dos frutos. Na obtenção desta cultivar, foi realizado o retrocruzamento do Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo com Mundo Novo.

A cultivar Rubi possui porte baixo, com altura pouco superior a 2,0 m e diâmetro médio de copa de 2,2m. Quando adulta, possui características semelhantes ao Catuaí. Apresenta boa produtividade, alto vigor vegetativo e não apresenta seca de ramos produtivos. As ramificações secundárias são abundantes, apresentando angulação aberta de ramos, permitindo melhor aeração e insolação no interior da copa. Apresenta maturação intermediária entre a cultivar Catuaí e a Mundo Novo, com ciclo produtivo de mais ou menos 280 dias do florescimento à maturação completa. Os frutos, quando maduros, apresentam coloração vermelha. As folhas, quando novas, têm a cor predominante bronze (Bartholo & Mendes, 1998).

## 2.4 Colheita

Normalmente, a colheita deve ser iniciada quando a maior parte dos frutos estiver no estágio de maturação cereja e com a cultura apresentando 5%

de frutos verdes, com tolerância de até 20% que, no entanto, podem trazer prejuízos à qualidade.

A colheita no Brasil é feita basicamente em forma de derriça no pano, que é estendido junto ao pé de café, ou no chão. A derriça pode ser feita manual ou mecanicamente.

O cafeeiro apresenta, em geral, frutos em diferentes estádios de maturação (verdes, cerejas, passas e secos), com diferentes teores de água devido às características das plantas em produzirem várias florações.

Nos países da América Central e os próximos ao Equador, como a Costa Rica, a Colômbia, o Quênia, as condições de clima quente e úmido durante todo o ano determinam que haja um processo de florescimento e frutificação quase que contínuo, ou seja, em determinada época da cultura existem no mesmo ramo: flores, chumbinhos, grãos verdolengos e grãos maduros. Este aspecto fenológico determina a obrigatoriedade de se proceder à colheita a dedo dos frutos maduros. A obtenção de lotes constituídos de grãos exclusivamente maduros, confere um excelente padrão de qualidade à bebida, o que é característico dos cafés produzidos nessas regiões.

O estágio fisiológico que facilita a prática do despolpamento, ou seja, a eliminação da casca e da mucilagem, é o cereja. Nessa forma, o café apresenta uma completa maturação reduzindo as chances de ocorrer fermentações no campo proporcionando um produto de melhor qualidade com conseqüente valorização (Matiello, 1993).

## **2.5 Processamento do café**

Na produção do café natural, o fruto é seco integralmente, com todas as suas partes constituintes. Alguns autores acreditam que durante a secagem, a mucilagem é digerida e degradada, constituindo material alimentar para a

semente, proporcionando uma continuação do seu metabolismo e respiração (Carvalho & Chalfoun, 1985).

Essa fase é considerada a mais crítica para a preservação e o incremento na qualidade do café, influenciando diretamente no aspecto, na qualidade e no rendimento (Rena et al., 1986). Os frutos depois de colhidos, podem ser processados por duas formas, via seca e via úmida (Van Pee & Castelein, 1972; Menchú & Rolz, 1973; Jones & Jones, 1985; Clarke & Macrae, 1987; Puerta Quintero, 1996; Chalfoun & Carvalho, 1997; Puerta Quintero, 1998; Brando, 1999). Os fatores que determinam o método a ser usado são governados pela tradição e economia de cada região produtora (Sivetz & Desrosier, 1979).

### 2.5.1 Processamento do café por via seca

Cerca de 90% do café no Brasil são processados por via seca. Nesse processo a qualidade do café dependerá das condições climáticas durante o período de colheita, assim como dos cuidados adotados nessa etapa e durante o preparo. Adotando todos os procedimentos corretos esse processamento pode proporcionar cafés especiais de terreiro, com bom corpo e aroma, como acontece no cerrado brasileiro (Leite & Silva, 2000).

Os cafés naturais são obtidos por meio do processo via seca. É considerado um sistema tradicional, com origem nas regiões da Etiópia (café arábica) e na África Central (café robusta), como cita Brando (1999). O processo consiste em secar os frutos, com todas as suas partes constituintes ou seja, com a casca, a polpa, a mucilagem e o pergaminho. Desta forma, estes cafés requerem um maior tempo para serem secos quando são comparados aos cafés processados por via úmida. As tonalidades de cor do café beneficiado por via seca, são esverdeadas e por via úmida verde-azulada. Puerta Quintero (1998) cita que o café obtido por esse processo apresenta uma qualidade final passível

de ser afetada por diversos fatores, como as zonas ecológicas de produção, condições climáticas, armazenamento, entre outros.

A condição climática é um dos principais fatores relacionados à manutenção da qualidade. Em geral, a associação de altas temperaturas e umidade relativa do ar condiciona uma maior atividade microbiológica que são responsáveis pelas deteriorações dos frutos na árvore, no chão e no terreiro (Lacerda et al.1986). Estas circunstâncias são ambientes propícios para o desenvolvimento de microorganismos, que a partir da produção de seus metabólitos (como o ácido butírico e propiônico), irão afetar a qualidade do produto final através da difusão dos da polpa para a semente (Carvalho, 1997).

### **2.5.2 Processamento do café por via úmida**

O café arábica originário de áreas de clima subtropical passou a ser cultivado em áreas tropicais, particularmente quentes, o que gerou a necessidade de se buscar um tipo de processamento capaz de impedir que modificações na bebida do café ocorressem. Nas áreas mais quentes, verificava-se um processo de fermentação das cerejas, que ocorre imediatamente após a colheita, trazendo reflexos negativos na qualidade do produto final (Cortez, 1997). A maneira encontrada para evitar esta fermentação foi remover a polpa e a mucilagem presente nos frutos.

① O processamento por via úmida envolve a obtenção de três tipos de café: o despulpado, o descascado e o desmucilado. O despulpamento é bastante comum entre os produtores da América Central, México, Colômbia, Quênia e África, o que possibilita a esses países alcançarem melhores preços no mercado (Brando, 1999). Esse método consiste na retirada da casca do fruto maduro por meio de um descascador mecânico, a retirada da mucilagem por fermentação seguida da lavagem dos grãos.

Na fermentação natural, a partir da qual se visa à retirada da mucilagem, ocorrem a solubilização e a digestão do produto por microorganismos presentes no ambiente (Zambolim, 1999). Nesse processo, o mesocarpo mucilaginoso do fruto é degradado por ação de enzimas, resultando em uma secagem mais rápida e na melhoria da aparência do produto (Arunga, 1982). Essas enzimas encontram-se naturalmente presentes nos frutos de café ou são produzidas pela microbiota contaminante.

O processo fermentativo pode durar de 16 a 24 horas, e depende da maturação do fruto, da temperatura, do pH, da concentração de íons, da variedade do café, da microbiota contaminante e da aeração (Arunga, 1982). Devido às várias mudanças químicas que acontecem durante esse processo, cuidados devem ser tomados para que a formação de compostos indesejáveis que afeta a qualidade final da bebida seja evitada.

As fermentações indesejáveis, que desvalorizam a bebida, são facilitadas não só pela falta de cuidados no preparo, como também por condições climáticas adversas, tais como temperaturas elevadas ou locais muito úmidos (Bartholo, 1997). A qualidade da bebida dos cafés despulpados passa a ser, então, influenciada pelo processo fermentativo. Um exemplo disso é a elevação da produção do ácido propiônico, durante a fermentação, que pode originar o gosto indesejável de cebola no café.

As vantagens associadas a este processo relacionam-se com a diminuição da área de terreiro e do tempo necessário para secagem. Quando há a opção pela secagem artificial, os volumes necessários de secadores, silos e tuias também podem ser reduzidos em até 60% (Bartholo et al., 1989).

Em estudos comparativos entre cafés preparados por despulpamento e os naturais, Matiello et al. (1999) observaram que o processamento melhorou invariavelmente a bebida.

Para obtenção do café cereja descascado, o fruto tem a casca e a polpa removidas, sendo a mucilagem mantida e seca junto com o pergaminho. Esse processo é chamado de processo intermediário entre via seca e via úmida (Brando, 1999). Recomenda-se que a secagem inicial do cereja descascado seja feita ao sol, em camadas revolvidas com frequência. Este processo apresenta entre algumas vantagens, a de facilitar a secagem em regiões de clima desfavorável, preservando a qualidade do produto final.

→ Na obtenção do café cereja desmucilado, a polpa e a mucilagem são totalmente removidas através de desmuciladores mecânicos. A presença do corpo e aroma são menos pronunciados, associados a esses cafés (Brando, 1999).

Estudando o custo de vários métodos de preparo, Taglialegna & Favarim (1998), constataram que o método do cereja descascado apresentou menores custos em relação ao do cereja desmucilado que consome mais energia para o desmucilamento. Cortez (2001), analisando três tipos de processamento, observou que o descascamento e o desmucilamento mecânico apresentaram uma grande semelhança nos resultados das análises físicas e sensoriais e que os cafés obtidos por desmucilamento químico apresentaram classificações inferiores.

## 2.6 Secagem do café

Cuidados especiais devem estar envolvidos ao processo de secagem, pois os grãos de café com alta umidade estão sujeitos à ação de agentes microbianos capazes de promoverem fermentações indesejáveis e favorecerem a ocorrência do branqueamento dos grãos durante o armazenamento. Uma secagem excessiva faz com que ocorra perda de peso e quebra dos grãos durante o beneficiamento e o manuseio.

No Brasil, conforme os aspectos tecnológicos envolvidos, utilizam-se basicamente dois métodos para secagem de café: a secagem em terreiros ou a secagem em secadores mecânicos.

Para a secagem realizada em terreiro, o café natural ou processado deve ser esparramado em camadas finas, com até 2,5 cm de espessura, e revolvido várias vezes ao dia. À tarde, o café deve ser enleirado em leiras de 20 a 30 cm de altura. À medida que a secagem ocorre, o café deve ser esparramado em camadas mais espessas, sendo amontoado nas horas mais quentes do dia e coberto no final da tarde (Revista Cafeicultura, 2002).

Segundo Vilela (1997), o tempo de secagem do café no terreiro pode variar de dez a vinte dias, dependendo do teor médio inicial de água e das condições ambientais e atmosféricas, como a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa do ar.

Chagas (1994) verificou que um dos fatores que favorecem o cerrado mineiro é o clima, já que nesta região ocorrem chuvas em abundância durante a época da florada do café, no entanto, no período da colheita a umidade relativa é baixa, dificultando a contaminação dos frutos pelos microrganismos causadores de fermentações indesejáveis.

## 2.7 Qualidade do café

O termo "Qualidade", para Ferreira (1999), pode ser definido como a "propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas, capaz de distingui-las das outras e de lhes determinar a natureza".

Atribuir qualidade ao café, significa avaliar com exigência todos os aspectos que influenciarão na relação entre a bebida e a satisfação do consumidor. Para Carvalho & Chalfoun (1985), entre os vários fatores que estão associados à qualidade do café, destaca-se a composição química do grão, que é determinada por fatores genéticos, culturais e ambientais, além do processo de

preparo e armazenamento dos grãos, que podem modificar sua constituição química.

