

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-
QUÍMICA DE CAFÉS (*Coffea arabica* L.)
DESPOLPADOS E PRÉ-SECOS EM AERADOR
E TERREIRO.**

CARLA VIVIANE DO CARMO EGG MENDONÇA

2005

CARLA VIVIANE DO CARMO EGG MENDONÇA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE CAFÉS
(*Coffea arabica* L.) DESPOLPADOS PRÉ-SECOS EM AERADOR E
TERREIRO**

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

Orientadora

Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

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

Egg Mendonça, Carla Viviane do Carmo

Caracterização química e físico-química de cafés (*Coffea arabica* L.)
despolpados pré-secos em aerador e terreiro / Carla Viviane do Carmo Egg
Mendonça. -- Lavras : UFLA, 2005.

78p. : il.

Orientadora: Celeste Maria Patto de Abreu.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Secagem. 3. Pré-secagem. 4. Qualidade. 5. Aerador. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7386

CARLA VIVIANE DO CARMO EGG MENDONÇA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE CAFÉS
(*Coffea arabica* L.) DESPOLPADOS PRÉ-SECOS EM AERADOR E
TERREIRO.**

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

Aprovada em 07 de novembro de 2005

Rosemary G.F.Alvarenga Pereira

Sara Maria Chalfoun de Souza

Evódio Ribeiro Vilela

Angelita Duarte Corrêa



Profa. Celeste Maria Patto de Abreu
UFLA
(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meus pais, pela vida e apoio
Às minhas irmãs, pela amizade
Às minhas sobrinhas, pela alegria
À minha família, pelo incentivo
AGRADEÇO

Ao meu marido, Leonardo,
pelo seu apoio, companheirismo,
compreensão, paciência e seu amor.
À minha filha Alice, que nessa “loucura”
me trouxe muita alegria, esperança,
compreensão e muito amor.

DEDICO

À uma super mulher, que me deu muito Amor, Sabedoria e, ainda hoje me
ensina, de uma forma especial, o poder de DEUS, o valor da VIDA, a FORÇA
que há em nós e a importância de estarmos juntos em FAMÍLIA.
OBRIGADA, Vovó Otília.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade da vida e por sua presença constante.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Ciência dos Alimentos, seus professores e funcionários, pela oportunidade e ajuda.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À minha orientadora, Celeste Maria Patto de Abreu, pelos ensinamentos, incentivo, muito apoio e sua amizade.

À Professora Angelita Duarte Corrêa, pela sua amizade, seus conhecimentos, apoio e amizade.

A todos os professores do curso, pelos conhecimentos adquiridos, especialmente Rosemary Pereira e Evódio Vilela.

À pesquisadora da EPAMIG Sarah Maria Chalfoun de Souza, pela orientação.

Às laboratoristas Tina e Sandra, pela valorosa amizade pelos ensinamentos, auxílio prático e colaboração para a realização deste trabalho.

Aos funcionários pela colaboração, especialmente Maria Aparecida (Química) e Cleusa (Ciência dos Alimentos).

A todos os familiares e amigos, pela compreensão, apoio e amizade.

A todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Processamento do café	4
2.1.1 Via seca	4
2.1.2 Via úmida	5
2.1.3 Secagem do café	9
2.1.3.1 Secagem do café despulpado	12
2.2 Secagem e microrganismos	13
2.3 Características físicas, físico-químicas e qualitativas do café	17
2.3.1 Acidez titulável e pH	17
2.3.2 Açúcares totais, redutores e não-redutores	19
2.3.3 Sólidos solúveis	20
2.3.4 Polifenóis	21
2.3.5 Polifenoloxidase	22
2.3.6 Condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio	24
2.4 Torração	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Aerador e terreiro	32
3.2 Matéria-prima	32
3.2.1 Obtenção dos grãos	32
3.2.2 Preparo das amostras para análises.....	34
3.3 Delineamento estatístico	35
3.3.1 Grãos crus	35
3.3.2 Grãos torrados	35
3.4 Análises	35
3.4.1 pH	35
3.4.2 Acidez total titulável	35
3.4.3 Sólidos solúveis	35
3.4.4 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	36
3.4.5 Polifenóis	36
3.4.6 Polifenoloxidase	36
3.4.7 Condutividade elétrica	37
3.4.8 Lixiviação de íons potássio	37

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 pH	39
4.2 Acidez total titulável	41
4.3 Sólidos solúveis totais	44
4.4 Açúcares totais.....	46
4.5 Açúcares redutores.....	48
4.6 Açúcares não-redutores.....	50
4.7 Polifenóis	53
4.8 Polifenoloxidase	56
4.9 Condutividade elétrica	57
4.10 Lixiviação de íons potássio	58
5 CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	72

RESUMO

EGG MENDONÇA, Carla Viviane do Carmo. **Caracterização química e físico-química de cafés (*Coffea arabica* L.) despulpados e pré-secos em aerador e terreiro.** 2005, 78 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A qualidade do café, atributo muito importante para sua valorização, é influenciada por diversos fatores que vão desde o plantio até o preparo da bebida. A condução correta do processamento é considerada essencial na obtenção de um produto de boa qualidade. Buscando novas tecnologias, cafés (*Coffea arabica* L.) despulpados oriundos da Fazenda Ipanema, no município de Alfenas, MG, foram preparados para avaliar a tradicional pré-secagem no terreiro e em um pré-secador comercial. Os cafés utilizados foram das variedades Catuaí, no 1º ano de experimento, e Mundo Novo, no 2º ano de experimento. Foram utilizados, na pré-secagem, um terreiro de asfalto e um aerador contínuo de cascata do tipo PA-AC, com capacidade de 8.000 litros/hora. Após cada pré-secagem, os cafés foram submetidos ao processo de secagem, em secadores tradicionais. Para as análises foram utilizados grãos sem defeitos crus e submetidos a dois graus de torração, clara e média. Depois de moídos, foram congelados para análises posteriores. Para os grãos crus, no 1º ano de experimento, a pré-secagem em aerador foi melhor que em terreiro, em 40% das análises e em 30% das análises não houve diferenças significativas entre os dois tipos de pré-secagem. No 2º ano de experimento, a pré-secagem em aerador foi melhor que em terreiro em 60% das análises e em 30% das análises não houve diferenças significativas entre os dois tipos de pré-secagem. Em relação aos grãos torrados houve equilíbrio entre os tipos de torra e os dois tipos de pré-secagem. Conclui-se que a pré-secagem no aerador foi melhor que a pré-secagem no terreiro, para os grãos crus e, para os grãos torrados, devem-se levar em conta os benefícios de cada pré-secagem.

* Comitê orientador: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu – UFLA (Orientadora), Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Peixoto (UFLA), Dra. Angelita Duarte Corrêa (UFLA).

ABSTRACT

EGG MENDONÇA, Carla Viviane do Carmo. Chemical characterization and physicist-chemistry of coffes (*Coffea arabica* L.) pulped daily pay-dry in aerador and place of terrace. (MG). 2005. 78 p. Thesis (Doctorate in Food science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

The quality of the coffee, very important attribute for its valuation, is influenced by diverse factors that go since the plantation until the preparation of the drink. The correct conduction of the processing is considered as essential in the attainment of a product of good quality. Searching new technologies, coffees (*Coffea arabica* L.) pulped deriving of the Ipanema Farm, in the city of Alfenas (MG), they had been prepared to evaluate the traditional daily pay-drying in the place of terrace and a commercial daily pay-drier. The used coffees had been of the Catuai varieties, in 1° year of experiment, and New World, in 2° year of experiment. A place of terrace of asphalt and a continuous aerador of cascade of type PA-AC had been used in the daily pay-drying, with 8.000 capacity of litre/hour. After each daily pay-drying, the coffees had been, then, submitted to the drying process, in traditional driers. For the analyses they had been used supreme without defects raw and submitted the two degrees of torration, clear and average. After worn out, they had been congealed for posterior analyses. For the raw grains, in 1° year of experiment the daily pay-drying in aerador was better that the place of terrace in 40% of the analyses and 30% of the analyses did not have significant differences between the two types of daily pay-drying. In 2° year of experiment, the daily pay-drying in aerador was better that the place of terrace in 60% of the analyses and 30% of the analyses did not have significant differences between the two types of daily pay-drying. In relation to the roasted grains it had balance enters the types of roast and the two types of daily pay-drying. One concludes that the daily pay-drying in the aerador was better that the daily pay-drying in the place of terrace, the raw grains and the roasted grains must be taken in account the benefits of each daily pay-drying.

*Guidance committee: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu – UFLA (Adviser), Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Peixoto (UFLA), Dra. Angelita Duarte Corrêa (UFLA).

1 INTRODUÇÃO

O café foi introduzido no Brasil no século XVIII, iniciando-se, desde então, uma história de grande sucesso. A cafeicultura brasileira foi, durante várias décadas, a atividade econômica mais importante da nação, sendo suplantada aos poucos e apenas recentemente pelo setor industrial.

A crescente demanda pelos países importadores de café de melhor qualidade, juntamente com o estabelecimento de um mercado externo de livre negociação e o surgimento de uma consciência entre os consumidores brasileiros impõem o estabelecimento de pesquisas que resultem em aumento na oferta de um produto de qualidade.

Nos últimos anos, a exportação de café do Brasil sofreu redução bastante significativa. Um dos fatores determinantes nessa redução foi a pouca preocupação com a qualidade do produto nacional, uma vez que, por um longo período, a estratégia brasileira era exportar grandes quantidades para um mercado onde a exigência quanto à qualidade era crescente. Os principais concorrentes brasileiros perceberam mais cedo a importância de ofertar um produto de qualidade e induziram modificações utilizando estratégias agressivas de marketing em seu produto. A Colômbia, o México e países da América Central, ao produzirem café arábica suave, alcançaram sempre melhores preços no mercado internacional.

A qualidade do café, atributo muito importante para sua valorização, é influenciada por diversos fatores que vão desde o plantio até o preparo da bebida. A condução correta do processamento é considerada essencial na obtenção de um produto de boa qualidade. Estudos têm demonstrado que diversos fatores, principalmente os que atuam após a colheita, ocasionando modificações indesejáveis à qualidade do café, alteram a composição química do grão e têm sido responsáveis pelas diferenças entre graus de classificação de bebida.

A aplicação de técnicas adequadas de colheita e preparo do café é um fator de extrema importância para os cafeicultores por resultarem em café de melhor qualidade, facilitando sua comercialização e dando maiores retornos econômicos. Sendo assim, a época adequada para a colheita e uma secagem bem conduzida evitando processos fermentativos, entre outros fatores, são imprescindíveis para a obtenção de um café com composição química adequada, sem modificações bioquímicas indesejáveis à qualidade da bebida.

A secagem é uma parte muito importante no processamento do café; não melhora a qualidade, mas pode piorar a qualidade do café, se não for bem conduzida. Um bom método de secagem deve ser rápido e eficiente, pois, quanto mais rápida for a secagem, menor a chance de ocorrer desenvolvimento de microrganismos, que alteram a qualidade do café.

A escolha de um método de secagem depende de fatores, como as condições tecnológicas do produtor, a possibilidade de investimento, o volume de produção, as condições climáticas da região e a disponibilidade de áreas livres. No Brasil, o café é exposto diretamente à radiação solar ou em secadores mecânicos, onde o ar, aquecido pela queima de lenha, circula pela massa de grãos por meio de ventiladores.

O processo de secagem pode ser feito exclusivamente em terreiros, apenas em secadores ou em uma secagem mista que pode associar uma pré-secagem no terreiro e, depois, em secadores ou, como já é feito atualmente, sem a utilização de terreiros, com o uso de aerador na pré-secagem e, depois, ao secador.

É importante buscar novas tecnologias para o aprimoramento da secagem do café para a obtenção de cafés de melhor qualidade, mas que estas também estejam à disposição dos pequenos produtores e não apenas das grandes empresas cafeicultoras.

A Fazenda Ipanema, no município de Alfenas, MG, que forneceu os frutos de café para este trabalho, possui 33.000m² de terreiro asfaltado e não é capaz de

suprir a necessidade na secagem de cafés despulpados, que é o principal objetivo da empresa. Por isso, resolveu-se testar o aerador como alternativa no processo de secagem, principalmente em dias nublados e chuvosos.

Segundo a empresa fabricante do aerador, ele apresenta as seguintes vantagens:

- elimina parcialmente ou totalmente o uso do terreiro, reduzindo o custo de investimento;

- elimina mão-de-obra no terreiro, baixando o custo operacional;

- pode ser integrado ao lavador e ao secador, reduzindo o espaço físico ocupado;

- agiliza o processo de secagem reduzindo o tempo no secador.

Deve-se levar em conta também que o aerador diminui as dificuldades encontradas em condições climáticas desfavoráveis no processo de secagem.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar a pré-secagem em aerador com a do terreiro, em cafés despulpados crus e também naqueles submetidos à torra clara e média, avaliando-se algumas características químicas e físico-químicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processamento do café

A secagem é uma das fases mais importantes no processamento do café, tanto no aspecto econômico (consumo de energia), como na influência que essa operação tem sobre a qualidade final do produto. Segundo Bitancourt (1957 a), um adequado manejo dos frutos após a colheita é importante, evitando infecções microbianas ou fermentações indesejáveis. O café ao sol seca rapidamente, porém, se houver falta de insolação e alta umidade do ar, os microorganismos poderão causar apodrecimento, principalmente se estiverem presentes na polpa.

Segundo Chalfoun & Carvalho (1997), os frutos, depois de colhidos, podem ser processados por duas formas: via seca (café natural) e via úmida (café descascado, desmucilado e despulpado).

2.1.1 Via seca

No processo de via seca, a qualidade do café dependerá das condições climáticas durante o período de colheita e pós-colheita. Adotando-se todos os procedimentos corretos, esse processamento pode proporcionar cafés especiais de terreiro, com bom corpo e aroma (Leite & Silva, 2000).

O processo via seca consiste em secar os frutos, com todas as suas partes constituintes, ou seja, com a casca, a polpa, a mucilagem e o pergaminho. Dessa forma, estes cafés requerem um maior tempo para serem secos quando são comparados aos cafés processados por via úmida.

Um sério problema ligado à secagem em terreiros é a possibilidade de contaminação e desenvolvimento de fungos. Como a secagem se processa mais lentamente em virtude das camadas do pericarpo do fruto, ele fica úmido por mais tempo, aumentando o período durante o qual os microorganismos podem se

desenvolver. Um outro fator que agrava essa situação é o fato de as camadas do pericarpo dos frutos constituírem um meio muito mais favorável ao desenvolvimento dos microorganismos do que o pergaminho dos grãos despulpados, em virtude do alto conteúdo de açúcares, tornando a proteção do café mais difícil (Begazo & Paula, 1985).

