



**QUALIDADE DOS CAFÉS CEREJA, BÓIA E
MISTURA SUBMETIDOS A DIFERENTES
PERÍODOS DE AMONTOAMENTO E TIPOS
DE SECAGEM**

GILVANA APARECIDA DE OLIVEIRA

2002

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

Oliveira, Gilvana Aparecida de

Qualidade dos cafés cereja, bóia e mistura submetidos a diferentes períodos de amontoamento e tipos de secagem / Gilvana Aparecida de Oliveira. -- Lavras : UFLA, 2002.

100 p. : il.

Orientador: Evódio Ribeiro Vilela.

Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos.

Bibliografia.

1. Café. 2. Qualidade. 3. Secagem. 4. Deterioração. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.736

-663.93

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

Oliveira, Gilvana Aparecida de

Qualidade dos cafés cereja, bóia e mistura submetidos a diferentes períodos de amontoamento e tipos de secagem / Gilvana Aparecida de Oliveira. -- Lavras : UFLA, 2002.

100 p. : il.

Orientador: Evódio Ribeiro Vilela.

Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos.

Bibliografia.

I. Café. 2. Qualidade. 3. Secagem. 4. Deterioração. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.736

-663.93

54931
MFN 046985

GILVANA APARECIDA DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DOS CAFÉS CEREJA, BÓIA E MISTURA SUBMETIDOS
A DIFERENTES PERÍODOS DE AMONTOAMENTO E TIPOS DE
SECAGEM**

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

Orientador

Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2002**

~~UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS~~
~~INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS~~
~~LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS~~
~~AV. PÁDUA DE FIGUEIREDO, 301 - JARDIM SÃO CARLOS - LAVRAS - MG - 35060-900~~
~~TEL: (35) 3235-1234 FAX: (35) 3235-1234~~
~~WWW.FLAVRAS.MG.BR~~
~~54931~~



GILVANA APARECIDA DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DOS CAFÉS CEREJA, BÓIA E MISTURA SUBMETIDOS
A DIFERENTES PERÍODOS DE AMONTOAMENTO E TIPOS DE
SECAGEM**

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

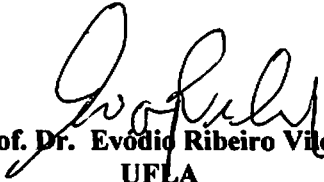
APROVADA em 13 de dezembro de 2002

**Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade
UFF**

**Prof. Dr. Flávio Meira Borém
UFLA**

**Profa. Dra. Rosemary G. F. A. Pereira
UFLA**

**Dra. Sttela D. V. F.da Rosa
Pesquisadora EMBRAPA / CAFÉ**


**Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

OFEREÇO e DEDICO esta tese:

À minha filha, Ana Clara, luz da minha vida.

À minha querida mãe, Madalena, pelo amor e pelo apoio na minha vida estudantil.

À memória de meu querido pai, Augusto, pelo amor e pela alegria.

Ao Aloísio, pelo amor e pela paciência dedicados a mim e a

Ana Clara

Ao grande mestre, Prof. Evódio, pela amizade e pelos grandes ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pela saúde e pela principal contribuição para o êxito deste trabalho.

Agradeço ao amigo e professor Evódio, orientador paciente, compreensivo e muito dedicado em suas pesquisas. Quero agradecer também, com muito carinho, à sua família, que sempre me proporcionou momentos maravilhosos. Lúcia, Pedro, muito obrigado.

Tive a honra de ter em meu comitê orientador os professores Flávio e Rosemary, profissionais competentes e amigos. Obrigada pela amizade e pela grande colaboração. Aos dois, muita paz, muito sucesso e aprendizado na vida familiar e profissional, e muita luz em suas caminhadas.

Aos professores membros da banca, grandes profissionais e também amigos, Sttela e Ednilton, meus sinceros agradecimentos. A Sttela, principalmente por sua boa vontade em ajudar, sempre, e ao Ednilton, pela antiga amizade e pela ajuda no decorrer do trabalho.

Aos professores Rubens José Guimarães e Ana Helena, pelo companheirismo e pela ajuda na finalização do trabalho.

Sem base, a casa cai. Agradeço, com muito amor, à minha família: mãe, irmãos, queridos sobrinhos, por me fazer rir tanto. Ao Aloísio, meus agradecimentos pelo amor incondicional, pelo convívio gostoso, pela serenidade e paciência sempre demonstradas a mim e à minha família.

Sempre dei muito valor a boas amizades. Tive o prazer de ter verdadeiros amigos durante o trabalho. Cito aqui a presença marcante de Túlio e Carlos Renato. Ao Túlio, obrigado pela amizade sincera e pelo apoio psicológico nos meus momentos um pouco tristes, mas com boas risadas. Ao Carlos, pela grande amizade e ajuda nos experimentos. Não podia também

deixar de agradecer a outros colegas e amigos sinceros, como Cassinho, Oswaldo, Joelma, Rossana, Deise, Luciana, Karina, Nísia, Cristiane Gattini, Fernanda e Marcela. A vocês, com muito carinho, obrigado.

Aos funcionários do Centro de Cafeicultura da UFLA, Zeca, Avelino, José Maurício, Márcio e César, obrigado pelo fornecimento das amostras de café e pela ajuda durante a fase experimental. Agradeço também aos funcionários e amigos do Laboratório de Qualidade do Café, da EPAMIG, Samuel, Marcelo, Geraldo e Lili, pela amizade e pela imensa ajuda nas análises laboratoriais.

Muito obrigado à Universidade Federal de Lavras, aos Departamentos de Ciência dos Alimentos e de Agricultura e ao CEPECAFÉ.