Na decisão de compra do café, os consumidores consideram mais importante que o produto seja diferenciado em relação à concorrência, principalmente no que tange à certificação de origem e qualidade, o incremento na qualidade desses produtos e o marketing, conforme estudo realizado por Luna (2001).

Na determinação da qualidade do café, os critérios de classificação adotados são baseados na averiguação das características físicas e sensoriais, que podem ser alteradas durante todo o processamento do produto. Atualmente, têm sido considerados na classificação dos cafés os aspectos químicos do grão e a conjugação de todos estes métodos.

### **2.7.1 Classificação por peneira**

Considera-se nesta determinação o tamanho e o formato dos grãos, que são avaliados na passagem de uma amostra de 500 g de café em um jogo de peneiras, que possui peneiras de crivos redondos, para separação dos grãos chatos (número de 12 a 19), alternadas com peneiras de crivo alongado, que separam os grãos mocas (numeração de 8 a 13), conforme IBC (1977). Realiza-se o cálculo da distribuição percentual por peneira de um lote de café, devido à necessidade de homogeneização do tamanho dos grãos. Durante o processo de torração, os grãos menores são torrados primeiros, alterando o sabor e o aroma da bebida.

### **2.7.2 Classificação por tipo**

Refere-se à presença de grãos defeituosos e impurezas encontradas e separadas em uma amostra de 300g de café beneficiado. Os defeitos e as

impurezas possuem valores variáveis de acordo com a tabela de equivalência do IBC (1977), pela qual recebem a classificação nos tipos de 2 a 8.

### **2.7.3 Classificação quanto à bebida**

A determinação da qualidade da bebida do café é realizada por meio do teste sensorial conhecido como “prova de xícara”, através do qual provadores treinados distinguem diferentes padrões de bebida. Esta prova adotada oficialmente em 1917 é um trabalho complexo que exige bastante treino e conhecimento para saber diferenciar sabores (IBC, 1977).

Essa classificação é dada através do sabor ou aroma que a bebida do café apresenta durante a prova de xícara. A classificação oficial sugere as seguintes denominações para as bebidas do café: “estritamente mole”, que caracteriza cafés com sabores suavíssimos e adocicados ; “mole,” bebida de sabor suave, acentuado e adocicado; “apenas mole”, quando o sabor se destaca de forma suave, porém com leve adstringência; “dura” bebida com sensação adstringente e áspera na boca; “riado”, com leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico; bebida “rio” com sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio ou ácido fênico e “rio zona”, bebida de sabor e odor intoleráveis ao paladar e ao olfato. Alguns autores apresentam dúvidas na classificação da bebida para a comercialização, considerando-a subjetiva e insatisfatória, com uma tendência para a classificação do café como de bebida dura (Cortez, 1988; Leite, 1991; Chagas, 1994; Pimenta, 1995).

Entre os vários aspectos que podem influenciar na avaliação qualitativa da bebida, destaca-se a presença de grãos verdes, pretos-verdes, pretos e ardidos. Trabalhos realizados por Pereira (1997) e Coelho (2000) constataram que a inclusão dos defeitos verdes, ardidos e pretos em café classificados como “estritamente mole”, reduz a qualidade do mesmo com reflexo nas características sensoriais do café após a torração.

Com a promoção dos cafés especiais no comércio exterior e mais recentemente no Brasil, foi estabelecido um novo tipo de análise sensorial pela Organização Internacional do Café (OIC), na qual são detectados vários sabores e aroma, além das sensações bucais, como adstringência, corpo, permanência na boca, entre outras (Carvalho, 1998).

## **2.8 Composição química dos grãos**

Os compostos químicos do café são precursores de produtos, formados durante o processo de torração, responsáveis pelo sabor e aroma do café. A composição química do café está associada a aspectos genéticos, à região de cultivo, ao tipo de solo, à altitude e ao método de manuseio dos frutos e dos grãos na pós-colheita.

A composição química do café verde, em base seca, apresenta de 50 a 60% de carboidratos, sendo 1% de açúcares redutores, 7% de sacarose, 2% de pectinas, e o restante na forma de vários polissacarídeos com base principalmente em glicose, manose arabinose e galactose. A quantidade de proteína encontrada é em torno de 13% de proteínas, e são observados ainda altos teores de ácidos clorogênicos e lipídeos, e os alcalóides cafeína e trigonelina, além de um conteúdo mineral, no qual se destaca o potássio com 4% (Stefanucci et al., 1979).

Os grãos das duas principais espécies apresentam diferenças na composição da seguinte forma: a quantidade de carboidratos, lipídios e trigonelina são maiores no café arábica, enquanto maiores quantidades de ácido clorogênico e de cafeína são observadas no robusta (Viani, 1986).

Diversos autores realizaram trabalhos com o objetivo de associar os componentes químicos e físico-químicos do grão com a qualidade do café, para auxiliar na classificação pela prova de xícara: (Amorim, 1972; Carvalho et al.,

1994; Carvalho et al., 1997; Pimenta, 1995; Pereira, 1997; Lopes, 2000; Coelho, 2000; Barrios Barrios, 2001; Pimenta, 2001; Carvalho Júnior, 2002).

### **2.8.1 Açúcares**

O amadurecimento dos frutos de café é caracterizado por vários fatores, destacando-se, dentre eles, o aumento nos teores de açúcares solúveis em decorrência da degradação do amido (Amorim, 1972). Os açúcares totais estão presentes no café numa faixa de 5 a 10%, dos quais predominam os não-redutores, particularmente a sacarose, e os redutores se apresentam em pequenas quantidades. Os teores de açúcares totais, dos redutores e dos não redutores, podem variar com o local de cultivo do cafeeiro e também com o grau de maturação dos frutos (Vilela & Pereira, 1998).

Os açúcares estão ligados diretamente à qualidade da bebida contribuindo com a doçura, que segundo a OIC (1991), é uma das características de sabor mais desejável no café Gourmet. Ainda é discutível qual deve ser o tipo e a concentração de açúcares nos grãos que exerceriam maior influência na qualidade da bebida.

A participação dos açúcares estende-se à importantes reações químicas que ocorrem durante a torração, como a reação de Maillard e a caramelização, que originam compostos responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma peculiar da bebida (Pereira, 1997).

Os valores mais elevados de açúcares podem indicar a presença de uma maior quantidade de frutos nos estádios cereja e seco/passa, representando um potencial de melhor qualidade para o café (Pimenta, 1995).

Segundo Chagas et al. (1996), o teor de açúcar pode estar diretamente relacionado com as condições climáticas das diferentes regiões onde é produzido o café. Em avaliações os autores obtiveram teores médios de 1,87% para

açúcares redutores em cafés da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, 1,39% para o Sul de Minas e 0,95% em amostras da Zona da Mata.

A presença de grãos defeituosos, segundo Pereira (1997), proporciona a diminuição dos açúcares totais. Avaliando diversos cultivares, Lopes (2000) observou maiores valores desses açúcares em grãos de Mundo Novo e Rubi.

Durante a torração, a sacarose é primeiro desidratada e então hidrolizada. Açúcares redutores são formados e, com a continuidade do processo, estes açúcares sofrem nova desidratação e polimerização. Como produtos formados têm-se compostos orgânicos voláteis, água e dióxido de carbono. A degradação da sacarose está associada à formação do aroma do produto final e à presença de ácidos carboxílicos nos gases de torrefação (Vitorino et al., 2001).

### **2.8.2 Condutividade elétrica e lixiviação de potássio**

Vários autores realizaram testes para avaliar a qualidade das sementes baseados na perda de integridade das membranas. Nestes trabalhos as sementes são imersas em água e durante o processo de imersão, de acordo com o grau de integridade dessas membranas, ocorre maior ou menor lixiviação de solutos citoplasmáticos para o meio líquido. Os solutos, com propriedades eletrolíticas, possuem cargas elétricas que podem ser medidas com um condutivímetro. Quanto mais deteriorada a semente, maior quantidade de eletrólitos são liberados na solução, resultando em alto valor de condutividade elétrica ou em elevadas concentrações de determinados íons, principalmente potássio (Woodstock, 1973; Bedford, 1974; citados por Prete, 1992).

Em cafés de pior qualidade influenciados pela presença do defeito verde, Amorim (1978) constatou os valores mais elevados de lixiviação de potássio. Prete (1992) confirmou as observações de Amorim (1978), verificando ainda que cafés com maiores quantidades desse defeito apresentam maiores valores para a condutividade elétrica.

Em grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação, Prete et al. (1999) observaram que o grão verde apresentou um maior valor de condutividade elétrica, seguido do verde cana e do passa e que os grãos cereja e seco apresentaram os menores valores. O autor cita ainda que quanto maior o tamanho dos grãos, maior a tendência em apresentar menores valores de condutividade elétrica.

As membranas celulares são as primeiras a ser afetadas pelas condições adversas ao café, havendo conseqüente desorganização no interior da célula, provocando uma deterioração mais rápida (Amorim, 1978).

### **2.8.3 Acidez**

A acidez do grão de café pode variar de acordo com os níveis de fermentações que ocorrem no grão e também em função dos diferentes estádios de maturação dos frutos. Dadas essas relações, a medida da acidez pode servir como suporte para auxiliar na avaliação da qualidade da bebida do café.

Com a inclusão de diferentes quantidades do defeito verde ao café “estritamente mole”, Coelho (2000) verificou uma redução nos valores da acidez titulável total do café cru, enquanto que com a adição do defeito ardido esses valores aumentaram de modo significativo. No café torrado, os valores de acidez titulável total diminuíram quando grãos verdes e ardidos foram incluídos ao mesmo padrão de café.

O fruto cereja apresenta maiores valores para a acidez titulável total do que os outros estádios (verde, verde cana e seco passa) conforme Pimenta (1995), sendo a fermentação apontada como a responsável por esse aumento.

Cafés de qualidade superior conforme Carvalho et al. (1994), como os de bebidas estritamente mole e mole apresentam menor acidez.

#### **2.8.4 Sólidos solúveis totais**

Devido a sua relação direta com o corpo da bebida, estes constituintes são desejáveis em altas quantidades no café. Os sólidos solúveis estão presentes nos teores de 27,48% em cafés no estádio bóia, 30,72% no estádio verde, 29,56% no estádio cereja e 20,27% no cereja despulpado (OIC 1992). Avaliando as quantidades de sólidos solúveis presentes em frutos em diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995) verificou que o estádio verde cana sobressai em relação aos demais.

Em cafés arábica de diferentes cultivares, Lopes (2000) encontrou teores variáveis entre 31,16 a 34,67%. Nas avaliações qualitativas dos cafés do Sul de Minas, Barrios Barrios (2001) encontrou diferenças significativas com valores de 27,75 e 30% em cafés de bebida apenas mole e dura, respectivamente.

Entre diferentes padrões de bebida (estritamente mole, apenas mole, dura, riado e rio), Pinto et al. (2002) verificaram não existir diferenças significativas no grão cru para os teores destes constituintes, porém quando torrados, os cafés de bebida mole apresentaram as maiores reduções destes sólidos. Deve-se salientar que os autores investigaram grãos disponíveis em cooperativas.