Como é difícil secar frutos com umidade diferente entre si, em algumas áreas tornou-se prática comum submeter os frutos recém-colhidos a uma separação antes da secagem. Os chamados lavadores de café, variando de tanques ou baldes a máquinas inventadas e desenvolvidas para tal fim, usam a diferença de densidade e flutuação em água para separar os grãos mais secos dos mais úmidos e, assim, permitir sua secagem em lotes separados com reflexos positivos na uniformidade e qualidade do produto final (Instituto Brasileiro do Café-IBC, 1985).

Segundo Corrêa et al. (2002), o sistema de pré-processamento por via seca afeta negativamente a cor dos grãos do café. Afonso Júnior et al. (2001), estudando métodos de armazenamento para cafés preparados por via seca, observaram pior qualidade de bebida durante o armazenamento normal. Para a condição de armazenamento com temperatura controlada de 15°C, o café natural não teve sua bebida alterada até o oitavo mês de estocagem.

2.1.2 Via úmida

O processamento por via úmida envolve a obtenção de três tipos de café: os descascados, removendo-se apenas a casca e a polpa, os desmucilados, removendo-se a casca, a polpa e a mucilagem mecanicamente, e os despulpados, removendo-se a mucilagem por meio de fermentação após a remoção da casca e polpa (Ribeiro, 2003). O despulpamento é bastante comum entre os produtores da América Central, México, Colômbia, Kênia e outros países da África, o que lhes possibilita alcançarem melhores preços no mercado (Brando, 1999).

O despulpamento é utilizado para obter um produto de melhor qualidade visando o mercado externo, bastante exigente. O despulpamento apresenta como vantagens, em relação ao método natural, a utilização somente de grãos em estágio de maturação cereja; a redução em 40% do volume – menos espaço no processo de secagem; a redução mecânica da água da casca, polpa e mucilagem, evitando fermentações nocivas que poderiam ocorrer nestas partes e a matéria-prima homogênea – em torno de 50% de umidade, possibilitando uma secagem mais uniforme e rápida (Vilela, 1991).

Na Colômbia, a maioria dos cafeicultores prepara o café pelo processo via úmida (despulpado), que apresenta uma classificação qualitativa de bebida “suave”, característica que distingue o café colombiano no mercado mundial. A produção deste café compreende a colheita, o despulpamento, a fermentação, a lavagem e a secagem (Ruiz Aguas, 1988).

Na Colômbia, são observados alguns cuidados na colheita, como a organização de pessoal de forma a sistematizar a colheita; colhem-se só os frutos maduros ou quase maduros, um a um, deixando os pedúnculos nos ramos; não se colhem paus e folhas; não se colhem frutos verdes nem verde-cana; devem-se fazer repasses para evitar que os frutos sequem nos ramos; deve-se ter o cuidado de não ferir o cafeeiro, pois as feridas favorecem o ataque de doenças e prejudicam a colheita seguinte; evita-se exposição ao sol dos cestos e embalagens cheios, pois o amontoamento, o calor e a pouca ventilação favorecem a fermentação indesejável do cereja, a qual mancha o pergaminho, influenciando na qualidade final do café (Ruiz Aguas, 1988).

No Brasil, a colheita é feita por derriça. Este tipo de colheita mistura os cafés já parcialmente secos com os cafés cereja (maduros) e verdes. A obtenção dos cereja para o despulpamento é feita por meio de lavadores.

O processo de despulpamento consiste na retirada da casca do fruto maduro por meio de um descascador mecânico, com posterior retirada da mucilagem por fermentação, seguida da lavagem dos grãos (Bartholo et al., 1989).

Em seguida ao despulpamento faz-se a degomagem, que é a remoção da goma açucarada ou mucilagem, que pode ser feita por processos mecânicos, por fermentação natural e por meios químicos. A mucilagem tem de ser removida pois dificulta o manuseio e a secagem, e a sua fermentação lenta pode prejudicar a qualidade do café (IBC, 1985).

O objetivo da fermentação é hidrolisar a mucilagem para facilitar sua remoção final durante a lavagem subsequente. Se restos de mucilagem permanecem presentes durante a secagem, existe o risco de fermentação indesejável, que prejudica a qualidade do café. Bioquimicamente falando, a hidrólise de pectinas é causada por uma pectinase existente no fruto, mas a reação é acelerada por diferentes microrganismos, tais como a *Saccharomyces*, que também possuem propriedades pectinolíticas. A taxa de hidrólise depende da temperatura, conseqüentemente, é necessário adaptar o tempo do período de fermentação para as condições ambientais existentes (Clarke & Macrae, 1987).

Na fermentação natural, a partir da qual se visa à retirada da mucilagem, ocorrem a digestão e a solubilização do produto por microrganismos presentes no ambiente (Zambolim, 1999). O processo fermentativo pode durar de 16 a 24 horas, em que uma fermentação natural vai ocorrer e as enzimas pectinolíticas vão atuar, desdobrando as substâncias pécnicas que se tornam solúveis (Vilela, 1991).

Após o término da operação de degomagem, segue-se a operação de lavagem, que deve ser enérgica e bem feita, para evitar a presença de resquícios de mucilagem que podem impedir a boa caracterização dos despulpados na torração (IBC, 1985). Terminada a lavagem, pode-se conduzir os grãos para a secagem, ir direto para o terreiro ou secadores ou, ainda, utilizar uma secagem mista, passar por uma pré-secagem e então ir para os secadores (Arunga, 1982).

Os cafés despulpados apresentam redução do tempo de secagem, não só por ser um café uniforme, como também por apresentar teor de umidade mais baixo (Carvalho & Chalfoun, 1985). Castro (1991), estudando o efeito do despulpamento na secagem do café em secador de leito fixo sob alta temperatura, concluiu que o despulpamento proporcionou ao café menor consumo de energia, maior capacidade de secagem e melhor tipo, quando comparado ao café seco em coco.

Lacerda et al. (1986), estudando a influência dos sistemas de colheita e preparo na qualidade do café, nas diferentes regiões cafeeiras do estado de São Paulo, concluíram, após dois anos de estudo, que o café despulpado, independente do clima e da altitude, foi sempre superior ao café em coco em tipo e bebida. Os cafés despulpados, quando bem preparados, apresentam, invariavelmente, na classificação qualitativa, bebida suave, mole ou estritamente mole, seja qual for a região de produção (IBC, 1985).

Segundo Souza (2000), o café descascado é um método intermediário entre o preparo por “via seca” e “via úmida”, com a manutenção da mucilagem integralmente ou em parte.

Atualmente, diversos produtores têm optado pelo processamento do café descascado, tanto pela redução que representa na área ocupada no terreiro, aumentando assim sua capacidade de processamento, como também pela melhoria de qualidade e redução do custo de secagem. Brando (1999), relatou que o café descascado favoreceu a obtenção de cafés de melhor qualidade, mantendo as características de corpo, aroma e doçura dos cafés brasileiros.

Afonso Júnior et al. (2001) observaram que os cafés despulpado e descascado mantiveram as mesmas características iniciais de suas bebidas ao longo do período de armazenamento, independente das condições de armazenagem. Malta et al. (2003) observaram que as formas de processamento descascado e

desmucilado não alteraram a qualidade de bebida, sendo esta classificada como bebida mole para as diferentes formas de pré-processamento.

Pereira et al. (2002) relataram que o processamento não afetou a integridade da membrana dos grãos de café. Este resultado sugere que tanto o café seco na sua forma integral quanto os cafés que sofreram algum tipo de pré-processamento apresentaram integridade celular semelhante.

2.1.3 Secagem do café

Cuidados especiais devem estar envolvidos no 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 formação de sabores estranhos, ocorrência do branqueamento dos grãos durante o armazenamento, e conseqüente perda de qualidade. Uma secagem excessiva faz com que ocorra perda de peso e quebra dos grãos durante o beneficiamento e o manuseio (Carvalho & Chalfoun, 1985).

As regiões que apresentam altos teores de umidade relativa do ar, prolongada nos períodos de pré-colheita, na colheita e na secagem no terreiro, estão mais sujeitas a maior incidência de defeitos no café e, com isso, mais sujeitas a bebidas de pior qualidade (Camargo et al., 1992).

Chagas (1994) verificou que um dos fatores que favorecem o plantio de café no 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 microorganismos causadores de fermentações indesejáveis.

A secagem pode ser realizada de duas formas: natural e artificial. A secagem natural define-se pela utilização da radiação solar e a secagem artificial consiste no emprego de artifícios para aumentar a velocidade do processo de secagem. Segundo Carvalho & Chalfoun (1985), o processo de secagem pode ser

feito exclusivamente em terreiros, apenas em secadores ou uma secagem mista, que pode associar uma pré-secagem no terreiro com secadores. Atualmente já se utiliza a secagem mista sem utilização de terreiros, utilizando-se de outros pré-secadores.

Em qualquer tipo de secagem é aconselhável trabalhar com lotes homogêneos considerando-se a época de colheita, estágio de maturação ou teor de umidade para a obtenção de produto final uniforme e de boa qualidade (Carvalho & Chalfoun, 1985).

A espessura de camada de frutos na secagem do café em terreiro e o número de movimentações diárias da massa de frutos são fundamentais na qualidade final dos grãos. Os processos fermentativos a que os mesmos estão sujeitos durante a secagem influenciam diretamente nessa qualidade. Androcioli Filho et al. (1999), trabalhando com duas espessuras de 2 e 6cm, com e sem movimentação, constataram que, na camada mais grossa de secagem, sem movimentação, com os frutos permanecendo amontoados durante todo o período de secagem, ocorreu aumento dos defeitos preto e ardido, e elevação no tempo de secagem.

Dependendo da uniformidade de maturação dos frutos e as condições climáticas, o tempo necessário para a secagem completa em terreiros varia de 10 a 20 dias, porém, a umidade final é determinada de forma subjetiva, uma vez que a maioria dos produtores que utiliza este tipo de secagem não dispõe de métodos para a determinação de umidade. Em virtude deste longo período, o produto fica exposto a agentes biológicos e a circunstâncias climáticas que, na maioria das vezes, podem proporcionar perdas na qualidade e, conseqüentemente, no valor comercial do produto (Corrêa, 1982).

Nos primeiros quatro a cinco dias de secagem, a perda de água é mais rápida e a umidade dos grãos cai para a faixa de 40%, o volume de café é bastante

reduzido, o que facilita, caso se queira, a complementação de sua secagem nos secadores mecânicos (Matiello, 1991).

Carvalho & Chalfoun (1985) relataram uma modificação do tradicional terreiro, que consiste de uma estrutura suspensa para secagem de café, visando evitar a secagem em contato direto com o solo e o ataque de microorganismos. Esta estrutura permite espalhar o café em sua superfície e escoar a umidade com facilidade. Esse material garante também a ventilação contínua dos grãos. Os resultados obtidos indicaram benefícios deste secador em relação ao terreiro tradicional, nos aspectos de redução da mão-de-obra para a realização das operações de secagem, redução do tempo gasto para a secagem e qualidade do produto final obtido.

O Professor Juarez Souza e Silva, da Universidade Federal de Viçosa MG, desenvolveu o terreiro híbrido, ou o terreiro secador, que nada mais é que um terreiro convencional, ao qual adaptou-se um sistema de ventilação com ar aquecido por uma fornalha, para a secagem em leiras. Este sistema reduz o tempo de secagem de 20 dias (Zona da Mata Mineira) para 5 dias.

Apesar da energia solar não apresentar custos reais na operação de secagem nos terreiros, existem algumas desvantagens, como o baixo rendimento dessa energia condicionado à necessidade de um grande número de dias de trabalho para a secagem, a exigência de grandes áreas de terreiro, além da qualidade do produto estar sujeita às condições climáticas (Carvalho & Chalfoun, 1985).

A secagem do café pode ser conduzida também em secadores mecânicos. Na secagem pelo secador mecânico, deve-se estar atento à temperatura de secagem e ao tempo de duração. As temperaturas maiores tornam a operação mais rápida e, portanto, mais econômica, mas podem também trazer prejuízos como alguns defeitos, branqueamento, a perda de peso e a possibilidade de quebra durante o benefício.

A desuniformidade do produto, quanto ao teor de umidade, faz com que os grãos sejam submetidos a diferentes graus de torração, o que é indesejável. Os grãos com maior teor de umidade torrarão mais lentamente que os menos úmidos, produzindo uma supertorrção dos grãos com menor teor de umidade, antes do pleno desenvolvimento de sabor dos grãos com maior teor de umidade (Carvalho & Chalfoun, 1985).

2.1.3.1 Secagem do café despulpado

O café despulpado apresenta-se como uma matéria-prima mais uniforme para a secagem em relação ao fruto cereja, por não ter a casca, a polpa e a mucilagem. Apesar disso, o seu teor de umidade ainda permanece relativamente alto (em torno de 50%), porém, o seu tempo de secagem é reduzido à metade em relação ao café em coco.

A secagem do café compreende um estágio chamado úmido, com umidade de 60% a 30%, e um estágio higroscópico, abaixo de 30%. Gibson, citado por Clarke & Macrae (1987), distingue dois estágios adicionais no café despulpado: o estágio “branco”, quando a umidade é reduzida a 30%, mas deve ser conduzida na sombra para prevenir rachadura ou quebra do pergaminho, e o estágio preto “suave”, no qual a umidade é reduzida de 30% a 23%, mas que deve ser conduzida na presença de sol leve. Durante a secagem do estágio úmido, mudanças enzimáticas podem ocorrer e, durante o estágio higroscópico transformações químicas podem acontecer em temperaturas altas. Rachaduras e quebras do pergaminho, que podem surgir de movimentos mecânicos ou outras causas, são conhecidas por serem indesejáveis para a qualidade na secagem ao sol.

A secagem ao sol é o método mais amplamente usado. No Kênia, são observados cuidados para garantir que esta operação tenha sucesso: a secagem normalmente é conduzida em bandejas, com coberturas que podem ser usadas durante as horas mais quentes do dia; com o café esparramado em camadas de 10 a

15 kg por m², o período de secagem será entre 10 a 15 dias. A secagem em superfícies sólidas como o concreto não é recomendada, pois, o constante revolvimento que deve ser feito produz ranhuras no pergaminho, que se transformam em centros de proliferação de microrganismos. A secagem mecânica também é largamente usada, devido às dificuldades de grandes produtores secarem o café naturalmente. Entretanto, cuidados devem ser tomados com as condições de secagem, especialmente com a melhoria da qualidade (Clarke & Macrae, 1987).