Valiosos agradecimentos ao CNPq, pela grande ajuda financeira.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Maturação e qualidade do café.....	04
2.2 Secagem de café.....	13
2.3 Fermentação dos grãos de café.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados ao sol e colhidos em três épocas de colheita.....	27
3.2 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados em secador experimental de camada fixa, utilizando-se três temperaturas de secagem.....	28
3.3 Qualidade do café submetido a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.....	31
3.4 Análises físicas.....	32
3.4.1 Teor de água	32
3.4.2 Porcentagem de frutos verde, cereja, passa e seco.....	32
3.4.3 Classificação do café	32
3.5 Análises químicas.....	33
3.5.1 Acidez titulável total	33
3.5.2 Índice de coloração	33
3.5.3 Açúcares totais, redutores e não redutores	33
3.5.4 Compostos fenólicos totais	33

3.5.5 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	33
3.5.6 Lixiviação de potássio.....	34
3.5.7 Condutividade elétrica.....	34
3.5.8 Proteína bruta.....	34
3.5.9 Extrato etéreo	34
3.5.10 Micotoxinas (Ocratoxina A).....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados ao sol e colhidos em três épocas de colheita.....	35
4.1.1 Classificação do café.....	36
4.1.2 Análises químicas.....	38
4.1.2.1 Índice de coloração.....	38
4.1.2.2 Acidez titulável total.....	39
4.1.2.3 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	40
4.1.2.4 Açúcares redutores.....	41
4.1.2.5 Açúcares totais e açúcares não redutores.....	42
4.1.2.6 Compostos fenólicos totais.....	44
4.1.2.7 Lixiviação de potássio.....	45
4.1.2.8 Condutividade elétrica	47
4.2 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados em secador experimental de camada fixa, utilizando-se três temperaturas de secagem.....	47
4.2.1 Curvas de temperatura e parâmetros de secagem.....	48
4.2.2 Análises físicas.....	54
4.2.2.1 Classificação do café.....	54
4.2.3 Análises químicas.....	56
4.2.3.1 Índice de coloração.....	56
4.2.3.2 Acidez titulável total	57
4.2.3.3 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	58

4.2.3.4 Açúcares redutores.....	60
4.2.3.5 Açúcares totais e açúcares não redutores.....	61
4.2.3.6 Compostos fenólicos totais.....	62
4.2.3.7 Lixiviação de potássio.....	64
4.2.3.8 Condutividade elétrica.....	65
4.3 Qualidade do café submetido a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.....	66
4.3.1 Análises físicas.....	66
4.3.2 Análises químicas.....	68
4.3.2.1 Índice de coloração.....	70
4.3.2.2 Acidez titulável total.....	71
4.3.2.3 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	72
4.3.2.4 Compostos fenólicos totais.....	73
4.3.2.5 Proteína bruta.....	74
4.3.2.6 Açúcares redutores.....	75
4.3.2.7 Açúcares totais e açúcares não redutores.....	76
4.3.2.8 Extrato etéreo.....	78
4.3.2.9 Lixiviação de potássio.....	79
4.3.2.10 Condutividade elétrica.....	80
4.3.2.11 Micotoxinas (Ocratoxina A).....	82
5 CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS.....	92

RESUMO

OLIVEIRA, Gilvana Aparecida de. Qualidade dos Cafés Cereja, Bóia e Mistura Submetidos a Diferentes Períodos de Amontoamento e Tipos de Secagem. Lavras: UFLA, 2002. 100 p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos)*.

Esta tese consta de três experimentos, sendo dois realizados na safra de 1999 (1 e 2) e um na safra de 2001 (3). Com o objetivo de verificar o efeito da matéria-prima e do tipo de secagem na qualidade do café, no experimento 1 foram utilizadas amostras de café bóia, cereja e mistura, colhidas em três épocas diferentes e secadas ao sol. No experimento 2, foram utilizadas amostras de café bóia, cereja e mistura, provenientes de uma só colheita e secadas em secador experimental de camada fixa, com temperaturas de secagem de 45, 50 e 55°C. No experimento 3 foi verificada a qualidade do café mistura submetido a diferentes períodos de amontoamento após a colheita (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias). A secagem também foi feita ao sol e em secador experimental, utilizando uma temperatura fixa de 50°C. Em todos os experimentos foram realizadas análises físicas, químicas e sensoriais (prova de xícara). As secagens foram realizadas nas instalações da Usina de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Agricultura e as análises nos Laboratórios de Grãos e Cereais, do Departamento de Ciência dos Alimentos e no Laboratório de Qualidade da EPAMIG, no campus da Universidade Federal de Lavras. Pelos resultados obtidos no experimento 1, notaram-se algumas características desejáveis nos frutos de café cereja, como aspecto, cor dos grãos, menor número de defeitos e menores teores de compostos fenólicos. Os outros índices químicos, apesar de apresentarem diferenças significativas, não tiveram valores definidos em função das matérias-primas e das épocas de colheita. No experimento 2, a secagem a 55°C apresentou amostras de café com maior número de defeitos, tipo 6/7 e pior aspecto, principalmente para o café mistura. As diferenças entre 45 e 50°C foram pequenas. Os maiores efeitos do aumento da temperatura até 55°C foram em elevar os valores de lixiviação de potássio e de condutividade elétrica, caracterizando modificações na membrana celular. Os outros constituintes, como açúcares e compostos fenólicos, não tiveram variações definidas. No expe-

* Comitê orientador: Dr. Evódio Ribeiro Vilela – UFLA (Orientador), Dr. Flávio Meira Borém – UFLA e Dra. Rosemary G. F. Alvarenga Pereira – UFLA

rimento 3, foi verificado um maior aumento no número de defeitos para o café secado ao sol somente no 5º dia de amontoamento, cujo tipo aumentou de 6-20 para 7-10, e bebida dura ardida. Já na secagem em secador, a partir do 2º dia de amontoamento, o café apresentou grande número de defeitos, tipo acima de 7 e bebida dura avinagrada. O índice de coloração, tanto para o café secado ao sol quanto para o café secado em secador, atingiu baixos teores a partir do 3º dia de amontoamento, com características de branqueamento. Houve uma pequena tendência de aumento da acidez com o aumento do período de amontoamento. Não houve variação definida nos teores de extrato etéreo e de proteína bruta. A lixiviação de potássio aumentou com o amontoamento do café até cinco dias, nas duas secagens. Assim, o período de amontoamento do café após a colheita de dois dias ou mais e temperaturas acima de 55°C podem ser críticos para a qualidade do café.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Gilvana Aparecida de. **Quality of cherry, buoy and mixture coffee submitted to different heaping periods and types of drying.** Lavras: UFLA, 2002. 100 p. (Thesis – Doctorate in Food Science)*