#### **2.8.5 Cafeína**

Os grãos de café foram as primeiras fontes para extração de cafeína, e seus teores variam de acordo com a espécie em questão. Como foi constatado por alguns autores, como Carvalho et al. (1983), o café contém, em média, 1,2% desse alcalóide, enquanto o café robusta apresenta um teor médio de 2%. A cafeína encontra-se na polpa, no citoplasma do grão e ligada à parede celular (Clifford & Briffiths, 1985).

Os teores de cafeína em café beneficiado relatados por Sivetz (1963), são de 1,49% em café bóia e verde, 1,39% em cereja e 1,42% em cereja despulpado.

Em trabalhos realizados pela OIC (1992), constataram-se teores médios de cafeína em grãos de café Catuaí nos estádios de maturação, bóia, verde, cereja, e cereja despolpado, separados por lavador mecânico na região de Apucarana PR, na ordem de 1,49%, 1,49%, 1,39% e 1,42%, respectivamente. Lopes (2000) encontrou valores médios de cafeína, nas cultivares Rubi e Icatu Amarelo, em torno de 1,14% .

Pimenta (1995) observou diferença significativa entre os teores de cafeína nos diferentes estádios de maturação dos grãos, tendo os frutos verdes apresentado os maiores valores (1,55%) e os frutos cereja os menores (1,18%). O autor aconselha o uso de cafés com maiores concentrações de frutos cereja, quando o objetivo é a obtenção de bebida com menores teores de cafeína.

#### **2.8.6 Polifenóis**

Os compostos fenólicos estão presentes em todos os vegetais e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, com estruturas químicas relativamente simples e outras complexas, como taninos e ligninas. No café, este composto contribui de maneira altamente significativa para o sabor e o aroma do produto final (Van Bure, 1970). Vários autores descrevem haver nos frutos de café um alto teor de fenólicos, em particular do ácido clorogênico (Carvalho et al., 1989). O café robusta contém de 7 a 10% de ácido clorogênico e o café arábica de 5 a 7,5%, segundo Illy & Viany (1995).

Os ácidos clorogênicos que constituem os principais polifenóis do café, ocorrem na superfície dos grãos associados com a graxa cuticular e também no citoplasma (Dentan, 1985). Estes compostos participam da defesa da semente contra ataques de microorganismos (Menezes, 1990). Para Amorim & Silva (1968), os compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênico e o caféico, exercem uma ação protetora, atuando como antioxidante dos aldeídos. Em virtude de qualquer condição adversa aos grãos, ou seja, uma colheita

inadequada dos frutos, problemas no processamento e no armazenamento, as enzimas polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis, diminuindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, facilitando a oxidação destes com interferência no sabor e aroma do café após a torração.

Entre os defeitos, os verdes são os que exibem maiores valores de polifenóis em relação aos ardidos e pretos (Coelho, 2000). Esses resultados foram atribuídos ao fato de os frutos colhidos verdes não apresentarem sua composição química completa. Esses resultados diferem dos dados publicados por Pimenta (1995) e Pereira (1997), que observaram maiores valores de polifenóis na presença de cafés verdes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Pólo de Tecnologia em Pós-Colheita do Café da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Departamento de Ciência dos Alimentos.

Os frutos de café, cultivar Rubi, proveniente das lavouras do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da UFLA, foram colhidos manualmente por derriça no pano. Após a colheita, cerca de 3.700 litros de café foram levados diretamente para o Pólo de Pós-colheita, para lavagem e separação dos frutos cerejas e verdes dos frutos bóia.

#### 3.2 Processamento

A porção formada pelos cafés cerejas e verdes foi, dividida em 4 partes, com aproximadamente 900 litros, e utilizada para a preparação dos cafés naturais, descascados, despulpados e desmucilados. Após o preparo, cada material foi dividido em três repetições.

##### 3.2.1 Café natural

Para a obtenção do café natural, 900 litros da mistura de café cereja e verde, foram levados diretamente para o terreiro realizando-se a retirada manual de todos os frutos verdes presentes.

##### 3.2.2 Café descascado

Para este tipo de processamento, 900 litros da mistura café cereja + verde, foi descascado em equipamento da Pinhalense com capacidade de

descascamento de 6000 litros de café por hora. Após o processamento, o café descascado foi levado para o terreiro de secagem.

### **3.2.3 Café despulpado**

Com o objetivo de iniciar a secagem de todos os cafés, na mesma época, o material destinado ao despulpamento foi colhido com um dia de antecedência em relação ao demais, para compensar o tempo demandado para a fermentação.

Assim, o material colhido foi lavado, separando-se os frutos cereja e verde dos bóias, realizando-se em seguida o descascamento dos frutos cereja. O material obtido foi colocado em recipientes de 1000 L para a fermentação natural. Após o processo de fermentação que durou 24 horas, o café despulpado foi levado ao terreiro de secagem.

### **3.2.4 Café desmucilado**

A quarta parte do café colhido, lavado, separado e descascado, da mesma forma citada para os outros processamentos, foi desmucilada em um desmucilador da marca Pinhalense. Em seguida o café foi transportado para o terreiro de secagem.

## **3.3 Secagem**

Para a secagem dos cafés originados dos 4 tipos de processamento, utilizou-se terreiro de concreto. As 3 repetições de cada processamento foram distribuídas aleatoriamente no terreiro, por sorteio, dispostas em camadas finas, de aproximadamente 2 a 3 cm. O café foi revolvido 7 vezes ao dia no sentido da sombra, sendo amontoado à tarde a partir da meia seca, e coberto com lona plástica; os procedimentos de manejo do café no terreiro foram iguais para todos os processamentos.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas durante todo o período de secagem, usando-se um termohigrógrafo instalado a 1 metro da superfície do terreno.

### **3.4 Coleta das amostras**

As amostras foram coletadas aleatoriamente, em vários pontos de cada uma das unidades experimentais. As coletas foram realizadas no 1º, 2º, 3º, 4º, 6º, 8º, 9º, 11º dias de secagem, e o material coletado foi colocado em um recipiente hermeticamente fechado. A cada coleta, determinou-se o teor de água das amostras.

### **3.5 Preparo das amostras**

Com o objetivo de facilitar a retirada do pergaminho do grão, dificultada pela presença da polpa e mucilagem, que o tornava escorregadio, as amostras de todos os tratamentos foram levemente friccionadas sobre uma peneira com serragem fina. Após essa operação, as amostras foram lavadas e colocadas em uma estufa ventilada com temperatura de 30 °C durante 150min, para secagem superficial. .

As amostras destinadas às análises químicas foram congeladas em nitrogênio líquido, devidamente acondicionadas em embalagens duplas de polietileno, e colocadas em freezer a -18°C. Parte dos grãos provenientes do último dia de coleta foi separada para realização das avaliações físicas, sensoriais e análises de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, cafeína e polifenóis. Para as demais avaliações, as amostras congeladas foram moídas utilizando-se nitrogênio líquido em moinho de bola.

### **3.6 Análises durante a secagem**

#### **3.6.1 Teor de água**

O teor de água foi determinado pelo método padrão de estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 h, segundo Brasil (1992). O teor de água foi determinado logo após a colheita e durante o período de secagem em terreiro. Os resultados foram expressos em porcentagem.

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

X Foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em porcentagem na matéria seca.

#### **3.6.3 Acidez titulável total e pH**

X A acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N de acordo com técnica descrita pela AOAC (1990) e expressa em mL de NaOH 0,1 N por 100 gramas de amostra. A partir do mesmo extrato o pH foi medido utilizando-se peagâmetro marca DIGIMED-DMPH-2.

#### **3.6.4 Sólidos solúveis totais**

X Determinados em refratômetro de bancada Abbe modelo 2 WAJ, conforme normas da AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem na matéria seca.

### **3.7 Avaliações nos grãos beneficiados após a secagem**

#### **3.7.1 Condutividade elétrica**

OK Foi determinada segundo metodologia proposta por Prete (1992). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$ .

### **3.7.2 Lixiviação de íons potássio**

\* A determinação da quantidade de potássio lixiviado foi realizada em fotômetro de chama Digimed NK- 2002 após 3,5 horas de embebição dos grãos, segundo metodologia proposta por Prete (1992). Os resultados foram expressos em ppm.

### **3.7.3 Polifenóis**

\* A extração procedeu-se conforme o método de Goldstein & Swain (1963) utilizando metanol (80%) como extrator e os polifenóis identificados pelo método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem na matéria seca.

### **3.7.4 Cafeína**

Determinada segundo método colorimétrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem na matéria seca.

### **3.7.5 Determinação de defeitos**

Apenas os defeitos intrínsecos do café (preto, ardido, verde, chocho, mal granado, concha e brocado) foram considerados em uma amostra de 300 g. A avaliação foi realizada nas três repetições e os dados expressos em número de defeitos.

### **3.7.6 Classificação por bebida**

A análise sensorial foi realizada no Sindicafé - MG (Sindicato da Indústria de Café de Minas Gerais). O provador credenciado, que desconhecia a procedência das amostras, realizou a degustação de 5 xícaras da infusão por

repetição, preparadas a partir de 10 g gramas de pó de café, em torração clara, para 100 mL de água.

### **3.8 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento utilizado foi o fatorial inteiramente casualizado (DIC) com 4 tipos de processamento, 7 épocas de coleta em 3 repetições.

Os dados foram avaliados pelo software SISVAR, sendo submetidos ao Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Teor de água

A variação do teor de água, dos cafés submetidos aos quatro tipos de processamento, durante a secagem encontra-se apresentada na Figura 1.

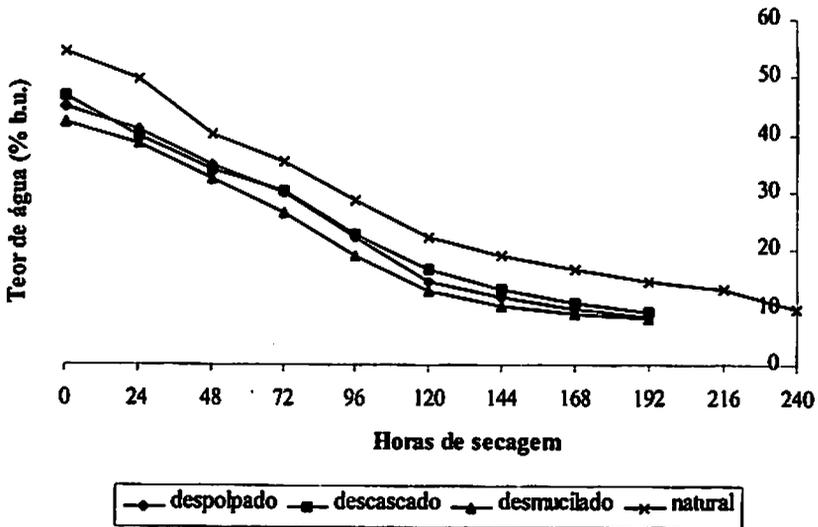


FIGURA 1 Variações no teor de água (% b.u.) dos cafés provenientes de quatro tipos de processamento, durante a secagem.