Segundo Ruis Aguas (1988) para que os cafeicultores que têm pouco espaço no terreiro possam secar seu café ao sol, necessitando de um mínimo de 100m² por cada 500 arrobas de café despulpado, na Colômbia se desenvolveram os seguintes tipos de secadores ao sol: canilhas ou passeiras (tipo de caixas de madeira com fundo de madeira ou metal), secadores Elba (mesas feitas de madeira ou cimento com teto móvel), secadores de Anjeo (espécie de mesa com tampo de malha ou tela grossa) e secadores Elba com trilhos (secadores em forma de “armário” com opção de recolhimento das mesas).

Na América Latina e em muitos países do terceiro mundo, o uso de secadores tem sido restrito a regiões de maior desenvolvimento agrícola (Corrêa, 1982).

Segundo Hall, citado por Silva (1991), as vantagens da secagem mecânica comparada com a secagem ao sol são a antecipação da colheita, reduzindo as perdas no campo; o planejamento do calendário agrícola, o que possibilita usar o tempo mais racionalmente e a execução da secagem independente das condições climáticas.

2.2 Secagem e microrganismos

A secagem deve ser iniciada imediatamente após a colheita, a fim de se eliminar rapidamente a alta umidade da casca, da polpa e da mucilagem e evitar as fermentações que possam prejudicar a qualidade do café. Na fase inicial da

secagem (alta umidade), não se recomendam camadas grossas ou enleiramento para evitar essas fermentações. No final da secagem, o teor de umidade dos grãos deve estar entre 11% a 13%. Acima de 13%, os grãos correm risco de deteriorações, principalmente por microorganismos e abaixo de 11%, o café permanece mais tempo ocupando mão-de-obra, espaço no terreiro, além da perda de peso e quebra de grãos no beneficiamento (Vilela & Pereira, 1998).

A mucilagem do café é formada pelas células do tecido situado entre o mesocarpo e o pergaminho, contendo 85% de água e 15% de sólidos, dos quais 12% são substâncias pécticas e enzimas e 3% são açúcares. Dada a sua natureza, constitui um meio próprio ao desenvolvimento de fungos e bactérias, que produzem os vários tipos de fermentações (Monaco, 1958).

Dentre os aspectos que influenciam a qualidade do café, a incidência de microorganismos nas fases de pré-colheita, colheita e pós-colheita tem sido um dos principais fatores envolvidos. Os frutos estão expostos a uma diversidade de microorganismos, tais como leveduras, fungos e bactérias que, encontrando condições favoráveis para se desenvolver, infectam os grãos. Entre os organismos que compõem a microbiota do café, os fungos filamentosos representam o grupo que pode causar maior dano, comprometendo, conseqüentemente, a qualidade (Carvalho, 1998).

Além da influência direta na qualidade do café, certos fungos associados aos grãos, denominados toxigênicos, podem produzir substâncias tóxicas, ou seja, metabólitos secundários denominados micotoxinas, que são altamente nocivas à saúde do homem. A ocorrência de micotoxinas em grãos de café, até então, não era considerada por falta de evidências científicas. Somente recentemente, após o refinamento de técnicas químicas analíticas, a presença desses metabólitos tornou-se evidente (Pasin et al., 2002).

No café, a toxina de maior ocorrência é a ocratoxina A (OTA), um metabólito secundário freqüentemente encontrado como contaminante em

alimentos e ração animal. Sua produção ocorre principalmente por *Aspergillus* e *Penicillium*, dentre eles: *A. ochraceus*, *A. melleus*, *A. sulphureus*, *P. variable*, *P. verrucosum* (Scussel, 1998; Moss, 1998), na faixa de 4°C a 31°C e 12°C a 37°C, respectivamente e em atividade de água superior a 0,85 (Moss, 1996).

O grau de umidade, a atividade de água e a temperatura dos grãos têm sido considerados como os principais fatores que influenciam o crescimento de fungos, tanto de campo como de armazenamento (Krug, 1940; Wosiack, 1971; Chalfoun & Carvalho, 1989; Meirelles, 1990; Alves, 1996; Ramos et al., 1998; Freitas, 2000; Batista, 2000).

O processo de secagem é muito importante no processamento do café, pois, quanto mais rápido ocorrer a diminuição do grau de umidade e assim da atividade da água, menos susceptível ao desenvolvimento dos microrganismos estarão os grãos de café. A secagem não pode melhorar a qualidade do café, mas pode criar condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos que pioram-na.

O sistema de gestão de qualidade APPCC, envolvendo as etapas de cultivo, colheita e pós-colheita, indica que há um risco de desenvolvimento de fungos, entre eles os produtores de ocratoxina A na etapa de secagem.

Durante a secagem, a mucilagem do café natural é digerida e liquefeita, constituindo material alimentar para a semente, propiciando uma continuação do seu metabolismo e da respiração. Essas mudanças químicas modificam o sabor do café. Uma diversidade de microrganismos, tais como leveduras, fungos e bactérias, encontrando condições favoráveis para desenvolvimento, produz suas próprias enzimas, que agem sobre os componentes químicos da mucilagem, principalmente sobre os açúcares, fermentando-os e produzindo álcool. Este é desdobrado em ácido acético, láctico e butírico e em outros ácidos carboxílicos superiores. Ao se iniciar a produção de ácido butírico, começa a haver prejuízo na qualidade do café (Carvalho & Chalfoun, 1985).

Vários pesquisadores vêm mostrando, repetidamente, que o desarranjo da polpa, durante a fermentação inicial, ocorre como resultados da atividade de enzimas naturais do café cerejeira, mas os principais fatores em fermentações são as enzimas extracelulares, elaboradas por microrganismos (Carvalho & Chalfoun, 1985).

Segundo Bitancourt (1957 b), não é possível produzir café de qualidade sem impedir as fermentações e podridões prejudiciais, mas isso pode ser conseguido evitando-se a umidade durante as operações de seca. A redução do teor de umidade dos grãos, diminuindo o crescimento de fungos e a produção de micotoxinas, é um método de controle da contaminação (Alldrick, 1996). A etapa de secagem pode ser considerada um ponto crítico de controle, uma vez que, se realizada adequadamente, pode reduzir o perigo biológico (fungos toxigênicos) e químico (micotoxinas).

É muito importante que se tenha um método de secagem rápido e eficiente, no qual se consegue retirar rapidamente a água, diminuindo a atividade da água e o teor de umidade, pois os fungos se desenvolvem, em faixas ideais de atividade de água, teor de umidade e temperatura. Quanto mais rápido ocorrer a retirada da água dos grãos, menor a chance de desenvolvimento de fungos que causam fermentações e podridões indesejáveis, comprometendo, assim, a qualidade do café.

Em recente encontro entre países produtores e consumidores de café em Nairobi, Kênia, discutiu-se a situação atual da ocorrência da ocratoxina A, em grãos de café verdes. As autoridades reguladoras da União Européia (UE) sugeriram um limite para a mesma de 5ppb, o que poderia provocar a rejeição de quantidades substanciais de café verde importadas (Gopi Nandhan, 2001).

2.3 Características físicas, físico-químicas, químicas e qualitativas do café

No decorrer do desenvolvimento e maturação dos frutos, os teores dos constituintes químicos nos grãos sofrem variações, decrescendo ou aumentando até atingirem níveis ideais característicos do grão de café maduro. Como o cafeeiro apresenta mais de uma floração e, conseqüentemente, frutos de diferentes estádios de maturação, deve-se efetuar sua derriça no momento em que a maioria desses frutos se encontra no ponto ideal de maturação, que é o estágio cereja. Para Teixeira (1984), o café colhido no estágio de maturação verde apresenta aspecto e torração de pior qualidade, com conseqüente bebida inferior, comparando-se aos frutos maduros (cereja), além de apresentar peso e tamanho menor dos grãos. Ao trabalharem com cafés em vários estádios de maturação, Freire e Miguel (1985) demonstraram que a máxima qualidade do fruto se dá no estágio cereja, ponto ideal de colheita.

2.3.1 Acidez titulável e pH

Segundo Lopes (2000), a acidez, em muitos alimentos e bebidas, é o fator chave na formação e nas propriedades do *flavor*. No caso do café, Sivetz & Desrosier (1979) afirmam que a acidez aparente ou livre acidez, chamada de pH, é importante por ser perceptível ao sabor. A acidez desejável, segundo provadores tradicionais de café, pode ser confundida com azedume por alguns leigos, que é indesejável e também um indicativo de falhas no processamento dos grãos (Northmore, 1969). A nota azeda proveniente de uma avaliação sensorial é associada a uma mistura de ácidos, álcoois e ésteres produzidos principalmente por fermentações microbianas (Lopes, 2000).

A intensidade da acidez da bebida varia predominantemente em função das condições climáticas durante a colheita e secagem, do local de origem, do tipo de processamento e do estágio de maturação dos frutos (Chagas, 1994; Pimenta, 1995; Giranda, 1998).

O teor de acidez em grãos de café pode variar de acordo com a fermentação que ocorre nos grãos e também com os diferentes estádios de maturação dos mesmos, podendo também servir como suporte para auxiliar na avaliação da qualidade de bebida do café. Alguns autores, como Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975), verificaram que frutos de café no estágio de maturação verde possuem menores teores de acidez titulável e que esses valores aumentam à medida que se intensifica o processo de maturação dos frutos. Estudando cafés em seus diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995) encontrou maior teor de acidez titulável em frutos no estágio cereja.

Conforme Feldman et al. (1969), quimicamente, a acidez dos grãos de café é ocasionada predominantemente por ácidos não voláteis; como oxálico, málico, cítrico, tartárico, pirúvico e ácidos voláteis, representados pelos ácidos acético, propiônico, butírico e valérico. Os principais ácidos do café são o málico e o cítrico, responsáveis pela acidez desejável e que proporcionam um sabor característico. Nos frutos de café podem ocorrer diferentes tipos de fermentações, que lhes alteram a acidez titulável total, sabor, aroma e cor. Os açúcares presentes na mucilagem, na presença de microorganismos ou sob anaerobiose, são fermentados produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico. A partir desses dois últimos ácidos já se observaram prejuízos acentuados na qualidade da bebida do café (Chalfoun, 1996).

Pimenta (1995), estudando diferentes estádios de maturação, encontrou valores médios de acidez titulável de 247,86; 254,29; 260,71 e 255,00mL NaOH/100g de amostra para cafés nos estádios verde, verde-cana, cereja e seco/passa, respectivamente.

Chagas (2003), estudando o potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais, encontrou valores médios de pH de 5,5 e valores de 260,00 a 380,00mL NaOH/100g de amostra para acidez titulável, em amostras sem defeitos.

Cafés previamente classificados como sendo de bebida estritamente mole, apenas mole, mole, dura, riada e rio, tiveram a acidez avaliada por Carvalho et al. (1994). que observaram uma diminuição da acidez com a melhoria da qualidade da bebida. Este trabalho confirma investigações feitas por Myia et al. (1973/1974), que observaram haver relação inversa entre os teores de acidez e a qualidade dos grãos.

2.3.2 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Dentre os açúcares do café, predominam os não-redutores, particularmente a sacarose, e os redutores apresentam-se em pequenas quantidades. Durante o processo de torração do café, os açúcares, particularmente os redutores, reagem com aminoácidos, em reações químicas como a de Maillard e os não-redutores sofrem caramelização, dando origem a compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom do café torrado. Nessas reações, são produzidos compostos voláteis que apresentam um grande efeito no aroma do produto final (Carvalho et al., 1989).

Os teores de sacarose dependem de vários fatores, tais como a espécie, a variedade, a maturidade dos grãos, as condições de processamento e o armazenamento. Alguns açúcares simples também são encontrados no grão do café; os açúcares redutores, como a glicose e frutose em maiores quantidades e estaquiase, rafinose, arabinose, manose, galactose, ribose e ramnose, estão presentes em pequenas quantidades (Clarke & Macrae, 1985).

Os açúcares estão associados à qualidade, como citam Shankaranarayana et al. (1974), por estarem, juntamente com os aminoácidos e as proteínas, correlacionados com a origem de vários compostos voláteis em cafés torrados.

Segundo a Organization International Del Café-OIC (1992), a doçura é uma das características de sabor 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. No entanto, sabe-se que a sacarose é degradada quase em sua totalidade durante a torração, originando os monossacarídeos, precursores de ácidos e aldeídos, responsáveis pelo flavor.

No trabalho realizado por Pimenta (2001) sobre diferentes épocas de colheita do café, foram encontrados teores entre 5,00% e 6,69% de açúcares totais, 0,57% e 0,66% de açúcares redutores e de 4,20% e 5,73% para não-redutores.

Villela (2002), estudando grãos despulpados de diferentes tipos de café em função do tempo de secagem, encontrou valores médios de açúcares totais que variaram entre 6,9% a 9,4% de matéria seca (MS), 0,30% a 0,56% de MS para os açúcares redutores e 6,58% a 8,39% de MS para os açúcares não-redutores.

2.3.3 Sólidos solúveis

Devido à sua relação direta com o corpo da bebida, estes constituintes são desejáveis em altas quantidades no café. Avaliando as quantidades de sólidos solúveis presentes em frutos em diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995) verificou que o estádio verde cana sobressaiu em relação aos demais.

Carvalho Júnior (2002) relatou que, para frutos em geral, é atribuída uma relação direta dos sólidos solúveis com ácidos e açúcares. Porém, os grãos de cafés possuem várias outras substâncias solúveis que podem influenciar esta variável.

Em cafés arábica de diferentes cultivares, Lopes (2000) encontrou teores de sólidos solúveis que variaram de 31,16% a 34,67%. Nas avaliações qualitativas dos cafés do Sul de Minas Gerais, Barrios (2001) encontrou diferenças significativas, com teores de 27,75% e 30,00% em cafés de bebida apenas mole e dura, respectivamente.

Villela (2002), avaliando grãos de diferentes tipos de café, em função do tempo de secagem, encontrou teores de sólidos solúveis que variaram de 30,12% a 41,70% de matéria seca (MS) em café despulpado, de 31,18% a 40,06% de MS em

café descascado, de 28,79% a 44,62% de MS em café desmucilado e de 32,86% a 40,42% de MS em café natural.