This thesis consists of three experiments, two of them being carried out in the 1999 crop (1 and 2) and one in the 2001 crop (3). With a view to verifying the effect of raw material and type of drying upon the quality of coffee, in experiment 1, samples of cherry, buoy and mixture coffee were utilized, harvested in three different times and sun-dried. In experiment 2, samples of cherry, buoy and mixture coffee coming from a single harvest and dried in an experimental fixed-layer dryer, under drying temperatures of 45, 50 and 55°C were utilized. In experiment three, the quality of the mixture coffee submitted to different heaping periods was assessed after harvest (0, 1, 2, 3, 4 and 5 days). Drying was also done in the sun and in an experimental dryer by utilizing a fixed temperature of 50°C. In all the experiments, physical, chemical and sensorial analyses were done (cup test). The dryings were performed in the facilities of the Seed Processing Plant of the Department of Agriculture and the analyses in the Grain and Seed Laboratory of the Food Science Department and in the EPAMIG Quality Laboratory on the Federal University of Lavras campus. From the results obtained in experiment 1, some desirable characteristics in the cherry coffee, such as appearance, bean color, small number of defects and smaller contents of phenolic compounds were noticed. The other chemical indices, in spite of showing significant differences, had no definite values in terms of the raw materials and harvest times. In experiment 2, the drying at 55°C presented coffee samples with a greater number of defects, type 6/7 and worse appearance, mainly for the mixture coffee. The differences between 45°C and 50°C were small. The greatest effect of the rise of temperature up to 55°C were elevating the values of potassium leaching and electric conductivity, characterizing modification in the cell membrane. The other constituents such as sugars and phenolic compounds did not present definite variations. In experiment 3, a greater increase in the number of defects was verified for the sun-dried coffee, only on the fifth heaping day, whose type increased from 6-20 to 7-10 and sting hard beverage. But in dryer-drying, from the second day of heaping, the coffee

* Guidance Committee: Dr. Evódio Ribeiro Vilela –UFLA (Adviser), Dr. Flávio Meira Borém – UFLA and Dra. Rosemary G. F. Alvarenga Pereira – UFLA

presented a great number of defects, type above 7 and vinegared hard beverage. The coloration index both for the sun-dried coffee and dryer-dried coffee reached low contents from the third day of heaping with beaching characteristics. There were a small trend of increasing acidity with increasing heaping period. There were no definite variations in the contents of ether extract and crude protein. Potassium leaching increased with coffee heaping after harvest up to five days in both dryings. Thus, the heaping period of coffee after the harvest of tow days or more and temperatures above 55°C may be critical for the coffee quality.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma importante atividade para a geração de emprego e renda em muitos países. No mundo, estima-se que mais de 20 milhões de pessoas dependam diretamente desta atividade para a sua sobrevivência econômica.

Apesar das crises, a cafeicultura brasileira se reorganiza e os produtores, industriais e exportadores voltam a alimentar esperanças de um futuro melhor, a partir da atuação do CDPC (Conselho Deliberativo da Política do Café), com formulações de uma nova política para o setor.

Destacamos o café como um dos produtos agrícolas brasileiros que têm seu preço vinculado a parâmetros qualitativos, e esta qualidade é um fator limitante também para a exportação (Carvalho et al., 1997).

A qualidade da bebida do café depende; principalmente, da sua composição química, ou de contaminações que possa sofrer antes e após a colheita. Diversos fatores influenciam nesta qualidade, entre os quais destacamos o clima, a adubação, os tratamentos fitossanitários, a maturação, os cuidados na colheita, a secagem, o beneficiamento e o armazenamento (Vilela & Pereira, 1998).

O uso de técnicas adequadas no processamento do café, principalmente uma secagem bem feita, é muito importante para o produtor. Assim, ele adquire café de melhor qualidade, facilita sua comercialização e consegue maiores retornos econômicos.

O café, no Brasil, é constituído pela mistura de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação e em diferentes teores de água, apresentando diferenças em relação à cor, densidade e umidade. Essa desuniformidade dos frutos pode prejudicar sua qualidade.

Desde a colheita até o armazenamento, vários fatores comprometem a qualidade do café, como grãos defeituosos, principalmente verdes, ardidos e pretos, temperaturas inadequadas de secagem e condições adversas de armazenamento.

O processo de secagem é uma etapa importante na preparação do café. Se não for bem conduzida, pode prejudicar a qualidade da bebida.

A secagem de café é realizada basicamente em terreiros e em secadores mecânicos. Dentre estes, o secador de camada fixa vem sendo bastante utilizado pelos produtores. É um secador de fácil operação e de custo mais baixo. Em qualquer secador utilizado, é importante ressaltar o efeito da temperatura de secagem na qualidade do café. Vários autores recomendam valores máximos para a temperatura de secagem. Ainda há divergências entre os autores, principalmente com relação à temperatura de secagem.

Os sistemas de secagem têm sido avaliados em relação à eficiência, por meio de parâmetros como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, tempo de secagem, teores de água inicial e final dos grãos. Mas, a relação destes parâmetros com a qualidade do café tem sido pouco estudada. Na maioria dos trabalhos, a avaliação da qualidade restringe-se à prova de xícara. Foram encontradas poucas pesquisas que relacionassem secagem e qualidade química do café.

Há um consenso na literatura e entre os produtores de que a temperatura na massa de café não pode ultrapassar a 45°C. Mas, até quanto se pode aumentar a temperatura de secagem sem afetar a qualidade? Não foi encontrado nenhum trabalho que fornecesse base científica para este problema.