Pelos resultados pode-se observar que as umidades iniciais dos cafés despolpados, descascados e desmucilados eram menores e o tempo de secagem também foi menor, em relação ao café natural. Este comportamento pode ser atribuído à presença da casca, polpa e mucilagem, partes do fruto, que por conterem maior quantidade de água, demandam maior tempo e energia durante a

secagem, além de atuarem como uma barreira física para a saída de água dos grãos. Observa-se, para o café natural, um decréscimo na umidade em cerca de 50% após 96 horas de secagem.

Os cafés descascados desmucilados, apresentaram um comportamento semelhante durante todo o período de secagem.

Na Figura 2 são apresentadas as variações no teor de água das sementes sem o pergaminho dos cafés submetidos aos quatro tipos de processamento.

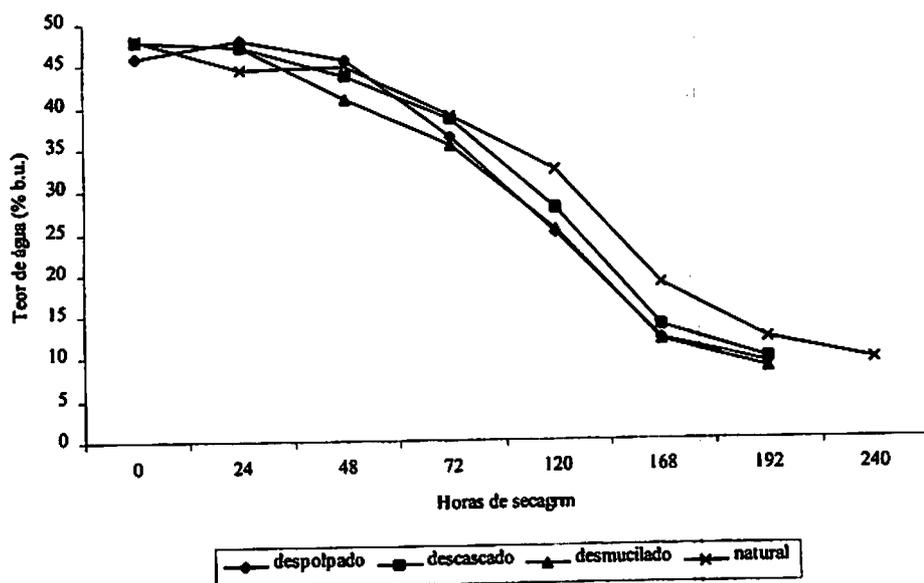


FIGURA 2 - Variações no teor de água (% b.u.) de quatro tipos de processamento nas coletas realizadas, sem pergaminho e casca durante a secagem.

É possível observar nas primeiras 72 horas de secagem, que embora ocorra redução no teor de água, os quatro tratamentos não apresentaram

diferenças entre si, ao contrário do que foi observado na Figura 1. Se por um lado, na Figura anterior, a umidade foi determinada com o café na sua forma original proveniente do terreiro durante a secagem, os valores apresentados na Figura 2 referem-se apenas à umidade da semente. Ressalta-se então, que apesar dos cafés descascado, desmucilado e despulpado não apresentarem a casca, polpa e mucilagem ou parte desses, apresentam as mesmas condições de hidratação para possíveis reações químicas ou atividade microbiológica comparativamente ao café natural. Após este período, o conteúdo de água das sementes dos cafés descascado, desmucilado e despulpado reduz rapidamente atingindo a meia seca após 120 horas de secagem enquanto as sementes do café natural permaneceram úmidas por um período mais longo.

Quando os frutos de café são secos sob as mesmas condições, seja com a casca, ou sem ela, a desidratação não é homogênea em relação à perda de água ou a uma mesma proporção de tempo de exposição (Camargo & Telles Jr, 1953). Os autores afirmam ainda que mesmo em uma secagem com movimentação dos frutos, nem todos se encontrarão sujeitos às mesmas condições. Alguns deles são expostos, com menor intensidade, à ação dos fatores relacionados à secagem que outros, bem como podem oferecer intensidades diferentes de resistência à desidratação, ou seja, à evaporação de sua própria água. Além disso, estas diferenças também podem ocorrer pela presença ou não de determinados componentes anatômicos em frutos de café provenientes de diferentes formas de processamento que irão interferir nas trocas de energia e massa que ocorra durante a secagem. Por esta razão é possível explicar o maior período de secagem que o café natural necessitou para atingir o mesmo teor de água dos cafés descascado, desmucilado e despulpado.

## 4.2 Açúcares totais

Os valores médios do teor de açúcares totais encontram-se apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Resumo da análise de variância para açúcares totais (% MS) em cafés arábicas submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	2,344895**
Tempo de secagem	6	15,256509**
Processamento x Tempo	18	1,760857**
Erro	140	0,444145
C.V.	-	7,70

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Observa-se que a interação tipo de processamento e tempo de secagem foi significativa a 1% de probabilidade de ( $P < 0,01$ )

Esta interação pode ser observada na Tabela 2 e na Figura 3. Verifica-se que a variação dos teores de açúcar total depende do tipo de processamento do café. Considerando que o café natural apresentou as menores alterações nos teores destes compostos, é provável que a retirada de partes do fruto, com o processamento mecânico, cause uma desestabilização até aproximadamente 72 horas de secagem, período a partir do qual os valores dos açúcares se igualam para todos os cafés.

O estudo dos teores de açúcares ao longo da secagem para cada tipo de processamento revela variações nos teores de açúcares, nas primeiras 72 horas de secagem.

**TABELA 2** Valores médios dos açúcares totais (%MS) de grãos de diferentes tipos de café em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

<b>Tempo de secagem (horas)</b>	<b>Despolpado</b>		<b>Descascado</b>		<b>Desmucilado</b>		<b>Natural</b>	
0	8,60	a B	9,25	ab AB	9,57	a AB	9,65	a A
24	9,40	a A	9,47	a A	9,87	a A	9,60	a A
48	8,84	a A	9,20	ab A	7,49	bc B	8,52	a A
72	6,90	b B	8,32	bc A	6,59	c B	8,74	a A
120	7,41	b A	7,60	c A	7,86	b A	7,30	b A
168	8,57	a A	8,62	abc A	9,02	a A	9,38	a A
192	8,99	a A	9,27	ab A	9,24	a A	8,98	a A

**Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (tipo de processamento) e minúsculas nas colunas (tempo de secagem) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.**

Os cafés despolpados, descascados e desmucilados apresentaram uma redução nos teores de açúcares totais na amostragem correspondente às 72 horas, e o café natural no tempo equivalente á 120 horas. A partir das 168 horas de secagem, todos os teores de açúcares se igualam.

Os teores de açúcares totais citados pela literatura encontram-se na faixa de 5 a 10%, para o café arábica. Os resultados do presente trabalho encontram-se equivalentes ao obtidos por Lopes (2000), na avaliação de grãos de diferentes cultivares de café arábica.

Pinto (2002), avaliando bebidas de café estritamente mole, mole e apenas mole, encontrou valores de açúcares totais de 8,37, 8,62 e 8,34% respectivamente. Pereira et al. (2001), avaliando diferentes tipos de processamento para cafés da cultivar Acaia (cereja descascado desmucilado,

café cereja, café bóia e semi desmucilado), observaram que os valores de açúcares totais não diferenciaram estatisticamente entre si, situando-se na faixa de 7,28 a 8,44%. Entretanto, nenhum trabalho relatou variações destes açúcares ao longo da secagem.

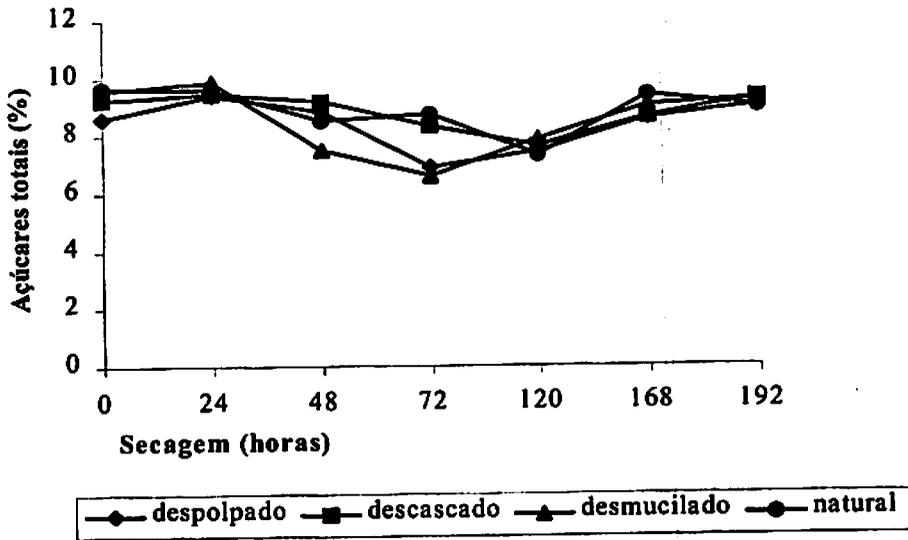


FIGURA 3 - Teores dos açúcares totais (% MS) de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Pode-se destacar com base nos resultados, mais uma vez, a importância da demanda de cuidados especiais durante as primeiras 120 horas de secagem, nas condições deste trabalho pois devido ao alto teor de umidade das sementes, existem condições propícias para a ocorrência de eventos bioquímicos capazes de alterar a composição química do café, alterando a sua qualidade final.

O processamento é uma alternativa muito prática para a separação dos frutos cerejas dos demais, dado o fato da necessidade da maturação para que o descascamento possa ser realizado. Pimenta (1995) afirma que os valores mais elevados de açúcares podem estar relacionados com a presença de uma maior quantidade de frutos nos estádios cereja e seco/passa, representando um potencial de melhor qualidade para o café. É possível, a partir destas afirmações supor que a ausência de diferenças ente os tratamentos deveu-se ao fato de todos os frutos utilizados encontrarem-se no estádio cereja.

Em trabalhos realizados por Pereira et al. (2000), o café cereja descascado seco, apresentou os maiores teores de açúcares totais em relação aos cafés que não passaram por nenhum tipo de processamento. Estes resultados evidenciam a vantagem do processamento em relação aos métodos tradicionais de preparo do café, quando frutos heterogêneos e com todas as suas partes são levados à secagem.

#### **4.3 Açúcares Redutores**

Os resultados da análise de variância dos valores médios do teor de açúcares redutores (% MS) para os quatro tipos de processamento do café e os diferentes tempos de secagem encontram-se apresentados na Tabela 3. Observa-se que a interação entre os tipos de processamento e época de coleta foi significativa ao nível de 1% probabilidade.

TABELA 3 Resumo da análise de variância para os teores de açúcares redutores em café arábica submetido a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	6,246926**
Tempo de secagem	6	0,369638**
Processamento x tempo	18	0,167576**
Erro	140	0,012644
C.V.	---	13,99

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Analisando os resultados, apresentados na Tabela 4 e na Figura 4, observa-se que na amostragem realizada imediatamente após o preparo dos cafés, o café despulpado, apresentou o menor valor para os açúcares redutores. Este resultado pode estar diretamente relacionado ao processo de eliminação da mucilagem, pelo qual passou este café, quando parte dos açúcares redutores deve ter sido utilizada também como substrato na fermentação, uma vez que a origem de todo o café utilizado na experimentação é a mesma, não havendo diferenças iniciais na composição química. Outra possibilidade a ser investigada é a translocação destes açúcares, representados principalmente pela glicose, para o meio de fermentação. Os demais tratamentos não diferiram entre si.