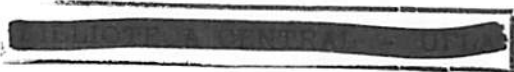
2.3.4 Polifenóis

Os polifenóis estão presentes em todos os vegetais e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, umas com estruturas químicas relativamente simples e outras complexas, como taninos e ligninas. No café, esses compostos contribuem de maneira altamente significativa para o sabor e o aroma do produto final (Souza, 1996). Vários autores descrevem haver nos frutos de café um alto teor desses componentes fenólicos e, em particular, de ácido clorogênico.

As enzimas e os polifenóis encontram-se compartimentalizados em células intactas; entretanto, tão logo ocorra a desorganização interna da célula, promovida por injúrias, a enzima e o substrato interagem produzindo quinonas reativas, as quais, subseqüentemente, reagem com as proteínas e outras enzimas, promovendo a sua inativação (Araújo, 1990).

Os compostos fenólicos são responsáveis pela adstringência dos frutos; no caso do café, interferem em seu sabor. No trabalho realizado por Carvalho et al. (1989), foram encontrados teores médios de polifenóis de 8,37% em frutos colhidos no estágio cereja e 9,66% para frutos de café de derriça. Segundo os autores, esses resultados mostram que os frutos verdes e semi-maduros contribuíram para maior teor de compostos fenólicos totais dos frutos colhidos por derriça no pano.

Os polifenóis, principalmente os ácidos clorogênico e caféico, exercem uma ação protetora, antioxidante dos aldeídos. Em virtude de qualquer condição adversa do grão, ou seja, colheita inadequada, problemas no processamento e armazenamento, as polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis, diminuindo sua ação antioxidante sobre aldeídos, facilitando a oxidação desses com interferência no sabor e aroma do café após a torração (Amorim & Silva, 1968).



Existem indícios da ocorrência de maior concentração de polifenóis em cafés de pior qualidade (Pimenta, 1995; Pereira, 1997), porém, ainda não foram estabelecidos valores fixos que indiquem uma melhor ou pior qualidade de bebida. Isto ocorre devido a variações de cultivares, estádios de maturação, diferenças nas condições climáticas e condições de colheita.

Amorim et al. (1974), analisando amostras de café previamente classificadas em padrões de bebida mole, dura, riada e rio quanto à influência daqueles compostos sobre a qualidade da bebida, verificaram que o teor de ácido clorogênico total foi estatisticamente menor no café de bebida mole. Os isômeros não apresentaram diferenças entre as amostras estudadas, assim como os fenóis totais solúveis em água e metanol. Os fenóis hidrolisáveis apresentaram-se em menor quantidade no café de bebida rio, aparentemente demonstrando que estes foram oxidados devido às más condições de colheita e processamento.

2.3.5 Polifenoloxidase

Transformações bioquímicas indesejáveis que ocorrem em grãos beneficiados durante a pós-colheita conduzem à formação de uma bebida inferior e são, principalmente, de natureza enzimática, envolvendo as polifenoloxidases, glicosidases, lipases e proteases. Algumas dessas transformações bioquímicas degradam as paredes e membranas celulares, outras podem mudar a coloração do grão e da película prateada, estando a qualidade de bebida sensivelmente alterada por essas modalidades de modificações (Amorim & Teixeira, 1975).

As enzimas polifenoloxidases atuam sobre os compostos fenólicos e encontram-se ligadas às membranas celulares, sendo ativadas somente quando liberadas dessas e, de acordo com vários autores, se mostram diretamente relacionadas com a qualidade da bebida do café. Amorim (1978) descreve em seus trabalhos que, “in vivo”, a enzima polifenoloxidase é encontrada na polpa de frutos e nas camadas externas e partes centrais do grão. Sendo assim, danos ocorridos nas

membranas liberam e, portanto, ativam a polifenoloxidase que, por sua vez, oxida ácidos clorogênicos a quinonas, as quais, quando em teor representativo, atuam inibindo a polifenoloxidase, diminuindo sua atividade. Para os autores, qualquer fator ambiental que altere a estrutura da membrana, como, por exemplo, ataques de insetos, infecções por microorganismos, alterações fisiológicas e danos mecânicos, provoca uma rápida deterioração dos grãos de café. Isso porque, uma vez rompida a membrana celular, ocorre um maior contato entre as enzimas e os compostos químicos do grão, provocando, dessa forma, reações químicas que modificam a composição original do café e, em consequência, as propriedades organolépticas das infusões que são preparadas com esse tipo de café.

Nesse sentido, têm sido realizados trabalhos exaustivos, visando correlacionar a composição química e a atividade de polifenoloxidases do grão com a qualidade de bebida.

As primeiras correlações da qualidade do café e atividade enzimática da polifenoloxidase foram realizadas por Amorim & Silva (1968), os quais observaram haver maior atividade de enzima em cafés de melhor qualidade, sugerindo uma menor ocorrência de degradação das paredes celulares nestes cafés. Carvalho et al. (1994) realizaram um trabalho no qual foram feitas avaliações físico-químicas e químicas de grãos beneficiados de cafés previamente classificados quanto à qualidade, em bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio. Verificaram que a atividade da polifenoloxidase apresentava faixas de variação que separavam os cafés de bebida estritamente mole (68,94U/g) dos cafés de bebida mole (65,96U/g) e apenas mole (63,77U/g), dos de bebida dura (60,98U/g) e dos cafés de bebida riada (44,00U/g) e rio (41,36U/g).

Como Carvalho et al. (1994), outros pesquisadores têm sugerido a utilização da determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase como técnica complementar à prova de xícara (Coelho, 2000; Lopes, 2000; Pereira, 1997; Souza, 1996; Pimenta, 1995). Estas pesquisas foram realizadas com o intuito

de se obter um método simplificado em se tratando de avaliação enzimática rápida e de custo relativamente baixo. Porém, apesar dos resultados obtidos indicarem uma relação entre a alta atividade desta enzima e cafés de melhor qualidade, observa-se a existência de variações na amplitude de atividade, conferindo um grande intervalo dentro das classes de bebida (Barrios, 2001).

2.3.6 Condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio

Existem mecanismos muito complexos e interdependentes no processo de deterioração. Diversos autores concordam que a degeneração das membranas celulares e subsequente perda de controle da permeabilidade estejam entre os primeiros eventos que caracterizam a deterioração (Pinto, 2002).

Amorim (1978) encontrou, em cafés de pior qualidade, maiores índices de lixiviação de íons potássio, indicando, assim, alterações nas membranas com consequente desorganização na membrana celular e um maior contato entre enzimas e substratos, levando a modificações na composição e qualidade dos grãos.

Prete (1992), dando continuidade aos trabalhos de Amorim (1978), constatou haver diferença significativa entre os valores de lixiviação de potássio e condutividade elétrica nos grãos de café com diferentes defeitos, como grãos preto-verdes, pretos, ardidos, verdes e brocados. Essa seqüência corresponde à ordem crescente da degradação do sistema de membranas, com membranas mais deterioradas mostrando valores mais elevados de lixiviação de potássio e condutividade elétrica. Foi verificado também que cafés colhidos no estágio de maturação cereja e secos apresentaram valores de 44,78 μ S/g para condutividade elétrica e 18,30mg/kg para lixiviação de íons potássio. Já para grãos colhidos no estágio de maturação verde, os valores foram de 103,85 μ S/g para a condutividade elétrica e 42,49mg/kg para lixiviação de íons potássio, confirmando ainda mais a influência do defeito verde nesses valores e mostrando também que cafés de pior

qualidade apresentam valores mais elevados, tanto de lixiviação de íons potássio como de condutividade elétrica.

Prete et al. (1999), avaliando a condutividade elétrica em grãos de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação, observaram valores de 149 μ S/g em grão de frutos colhidos verdes, 105 μ S/g em grãos de frutos colhidos verde-cana, 79,60 μ S/g em grãos de frutos colhidos passa, 76,63 μ S/g em grãos de frutos maduros e 76,04 μ S/g em grãos de frutos secos. Segundo os autores, os resultados mostram que os grãos dos estádios cereja, passa e seco obtiveram os melhores valores, com menor condutividade elétrica, não diferenciando entre si, já que os grãos de frutos verde e verde-cana apresentaram condutividade elétrica elevada, o que ocasiona uma maior lixiviação de íons, por não terem ainda as membranas bem formadas.

2.4 Torração

A qualidade final da bebida café está intimamente relacionada à composição dos grãos torrados que, por sua vez, é influenciada tanto pela composição da matéria-prima quanto pelo processamento pós-colheita (secagem, armazenagem, torração e moagem). O sabor e o aroma que caracterizam o café são resultantes da combinação de centenas de compostos químicos produzidos pelas reações que ocorrem durante a torração. Esse processo não é satisfatoriamente compreendido, em razão de o número de compostos envolvidos nas reações ser elevado. Além da escassez de fundamentação científica relacionada ao processo, existe também enorme carência de conhecimentos que permitam o estabelecimento de correlação entre as características da matéria-prima, os parâmetros de processo e a qualidade final do produto.

A torração é um processo muito importante; quando o grão é aquecido, a partir de 60°C, há aparecimento de reação endotérmica. A partir de 100°C, o grão começa a aumentar de volume, os compostos orgânicos começam a se transformar

e há mudanças de coloração. Entre 100°C e 150°C há despreendimento da película prateada; a partir de 170°C a 190°C, formam-se os primeiros compostos aromáticos e de 180°C a 200°C ocorre intensificação das reações de degradação, condensação e caramelização. A cor castanha formada é devido às melanoidinas provenientes das reações de Maillard e caramelização. A partir de 230°C começa a aparecer o óleo na superfície do grão (Maier, 1981).

A torração envolve altas temperaturas, ocasionando reações pirolíticas complexas. As mudanças químicas ocorridas no grão envolvem degradação e formação de novos compostos, originando o sabor e o aroma característicos do café. Illy & Viani (1996) relatam que, por meio da pirólise é que ocorre o desenvolvimento de sabor do café. Apesar de ocorrer em altas temperaturas, a torração adequada não provoca queimaduras dos grãos, porque ela ocorre dentro de suas células e na ausência de ar. Os produtos da pirólise são os açúcares caramelizados, ácido acético e seus homólogos, aldeídos, cetonas, furfural, ésteres, ácidos graxos, aminas, CO₂, sulfetos, etc. Todos estes constituintes contribuirão para o desenvolvimento total do sabor e aroma do café. Aminoácidos livres, peptídeos e proteínas com grupo amino livres reagem com açúcares redutores para formar glicosilaminas e ou aminoaldoses e ou aminocetonas, pela condensação. Estes compostos são totalmente rearranjados ou transformados pelos rearranjos de Heyns e Amadori, formando constituintes do café que contêm OH (voláteis), responsáveis pelo aroma e também os pigmentos responsáveis pela coloração.

Dentre as mudanças físicas que ocorrem durante o processo de torração, destacam-se aquelas que ocorrem na parede celular e no conteúdo celular, assim como modificações na forma, na cor e no tamanho dos grãos. Na torração, há um aumento na pressão interna causada pelo CO₂ formado, o que leva a uma expansão das células. A perda de água torna as membranas das células frágeis e quebradiças, facilitando o escapamento de gases e substâncias voláteis. Os óleos localizados no interior do grão são exsudados para a periferia devido ao efeito da pressão interna.

A densidade e o peso são reduzidos com a torração, sendo linearmente correlacionados com o decréscimo da torração; estes parâmetros são utilizados para avaliar o sucesso e a qualidade da torração (Illy & Viani, 1996).

As reações químicas ocorridas durante a torração ainda estão longe de serem elucidadas completamente, pois elas se processam dentro dos grãos e nem todos os precursores presentes no café cru foram identificados. Sabe-se que um grande número de precursores dá origem a um grande número de reações complexas, dificilmente separáveis e que também ocorrem reações com os produtos intermediários (Maria et al., 1998).

O gás carbônico não existe na forma livre no café cru, ele é formado durante a torração. Assim, cerca de 1% do grão é transformado em CO_2 . O CO_2 é normalmente um produto da decomposição dos ácidos carboxílicos. Nos grãos integrais há menor área superficial, por isso absorvem com pouca facilidade a umidade e oferecem maior resistência à difusão de CO_2 . Efeito contrário ocorre nos grãos moídos, com maior liberação de CO_2 e conseqüente arraste de compostos voláteis responsáveis pelo aroma. Além disso, ocorre entrada de O_2 , que acarreta reações oxidativas detrimenais à boa qualidade do café (Illy & Viani, 1996).

Cerca de 700 compostos voláteis identificados são responsáveis pelo aroma e ficam retidos na estrutura celular do grão torrado. Das classes dos voláteis, destacam-se os aldeídos, as cetonas, os compostos sulfurados, as pirazinas, os pirróis, os furanos, os fenóis e os oxazóis (Maria et al., 1996).

Alguns mecanismos parcialmente elucidados que envolvem a formação do aroma e sabor do café são extremamente complexos. Estes envolvem reações de Maillard, degradação de Strecker, degradação de aminoácidos sulfurosos, hidroxiaminoácidos e prolina, degradação da trigonelina, degradação de açúcares, degradação de ácidos fenólicos, degradação de lipídeos e interação de produtos intermediários (Maria et al., 1998).

As proteínas sofrem degradação à medida que aumenta o grau de torra; estas perdas variam de 20% a 40% com a torra média e chegam a 50% com a torra escura. No grão torrado, as proteínas sob desnaturam em temperaturas inferiores à da pirólise. Aminoácidos livres estão envolvidos em uma série de reações, originando substâncias voláteis do aroma do café torrado. A degradação é quase total e alguns traços de aminoácidos livres estão presentes.

Embora aminoácidos livres representem uma pequena proporção do nitrogênio protéico, eles são precursores do aroma e, por isso, extremamente importantes, pois têm uma participação marcante na qualidade do produto final (Mac Donald & Macrae, 1985).

Os açúcares, juntamente com as proteínas, estão diretamente envolvidos na reação de Maillard, responsável pela coloração do café torrado e pela produção dos compostos voláteis que, como já visto, estão relacionados com o sabor e o aroma.

A sacarose, termicamente lábil a 130°C, contribui para a formação de substâncias poliméricas (cor castanha) e CO₂. Durante a torração, este açúcar é transformado em produtos caramelizados (responsáveis pela cor do café torrado). A sacarose sofre, inicialmente, uma desidratação, seguida de hidrólise a açúcares redutores, devido à elevação de temperatura na pirólise. Os açúcares redutores são parcialmente degradados a compostos orgânicos voláteis, água e CO₂. Além da sacarose, outros compostos também sofrem transformações com a torração, as pentosanas são decompostas parcialmente, produzindo furfural em torrações leves e apresentando aroma de cereal (Maria et al., 1998).