O estudo da influência dos diferentes estádios de maturação na qualidade do café, por meio de características físicas, classificação, análises químicas e sensoriais, ainda está em desenvolvimento, necessitando de maiores pesquisas para conscientizar os produtores da importância de um processamento

bem feito. Com um café de boa qualidade, o cafeicultor tem maior facilidade na colocação do seu produto no mercado interno e externo, além de obter melhores preços.

A correlação entre sistemas de secagem, estádios de desenvolvimento dos frutos, temperaturas de secagem e a qualidade do café ainda está sendo estudada. São necessárias mais pesquisas que nos indiquem o comportamento de cafés com diferentes graus de maturação durante a secagem.

Apesar do avanço científico e tecnológico da cultura do cafeeiro, ainda há um grande número de cafeicultores com pouco espaço no terreiro, com um número insuficiente de secadores e com dificuldades no transporte dos frutos colhidos da lavoura para o local de secagem. Assim, são frequentes as práticas de ensacamento na própria lavoura ou de amontoa do café no terreiro à espera da secagem. Os frutos ficam sujeitos ao ataque de microorganismos e conseqüentes alterações.

Em vista disto, os objetivos deste trabalho foram estudar os efeitos de diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos, de métodos de secagem e de períodos de amontoamento após a colheita, sobre a qualidade do café.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Maturação e qualidade do café

A colheita do café feita pelo sistema de derrça, ou seja, retirada dos frutos da árvore quando a maioria está madura, é uma prática muito comum no Brasil. Desta forma, segundo Teixeira & Pimentel Gomes (1970), encontram-se na planta frutos verdes, verde-amarelados, cereja, passa e seco.

O processo de maturação do café inicia-se com o aumento da atividade respiratória e com a síntese de etileno, acompanhados do metabolismo de açúcares e ácidos, degradação da clorofila e síntese de pigmentos responsáveis pela mudança de coloração da casca. Esta, passa de verde a vermelho-cereja ou amarelo. Além disso, há o decréscimo de adstringência e a síntese de compostos voláteis como aldeídos, ésteres, cetonas e álcoois, que caracterizam o aroma do fruto maduro. A mucilagem é formada quando o fruto atinge o ponto de maturação completa, sendo composta de 85% de água e 15% de sólidos que, por sua vez, são compostos de 80% de substâncias pécticas e 20% de açúcares (Carvalho & Chalfoun, 1985).

O cafeeiro apresenta mais de uma floração, proporcionando, numa mesma planta, frutos em diferentes fases de maturação. É colhida uma mistura de frutos com diferentes características com relação à maturação, cor, densidade e teor de água. A proporção destes frutos varia durante toda a colheita, com maiores valores de cerejas e verdes no início, e maior quantidade de frutos passa e bóia ao final da colheita. Os frutos verdes irão produzir grãos beneficiados com defeitos verdes e verdes-escuros, que prejudicam a bebida do café. Os frutos já secos no pé podem ter sofrido fermentações que prejudicam a qualidade. Assim, a qualidade do café pode ser variável durante toda a colheita, devido à maturação desuniforme. A melhor qualidade será obtida, naturalmente,

com a maior quantidade de cereja, que é o fruto no estágio completo de maturação (Carvalho & Chalfoun, 1985).

Um dos indicativos de rendimento e até mesmo da qualidade final do café é o peso dos grãos, que pode ser afetado por vários fatores. Para Teixeira (1984), o estágio de maturação dos frutos afeta o peso dos grãos. Frutos de café no estágio de maturação verde, além de afetarem o aspecto e a torração, apresentam um menor peso e tamanho dos grãos. Leite (1991) verificou maior peso de grãos em café cereja, comparado à mistura de frutos.

Ferroni & Tuja (1992) estudaram a inclusão de diferentes quantidades de frutos verdes a frutos cereja. Foi constatado que a adição de frutos verdes ao fruto cereja diminui o volume e o peso do café em coco, o peso do café beneficiado e a porcentagem de grãos de peneira 16 acima.

Freire & Miguel (1985), ao trabalharem com cafés em vários estágios de maturação, como verde granado, verde cana, cereja, passa e seco, demonstraram que a máxima qualidade do fruto se dá no estágio cereja, ponto ideal de colheita. Já o café colhido precocemente, com grande percentual de verde, além de apresentar prejuízo no tipo e bebida, poderá também atingir um índice de 20% de perdas em relação ao rendimento final e uma classificação por tipo inferior a 8 e bebida neutra (verde). O estágio verde-cana obteve classificação por tipo 6/7 e bebida mole. Para o cereja, classificação por tipo 5 e bebida apenas mole e para passa/seco, classificação por tipo 6 e bebida mole ácida.

Para Teixeira (1984), o café colhido no estágio de maturação verde apresenta aspecto e torração de pior qualidade, com bebida inferior aos frutos maduros (cereja), além de apresentarem peso e tamanho menor dos grãos.

Ao estudarem a influência do estágio de maturação dos grãos na qualidade de bebida, Garruti & Gomes (1961) observaram que o café cereja apresentou bebida padrão mole, superior em qualidade aos frutos verdes e secos na árvore, que apresentaram bebida dura. A explicação para o fato de a melhor

qualidade de bebida do café ser obtida quando se processa o café cereja, está no fato de ser esse estágio a fase correspondente ao ponto ideal de maturação dos frutos. Nele, casca, polpa e semente se encontram com composição química adequada para proporcionar ao fruto seu máximo de qualidade (Carvalho & Chalfoun, 1985).