No decorrer da secagem, o café despulpado tendeu a ter valores semelhantes, enquanto o café natural manteve os teores mais elevados. Os cafés descascados e desmucilados mantiveram valores intermediários entre os outros dois tratamentos.

TABELA 4 Valores médios de açúcares redutores (% MS) de grãos de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Tempo de secagem (horas)	Despolpado	Descascado	Desmucilado	Natural
0	0,47 ab B	0,92 ab A	0,82 a A	0,97 d A
24	0,56 a D	1,00 a B	0,78 a C	1,29 bc A
48	0,40 ab C	0,76 bc B	0,66 a B	1,69 a A
72	0,37 ab C	0,78 b B	0,64 ab B	1,34 b A
120	0,43 ab C	0,81 b B	0,77 a B	1,73 a A
168	0,41 ab B	0,57 cd B	0,44 c B	1,45 b A
192	0,30 b C	0,47 d BC	0,45 bc B	1,10 cd A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (tipo de processamento) e minúsculas nas colunas (tempo de secagem) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise da interação tempo de secagem dentro de cada tipo de processamento, permitiu detectar algumas diferenças no comportamento dos diferentes cafés a cada amostragem. No café despolpado, as diferenças observadas corresponderam apenas às primeiras 24 horas e as horas finais de secagem, que tiveram o maior e o menor valor, respectivamente. Apesar destas variações pode-se dizer que o teor de açúcares redutores não variou ao longo da secagem no café despolpado. Já nos cafés descascados e desmucilados observou-se uma redução significativa entre os valores iniciais e finais no teor desses açúcares. O café natural inicialmente apresentou os maiores teores, havendo ao longo do processo de secagem um incremento nestes açúcares. É possível que tenha ocorrido uma translocação de açúcares da mucilagem para o interior do grão.

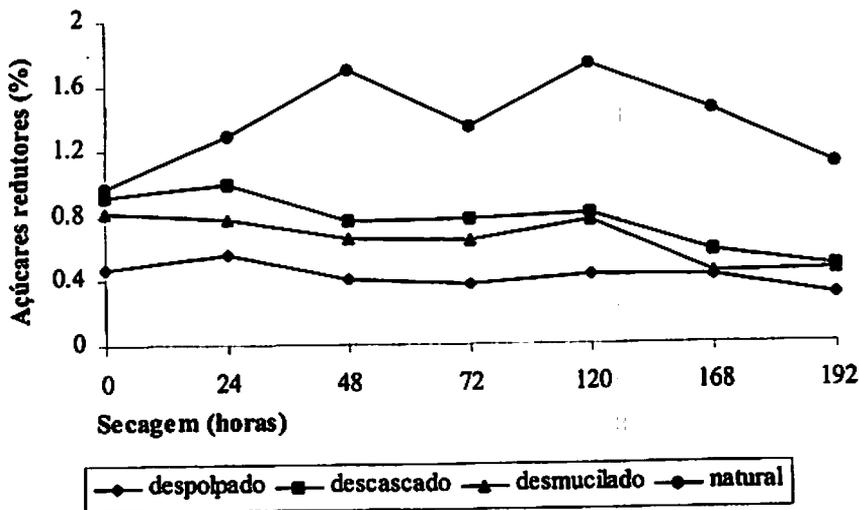


FIGURA 4 - Teores dos açúcares redutores (% MS) de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Diversos fatores estão relacionados com o teor destes açúcares nos grãos de café. Chagas (1994), atribuiu o reduzido valor destes açúcares às condições adversas, como injúrias mecânicas, infecções microbianas e conseqüentes processos fermentativos, sofridos pelo fruto, considerando que a maior quantidade desses açúcares é encontrada na mucilagem e constitui-se de substratos para fermentação e desenvolvimento de fungos.

O teor médio de açúcares redutores obtidos em cafés cereja foi de 0,5%, em trabalho que avaliou diferenças com relação ao estágio de maturação, realizado por Pimenta (1995). O autor atribuiu ao processo de intensificação da maturação o aumento no teor destes constituintes.

Em grãos da cultivar Rubi (*Coffea arabica* L.) obtidos pela mistura de frutos, Lopes (2000) encontrou teores de 0,88 (%MS), valores inferiores ao café natural do presente trabalho. Estas diferenças comprovam, mais uma vez a importância do grau de maturação dos frutos na obtenção de uma composição química mais equilibrada, capaz de atuar como precursora das substâncias desejáveis do sabor e do aroma.

#### 4.4 Açúcares não redutores

Pelos resultados apresentados na Tabela 5, fica evidenciada a interação significativa observada para os teores médios de açúcares não redutores (% MS), dos cafés provenientes dos quatro tipos de processamento, durante o processo de secagem.

**TABELA 5** Resumo das análises de variância para açúcares não redutores em café arábica submetido a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	2,209115**
Tempo de secagem	6	12,96160**
Processamento x tempo	18	1,327912**
Erro	140	0,367290
C.V.	—	8,07

**\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.**

Na avaliação dos teores médios dos açúcares não redutores, expressos na Tabela 6 e Figura 5, em relação ao tipo de processamento e tempo de secagem, afirma-se que as oscilações no teor de açúcares totais e não-redutores ocorreram em função das alterações nos açúcares redutores. Entretanto, nos açúcares redutores observa-se aumento dos teores para o café natural e redução para os demais tipos de café.

TABELA 6 Valores médios de açúcares não redutores (% MS) em grãos de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Tempo de secagem (horas)	Despolpado	Descascado	Desmucilado	Natural
0	7,72 a A	7,91 ab A	8,30 a A	8,24 a A
24	8,39 a A	8,01 ab A	8,63 a A	7,89 ab A
48	8,02 a A	8,02 ab A	6,48 b B	6,48 cd B
72	6,58 b A	7,16 bc A	6,39 b A	7,02 bc A
120	6,63 b A	6,45 c A	6,73 b A	5,47 d B
168	7,75 a A	7,64 ab A	8,14 a A	7,53 ab A
192	8,25 a A	8,35 a A	8,35 a A	7,49 abc A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (tipo de processamento) e minúsculas nas colunas (tempo de secagem) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os valores médios de açúcares não redutores são concordantes com aqueles obtidos em outras pesquisas realizadas em cafés da mesma região. Barrios Barrios (2000), estudando cafés beneficiados de 25 propriedades da região do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais, encontrou valores de açúcares não redutores entre 8,63 e 10,12% para diferentes bebidas. Vários fatores estão

relacionados com os teores destes constituintes, como o local de cultivo (Leite, 1991; Chagas, 1994), estágios de maturação (Pimenta 1995), tipos de cultivares (Lopes, 2000), a presença de defeitos (Pereira, 1997; Coelho, 2000) e o tipo de colheita (Carvalho Júnior, 2002).

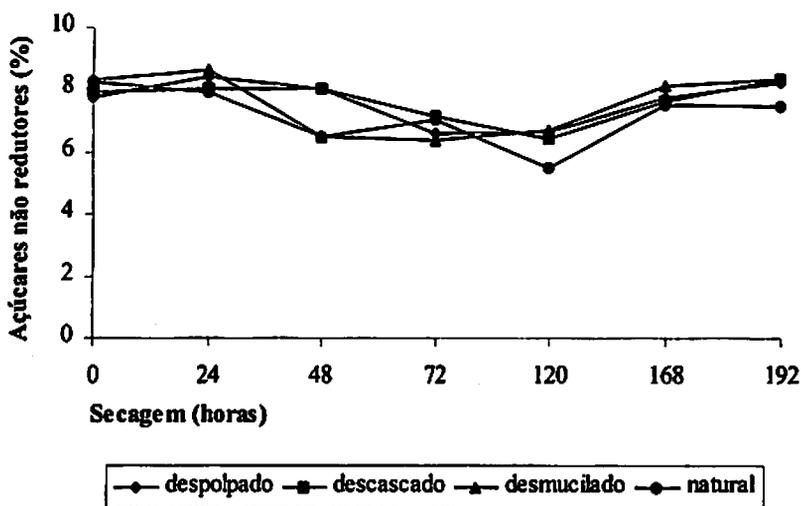


FIGURA 5 Teores dos açúcares não redutores (% MS) de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

#### 4.5 pH

A análise de variância dos valores médios do pH dos cafés submetidos aos quatro tipos de processamento e amostrados em sete épocas durante o processo de secagem, está apresentada na Tabela 7. Observa-se que a interação entre os tipos de processamento e os tempos de secagem foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 7 Resumo da análise de variância do pH de cafés arábica submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	0,029322**
Tempo de secagem	6	0,446861**
Processamento x tempo	18	0,019831**
Erro	140	0,001955
C.V.	-	0,73

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Os resultados desta avaliação encontram-se apresentados na Tabela 8 e Figura 6. Logo após o processamento, no intervalo de tempo de 0 a 24 horas de secagem, o café natural apresentou valor significativamente ( $P < 0,01$ ) maior do que os demais tipos de café.

Com a evolução do tempo de secagem, observou-se que os valores do pH dos diferentes processamentos variaram, porém no final do processo de secagem houve uma igualdade para todos.

TABELA 8 Valores médios do pH de grãos de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Tempo de secagem (horas)	Despolpado		Descascado		Desmucilado		Natural	
0	6,13	b B	6,18	a B	6,14	a B	6,27	a A
24	6,09	b B	6,09	b B	6,07	ab B	6,15	b A
48	6,21	a A	6,16	a AB	6,12	a B	6,13	b B
72	6,25	a A	6,11	ab B	6,00	b C	6,04	c C
120	5,91	c B	5,88	c B	5,87	c B	6,02	c A
168	5,85	c A	5,85	c A	5,89	c A	5,91	d A
192	5,87	c A	5,85	c A	5,87	c A	5,86	d A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (tipo de processamento) e minúsculas nas colunas (tempo de secagem) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estudando os valores de pH durante a secagem dentro de cada processamento, observa-se que os valores variaram de forma diferente para cada tipo de processamento. Logo após o preparo, o café despolpado apresentou o menor valor do pH, fato que pode estar relacionado ao processo de fermentação ao qual foi submetido. Os valores de pH encontrados no presente trabalho estão de acordo com os dados obtidos por Lopes (2000), para a cultivar Rubi, que demonstrou uma tendência em apresentar os menores valores para o pH quando comparados às demais cultivares.