Cerca de 90% da sacarose presente no grão cru são degradados com a torração. Cafés torrados apresentam pequenas quantidades de frutose e glicose, derivadas da hidrólise da sacarose; estes dois componentes, quando em altas concentrações, participam das reações de Maillard com grupos amino (Clarke & Macrae, 1985).

Os polissacarídeos reagem com grupos de aminoácidos das proteínas de alto peso molecular, produzindo melanoidinas. Os polissacarídeos e outras grandes moléculas são importantes na retenção de compostos voláteis e também contribuem para a viscosidade do café, ou seja, dão corpo ao café. Com o aumento da torração, há um aumento na degradação das proteínas e açúcares (Illy & Viani, 1996).

Os ácidos do café são muito importantes como atributos sensoriais. A torração diminui os ácidos cítrico e málico e aumenta outros, principalmente os voláteis. A quantidade dos ácidos depende do grau de torração. Com a torração média, o teor de ácido acético é máximo, mas se volatiliza com o aumento da torração. Quantitativamente, os ácidos do café são destruídos com a torração (Illy & Viani, 1996).

Durante a torração, o pH cai devido à formação de diversos ácidos orgânicos a partir de carboidratos. Estes ácidos e seus produtos de degradação são, possivelmente, transformados em melanoidinas e em torrações mais intensas ocorrem perdas de muitos ácidos voláteis (Maier, 1981).

O grão cru possui cerca de 12% de óleos e 95% destes sofrem modificações com a torração. Os óleos do grão cru, quando torrados, na presença de ácidos são hidrolisados a glicerina e ácidos graxos de cadeia curta, sofrendo volatilização parcial; na torração escura, são liberados sob a forma de fumaça vermelha. Neste tipo de torração é comum a ruptura da estrutura celular do grão com liberação dos óleos quimicamente ligados. Uma vez livres, estes óleos se movimentam pelo grão, lubrificando a superfície e podendo apresentar odor oleoso, semelhante àqueles produzidos na cocção de óleos vegetais (Carvalho, 1998).

Os triacilgliceróis sofrem menor efeito com a torração, exceto pela fraca hidrólise e decomposição com liberação de ácidos graxos livres e a formação de componentes voláteis, possibilitando a oxidação (Illy & Viani, 1996).

A fração de sólidos solúveis de grãos torrados sofre variações de acordo com o grau de torração e a espécie do café. A ruptura das células dos grãos do café aumenta a velocidade de extração e o rendimento destes compostos. Torrações escuras aumentam até 1% o teor de sólidos devido à solubilização da celulose, dos carboidratos e desnaturação das proteínas (Sivetz, 1963).

Os ácidos clorogênicos, em torrações claras, contribui para a suavidade ou uniformidade da bebida. Cerca de 1/3 a 1/2 dos ácidos clorogênicos do café é destruído com a torração; eles sofrem cerca de 80% de degradação com a torra escura. O destino destes ácidos destruídos com a torração é parcialmente conhecido, cerca de 50% da quantidade perdida é encontrada nos pigmentos marrons ou melanoidinas; da outra metade, parte é liberada nos gases da torração, embora não se tenha determinado em qual proporção e nem o destino do restante (Clifford, 1999).

Na torração, os polifenóis são gradualmente decompostos, resultando na formação de voláteis do aroma, materiais poliméricos e liberação de CO₂. Um grande número de polifenóis tem sido identificado em café torrado e alguns deles são originados dos ácidos clorogênicos (Menezes, 1994).

A cafeína é um alcalóide termicamente estável e pequenas perdas ocorrem com a torração por sublimação (179°C a 220°C) sob pressão normal. Este composto é quase que praticamente inalterado na torração, com exceção de frações mínimas que são sublimadas a 176°C e que se acumulam nas pilhas de cafés torrados (Maier, 1981).

A trigonelina é uma base nitrogenada fortemente polar, o seu conteúdo diminui com o aumento da torração. Muitas reações de degradação da trigonelina dão origem a piridinas alcoólicas, que são compostos importantes para o aroma do café torrado. O ácido nicotínico (niacina), proveniente da degradação da trigonelina, está presente no café torrado e é importante devido ao seu valor nutricional (Illy & Viani, 1996). A degradação da trigonelina gera uma série de

compostos voláteis. Por outro lado, podem ocorrer também reações secundárias entre a trigonelina e outros constituintes, particularmente os glicídeos.

Vários pesquisadores já fazem estudos do processo industrial de torração de café, visando aprimorar os conhecimentos sobre este e possibilitar a correlação entre as características da matéria-prima e parâmetros de processamento com a qualidade do produto final de consumo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aerador e terreiro

O aerador utilizado neste trabalho como um pré-secador foi do tipo contínuo em cascata PA/AC (Figura 1), uma inovação criada pela equipe de pesquisa e desenvolvimento da Palini & Alves Ltda., com capacidade de 8.000 litros de café/hora.

O aerador funciona por pressão de ar; a medida que a umidade do café diminui a própria pressão, o empurra para a frente. O ar quente do aerador é proveniente de uma caldeira de 70 libras de pressão, que alimenta não só o aerador, mas também 16 secadores.

O terreiro utilizado na pré-secagem dos grãos de café foi o de asfalto com 33.000m².

3.2 Matéria-prima

3.2.1 Obtenção dos grãos

Foram utilizados frutos de cafeeiros (*Coffea arabica*, L.), da cultivar Catuaí, no primeiro ano e da cultivar Mundo Novo, no segundo ano, provenientes da Fazenda Ipanema, no município de Alfenas, MG.

Foram preparados 15.560 litros de frutos de cafeeiros. Os frutos foram despulpados; a fermentação no preparo foi de 22 horas. Após a fermentação, 3.000 litros de grãos despulpados foram diretamente para pré-secagem em terreiro de asfalto, com rotação mecanizada contínua, sempre acompanhando a rota do sol. Como as condições climáticas eram desfavoráveis, os grãos permaneceram no terreiro durante sete dias.

A outra parte dos frutos (12.560 litros) foi levada diretamente para a pré-secagem no aerador contínuo de cascata do tipo PA-AC. Todo o processo de

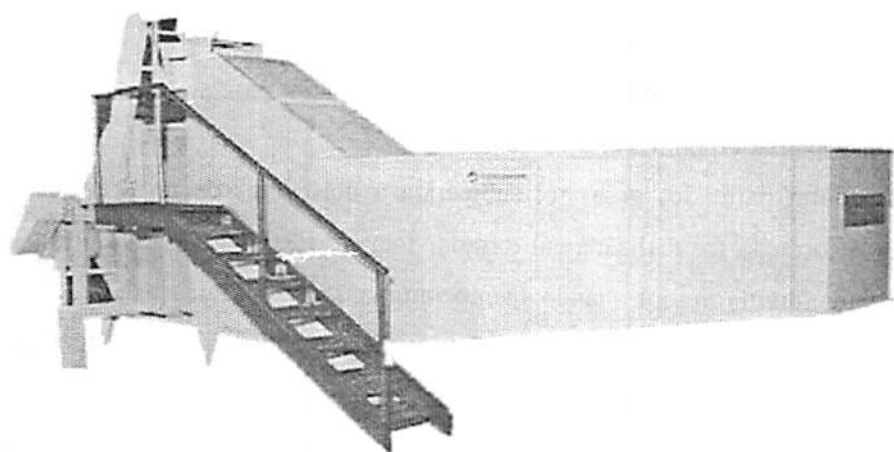
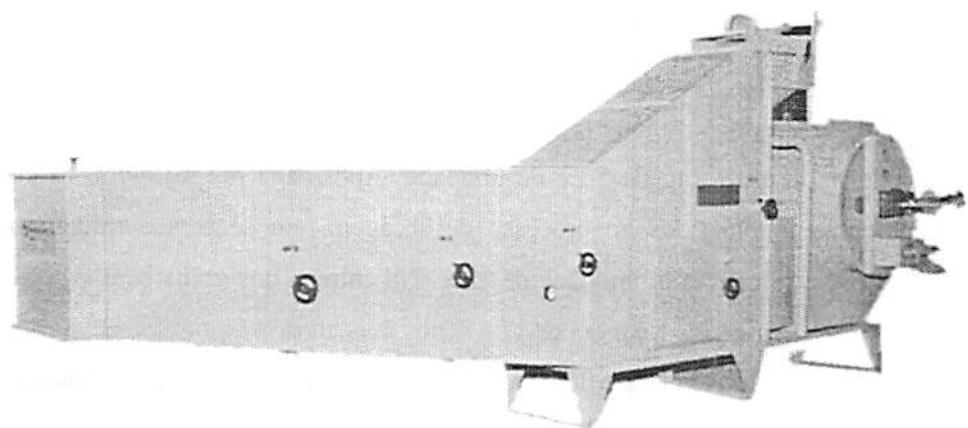


FIGURA 1 Vistas laterais do aerador

pré-secagem durou 6 horas. Durante o processo de pré-secagem no aerador, as temperaturas medidas por fora da máquina foram de 46°C no cone, de 44° C na cascata, de 42°C no início da câmara e de 40,6°C no término da câmara.

As duas pré-secagens foram utilizadas apenas para “enxugar” a água do café, chegando em torno de 50% de umidade. Após cada pré-secagem, os cafés foram, então, submetidos ao processo de secagem, em secadores tradicionais, saindo dos secadores com umidade de 12%. Na entrega dos grãos para o preparo das amostras, a umidade final era de 11,5% nos dois anos.

Os cafés foram classificados por prova de xícara, pelos provadores da Fazenda Ipanema. Nos dois anos os cafés apresentaram bebida “apenas mole”, nos dois tipos de pré-secagem.

3.2.2 Preparo das amostras para análises

Os grãos foram preparados da seguinte maneira:

- inicialmente, foram retirados os defeitos intrínsecos (preto, ardido, verde e brocado) para todas as amostras;

- os grãos crus foram moídos em moinho de bola, modelo Prolabo, Paris, durante 3 minutos, com utilização de nitrogênio líquido, para se evitar alterações de caráter enzimático no material;

- outra parte dos grãos foi submetida a dois graus de torração, clara e média. A torração foi realizada em torrador rotativo PROBAT WERKE tipo BR 26. Os cafés foram torrados quando a temperatura do torrador atingia 220°C; houve monitoramento do tempo, entre 6 a 8 minutos, dependendo do grau de torração e da temperatura (cerca de 220°C) de torração. O final da torração foi monitorado de forma subjetiva, como realizado pelas indústrias torrefadoras. Em seguida, foram moídos.

Depois de moídas, as amostras foram congeladas.

3.3 Delineamento estatístico

3.3.1 Grãos crus

O delineamento experimental utilizado para as análises nos grãos crus foi inteiramente casualizado (DIC), sendo dois tipos de pré-secagem (terreiro x aerador) com 10 repetições cada um.

3.3.2 Grãos torrados

O delineamento experimental utilizado para as análises nos grãos torrados foi o DIC com 5 repetições, num esquema fatorial 2 x 2:2 tipos de pré-secagem (terreiro x aerador) e 2 tipos de torra (torra clara x torra média).

3.4 Análises

3.4.1 pH

Medida direta com peagâmetro DIGIMED.

3.4.2 Acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N de acordo com técnica descrita pela Association of Official Agricultural Chemists-AOAC (1995) e expressa em mL de NaOH 0,1N por 100g de amostra.

3.4.3 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados com o emprego de um refratômetro de bancada Abbe modelo 2 WAJ, conforme normas da AOAC (1995).

3.4.4 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Os açúcares foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, descrito pela AOAC (1995) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

3.4.5 Polifenóis

Os polifenóis foram extraídos com metanol a 50%, em banho-maria a 80°C com refluxo, por 15 minutos e filtrado; o sobrenadante foi recolhido e a operação repetida mais duas vezes. Todo o sobrenadante foi recolhido e então levado a banho-maria para total evaporação do metanol. O material restante (\pm 10mL) foi transferido para balão volumétrico, completando-se o volume (200mL) com água destilada e filtrando-se posteriormente (Hangerman & Butler, 1980).

Para a determinação dos polifenóis totais, foi utilizada a técnica descrita por Swain & Hillis (1959). Os reagentes de Folin-Denis e a solução saturada de carbonato de sódio foram preparados segundo a AOAC (1995). O método baseia-se na oxidação de hidroxilas fenólicas pelo reagente de Folin-Denis, em meio alcalino, com produção de composto de coloração azul que foi medido a 750nm. O ácido tânico foi utilizado como padrão. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido tânico por 100 gramas de amostra.

3.4.6 Polifenoloxidase

Obtenção do extrato enzimático

A obtenção do extrato enzimático se deu pela adaptação do processo de extração descrito por Draetta & Lima (1976).

O extrato enzimático foi obtido pela homogeneização de 5g de amostra em 40mL de tampão fosfato 0,1mol/L, pH 6,0, agitado durante 5 minutos à 4°C. Todo o material foi então filtrado.

Atividade da polifenoloxidase

A atividade da polifenoloxidase foi determinada pelo método descrito por Ponting & Joslyng (1948). Um mL de extrato foi incubado com 3mL de L-DOPA (L-3,4 – dihidroxifenoil-alanina) 0,005mol/L (substrato), na presença de 1,0mL de glicina 0,2mol/L, durante uma hora, a 35°C. Após serem retirados do banho-maria, os tubos foram colocados em banho de gelo. A leitura foi feita em espectrofotômetro a 420nm. Uma unidade de atividade enzimática foi considerada como a quantidade de enzima que provocou o aumento de 0,001 unidade de absorbância por minuto de reação, nas condições do ensaio. A atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) foi expressa em unidade (U)/g de amostra.

3.4.7 Condutividade elétrica

Adaptando-se a metodologia proposta por Loeffler et al. (1988), foram utilizadas três amostras de 50 grãos de cada parcela, sem separação dos grãos defeituosos, as quais foram pesadas e imersas em 75mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180mL de capacidade. A seguir, estes recipientes foram colocados em estufa ventilada regulada para 25°C por 5 horas, procedendo-se à leitura da condutividade elétrica da solução em aparelho DIGIMED CD-20 a cada intervalo de 30 minutos. Com os dados obtidos foi calculada a condutividade elétrica, expressando-se o resultado em $\text{cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$ de amostra.