A maturação desuniforme dos frutos, além de prejudicar várias características do grão, altera também a qualidade avaliada pela bebida. Nobre et al. (1980), trabalhando com cafés da região de Caratinga, em Minas Gerais, avaliaram a qualidade de grãos beneficiados de diferentes estágios de maturação. Verificaram que os grãos passa, cereja e verde-cana, apresentaram bom aspecto, enquanto que nos verdes o aspecto apresentou-se ruim. Os grãos oriundos de frutos cereja e passa apresentaram bom tipo (3/4), bebida dura (a exceção do cereja do catuaí vermelho que foi apenas mole) e torração boa; o café verde-cana apresentou tipo 5/6, bebida dura-verde e torração regular, enquanto o café verde mostrou tipo inferior a 8, bebida dura-verde e má torração. O café cereja apresentou maiores rendimentos e maiores porcentagens de grãos graúdos, seguido pelo passa, verde-cana e verde.

A coloração dos grãos de café é influenciada pela umidade relativa do ar, luminosidade no local de armazenamento, injúrias sofridas pelos grãos, estágio de maturação dos frutos, etc. Carvalho et al. (1994), trabalhando com diferentes qualidades de bebida, observaram que o índice de coloração diminuía com a piora na qualidade. Foram encontrados valores de 0,884; 0,791; 0,764; 0,569 e 0,533 μ para bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura e riada/rio, respectivamente.

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, estes compostos contribuem para o sabor e o aroma do produto final. Vários autores descrevem

haver nos frutos do cafeeiro um alto teor desses componentes e, em particular de ácido clorogênico. Os compostos fenólicos são responsáveis pela cor e adstringência, entre outras características dos frutos.

Estes compostos exercem uma ação antioxidante dos aldeídos. Se houver problemas na colheita, no processamento e no armazenamento, que prejudiquem os frutos de café, as enzimas polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis diminuindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, facilitando sua oxidação, prejudicando sabor e aroma após a torração (Amorim & Silva, 1968).

Dentre os compostos fenólicos encontrados no café, há uma predominância de ácido clorogênico. Os valores encontrados para grãos de café provenientes de derriça no pano estão em torno de 2,0% a 8,4% (Tango, 1971; Njoroge, 1987 e Menezes, 1990).

Carvalho et al. (1989) apresentam valores de fenólicos totais de 8,37% para os frutos colhidos no estágio cereja e 9,66% para os frutos colhidos por derriça no pano. Leite (1991) mostra valores de 8,79% para grãos de frutos colhidos cereja e 9,77% para frutos colhidos por derriça no pano, valores estes superiores aos de Pimenta (1995). Os maiores valores de fenólicos para frutos de derriça no pano são atribuídos à presença de frutos verdes.

O teor de acidez titulável em grãos de café pode variar de acordo com os níveis de fermentações que ocorrem 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 em seus trabalhos que frutos de café no estágio de maturação verde exibem menores valores de acidez titulável, e que estes valores aumentam à medida em que se intensifica o processo de maturação dos frutos.

Considerando a acidez titulável total de amostras de café em diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995) encontrou, para maturação verde, verde-

cana, cereja e seco/passa, valores médios de 247,86, 254,29, 260,71, e 255,0 mL NaOH 0,1 N/100 g de amostra, respectivamente.

Carvalho et al. (1994) encontraram diferenças marcantes na acidez titulável de cafés de diferentes bebidas, com valores médios para amostras de café estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio de 211,2, 235,5, 218,3, 250,4, 272,2 e 284,5 mL NaOH/100 g de amostra, respectivamente.

As transformações bioquímicas indesejáveis que ocorrem em grãos de café beneficiados durante a pós-colheita conduzem à formação de uma bebida inferior e são principalmente de natureza enzimática, envolvendo as polifenoloxidasas e outras enzimas. Algumas destas transformações bioquímicas degradam as paredes e membranas celulares; outras podem mudar a coloração dos grãos e da película prateada, sendo a qualidade de bebida sensivelmente alterada por essas duas modalidades de modificações (Amorim & Teixeira, 1975).

As enzimas polifenoloxidasas atuam sobre os compostos fenólicos e encontram-se ligadas às membranas celulares. Elas são ativadas somente quando liberadas dessas e, de acordo com vários autores, mostram-se diretamente relacionadas com a qualidade da bebida do café. Amorim (1978) descreve em seus trabalhos que "in vivo" a 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 fenólicos a quinonas, as quais, quando em teor representativo, atuam inibindo a polifenoloxidase, diminuindo sua atividade. Qualquer fator ambiental que altere a estrutura da membrana, como, por exemplo, ataque de insetos, infecções por microorganismos, alterações fisiológicas e danos mecânicos, provoca uma rápida deterioração dos grãos de café. Isto porque, uma vez rompida a membrana celular, ocorre um maior contato entre as enzimas e os compostos químicos presentes intra e extracelular no 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.

Ao se comparar a atividade da polifenoloxidase em grãos de café oriundos de frutos colhidos nos estádios de maturação verde, cereja e metade verde e cereja, Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975) observaram menores atividades nos frutos verdes.

Com base na classificação do café pela atividade da polifenoloxidase, Pimenta (1995) verificou que grãos de frutos colhidos verdes apresentaram teores médios de $54,37 \text{ u.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de amostra, sendo classificados como não aceitáveis (bebida riada e rio); verde-cana, $63,90 \text{ u.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de amostra e seco/passa, $66,29 \text{ u.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de amostra, classificados como fino (bebida mole e apenas mole) e cereja, $68,54 \text{ u.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de amostra, classificados como extra finos (bebida estritamente mole).

A fração proteína total ou bruta mostra valores na faixa de 13% para grãos de café (Sivetz, 1961). Para Bassoli (1992), os teores médios de proteína em grãos de café podem situar-se na faixa de 9% a 16%.

Pimenta (1995), trabalhando com diferentes estádios de maturação, constatou valores de proteína bruta na faixa de 16,76% para grãos de frutos colhidos verdes; 14,98%, para verde-cana; 15,08% para cereja e 15,24% para seco/passa. Este autor observou um teor mais elevado no café verde, o que foi atribuído à presença de aminoácidos, que podem ser precursores de um sabor e aroma característicos desse estágio de maturação.