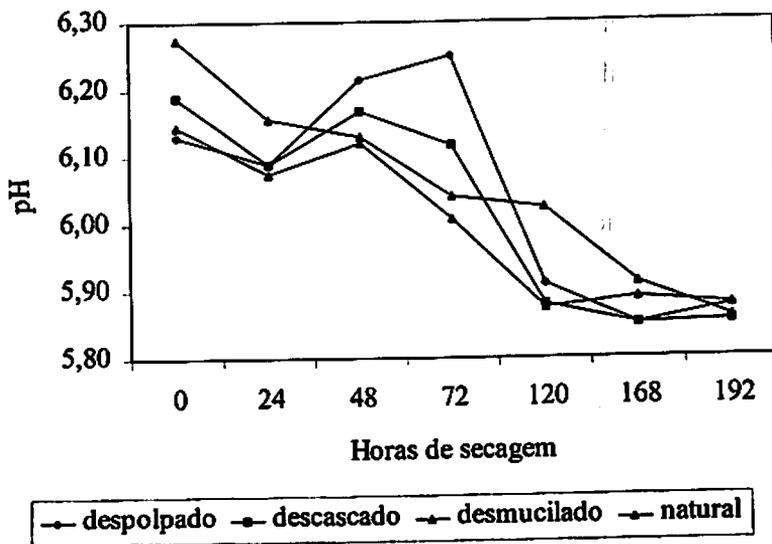


FIGURA 6 - Comportamento do pH de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Cafés classificados como de bebida estritamente mole, em trabalhos realizados por Pereira (1997) e Coelho (2000) tiveram valores médios de 5,93 para o pH. Na avaliação de amostras provenientes de municípios localizados em diferentes regiões do estado, Chagas (1996) encontrou o valor médio para pH de 5,5, sem existirem diferenças significativas entre as amostras. Barrios Barrios (2001), avaliando cafés de 25 propriedades da Região do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais, observou não existirem diferenças para o valor do pH destes cafés, estando os valores situados entre 5,66 a 6,02.

#### 4.6 Acidez total titulável

Na Tabela 9 encontram-se apresentados os resultados da análise de variância da acidez total titulável dos cafés obtidos a partir de quatro tipos de processamento, avaliados em diferentes tempos de secagem. O efeito da interação entre os tipos de processamento e época de coleta foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 9 Resumo da análise de variância para acidez total titulável em cafés arábica submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	413,538129**
Tempo de secagem	6	3503,603723**
Processamento x tempo	18	118,698742**
Erro	140	33,191557
C.V.	-	4,11

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Os resultados da interação entre os diferentes tipos de processamento em relação ao tempo de secagem, encontram-se apresentados na Tabela 10 e Figura 7.

Logo após o processamento, os valores médios da acidez titulável total não diferiram entre si. Após as primeiras 24 horas de secagem, o café natural apresentou acidez significativamente ( $P < 0,01$ ) maior do que o despulpado. Na

amostragem realizada nos cafés com 72 horas de secagem, não foi observada nenhuma diferença estatística.

TABELA 10 Valores médios de acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/100g) de grãos de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Tempo de secagem (Horas)	Despolpado	Descascado	Desmucilado	Natural
0	139,01 bc A	143,93 b A	144,00 b A	144,20 bc A
24	144,30 b A	142,21 bc AB	142,24 bc AB	135,14 c B
44	137,90 bc A	133,14 c AB	126,95 d B	135,98 c A
72	117,87 d A	122,07 d A	116,07 e A	123,24 d A
120	133,40 c B	138,74 bc B	133,88 cd B	147,81 b A
168	142,25 bc B	144,79 b B	141,69 bc B	153,80 b A
192	155,76 a B	156,97 a B	154,97 a B	170,60 a A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (tipo de processamento) e minúsculas nas colunas (tempo de secagem) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar de não ter sido observado um padrão nas variações no valor de acidez titulável, ao longo da secagem, verifica-se, em todos os cafés, uma redução significativa ( $P < 0,01$ ) até as 72 horas seguido de uma elevação também significativa ( $P < 0,01$ ) até o final da secagem. Após a secagem, o café natural apresentou o valor de acidez titulável total significativamente ( $P < 0,01$ ) maior do que os demais tipos de café.

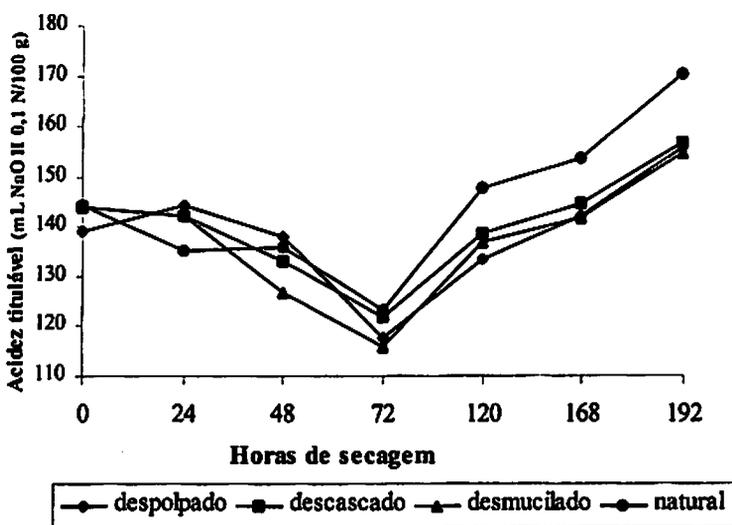


FIGURA 7 Valores da acidez titulável total (mL de NaOH 0,1 N) de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Estes resultados, considerando as características dos processamentos propostos neste trabalho, podem ser consequência da presença da mucilagem, polpa e casca nestes cafés. A elevação da temperatura durante a secagem e a presença de açúcares nestas partes do fruto podem ter originado fermentações que elevaram a acidez deste café.

A presença de altos teores de açúcares nos frutos cereja e seco/passa ocasiona a fermentação da mucilagem durante a secagem, causando um aumento da acidez conforme verificado por Pimenta (1995). Leite (1991) observou haver um decréscimo na acidez quando o despulpamento é realizado, em comparação ao café natural. O autor indica que a presença da mucilagem proporciona

fermentações com produção de ácidos. Carvalho et al. (1994) atribuem maiores valores para a acidez como sendo indicativo de cafés com menor qualidade.

Em estudo realizado em grãos provenientes da mistura de frutos, Lopes (2000) observou não haver diferenças entre as cultivares avaliadas para o teor de acidez. Os resultados obtidos pelo autor são mais elevados que os do presente trabalho e podem estar associados a falta de homogeneidade dos frutos como causa do aumento da acidez.

O estudo da interação do tempo de secagem dentro de cada tipo de processamento, permitiu observar que na amostragem correspondente a 72 horas de secagem os valores da acidez em todos os tratamentos são os menores. No final da secagem a acidez era a maior para todos os cafés.

Associando-se a redução do pH com o aumento da acidez, e vice-versa, observa-se que os cafés despulpados, desmucilados e descascados, tornam-se mais ácidos a partir das 120 horas de secagem, enquanto que para o café natural este evento ocorre a partir das 168 horas de secagem.

#### **4.7 Sólidos solúveis totais**

A partir da Tabela 11 é possível observar os resultados da análise de variância dos valores de sólidos solúveis para cafés processados e submetidos a diferentes tempos de secagem sendo possível observar o efeito significativo da interação entre os dois fatores.

**TABELA 11** Resumo da análise de variância para os teores de sólidos solúveis total, em café submetido a quatro tipos de processamento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Quadrados médios e significâncias</b>
Tipos de processamento	3	67,997881**
Tempo de secagem	6	311,70281**
Processamento x Tempo	18	26,472208**
Erro	140	13,123889
C.V.	—	9,81

**\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.**

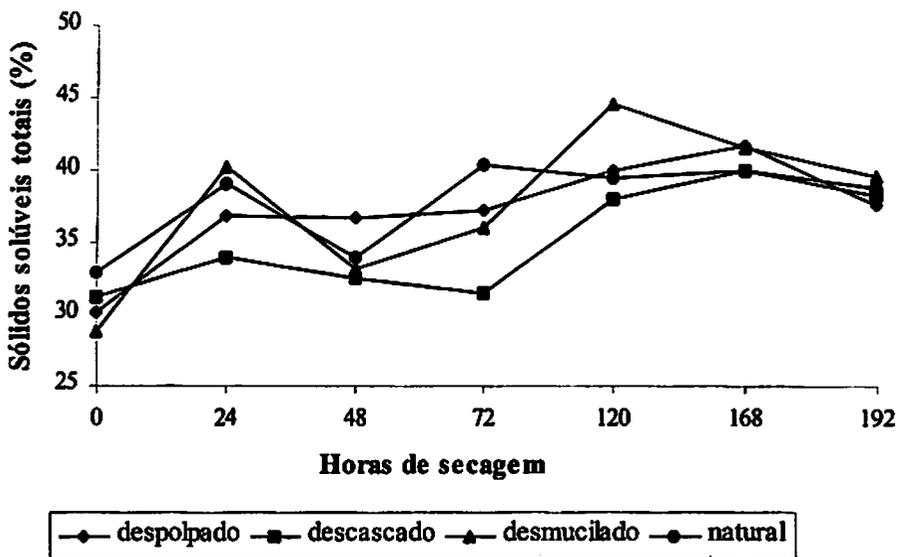
A análise dos resultados apresentados na Tabela 12 e Figura 8 , quando se considera a influência dos tratamentos em relação ao tempo de secagem, mostra que após o processamento, os cafés não diferem entre si quanto aos teores dos sólidos solúveis. Variações nos teores de sólidos solúveis ocorreram durante amostragem correspondente a 24,72 e 120 horas de secagem, quando apenas os cafés descascados e desmucilados apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre si, sem existirem diferenças significativas desses tratamentos em relação aos demais. Nas amostragens finais, equivalentes ao término da secagem, não foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos. Apesar de terem sido observadas diferenças significativa snão se pode afirmar que o tipo de processamento afeta o teor de sólidos solúveis totais.

TABELA 12 Valores médios dos sólidos solúveis totais (% MS) em grãos de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001

Tempo de secagem (horas)	Despulpado		Descascado		Desmucilado		Natural	
0	30,12	b A	31,18	c A	28,79	d A	32,86	c A
24	36,87	a AB	33,96	abc B	40,31	ab A	39,02	abc AB
48	36,77	a A	32,50	bc A	33,12	cd A	33,96	bc A
72	37,25	a A	31,44	c B	36,11	bc AB	40,42	a A
120	39,95	a AB	38,09	c B	44,62	a A	39,42	ab AB
169	41,70	a A	40,06	a A	41,54	ab A	39,95	ab A
192	37,57	a A	38,31	ab A	39,65	a A	39,65	abc A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (tempo de secagem) e minúsculas nas colunas (tipo de processamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à variação dos teores de sólidos solúveis dentro de cada processamento, em função do tempo de secagem, foram observadas variações significativas ( $P < 0,01$ ) sem, no entanto, ser possível observar um padrão constante e coerente que explique tais variações. Entretanto, em todos os tipos de café observou-se um aumento significativo ( $< 0,01$ ) no teor de sólidos solúveis totais ao final da secagem. Esta variável tende a apresentar um resultado que condiz com a remoção de água do fruto, considerando que a fração de sólidos solúveis é representada por açúcares, carboidratos, ácidos voláteis e compostos nitrogenados que se encontram solubilizados na água do grão (Sivetz, 1963).