3.4.8 Lixiviação de íons potássio

Imediatamente após a leitura da condutividade elétrica, as soluções foram submetidas à determinação da quantidade de potássio lixiviado. A análise de potássio foi realizada em fotômetro de chama DIGIMED NK-2002 e, com os dados obtidos foi calculado o lixiviado de potássio, expressando-se o resultado em mg/kg de amostra (Prete, 1992).

Os valores de pH obtidos em grãos torrados do 1º e do 2º anos de experimentos estão apresentados na Tabela 2. Os grãos apresentaram diferenças significativas nos dois anos de experimento (Tabela 7A e 8A, Anexos), em relação a pré-secagem, torra e interação pré-secagem e torra.

Observa-se que os grãos pré-secos no aerador só apresentaram maiores teores de pH na torra média do 1º ano de experimento. Os grãos de torração clara apresentaram os menores pH nos dois tipos de pré-secagem e nos dois anos de experimento, em relação aos grãos de torra média. Isso também foi observado por Siqueira (2003) que, estudando este parâmetro em diferentes tipos de processamento durante a torração, encontrou, em cafés despulpados, valores médios de 5,15 em café com torra clara e 5,46 em café com torra média.

Segundo Illy & Viani (1996), a torração diminui alguns ácidos (cítrico e málico) e aumenta outros, principalmente os voláteis. Com a torração média, o conteúdo de ácido acético é máximo, mas se volatiliza com o aumento da torração.

TABELA 2 Valores médios de pH em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro, em diferentes tipos de torra, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO		2º ANO	
	Torra clara	Torra média	Torra clara	Torra média
AERADOR	5,01 b B	5,70 a A	5,00 b B	5,50 a B
TERREIRO	5,07 b A	5,58 a B	5,10 b A	5,54 a A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Pinto (2002), avaliando diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado, encontrou teores de pH que variaram de 5,13 a 5,34 na torra clara e de 5,37 a 5,88 na torra média. Mas as variações de pH em nenhum tipo de grão seguiram uma tendência para a separação das bebidas quanto à qualidade.

A variação do pH com a torração, segundo Sivetz & Desrosier (1979), embora pequena, pode exercer influência na aceitação do produto pelo consumidor. Segundo os autores, o pH não deve apresentar valores abaixo de 4,95, pois sabe-se que, abaixo deste valor, as bebidas se tornam muito ácidas. Deve-se destacar que, neste trabalho não foi encontrado valor de pH abaixo de 4,95 em nenhum dos cafés dos experimentos realizados.

4.2 Acidez total titulável

Os dados da Tabela 3 representam os teores médios de acidez total titulável em grãos crus, obtidos nos 1º e 2º anos de experimentos. Como os resultados foram iguais nas pré-secagem, não se aplicou a análise estatística.

Carvalho et al. (1994), analisando amostras de cafés previamente classificadas quanto aos teores de acidez, demonstraram a ocorrência de maior acidez nos cafés de pior qualidade. Pereira (1997) obteve, para café de bebida estritamente mole, valores próximos a 250mL de NaOH/100g de amostra. Observou-se que a inclusão de grãos ardidos provocou elevação da acidez. Coelho (2000) constatou o mesmo comportamento com a inclusão dos defeitos em grãos crus.

Siqueira (2003) encontrou, em cafés despulpados, níveis médios de 250,15mL de NaOH/100g de amostra em grãos crus. Pinto (2002), avaliando diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado, encontrou nos grãos crus teores que variaram de 200,00 a 255,00mL de NaOH/100g de amostra, mas não detectou variações seguindo uma tendência para separação das bebidas quanto à qualidade.

TABELA 3 Teores médios de acidez total titulável (mL de NaOH 0,1N/100g de amostra) em grãos crus e pré-secos em aerador e terreiro, no 1° e 2° anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1° ANO	2° ANO
AERADOR	245,00	200,00
TERREIRO	245,00	200,00

Na Tabela 4 estão apresentados os teores de acidez total encontrados em grãos torrados, no 1° e 2° anos de experimentos. A análise de variância mostrou diferenças significativas para pré-secagem, torra e interação pré-secagem e torra (Tabelas 7A e 8A, Anexos). Pode-se observar que na torra clara não houve diferenças significativas nos dois tipos de pré-secagem. Na torra média, os grãos pré-secos no terreiro apresentaram menores teores de acidez total.

Myia et al. (1973/1974), Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975), Carvalho et al. (1994), Abreu et al. (1996) e Pereira (1997) observaram a existência de uma relação inversa entre os teores de acidez e a qualidade dos grãos, ou seja, detectaram maior acidez em cafés de pior qualidade. Portanto, os grãos com torra média pré-secos no terreiro apresentaram melhores resultados.

Pinto (2002), estudando os diferentes padrões de bebida em diferentes tipos de torra, encontrou teores que variavam de 280,00 a 350,00mL de NaOH 0,1N/100g, para torra clara e de 297,50 a 347,50mL de NaOH 0,1N/100g, para torra média. Siqueira (2003) encontrou, em cafés despulpados, níveis médios de 350,15 e 400,32mL de NaOH 0,1N/100g, para torra clara e torra média, respectivamente.

TABELA 4 Teores médios de acidez total titulável (mL de NaOH 0,1N/100g de amostra) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro, em diferentes tipos de torra, no 1º e 2º anos de experimentos.


TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO		2º ANO	
	Torra clara	Torra média	Torra clara	Torra média
AERADOR	375,00 a A	375,00 a A	300,00 a A	250,00 b A
TERREIRO	385,00 a A	265,00 b B	300,00 a A	215,00 b B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Nos dois anos de experimento, os teores médios de acidez foram menores nos grãos crus; com a torração houve, um aumento da acidez e com o aumento do grau de torração começou um decréscimo nos teores de acidez. Isto se explica, pois, durante a torração, há uma diminuição dos ácidos cítrico e málico, mas há aumento dos ácidos voláteis, principalmente com a degradação dos carboidratos. A concentração dos ácidos voláteis chega ao máximo com a torração média e decresce com o aumento da torração, devido à sua volatilização (Clifford, 1975). A severidade da torração também destrói os ácidos clorogênicos que se encontram ligados à matriz do grão, diminuindo a acidez.

Mesmo com vários estudos relacionando os diferentes padrões de bebida e a relação com a acidez, ainda não foi possível o estabelecimento de valores para cada tipo de bebida, pois ocorre uma interposição de faixas entre os valores das diferentes bebidas.

Tanto o pH como a acidez são duas medidas importantes, uma vez que esses parâmetros têm efeito sobre a qualidade da bebida. A acidez do produto depende de diversos fatores, tais como variedade do café, idade dos grãos, grau de



torração, manipulação comercial do produto, bem como da relação entre a concentração de ácidos e o pH (Sivetz, 1963).

4.3 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis totais em grãos crus, no 1º e 2º anos de experimentos, são apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que os grãos pré-secos em terreiro apresentaram maior teor que os pré-secos em aerador, no 1º ano de experimento e o inverso no 2º ano de experimento.

Pinto (2002), estudando tipos de bebida em diferentes tipos de torra, não encontrou, em grãos crus, diferenças significativas quanto aos teores de sólidos solúveis totais entre os padrões de bebidas e blends estudados. Os teores encontrados por este autor estavam entre 30,00% e 34,00 %. Os padrões de bebida estritamente mole, mole e apenas mole apresentaram teores de 32,00%, 32,50% e 34,00%, respectivamente.

Os grãos torrados no 1º ano de experimento, para os sólidos solúveis totais, só foram significativos no fator pré-secagem. No fator torra e na interação pré-secagem x torração foram não significativos, o que é mostrado na Tabela 7A dos anexos. As médias de sólidos solúveis totais obtidas no fator pré-secagem são apresentadas na Tabela 6.

TABELA 5 Teores médios de sólidos solúveis totais (%) em grãos crus de café pré-secos em aerador e terreiro, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	36,25 B	35,00 A
TERREIRO	37,05 A	33,50 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 6 Médias dos teores de sólidos solúveis totais (%) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro em diferentes tipos de torra, no 1º ano de experimento.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	%
AERADOR	32,00 A
TERREIRO	30,00 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Os grãos torrados no 2º ano de experimento, para os sólidos solúveis totais, foram significativos em todos os fatores (Tabela 8A, Anexos). Os teores de sólidos solúveis em grãos torrados, no 2º ano de experimento encontram-se na Tabela 7. Observa-se, pelos dados, que os grãos pré-secos em terreiro apresentaram maiores teores que os pré-secos em aerador e não houve diferenças significativas entre os tipos de torra. A torra média não apresentou diferença significativa nos tipos de pré-secagem, mas apresentou maior teor nos grãos pré-secos no aerador, em relação à torra clara.

TABELA 7 Teores médios de sólidos solúveis totais (%) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro, em diferentes tipos de torra, no 2º ano de experimento.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	Torra clara	Torra média
AERADOR	27,50 b B	29,50 a A
TERREIRO	30,00 a A	30,00 a A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Pinto (2002) encontrou teores de sólidos solúveis que variavam de 27,5% a 31,37% para torra clara e de 27,50% a 31,25% para a torra média. Este mesmo autor, apesar de detectar diferenças significativas nos grãos torrados, não conseguiu relacioná-las com a qualidade da bebida.

Pode-se notar que com a torração, houve uma redução de sólidos solúveis, o que já foi verificado por outros autores, como Lopes (2000) e Pinto (2002), que verificaram reduções nos teores de sólidos solúveis de 5% a 28%. Estes autores atribuíram essas perdas ao processo pirolítico.

Os grãos estudados apresentaram teores elevados de sólidos solúveis totais, o que é muito interessante para a sua utilização pela indústria. Uma maior quantidade destes constituintes é desejável, sob o ponto de vista de rendimento industrial e também por sua contribuição para proporcionar uma bebida bem encorpada.

4.4 Açúcares totais

No 1º ano de experimento, os grãos crus não alcançaram significância no fator pré-secagem para os teores de açúcares totais (Tabela 3A, Anexos), enquanto que, no 2º ano de experimento, houve diferenças significativas (Tabela 4A, Anexos). As médias dos teores de açúcares totais do 1º e do 2º ano de experimentos encontram-se na Tabela 8.

No 2º ano de experimento, os grãos pré-secos em aerador apresentaram maiores teores que os pré-secos em terreiro.

Chagas et al. (1996), estudando cafés de Minas Gerais, encontraram teores de açúcares totais de 7,03% em cafés da região Sul. Villela (2002), avaliando grãos de diferentes tipos de café em função do tempo de secagem, encontrou níveis médios de açúcares totais de 6,90% a 9,40% de MS, em cafés despulpados crus. Barrios (2001), avaliando cafés da região sul de Minas Gerais, encontrou teores que variavam de 9,33% a 10,60%, o que pode ser considerado

TABELA 8 Teores médios de açúcares totais (%) em grãos crus de café pré-secos em aerador e terreiro, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	9,72	7,32 A
TERREIRO	9,40	7,03 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

desejável, já que um dos atributos sensoriais da bebida, em cafés finos, é a doçura.

Na Tabela 9 estão os teores de açúcares totais obtidos em grãos torrados, no 1º e 2º anos de experimentos. A análise de variância mostrou diferenças significativas para os fatores pré-secagem, torra e interação pré-secagem x torra (Tabelas 9A e 10A, Anexos). No 1º ano de experimento, na torra clara, os grãos pré-secos em aerador apresentaram teores maiores que os pré-secos em terreiro e, na torra média, não houve diferença significativa entre os tipos de pré-secagem. Já no 2º ano de experimento, na torra clara, os grãos pré-secos em terreiro apresentaram teores maiores que os pré-secos em aerador, e na torra média aconteceu o contrário, ou seja, os grãos pré-secos em aerador apresentaram maiores teores que os pré-secos em terreiro.

Para o parâmetro torra, houve um decréscimo significativo com o aumento da torração, nos dois anos de experimento. Este decréscimo está relacionado às degradações durante o processo de torração. Lopes (2000) e Pinto (2002) também verificaram um decréscimo nos açúcares. Segundo Sivetz (1963), os açúcares são os principais substratos para a obtenção de aromas e sabores do café torrado. Durante a torração, o açúcar é degradado e utilizado em reações como a de Maillard e de caramelização.

TABELA 9 Teores médios de açúcares totais (%) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro, em diferentes tipos de torra, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO		2º ANO	
	Torra clara	Torra média	Torra clara	Torra média
AERADOR	2,85 a A	1,50 b A	3,05 a B	1,07 b A
TERREIRO	2,52 a B	1,46 b A	4,35 a A	0,82 b B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Lopes (2000), estudando o café arábica de diferentes cultivares, encontrou teores de 2,14% a 3,20% de açúcares totais em grãos torrados com torra clara e Pinto et al. (2001), avaliando grãos do café arábica com torração média, também do sul de Minas Gerais, encontraram teores de açúcares totais de 0,77% a 1,63%.

Sabe-se que um dos atributos desejáveis em uma bebida de boa qualidade é a doçura. A formação de cor por meio de reações de Maillard e caramelização na torração ocorre por meio da reação entre açúcares redutores e aminoácidos, resultando, além da formação da cor e produtos caramelizados, em várias substâncias relacionadas ao sabor e ao aroma. Portanto, nos teores de açúcares totais, a pré-secagem em aerador foi melhor que a pré-secagem em terreiro.

4.5 Açúcares redutores

Os teores de açúcares redutores em grãos crus estão apresentados na Tabela 10, para o 1º e 2º anos de experimentos. Nos dois anos de experimento, os grãos pré-secos em aerador apresentaram maiores teores que os pré-secos em terreiro, o que é bom, sabendo-se que a doçura é um atributo desejável para a qualidade do café.

Os teores de açúcares redutores em grãos torrados, no 1º e 2º anos de experimentos, estão apresentados na Tabela 11. Houve diferença significativa para os fatores pré-secagem, torra e a interação pré-secagem x torra (Tabela 9A e 10A, Anexos). Os grãos pré-secos em aerador obtiveram maiores teores que os pré-secos em terreiro, nos dois tipos de torra, no 1º ano de experimento.

Para o 2º ano de experimento, na torra clara, os grãos pré-secos em terreiro apresentaram maiores teores que em aerador e, na torra média, não houve diferença significativa nos tipos de pré-secagem.

Portanto, para os teores de açúcares redutores, a pré-secagem em aerador foi melhor que a pré-secagem em terreiro, pois apresentou os maiores teores nos dois anos de experimento, tanto nos grãos crus quanto nos torrados.