Dentre os açúcares do café, predominam os não-redutores, particularmente a sacarose. Os redutores apresentam-se em pequenas quantidades. Durante o processo de torração do café, os açúcares, particularmente os redutores, reagem com aminoácidos (reação de Maillard), dando origem a compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom

do café torrado. Nestas reações, são produzidos compostos voláteis que apresentam um grande efeito no aroma do produto final (Carvalho et al., 1989).

Navellier (1970) observou, para frutos no estágio de maturação cereja, um teor médio de açúcares totais na faixa de 8,0%, ao passo que Leite (1991) encontrou 3,6%. Com relação aos açúcares redutores, foi constatado um teor de 0,18% e para não-redutores, de 3,4%. Porém, valores tão reduzidos não foram encontrados em outros trabalhos.

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

Dando continuidade aos trabalhos de Amorim (1978), Prete (1992) constatou em seus trabalhos haver diferença significativa entre os valores de lixiviação de íons potássio e condutividade elétrica nos grãos de café com diferentes defeitos como grãos preto-verdes, ardidos, verdes e brocados. Essa seqüência corresponde à ordem crescente da degradação do sistema de membranas. Membranas mais deterioradas mostraram valores mais elevados de lixiviação de potássio e condutividade elétrica. Foi verificado também que cafés colhidos no estágio de maturação cereja e seco apresentaram valores de 44,78 $\mu\text{S/g}$ para condutividade elétrica e 18,30 ppm/g para lixiviação de potássio, ao passo que, para grãos colhidos no estágio de maturação verde, os valores foram de 103,85 $\mu\text{S/g}$ para condutividade elétrica e 42,49 ppm/g para lixiviação de potássio. Confirma-se, assim, ainda mais a influência do defeito verde nestes valores, mostrando também que cafés de pior qualidade apresentam valores mais elevados, tanto de lixiviação de íons de potássio quanto de condutividade elétrica.

Pimenta et al. (1997) observaram, em seus trabalhos, índices de lixiviação de potássio em frutos colhidos no estágio de maturação verde, verde-cana, cereja e seco/passa, na ordem de 59,19; 33,95; 24,37 e 38,15 ppm.g⁻¹ de amostra. Estes valores, apesar de um pouco maiores, confirmam as observações de Prete (1992), em relação à influência do defeito verde, aumentando os valores de lixiviação de potássio.

Prete et al. (1999), avaliando a condutividade elétrica em grãos de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação, observaram valores de 149 μ S.cm⁻¹.g⁻¹ em frutos colhidos verdes, 105 μ S.cm⁻¹.g⁻¹ em frutos colhidos verde-cana, 79,90 μ S.cm⁻¹.g⁻¹ em frutos colhidos passa, 76,33 μ S.cm⁻¹.g⁻¹ em frutos maduros e 76,04 μ S.cm⁻¹.g⁻¹ em frutos secos. Segundo os autores, os resultados mostram que os grãos cereja, passa e seco obtiveram os menores valores de condutividade elétrica, não diferenciando entre si. Já os frutos verde e verde-cana apresentaram condutividade elétrica elevada, refletindo um maior dano ou degradação do sistema de membranas, o que ocasiona uma maior lixiviação de íons. Os autores atribuíram o melhor desempenho dos grãos de café seco às condições climáticas secas, sem chuva, o que proporciona condições desfavoráveis ao desenvolvimento de patógenos que poderiam comprometer a qualidade dos frutos secos na planta.

Pimenta (1995) verificou, em seus trabalhos, grande influência da fase de maturação dos frutos na qualidade do café. O autor relata que grãos de frutos no estágio de maturação cereja apresentaram-se com maior atividade da polifenoloxidase e peso de grãos, baixos teores de fenólicos totais, lixiviação de potássio e teores mais elevados de açúcares; ao passo que grãos colhidos no estágio de maturação verde mostraram mais elevados teores de fenólicos totais e proteína bruta, e maior lixiviação de potássio. A secagem dos frutos na planta, segundo o autor, promove uma perda de peso dos grãos, diminuição nos teores de lipídeos e elevada lixiviação de potássio. No estágio de maturação verde-

cana, o autor constatou valores intermediários na maioria dos parâmetros analisados.

Estudo realizado pela OIC (1992), em grãos de café catuaí em estádios de maturação bóia, verde e cereja, revelou valores de 3,27% de sacarose para café originado de frutos colhidos verdes, semelhantes aos apresentados por Pimenta (1995). Para os frutos colhidos no estádio de maturação cereja e bóia, os valores foram de 4,81% e 4,88%, respectivamente, inferiores aos de Pimenta (1995). Estas diferenças podem ser atribuídas à região, condições de cultivo e outros fatores. O mesmo estudo encontrou valores de proteína bruta de 12,38%, 14,96% e 12,49% para grãos no estádio de maturação bóia, verde e cereja, respectivamente e valores de lipídeos de 12,99%; 12,82% e 12,15%.

Para avaliar a influência da época de colheita na qualidade do café colhido por seis sistemas diferentes, Carvalho Júnior (2002) estudou a cultivar Acáia Cerrado colhida nos meses de junho, julho e agosto de 2001. Foram feitas determinações de teor de água, prova de xícara, classificação por defeito, polifenóis, açúcares, acidez titulável, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. O autor concluiu que todas as amostras analisadas apresentaram bebida dura e apenas mole, e não foi possível a distinção da qualidade do café em função do sistema e da época de colheita.

Com o objetivo de verificar a qualidade do café catuaí vermelho, de chão e derriça no pano, por meio de análises química e sensorial, Pimenta (2001) estudou sete épocas de colheita, com a mistura de grãos apresentando diferentes porcentagens de frutos nos estádios de maturação verde, verde-cana, cereja, passa e seco. O tempo entre uma colheita e outra foi de 14 dias, com início em 31/05/1999 e término em 25/08/1999. Pelos resultados obtidos, o autor concluiu que, com o retardamento na colheita, houve, naturalmente, diminuição dos frutos verdes. Os frutos colhidos por derriça no pano apresentaram menor acidez, lixiviação de potássio e fenólicos totais, e maior índice de coloração,

açúcares e atividade da enzima polifenoloxidase, que são indicativos de melhor qualidade. Com base nos parâmetros químicos e atividade da polifenoloxidase, na colheita muito antecipada, em que as porcentagens de frutos verdes são elevadas, a qualidade se mostra bastante inferior. A prova de xícara não detectou diferença entre as diferentes épocas de colheita, tanto no café de pano quanto no de chão.