**FIGURA 8** Teores de sólidos solúveis totais (% MS) de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Os valores obtidos no presente trabalho são superiores aos encontrados por Barrios Barrios (2001), em cafés de 25 propriedades da Região Alto Rio Grande, no Sul de Minas, cujos valores interpõem-se entre 28,80 e 29,44%. Os cafés estudados pelo autor eram provenientes da mistura de frutos e não foram considerados os tipos de processamento realizados, fatores que podem ser apontados como responsáveis por essas diferenças. Os valores apresentados por Lopes (2000) para a cultivar Rubi, são menores que os obtidos neste trabalho para essa mesma cultivar. A mistura de frutos utilizada pelo autor pode ser a causa dessas diferenças.

Os valores mais condizentes com este trabalho foram observados por Pinto (2001) na avaliação de diferentes padrões de bebida.

A relevância em estudar o comportamento desses constituintes diz respeito à sua relação com o corpo da bebida. Quanto maior a presença desses sólidos, maior é o corpo da bebida e o rendimento industrial na obtenção de cafés solúveis.

#### 4.8 Condutividade elétrica

As diferenças observadas entre os tratamentos, para a medida da condutividade elétrica do exsudado de grãos de diferentes tipos café estão apresentadas na Tabela 13.

TABELA 13 - Resumo da análise de variância para a condutividade elétrica dos cafés submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	735,315838**
Erro	20	67,547044
C.V.	—	6,58

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Os resultados da Tabela 14 demonstram haver semelhanças entre os processamentos natural e o desmucilado e diferenças destes em relação ao despulpado. Os valores obtidos para o café descascado equivalem estatisticamente aos dos cafés desmucilado e despulpado. Considerando que o teste de condutividade proposto por Prete (1992), relaciona-se diretamente com os danos das membranas celulares, causados pelas injúrias mecânicas, pode-se deduzir que a presença da mucilagem ou a sua retirada de forma mecânica, são capazes de causar alterações nas membranas celulares. Os resultados indicam ser

o despulpamento, com retirada da mucilagem por fermentação natural, o método que menos prejudica a integridade das membranas celulares.

TABELA 14 Valores médios da condutividade elétrica ( $\text{mS}/\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ) de grãos de cafés submetidos a diferentes tipos de processamento. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Tratamentos	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
Despulpado	111,82	c
Descascado	122,39	bc
Desmucilado	127,28	ab
Natural	138,49	a

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

O preparo do café despulpado segundo Prete (1992), proporcionou a obtenção de cafés de melhor qualidade e também menores valores para a condutividade elétrica quando comparados aos cafés não processados. O autor aponta uma relação inversa entre padrão de bebida e a condutividade elétrica, considerando que quanto melhor for a qualidade da bebida, menores serão os valores de condutividade elétrica dos exsudados de grãos crus de café. O valor encontrado para o café natural do presente trabalho está de acordo com o citado por Lopes (2000), o qual, na avaliação de grãos da mistura de frutos da cultivar Rubi, encontrou valores médios de condutividade elétrica de  $137,58 \mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ .

#### 4.9 Lixiviação de íons potássio

O resumo da análise de variância dos valores médios de lixiviação de potássio para os cafés submetidos aos quatro tipos de processamento está apresentado na Tabela 15.

TABELA 15 - Resumo da análise de variância para a lixiviação de íons potássio dos cafés submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	0,177045**
Erro	20	0,203876
C.V.	—	5,99

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Os valores médios obtidos para a lixiviação de potássio, dos cafés processados de formas diferentes estão apresentados na Tabela 16. A análise estatística dos resultados permitiu observar diferenças existentes entre os tipos de processamento em relação ao teor de potássio lixiviado nos grãos.

A condutividade elétrica é uma variável que apresenta uma relação direta com a lixiviação de potássio, pois quando ocorrem injúrias no grão de café, os íons potássio são os mais lixiviados para o exterior das células. Assim, pelos resultados obtidos comprova-se esta analogia, quando o comportamento dos processamentos foi semelhante ao que ocorreu com o teste da condutividade elétrica.

TABELA 16 Teores médios de lixiviação de potássio ( $\text{ppm}^{-1}$ ) em cafés arábica submetidos a quatro tipos de processamento. Lavras-MG, UFLA, 2001.

Processamento	Lixiviação de potássio ( $\text{ppm}^{-1}$ )
Despolpado	45,14 c
Descascado	50,23 bc
Desmucilado	51,01 b
Natural	56,01 a

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

#### 4.10 Polifenóis

Na Tabela 17 encontra-se o resumo de análise da variância dos teores médios de polifenóis para os cafés processados.

TABELA 17 Resumo da análise de variância para os teores de polifenóis dos café submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	0,177045 <sup>NS</sup>
Erro	20	0,203876
C.V.	---	5,99

NS = não significativo, pelo teste de F.

Os resultados expressos na Tabela 18, demonstram a ausência de diferenças entre os tratamentos para os teores de polifenóis avaliados, no final do processo de secagem.

A ordem de grandeza dos dados observada é concordante aos encontrados por Pinto (2002) em trabalhos nos quais avaliou diferentes padrões de bebida, tendo obtido valores para os polifenóis na faixa de 6,65 a 7,08%. Os cafés arábica da região Sul de Minas Gerais, investigados por Barrios Barrios (2001), apresentaram teores entre 6,32 a 7,73%, limite no qual se enquadraram os valores determinados neste trabalho. Na avaliação de cafés classificados como de bebida mole, apenas mole e dura, Chagas (1994) observou valores para os polifenóis entre 7,0 a 7,7%, sem ter sido constatada a existência de diferenças estatísticas entre os valores.

**TABELA 18** Teores médios de polifenóis (% MS) em cafés arábica submetidos a quatro tipos de processamento. Lavras-MG, UFLA, 2001.

<b>Processamento</b>	<b>Polifenóis</b>
Despolpado	7,31 a
Descascado	7,54 a
Desmucilado	7,55 a
Natural	7,73 a

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

Hipóteses têm sido defendidas a cerca da influência da maior concentração dos polifenóis e da qualidade da bebida. Esses compostos são substâncias que desempenham um papel de defesa contra as injúrias causadas

por microorganismos, conforme Amorim (1978). Relações têm sido feitas à maior presença desses compostos, como elevadas proporções de frutos verdes (Carvalho et al., 1989; Pimenta, 1995; Pimenta, 2001) e a presença de defeitos (Pereira, 1997; Coelho, 2000).

#### 4.11 Cafeína

Na Tabela 19, é apresentado o resumo da análise de variância para os valores de médios de cafeína dos diferentes cafés, na Tabela 20 pode se observar que não foram encontradas diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os valores médios de cafeína entre os tipos de processamento.

**TABELA 19** Resumo das análises de variância para os teores de cafeína dos cafés submetidos a quatro tipos de processamento.

F.V.	G.L.	Quadrados médios e significâncias
Tipos de processamento	3	0,003082 <sup>NS</sup>
Erro	20	0,005248
C.V.	---	7,80

<sup>NS</sup> não significativo, pelo teste de F.

Os teores médios de cafeína obtidos no presente trabalho estão de acordo com a faixa de valores estabelecida por Clifford (1975), que é de 0,6 a 1,5% para a espécie arábica. Entre diferentes cultivares de café avaliado por Lopes (2000), a cultivar Rubi destacou-se com os teores mais elevados que foi de 1,14 (% MS). Pimenta (1995) determinou os valores de cafeína para frutos verde, verde cana, cereja e seco passa, como sendo de 1,53%, 1,34%, 1,18% e 1,36%

respectivamente, no qual destaca a presença dos menores teores em frutos cereja.

**TABELA 20** Teores médios de cafeína (% MS) em cafés arábica submetidos a quatro tipos de processamento. Lavras-MG, UFLA, 2001.

<b>Processamento</b>	<b>Cafeína</b>
Despolpado	0,95 a
Descascado	0,90 a
Desmucilado	0,94 a
Natural	0,91 a

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

#### **4.12 Defeitos intrínsecos do grão de café**

Os principais defeitos com seus respectivos números, encontrados nos cafés do presente experimento, encontram-se expressos na Tabela 21.

Os defeitos mais observados e que contribuíram para a depreciação das amostras foram os verdes, ardidos, mal granados, conchas e brocados. Estes defeitos são de natureza intrínseca, ou seja, provém de grãos alterados por modificações de origem fisiológica ou genética e pela aplicação de processos agrícolas inadequados.

**TABELA 21** Número dos principais defeitos presentes em cafés beneficiados submetidos a quatro tipos de processamento, em três avaliações.

Tipo de Processamento	Defeitos					
	Preto	Verde	Ardido	Mal granado	Concha	Brocado
Despolpado	0/0/0	6/3/3	21/21/24	9/6/9	9/9/6	12/18/15
Descascado	0/0/0	6/3/6	24/30/24	6/6/6	12/6/9	15/12/12
Desmucilado	0/0/0	3/3/3	28/30/24	9/6/6	6/6/6	12/15/24
Natural	0/0/0	9/3/6	37/45/37	6/3/9	6/9/9	24/12/18

Na contagem desses defeitos, observou-se diferença entre os tratamentos, tendo o café natural se destacado com a maior quantidade dos defeitos verde, ardido e brocado. A origem dos grãos ardidos está relacionada a fermentações indesejáveis, à presença de frutos com diferenças no estágio de maturação, como os verdes e os grãos brocados. Como os frutos foram coletados em locais sob as mesmas condições, pode-se inferir que a opção pelo processamento mecânico, através do qual o fruto cereja é primeiramente descascado, é capaz de refazer a seleção desses frutos, favorecendo a eliminação daqueles que poderão originar tais defeitos.

A opção por qualquer tipo de processamento deverá ser acompanhada, obrigatoriamente, de cuidados específicos com o café durante o preparo e a secagem, para evitar que defeitos com origem nestas etapas possam ocorrer.

#### 4.13 Classificação pela bebida

Na Tabela 22 estão exibidos os resultados da classificação pela prova de xícara dos cafés despulpados, descascados, desmucilados e natural.

TABELA 22 Classificação pela prova de xícara, com três repetições, dos cafés arábica submetidos a quatro tipos de processamento.

Processamento	Prova de xícara
Despulpado	M/ M/ M
Descascado	M/ EM/ M
Desmucilado	M/ M/ M
Natural	D/ D/ D

**EM** Bebida estritamente mole    **M** Bebida Mole    **D** Bebida Dura

Os cafés despulpados, descascados e desmucilados foram enquadrados na mesma classe de bebida, embora em uma das três repetições o café descascado tenha obtido a máxima classificação. Considerando a hierarquia de atributos relacionada a esta classificação pode-se notar que o café natural enquadrou-se num padrão inferior aos demais, recebendo a denominação de bebida dura. Considerando-se que foram utilizados frutos cereja, é interessante ressaltar que os mesmos por serem secados com a casca, possibilitam a manutenção de teores mais elevados de água na polpa e no grão; este fator associado a condições de elevada umidade relativa do ar, principalmente, durante a noite podem ter propiciado a ocorrência de reações bioquímicas que originaram substâncias responsáveis pelas características deste tipo de bebida.