Verificou-se também um aumento significativo de açúcares redutores após a torração. A torra clara apresentou os maiores teores. Sabe-se que a sacarose é degradada praticamente em quase sua totalidade durante a torração, originando monossacarídeos, o que explica o aumento dos teores dos açúcares redutores após a torração. Com a intensificação da torração, ocorre um processo de degradação

TABELA 10 Teores médios de açúcares redutores (%) em grãos crus de café pré-secos em aerador e terreiro, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	0,35 A	0,29 A
TERREIRO	0,22 B	0,27 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

TABELA 11 Teores médios de açúcares redutores (%) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro em diferentes tipos de torra, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO		2º ANO	
	Torra clara	Torra média	Torra clara	Torra média
AERADOR	0,78 a A	0,44 b A	0,93 a B	0,29 b A
TERREIRO	0,53 a B	0,39 b B	1,21 a A	0,28 b A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

dos açúcares, o que explica os menores teores encontrados na torra média em relação à torra clara.

Pimenta (1995), avaliando diferenças em relação ao estágio de maturação, obteve teores médios de açúcares redutores, em café cereja, de 0,5%. O autor atribuiu ao processo de intensificação da maturação o aumento no teor destes constituintes.

Lopes (2000), estudando grãos de café arábica de diferentes cultivares encontrou variação de 0,77% a 0,93% para os açúcares redutores nos grãos torrados.

4.6 Açúcares não-redutores

Os açúcares não-redutores em grãos crus, no 1º ano de experimento, não apresentaram diferenças significativas para a pré-secagem, enquanto no 2º ano houve (Tabela 3A, Anexos). As médias desses teores estão representadas na Tabela 12.

No 2º ano de experimento, os grãos pré-secos em aerador apresentaram teores maiores que em terreiro.

Barrios (2001), Pinto (2002) e Villela (2002) encontraram, para grãos crus, teores médios de açúcares não-redutores numa faixa de 6,63% a 10,12%.

Nos grãos crus, o aerador apresentou bons resultados neste parâmetro, nos dois anos de experimento, tendo no 1º ano, os dois tipos de pré-secagem apresentado valores mais altos de açúcares não-redutores.

Vários fatores parecem estar relacionados com os teores destes constituintes, como local de cultivo (Leite, 1991; Chagas, 1994), estágio de maturação (Pimenta, 1995), tipos de cultivares (Lopes, 2000) e presença de defeitos (Pereira, 1997).

No 1º ano de experimento, em grãos torrados, os teores de açúcares não-redutores só foram significativos para o fator torra (Tabela 9A, Anexos). As médias obtidas para a torra estão apresentadas na Tabela 13.

TABELA 12 Teores médios de açúcares não-redutores (%) em grãos crus de café pré-secos em aerador e terreiro, no 1º e 2º anos de experimentos.

PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	9,36	7,03 A
TERREIRO	9,17	6,76 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

TABELA 13 Teores médios de açúcares não-redutores em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro em diferentes tipos de torra, no 1º ano de experimento.

TIPOS DE TORRA	%
TORRA CLARA	2,03 A
TORRA MEDIA	1,07 B

Na Tabela 14 estão apresentados os teores de açúcares não-redutores em grãos torrados, no 2º ano de experimento. Na torra clara, os grãos pré-secos em terreiro apresentaram maiores teores que os pré-secos em aerador, mas, na torra média, aconteceu o inverso.

Para os grãos torrados no 1º ano de experimento, a pré-secagem não foi significativa; no 2º ano, o terreiro foi melhor na torra clara e o aerador melhor na torra média. Portanto, não se pode indicar qual a melhor pré-secagem em relação aos açúcares não-redutores.

Com a torração, houve uma redução bastante significativa nos teores de açúcares não-redutores, pois a sacarose é decomposta em glicose e frutose.

Fernandes et al. (2001), estudando grãos da espécie *Coffea arabica* L. do sul de Minas Gerais com torração comercial, encontraram teores de açúcares não redutores na faixa de 0,73% a 1,24%. Já Lopes (2000) encontrou teores de 1,55% a 2,46% em variedades do café arábica torrado.

TABELA 14 Teores médios de açúcares não-redutores (%) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro em diferentes tipos de torra, no 2º ano de experimento.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	Torra clara	Torra média
AERADOR	2,12 a B	0,79 b A
TERREIRO	3,14 a A	0,55 b B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.7 Polifenóis

Os teores médios de polifenóis em grãos crus apresentaram diferença significativa nos tipos de pré-secagem nos dois anos de experimentos (Tabelas 3A e 4A, Anexos). Os teores médios de polifenóis encontram-se na Tabela 15. Nos dois anos de experimentos, os grãos pré-secos em terreiro apresentaram maiores teores que os pré-secos em aerador.

TABELA 15 Teores médios de polifenóis (mg de ácido tânico/100g) em grãos crus de café pré-secos em aerador e terreiro, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	9,24 B	7,19 B
TERREIRO	9,76 A	7,37 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Villela (2002) e Siqueira (2003) encontraram teores médios de polifenóis de 7,31% e 7,60%, respectivamente, para cafés despulpados.

Os teores de polifenóis em grãos torrados no 1º ano de experimento encontram-se na Tabela 16. Observa-se que os grãos pré-secos em aerador apresentaram menores teores que os pré-secos em terreiro, tanto na torra clara, quanto na torra média.

Na pré-secagem em aerador, houve um decréscimo destes compostos, com o aumento da torração. Já na pré-secagem em terreiro não houve diferença significativa entre a torra clara e a torra média.

Para os polifenóis, no 2º ano de experimento, a interação pré-secagem x torra não foi significativa (Tabela 10A, Anexos) e houve significância para pré-

secagem e torra. As médias encontradas para pré-secagem estão apresentadas na Tabela 17. Pode-se observar que os grãos pré-secos em terreiro apresentaram maiores teores que os pré-secos em aerador. Como existem indícios da ocorrência de maior concentração de polifenóis em cafés de pior qualidade, constata-se que o aerador parece ter sido a melhor forma de pré-secagem.

As médias de polifenóis encontradas para torra encontram-se na Tabela 18. Observa-se que a torra média apresentou teores maiores que a torra clara.

TABELA 16 Teores médios de polifenóis (mg de ácido tânico/100g) em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro em diferentes tipos de torra, no 1º ano de experimento.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	Torra clara	Torra média
AERADOR	5,96 a B	4,77 b B
TERREIRO	6,64 a A	6,87 a A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

TABELA 17 Teores médios de polifenóis em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro, no 2º ano de experimento.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	mg ácido tânico/100g
AERADOR	3,96 B
TERREIRO	4,21 A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

TABELA 18 Teores médios de polifenóis em grãos de café pré-secos em aerador e terreiro, em diferentes tipos de torra no 2º ano de experimento.

TIPOS DE TORRA	mg ácido tânico/100g
TORRA CLARA	4,03 B
TORRA MÉDIA	4,14 A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Menezes (1990) constatou que os polifenóis são destruídos progressivamente com a torração e que, provavelmente, a adstringência da bebida ocorre em função não somente da quantidade de polifenóis, mas do tipo e da proporção dos ácidos clorogênicos presentes.

Pinto (2002), estudando diferentes padrões de bebida de grãos crus e torrados, encontrou teores de polifenóis que variaram de 5,08 a 5,88mg de ácido tânico/100g na torra clara e de 5,03 a 5,61mg de ácido tânico/100g na torra média. As variações dos polifenóis podem ocorrer devido a variações de cultivares, estádios de maturação e diferenças nas condições climáticas entre locais e de um ano para outro.

Siqueira (2003), estudando diferentes tipos de processamento durante a torração, encontrou teores médios de polifenóis de 9,00mg de ácido tânico/100g, para a torra clara e de 7,55mg de ácido tânico/100g para a torra média, em cafés despulpados. Nota-se que esses compostos apresentam grande variação nos grãos de café. Isto ocorre devido a variações de cultivares, estádios de maturação, tipos de processamento e diferenças nas condições climáticas entre locais e de um ano para outro.

Os teores destes compostos podem variar bastante, porém, ainda não foram estabelecidos valores fixos que indiquem uma melhor ou pior qualidade de bebida.

4.8 Polifenoloxidase

Na Tabela 19, encontram-se os valores médios de polifenoloxidase nos grãos crus submetidos aos dois tipos de pré-secagem, no 1º e 2º anos de experimentos. Verifica-se que os grãos submetidos à pré-secagem em terreiro apresentaram maiores valores, no 1º ano de experimento. Já no 2º ano de experimento, não houve diferença significativa entre os tipos de pré-secagem.

Pimenta (2001), estudando sete épocas diferentes de colheita, encontrou nos grãos colhidos na planta (pano) uma atividade de polifenoloxidase variando de 58,41 a 71,40U/g de café e, em grãos recolhidos no chão (varreção) a atividade de polifenoloxidase variando de 55,91 a 63,15U/g de café.

Estudos têm mostrado correlação positiva entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida do café. Esses resultados indicam a existência de relação entre os níveis dessa enzima e as diferentes cores apresentadas pelos grãos e entre a bebida e a cor dos grãos de café. Tais estudos eliminam o elemento humano como fator decisivo na avaliação do produto e em sua classificação (Lopes, 1988).

TABELA 19 Valores médios de polifenoloxidase (U/g de amostra) em grãos crus, nos diferentes tipos de pré-secagem, nos 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	84,11 B	63,31
TERREIRO	91,89 A	63,52

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Carvalho et al. (1994), estudando 380 amostras de café mediante a prévia classificação da bebida, observaram haver maior atividade de enzima em cafés de melhor qualidade, sugerindo uma menor ocorrência de degradação das paredes celulares nestes cafés. De acordo com esse trabalho, os cafés de bebidas mole, apenas mole e estritamente mole apresentaram atividade de polifenoloxidase superiores a 62,99. Relacionando o trabalho de Carvalho et al. (1994) com os teores encontrados neste trabalho, pode-se enquadrar os cafés como no mínimo bebida mole. Isto confirma a prova de xícara feita pelos provadores da Fazenda Ipanema, cuja classificação foi bebida “apenas mole”, para os dois tipos de pré-secagem, nos dois anos de experimento.

4.9 Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica dos 1º e 2º anos de experimentos encontram-se na Tabela 20. Os grãos pré-secos em terreiro apresentaram os menores valores no 1º ano de experimento e não foram estatisticamente diferentes no 2º ano.

TABELA 20 Valores médios de condutividade elétrica ($\text{cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$) em grãos crus nos diferentes tipos de pré-secagem, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	75,47 A	119,96
TERREIRO	69,74 B	118,34

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Villela (2002), estudando grãos submetidos a diferentes tipos de processamento, encontrou valores médios de $111,82\text{cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$ para café despulpado. O preparo do café despulpado, segundo Prete (1992), proporciona a obtenção de bebidas de melhor qualidade e também menores valores para a condutividade elétrica, quando comparados aos cafés não processados. O autor aponta uma relação inversa entre o 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 do café. De maneira geral, pode-se dizer que os resultados obtidos no presente trabalho indicam reduzida degradação de membranas nos dois tipos de pré-secagem, confirmando ótima qualidade dos cafés.

4.10 Lixiviação de íons potássio

Na Tabela 21 são mostrados os valores médios de lixiviação de íons potássio nos grãos crus dos dois tipos de pré-secagem, no 1º e 2º anos de experimentos. Nos dois anos de experimento, a menor lixiviação de íons potássio ocorreu nos grãos submetidos à pré-secagem em terreiro.

Prete (1992) observou que cafés colhidos no estágio de maturação cereja e secos apresentaram valores de 18,30 mg/kg para lixiviação de íons potássio e Pimenta (2001), estudando diferentes épocas de colheita encontrou valores entre 53,60 e 57,51 mg/kg.

A lixiviação de potássio é uma variável que apresenta uma relação direta com a condutividade elétrica, pois, quando ocorrem injúrias nos grãos de cafés, os íons potássio são os mais lixiviados para o exterior das células. Assim, pelos resultados obtidos, atesta-se esta analogia, pois o comportamento da lixiviação de potássio dos tipos de pré-secagem foi semelhante ao que ocorreu com o teste de condutividade elétrica.

TABELA 21 Teores médios de potássio lixiviados (mg/kg) em grãos crus nos diferentes tipos de pré-secagem, no 1º e 2º anos de experimentos.

TIPOS DE PRÉ-SECAGEM	1º ANO	2º ANO
AERADOR	24,54 A	30,36 A
TERREIRO	22,74 B	24,25 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

5 CONCLUSÕES

Para os grãos crus, constata-se que:

- no 1º ano de experimento, os grãos pré-secos em aerador apresentaram melhores resultados em 40% das análises e em 30% das análises não ocorreram diferenças significativas entre estes grãos e os pré-secos em terreiro;

- no 2º ano de experimento, os grãos pré-secos em aerador apresentaram melhores resultados em 60% das análises e em 30% das análises não ocorreram diferenças significativas entre estes grãos e os pré-secos em terreiro.

Como no estudo dos grãos crus se tem apenas a ação dos dois tipos de pré-secagem, sem nenhuma interferência de outros parâmetros, conclui-se que a pré-secagem no aerador é melhor que a pré-secagem em terreiro.

Para os grãos torrados, houve um equilíbrio entre os dois tipos de pré-secagem e o aerador foi tão bom quanto o terreiro. Assim, devem ser levado em conta os benefícios de cada pré-secagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C.M.A.; CARVALHO, V.D.; BOTREL, N. Efeito de níveis de adição de defeito “verde” na composição química de cafés classificados como bebida “estritamente mole”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.6, p.456-461, jun. 1996.

AFONSO JÚNIOR, P.C. et al. Avaliação da qualidade de grãos de cafés preparados por “via seca” e “via úmida” em função da condição e período de armazenamento. *Revista de Armazenamento*, Viçosa, n.3, p. 46-53, 2001. Especial.

ALLDRICK, A.J. The effects of processing on the occurrence of Ochratoxin A in cereals. *Food Addit. Contam.*, v.13, p.27-28, 1996. Supplement.

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

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

AMORIM, H.V. et al. Chemistry of brazilian green coffee anal the quality of the beverage: IV Electrohoresis of proteins in Agar-gel and ist interation with chlorogenic acids. *Turrialba*, San Jose, v.25, n.1, p.18-24, Jan./Mar. 1974.

AMORIM, H.V.; SILVA, O.M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. *Nature*, New York, v.219, n.5152, p.381-382, July 1968.