2.2 Secagem de café

Conforme os aspectos tecnológicos envolvidos, no Brasil utilizam-se basicamente dois métodos de secagem de café: secagem em terreiro e secagem artificial em secadores mecânicos. Na secagem em terreiro, esparrama-se o produto em pisos de cimento, tijolo, asfalto ou chão batido. O café é seco pela ação do vento e dos raios solares (Silva, 2001).

Quando as características dos secadores mecânicos não permitem a secagem do café logo após a colheita, ou recém-saído do lavador (alto teor de água), deve-se combinar a secagem artificial com a secagem em terreiro. Assim, é feita uma pré-secagem em terreiro até o estado de meia-seca (35% a 40% de teor de água, b. u.) (Silva, 2001).

A secagem artificial de café é feita em secadores mecânicos, onde o ar aquecido é forçado através da massa de grãos. No Brasil, os secadores utilizados para a secagem de café são provenientes de modificações do secador contínuo de fluxo cruzado usado para cereais. Quanto ao movimento do ar de secagem em relação ao grão, os secadores são classificados em: camada fixa, sem movimentação do produto; fluxos cruzados, onde o ar se movimenta perpendicularmente aos grãos; fluxos paralelos ou concorrentes, onde ar e produto se movimentam no mesmo sentido e fluxos contracorrentes, onde ar e grãos se movimentam em sentidos opostos.

Para Lacerda Filho (1986), apesar da existência de novas técnicas e da disponibilidade de diversos secadores, a secagem do café em terreiro ainda tem significativa expressão no Brasil. Em seu experimento, as combinações estabelecidas entre os terreiros e os secadores mecânicos, independentemente do tipo de material do piso, resultou na maior preservação das características qualitativas do produto quando comparado com o produto somente seco no terreiro. Segundo o autor, a secagem é uma das mais importantes fases no processamento do café, tanto no aspecto de consumo de energia como na influência que essa operação tem sobre a qualidade final do produto. Santinato & Teixeira (1977) e Hashizume (1985), estudaram o comportamento de vários tipos de terreiros, pavimentados ou não, com diferentes tipos de pisos, não encontrando diferenças na qualidade, pela prova de xícara, e no aspecto do café.

Os principais parâmetros de controle no processo de secagem são temperatura, umidade relativa e vazão do ar de secagem, tempo de residência do produto na câmara de secagem, taxa de secagem e teores de água inicial e final do produto (Borém, 1992).

A secagem de café é um processo lento e difícil, quando comparada com a de outros grãos, por causa das diferentes características, como teor de água inicial alto, mistura heterogênea de grãos (maturação, teor de água e tamanho), estrutura complexa e diminuição do volume durante a secagem (Vilela, 1997).

No início da secagem, a velocidade de secagem do fruto cereja com alto teor de água superficial, é muito maior do que no final, devido à fácil evaporação de umidade na superfície. Assim que a casca e a polpa perdem água, vão se tornando escuras e duras, constituindo-se em barreiras para a penetração de calor e difusão de água do interior do grão para a periferia, tornando a secagem mais lenta.

Segundo Amorim & Amorim (1978), o processo de secagem é uma etapa importante na preparação do café. Se não for bem conduzida, ela pode mudar o aspecto físico da semente e a qualidade da bebida.

Desde 1983, o secador de camada fixa vem sendo muito utilizado na pré-secagem ou na secagem do café. O café é depositado na câmara de secagem, sobre uma chapa perfurada, em uma altura de camada de no máximo 50 cm. A cada 2 ou 3 horas deve ser completamente revolvido para uniformizar a umidade e evitar deterioração. Recomenda-se secar durante o dia e descansar à noite para uma secagem mais uniforme. Em períodos chuvosos ou em regiões de clima desfavorável, a utilização destes secadores por pequenos produtores poderia melhorar a qualidade, evitando períodos longos em terreiros e fermentações indesejáveis (Silva, 2001).

Estudos realizados com o secador de camada fixa, modelo UFV (Silva, 2001), evidenciaram que a secagem de café com camada de 40 cm de espessura, temperatura do ar de secagem de 55°C e intervalo de revolvimento de três horas necessita, em média, de 32 horas de operação para reduzir o teor de água do café de 60% para 12% b.u. Nestas condições, a operação de secagem não comprometeu a qualidade da bebida (prova de xícara) e o tipo obtido foi, de modo geral, superior ao mesmo tipo de café secado em diferentes tipos de terreiros.

Diferentemente da maioria dos secadores mecânicos, o secador em camada fixa pode dispensar a pré-secagem em terreiro quando as condições climáticas não forem favoráveis e pode ser usado como pré-secador em sistemas mais complexos (Silva, 2001).

Cordeiro (1982) utilizou em seu trabalho um secador protótipo de camada fixa e grãos de café da variedade catuaí, com umidade de 28%. Foram utilizadas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70°C, durante 9, 7 e 4 horas, fluxo de ar constante de 15 m³. min⁻¹. m⁻² e períodos de repouso de 0, 6 e 12

horas. Concluiu-se que o tempo de repouso possibilita a remoção extra de umidade da massa de grãos e a redução do seu gradiente de umidade, sem movimentação do produto. A temperatura de 50°C e o tempo de repouso de 12 horas apresentaram melhores resultados em relação à eficiência de secagem.