Em Camarões, Guyot et al. (1995), avaliaram cafés de 3 clones de robusta processados pelo método seco (sem lavar), por despulpamento com fermentação natural e artificial (com uso de enzimas) e procederam as avaliações organoléptica e química destes cafés. Ambos os métodos de despulpamento proporcionaram melhorias na qualidade da bebida, em relação ao método seco, atribuindo as diferenças às transformações químicas que ocorrem, durante a fermentação e secagem. Os autores relatam ainda que a análise multivariada dos dados indicou que o efeito de método de preparação é tão importante para o preparo dos cafés dos 3 clones quanto o efeito genético.

Vários motivos levam a considerar que o emprego dos processamentos apresentados neste trabalho, nas condições experimentais citadas, é capaz de prevenir a ocorrência de eventos bioquímicos causadores da depreciação da qualidade do café. Esta afirmação tornou-se evidenciada, quando cafés de mesma origem foram submetidos a tratamentos diferentes, e aquele que não foi processado, o chamado café natural, apresentou uma redução da qualidade sensorial e maior número de defeitos.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais nas quais foi realizado o presente trabalho, conclui-se que:

- ✓ Os cafés despulpados, descascados e desmucilados apresentam uma menor umidade inicial e menor tempo de secagem, em relação ao café natural, devido à ausência do pericarpo;
- ✓ Os métodos de processamento não influenciam significativamente a variável polifenóis e cafeína.
- ✓ Na avaliação da presença de defeitos intrínsecos do café, observou-se que o processamento favoreceu a eliminação de frutos com potencial de originarem defeitos considerados prejudiciais à qualidade da bebida, tendo sido encontrados em maior quantidade no café natural; os maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio foram também constatadas neste último;
- ✓ A avaliação da bebida permitiu observar uma superioridade na classificação dos cafés obtidos pelo processamento via úmida, em relação ao natural, cuja bebida foi valorizada como sendo dura nas três repetições realizadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AMORIM, H. V. **Relação entre alguns compostos orgânicos de grão do café verde com qualidade da bebida.** 1972. 136 p. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

AMORIM, H. V.; AMORIM, V. L. Coffee enzymes and coffee quality. In: ORY, R. L.; ANGELO, A. J. St. (Ed.). **Enzymes in food and beverage processing**, Washington: American Chemical Society, 1977. n. 47, p. 27-55.

AMORIM, H. V.; SILVA, D. M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. *Nature*, New York, v. 219, n. 27, p. 381-382, July 1968.

ANDREOLI, D. M. C. **Qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea canephora* cv Guarani) armazenadas com diferentes graus e umidade em dois tipos de embalagens após secagem natural e artificial.** 1992. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

ARUNGA, R. O. Coffee. In: ROSE, A. H. **Economic microbiology fermented foods.** New York: Academic Press, 1982. v. 7.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15. ed. Washington, 1990. 2v.

BARRIOS BARRIOS, B. E. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) da região Alto do Rio Grande - Sul de Minas Gerais.** 2001. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARTHOLO, G. F.; MAGALHÃES FILHO, A. A. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. **Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café.** *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1989.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. J. Cuidados na colheita e no preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma Agrária. **Regras para análise de semente**. Brasília: CLAV/DNDV/SAND/MA, 1992. 365 p.

CAFEICULTURA: A Revista do Cafeicultor, São Paulo, v. 1, p. 22, maio 2002.

CAMARGO, R.; TELLES Jr, A. Q. **O café do Brasil – sua aclimação e industrialização**, Rio de Janeiro, 1953. v. 2.

CARVALHO, A.; SONDAHL, M. R.; SLOMAN, C. Teor de Cafeína em seleções de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p. 111-113.

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

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

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

CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade do café**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação "Latu-Sensu" por Tutoria à Distância – Cafeicultura Empresarial: produtividade e qualidade.

**CARVALHO, V. D. de Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 73 p. (Curso de Especialização Pós-graduação “Latu Sensu”).

**CARVALHO JÚNIOR, C. Efeito de sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.).** 2002. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

**CHAGAS, S. J. de R.; CARVALHO, V. D.; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 8, p. 555-561, ago. 1996.**

**CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. de. Efeito de microrganismos na qualidade da bebida de café. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 21-26, 1997.**

**CLARKE, R. J.; MACRAE, R. Coffee chemistry.** London: Elsevier Appl. Science, 1985. v. 1.

**CLIFFORD, M. N. The composition of green and roast coffee beans. Process of Biochemistry, Oxford, v. 10, n. 2, p. 20-23, 1975.**

**CLIFFORD, M. N.; GRIFFITHS, T. I. Chemical and physical of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Ed.) Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage. London: Croomhelm, 1985. p. 305-359.**

**COELHO, K. F. Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos.** 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**CORTEZ, J. G. Aplicações da espectroscopia fotoacústica na determinação da qualidade do café. Cafeicultura Moderna, Campinas, v. 1, n. 2, p. 31-33, jul./ago. 1988.**

CORTEZ, J. G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo-Horizonte, v. 18, n. 187, p. 27-31, 1997.

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

DENTAN, E. The microscopic structure of the coffee bean. In: **Botany, biochemistry and production of bean and beverages**, London: Croon Helm, 1985.

ELIAS, L. G. Composición química de la pulpa de café y otros subproductos. In: BRAHAM, J. E.; BRESSAN, R. (Ed.). **Pulpa de café: composición, tecnología y utilización**. Panamá: INCAP, 1978. p. 19-29.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio, século XXI: O dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 1999.

FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A.; COSTA, W. M.; LIMA, M. M. A. Observações sobre a seleção de cafeeiros robusta em Campinas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 13., 1986, São Lourenço, MG. Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1986. p. 28-29.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2, n. 4, p. 371-382, Dec. 1963.

GUYOT, B.; GUEULE, D.; ASSEMAT, S.; TCHANA, E.; POMATHIOS, L. The effect of method of preparation of green Robusta coffee on its chemical composition and organoleptic qualities. In: **INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, 16. 1995, Kyoto, Japan. v. 1. p. 267-277.**

ILLY, A.; VIANI, R. **Expresso coffee: the chemistry of quality** London: Academic Press, 1995. 253 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, p. 190-192.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1977. 36 p.

JONES, X. L.; JONES, S. E. Fermentations incoiced in the production of cocoa coffee in tea. **Progress Industrial Microbiology**, Amsterdam, v. 19, p. 411-456, 1984.

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

LEITE, C. A. M.; SILVA, O. M. **Café produtividade e sustentabilidade, demanda de cafés especiais**. Viçosa, MG: Laércio Zambolim, 2000. p. 51-71.

LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 1991. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos de café crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LUNA, R. M.; SOUKI, G. Q.; MÁRIO, C. M. T.; BOAS, L. H. B. V. Fatores que afetam a decisão de compra de consumidores de cafés: Um estudo da influência do preço de acordo com as classes sociais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 27., 2001. Uberaba. **Resumos...** Uberaba, 2001. p. 320-322.

MATIELLO, J. B. Qualidade e Produtividade; Conceitos – Exigências dos consumidores. Cafés: especiais, cereja, despoldado e comum de terreiro. In: CICLO DE DEBATES SOBRE CAFÉ, 1., 1993, Belo Horizonte. não paginado.

MENCHÚ, J. F.; ROLZ, C. Coffee fermentation technology. **Cafe, Cocoa and Thé**, Paris, v. 17, n. 1, p. 53-61, Jan./mar. 1973.

Menezes, H. C. **Variação de monoisômeros, e diisômeros do ácido cafeiolquínico com a maturação do café**. 1990. 120 p. Tese (doutor em tecnologia de alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

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

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por medio de desmucilaginosos mecánicos sin proceso de fermentación y su efecto em la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el Estado de Paraná en Brasil.** Londres, 1992. Não paginado. (Reporte de Evaluación Sensorial).

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **Quantitative descriptive flavours profiling of coffees from COOPARAÍSO-MG, Brasil.** Londres, 1991. Não paginado.

PEQUENO e médio varejo: oportunidades para o café. **Jornal do Café**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 125, p. 8-9, jan. 2002.

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

PEREIRA, R.G.F.A.; VILLELA, T. C.; ANDRADE, E. T. de. **Composição química de grãos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro : PROCAFÉ, 2001. p. 267-269.

PIMENTA, C. J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café.** 2001. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

PIMENTA, C. J.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. de R. **Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estádios de maturação.** *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 1, p. 23-30, 2000. Edição Especial - Café.

PINTO, N. A. V. D. ; PEREIRA, R. G. F. A.; FERNANDES, S. M. **CARVALHO, V. D. Açúcares e sólidos solúveis em bebidas e blends de café torrados tipo expresso.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. *Anais...* Vitória: EMBRAPA/CAFÉ, 2001. 101 p.

PINTO, N. A. V. D. **Avaliação química e sensorial de diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado.** 2002. 92 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PUERTA QUINTERO, G. I. **Evaluación de la calidad del café Colombiano procesado por vía seca.** *Cenicafé*, Chinchiná, v. 47, n. 2, p. 85-90 abr./jun. 1996.

PUERTA QUINTERO, G. I. **Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia.** *Cenicafé*, Chinchiná, v. 49, n. 4, p. 265-278, out./dez. 1998.

RENA, A. B.; MAESTRI; **Fisiologia do cafeeiro** In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1., 1984, Poços de Caldas. *Simpósio...* Piracicaba: Potafós, 1986. p. 13-86.

SIVETZ, M. **Coffee processing technology.** Westport: AVI, 1963. v. 2, 349 p.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W.; **Physical and chemical aspects of coffee.** *Coffee technology.* West port: AVI, 1979. p. 527-575.

STEFANUCCI, A.; CLINTON, W. P.; HAMELL, M. **Coffee.** In: *Encyclopedia of chemical technology*, Kirk-othmer. 1979. v. 6, p. 511-522.

TAGLIALEGNA, G. H. F.; FAVARIAN, J. L. **Análise comparativa dos custos de vários métodos de preparo, secagem e beneficiamento de café.** CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: IBC/PROCAFE, 1998. p. 137-139.

VAN BUREM, J. **Fruit phenolics.** In: HILME, A. C. *The biochemistry of fruits and their products.* New York: Academic Press, 1970. v. 1, p. 268-304.

VAN PEE, W.; CASTELEIN, J. M. **Study of the pectrolytic microflora particulary the enterolcalceriaceal, from fermentating, coffee in the Congo.** *Journal of Food Science*, Chicago, v. 37, n. 2, p. 171-174, Mar./Apr. 1972.

VIANI, R. **Wemam's Encyclopedia of Industrial Chemistry.** v. A7, 315-39, 1986.

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

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. **Anais...** Poços de Caldas: SBE, 1998. p. 219-274.

VITORINO, M. D.; FRANÇA, A. S.; OLIVEIRA L. S.; BORGES M. L. A.; Metodologia de obtenção de extrato de café visando a dosagem de compostos não-voláteis: **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 7-24, 2001.

WONG, D. W. S. Cellulolytics enzymes. In: \_\_\_\_\_. **Food enzymes-structure and mechanism**. New York: Chapman & Hall, 1995. p. 85-114.

ZAMBOLIM, L. **Encontro sobre produção de café com qualidade**. Livro de palestras, Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia, 1999.