AMORIM, H.V.; TEIXEIRA, A.A. Transformações bioquímicas, químicas e físicas do grão de café verde e a qualidade da bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 3., Curitiba, 1975. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1975. p.21.

ANDROCIOLO FILHO, A. et al. Influência da espessura de camada e do tempo de movimentação do café no terreiro na duração da secagem e na qualidade do produto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p.203-204.

ARAÚJO, J.M. de A. **Escurecimento enzimático em alimentos: aspectos químicos e controle.** Viçosa: UFV, 1990. 144 p. (Revisão, 231).

ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZABAL, G. Relation entre la actividad de la polifenoloxidase (PFO) y las pruebas de cation como medidas de la bebida de café. *Cenicafé*, Caldas, v.26, n.2, p.55-71, abr./jun. 1975.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 16th ed. Washington, 1995. 684p.

BARRIOS, B.B.E. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica*, L.) da região Alto Rio Grande – Sul de Minas Gerais.** 2001. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARTHOLO, G.F. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.33-44, 1989.

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

BGAZO, J.C.E.O. Ensaio sobre degomagem e armazenamento do café despado. **Revista Ceres**, Viçosa, v.17, n.92, p.139-157, 1970.

BGAZO, J.C.E.O.; PAULA, J.F.de. Considerações sobre preparo do café visando à melhoria da qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 76-79, jun. 1985.

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

BITANCOURT, A.A. O tratamento das cerejas do café para melhorar a bebida. **O Biológico**, São Paulo, v.23, n.1, p.1-11, jan. 1957b.

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

CAMARGO, A.P. de.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS**, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1992. p.70-74.

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

CARVALHO, V.D. de. et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.70-92, jun. 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 JÚNIOR, C. de. **Efeito de sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.).** 2002. 140p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

CASTRO, L.E. **Efeito do despulpamento em secador de leito fixo sob alta temperatura, no consumo de energia e na qualidade do café (*Coffea arabica* L.).** 1991. 61p. Dissertação (Mestrado em Processamento e Armazenamento de Grãos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

CHAGAS, S.J. de R. Potencial da região sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais. 2003. 91p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG.

CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; 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. O café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais – relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos. 1996, 171 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.D. de. Microflora associada a frutos e grãos de café de diferentes locais, tipos de colheita e diferentes etapas de preparo. Ano 1: 1987. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p.17-21.

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

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

CLARKE, R.J.; MACRAE, R. Coffee: technology. New York Elsevier, 1987. v.2, 321p.

CLIFFORD, M.N. The composition of green and roasted coffee beans. **Process Biochemistry,** v.2, n.24, p.20-23, Mar. 1975.

CLIFFORD, M.N. Chlorogenic acids and other cinnamates nature, occurrence and dietary burden. **Journal Science Food and Agriculture,** Oxford, v.79, p.363-372, 1999.

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

CORRÊA, P.C. Simulação de secagem de café em camada espessa. 1982. 47p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CORRÊA, P.C. et al. Efeito da temperatura de secagem na cor dos grãos de café pré-processado por “via seca” e “via úmida”. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, n.5, p.22-27, 2002. Especial Café.

DRAETTA, I.S.; LIMA, D.C. Isolamentos e caracterização das polifenoloxidasas do café. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.7, p.3-28, jun.1976.

FELDMAN, J.R.; RYDER, W.S.; KUNG, J.T. Importance of non volatile compounds to the flavor of coffee. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington, v.17, n.6, p.733-739, Nov./Dec. 1969.

FERNANDES, S.M. et al. Avaliação química da qualidade e dos grãos torrados de duas cooperativas do sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Armazenamento: especial café, n.3, p.35-38, out. 2001.

FREIRE, A.C.F.; MIGUEL, A.C. Rendimento e qualidade do café colhido nos diversos estádios de maturação em Varginha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12., 1985, Caxambu. Resumos... Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1985. p.210-214.

FREITAS, R.F. Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiado de diverso municípios da Região Sul de Minas Gerais. 2000. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

GOPI NANDHAN, T.N. Food Safety – na emerging global challenge for coffee industry in Índia. Indian Coffee, v.65, n.3, p.10-12, Mar. 2001.

HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Condensed tannin purification and characterization of tannin-associated proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.28, n.4, p.947-952, July/Aug. 1980.

MYIA, E.E. et al. Defeitos do café e qualidade da bebida. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v.5, p.417-432, 1973/1974.

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

NORTHMORE, J.M. Over fermented beans and stinkers as defectives of arabica coffee. In: **INTERNATIONAL COLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE**, 4.; 1969, Paris. **Proceedings...Paris: ASIC**, 1969. p.47-59.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por médio de desmucilaginosos mecanicas sin processo de fermentación y su efecto en la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el Estado de Paraná en Brasil**. Londres, 1992.n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

PASIN, L.A.A.P. de et al. Efeito de micronutrientes na população fúngica associada a grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia. Lavras**. v.26, n.5, p.918-926, set./out. 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. 96p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEREIRA, R.G.F.A.; VILELLA, T.C.; ANDRADE, E.T. Composição química de grãos de café (*Coffea arábica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASI**, 2., 2002, Vitória, ES. **Resumos... Vitória: 2002**. p.826-831.

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

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

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

PINTO, N.A.V.D. et al. Açúcares e sólidos solúveis em bebidas e *blends* de cafés torrados tipo expresso. In: SIMPÓSIOS DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., Vitória, ES. Resumos... Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2001. p.101.

PONTING, J.D.; JOSLYN, M.A. Ascorbic acid and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, v.19, p.47-63, 1948.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exudado de grãos de café (*Coffea arabica*, L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PRETE, C.E.C. et al. Condutividade elétrica de exudado de grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3., 1999, Londrina, PR. Anais... Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p.475-477.

RAMOS, A.J. et al. Effect of water activity and temperature on growth and ochratoxin production by three strains of *Aspergillus ochraceus* on a barley extract medium and on barley grains. *International Journal of Food Microbiology*, p.133-140, 1998.

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

RUIZ AGUAS, L.H. **Sistema de beneficiamento do café na Colômbia.** Lavras: ESAL, 1988. 25p.

SCUSSEL, V.M. **Micotoxinas em alimentos.** Florianópolis: Insular, 1998. 144p.

SHANKARANARAYANA, M.L. et al. Complex nature of coffee aroma. *Indian Coffee*, Bangalore, v.38, n.4, p.84-92, Apr. 1974.

SILVA, L.C. da. **Desenvolvimento e avaliação de um secador de café (*Coffea arabica* L.) intermitente de fluxos contracorrentes.** 1991. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- SIQUEIRA, H.H. de. Análises físico-químicas, químicas e sensoriais de cafés de diferentes processamento durante a torração. 2003. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**
- SIVETZ, M. Coffee processing technology. Westport: AVI, 1963. v.2, 349p.**
- SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. Coffee Technology, Westpor, p.527-575, 1979.**
- SOUZA, S.M.C.de. O café (*Coffea arabica* L.) na região do sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos. 1996. 171p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**
- SOUZA, S.M.S. de. Produção de café de qualidade: II- Colheita, preparo e qualidade do café. Lavras: EPAMIG, 2000. 4p. (Circular Técnica, 118).**
- SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of Science of Food and Agriculture, London, v.10, n.1, p.63-68, Jan. 1959.**
- TEIXEIRA, A.A. Observações sobre várias características do café colhido verde e maduro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA/EMBRAPA, 1984. p.227-228.**
- VILELA, E.R. Processamento de café. Lavras: ESAL, 1991. 29p. (Apostila de Tecnologia de Produtos Vegetais).**
- 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, 1998. p.219-274.**
- VILLELA, T.C. Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**
- WOSIACK, G. Produção de enzimas hidrolíticas por fungos isolados do café. 1971. 33p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.**

ZAMBOLIM, L. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE. 1999, Viçosa. Livro de Palestras... Viçosa, MG: UFV/Departamento de Fitopatologia, 1999.

ANEXOS

ANEXO A

Página

TABELA 1A	Resumo das análises de variância dos teores de pH, sólidos solúveis totais e açúcares redutores, em grãos crus, no 1º ano de experimento.	74
TABELA 2A	Resumo das análises de variância dos teores de pH, sólidos solúveis totais e açúcares redutores, em grãos crus, no 2º ano de experimento.	74
TABELA 3A	Resumo das análises de variância dos teores de açúcares não-redutores e totais, polifenóis e polifenoxidase, em grãos crus, no 1º ano de experimento.	75
TABELA 4A	Resumo das análises de variância dos teores de açúcares não-redutores e totais, polifenóis e polifenoxidase, em grãos crus, no 2º ano de experimento.	75
TABELA 5A	Resumo das análises de variância dos valores de condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio, no 1º ano de experimento.	76
TABELA 6A	Resumo das análises de variância dos valores de condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio, no 2º ano de experimento.	76
TABELA 7A	Resumo das análises de variância dos teores de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais, em grãos torrados, no 1º ano de experimento.	77
TABELA 8A	Resumo das análises de variância dos teores de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais, em grãos torrados, no 2º ano de experimento.	77

TABELA 9A

Resumo das análises de variância dos teores de açúcares redutores, não-redutores e totais e polifenóis, em grãos torrados, no 1º ano de experimento.

78

TABELA 10A

Resumo das análises de variância dos teores de açúcares redutores, não-redutores e totais e polifenóis, em grãos torrados, no 2º ano de experimento

78

TABELA 1A Resumo das análises de variância dos teores de pH, sólidos solúveis totais e açúcares redutores, em grãos crus, no 1º ano de experimento.

Quadrados médios				
Causas da variação	GL	pH	Sólidos solúveis totais	Açúcares redutores
Pré-secagem	1	0,0003 ^{NS}	3,20*	0,0871*
Resíduo	18	0,0002	0,464	0,00004
CV (%)		0,215	1,858	2,314

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 2A Resumo das análises de variância dos teores de pH, sólidos solúveis totais e açúcares redutores, em grãos crus, no 2º ano de experimento.

Quadrados médios				
Causas da variação	GL	pH	Sólidos solúveis totais	Açúcares redutores
Pré-secagem	1	0,0370*	11,250*	0,0013*
Resíduo	18	0,0003	0,833	0,0002
CV (%)		0,305	2,665	4,702

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 3A Resumo das análises de variância dos teores de açúcares não-redutores, açúcares totais, polifenóis, polifenoloxidase, em grãos crus no 1º ano de experimento.

Quadrados médios					
Causas da variação	GL	Açúcares não-redutores	Açúcares totais	Polifenóis	Polifenoloxidase
Pré-secagem	1	0,1807 ^{NS}	0,5187 ^{NS}	1,3518*	262,083*
Resíduo	18	0,1879	0,1875	0,0109	0,5686
CV (%)		0,305	4,531	1,625	0,858

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 4A Resumo das análises de variância dos teores de açúcares não-redutores, açúcares totais, polifenóis, polifenoloxidase, em grãos crus, no 2º ano de experimento.

Quadrados médios					
Causas da variação	GL	Açúcares não-redutores	Açúcares totais	Polifenóis	Polifenoloxidase
Pré-secagem	1	0,3698*	0,4204*	0,1582*	0,221*
Resíduo	18	0,0352	0,0349	0,0140	8,432
CV (%)		2,721	2,602	1,625	4,58

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 5A Resumo das análises de variância dos teores de condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio, no 1º ano de experimento.

Quadrados médios			
Causas da variação	GL	Condutividade elétrica	Lixiviação de K ⁺
Pré-secagem	1	164,278*	16,309*
Resíduo	18	5,155	0,718
CV (%)		3,127	3,585

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

NS – não significativo

TABELA 6A Resumo das análises de variância dos teores de condutividade elétrica e lixiviação de íons potássio, no 2º ano de experimento.

Quadrados médios			
Causas da variação	GL	Condutividade elétrica	Lixiviação de K ⁺
Pré-secagem	1	13,021 ^{NS}	186,782*
Resíduo	18	11,169	0,183
CV (%)		2,805	1,568

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

NS – não significativo

TABELA 7A Resumo das análises de variância dos teores de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais, em grãos torrados, no 1º ano de de experimento.

Quadrados médios				
Causas da variação	GL	pH	Acidez total titulável	Sólidos solúveis totais
Pré-secagem	1	0,0048*	12500,00*	20,00*
Torra	1	1,7940*	18000,00*	1,25 ^{NS}
Secagem x torra	1	0,0396*	18000,00*	1,25 ^{NS}
Resíduo	16	0,0003	93,75	0,469
CV (%)		0,313	2,766	2,209

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 8A Resumo das análises de variância dos teores de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais, em grãos torrados, no 2º ano de experimento.

Quadrados médios				
Causas da variação	GL	pH	Acidez total titulável	Sólidos solúveis totais
Pré-secagem	1	0,0026*	1531,25*	11,25*
Torra	1	1,0951*	22781,25*	5,00*
Secagem x torra	1	0,0029*	1531,25*	5,00*
Resíduo	16	0,0001	46,88	1,094
CV (%)		0,198	2,571	3,575

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 9A Resumo das análises de variância dos teores de açúcares redutores, não-redutores, totais e polifenóis, em grãos torrados, no 1º ano de experimento.

Quadrados médios					
Causas da variação	GL	Açúcares	Açúcares	Açúcares	Polifenóis
		redutores	não-redutores	totais	
Pré-secagem	1	0,1060*	0,0084 ^{NS}	0,1735*	9,6188*
Torra	1	0,2785*	4,6658*	7,2204*	1,1472*
Secagem x torra	1	0,5305*	0,0111 ^{NS}	0,1124*	2,4993*
Resíduo	16	0,0001	0,0058	0,0057	0,0064
CV (%)		1,942	4,919	3,636	4,178

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo

TABELA 10A Resumo das análises de variância dos teores de açúcares redutores, não-redutores, totais e polifenóis, em grãos torrados, no 2º ano de experimento.

Quadrados médios					
Causas da variação	GL	Açúcares	Açúcares	Açúcares	Polifenóis
		redutores	não-redutores	totais	
Pré-secagem	1	0,0952*	0,7373*	1,3729*	0,2904*
Torra	1	3,0890*	19,3651*	37,9777*	0,0510*
Secagem x torra	1	0,1037*	1,9971*	2,9954*	0,0006 ^{NS}
Resíduo	16	0,0004	0,0059	0,0082	0,0035
CV (%)		3,049	4,680	3,903	1,457

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

NS – não significativo