Com o objetivo de analisar um protótipo de secador de camada fixa para café, com sistema de revolvimento mecânico, Campos (1998) buscou, em seu trabalho, aliar as vantagens destes secadores (simplicidade, baixo custo de construção) à facilidade de promover a operação de revolvimento periódico, peculiar a este tipo de sistema de secagem. Para isto, foi construído um secador em alvenaria, composto por quatro câmaras de secagem, sendo duas com revolvimento e duas sem revolvimento da massa de café durante a secagem. O secador foi operado com uma temperatura do ar de secagem de 43°C e fluxo de ar de $21 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Na metodologia, o autor cita que, para análise da qualidade final do produto, foi feita uma análise sensorial e classificação do café em todas as amostras. O autor concluiu que no teste realizado, reduziu-se o teor de água do produto de 43,1 para 12,7% b.u., num período de 42 horas. A massa de grãos da câmara de secagem que sofreu revolvimento apresentou menores gradientes de teores de água, e as câmaras que não sofreram revolvimento, apresentaram elevados gradientes. Em relação à qualidade final do produto, para todas as quatro câmaras de secagem, o café apresentou bebida dura-ácida, cor verde, seca boa, aspecto bom e fava média.

De Grandi (1999), avaliando a eficiência de secagem de café em secador de camada fixa vertical com revolvimento mecânico, conduziu cinco testes de secagem utilizando cinco diferentes intervalos de revolvimento do produto. A temperatura do ar de secagem na massa de café foi controlada de forma a não ultrapassar 40°C. Para a avaliação da qualidade do produto, as amostras foram enviadas para a cooperativa para a realização da prova de xícara. Pelos resultados obtidos, o autor concluiu que houve má distribuição do fluxo de

ar no plenum do secador, houve diferenças de teor de água e de temperatura nas quatro câmaras de secagem do secador. A operação de revolvimento mostrou-se eficaz na diminuição das diferenças de teor de água e de temperatura. Em relação ao tipo e bebida, a secagem não influenciou na qualidade do produto.

Teixeira et al. (1979), estudando as características de vários secadores verticais, notaram que a má condução da secagem, verificada por manchas e descolorações, se dava pela rápida passagem nos secadores, ou pelo rápido descanso a que eram submetidos. Este fato foi comprovado também pelas elevadas porcentagens de cafés esverdeados manchados.

Teixeira et al. (1980), trabalhando com 12 secadores comerciais, verificaram que, na secagem mecânica, a melhor qualidade está ligada à secagem mais lenta, e que os cafés que sofreram uma pré-secagem em terreiro apresentaram, na maioria dos secadores, um melhor aspecto.

Por meio de um acompanhamento da secagem de café em secadores verticais intermitentes em diferentes propriedades, Vieira (1994) levantou alguns dados preliminares de funcionamento dos mesmos. Além dos secadores terem características diferentes, a matéria-prima e o processamento diferem entre os produtores e para um mesmo produtor durante a colheita. Notou-se, durante o acompanhamento das secagens, uma variação de temperatura de 40° a 80°C entre os secadores, ou até no mesmo secador. Para um tempo total de secagem entre 43 e 57 horas, o café permaneceu na câmara de secagem por somente 4 a 11 horas, com uma eficiência térmica muito baixa e um tempo muito grande de utilização do secador.

Um secador muito utilizado na secagem de café é o secador cilíndrico horizontal rotativo. A rotação do secador provoca o movimento contínuo dos frutos, possibilitando o envolvimento homogêneo do café com o ar quente. É um tipo de secador para secagem contínua por não apresentar câmaras de descanso, sendo mais recomendável para fazer uma pré-secagem ou para secagem de café

despoldado. Entretanto, pode ser intercalado com paralisações e descansos no próprio secador ou em tulhas. É um secador que pode ser operado com eficiência devido à movimentação dos grãos e à distribuição mais uniforme do ar quente em contato com os grãos em todo secador. Os fabricantes recomendam sua utilização para secagem completa sem pré-secagem, porém, quanto à qualidade do café, principalmente com relação à homogeneização da umidade e uniformização da cor dos grãos não encontramos informações. A temperatura e os tempos de secagem são semelhantes aos do secador vertical.

Reinato (2002) realizou testes de secagem de café em dois secadores horizontais rotativos, com o objetivo de comparar o uso de lenha e GLP como combustíveis, comparar o controle de temperatura em diferentes locais na massa de café e também o funcionamento do queimador com chama contínua e intermitente. Ele avaliou custos de secagem, consumo de energia, eficiência e qualidade do café. Avaliou também as amostras de cada teste em relação à qualidade, pela prova de xícara, número de defeitos, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e acidez titulável total. O autor encontrou variações de temperatura e umidade na massa de café. Na secagem com GLP, a temperatura da massa atingiu valores de até 70°C, uma temperatura média de 58°C próximo ao plenum, 51°C no centro do secador e 45°C próximo à exaustão. Observou-se um gradiente de temperatura de 15°C a 25°C no sentido radial. Na secagem com lenha, a temperatura máxima atingida pela massa de café foi de 68°C e valores médios de 61°C próximo ao plenum, 50°C no centro do secador e 45°C próximo à exaustão. O gradiente de temperatura encontrado para a secagem à lenha foi menor, variando entre 5°C e 15°C. Estes gradientes ocorreram como consequência da desuniformidade na distribuição do ar. Em relação à avaliação da qualidade, o autor não encontrou diferenças significativas nos parâmetros analisados entre a secagem com GLP e lenha. As diferenças de temperatura

observadas entre as secagens não foram suficientes para provocar possíveis danos nas membranas celulares.

Ferraz & Veiga, em 1954, foram os primeiros a chamar a atenção para a importância da temperatura de secagem do café e a qualidade da bebida. Eles idealizaram um secador capaz de executar dez secagens ao mesmo tempo e em temperaturas diferentes. Cada unidade do secador era constituída de um termostato próprio, regulável para a temperatura desejada. Na primeira unidade, a temperatura foi regulada para 35°C, na segunda, para 40 °C e na terceira, para 45°C e, assim, sucessivamente, de 5°C em 5°C, até a décima unidade, que permaneceu a 80 °C. Foram utilizadas diferentes variedades de amostras de café cereja, verde e passa/seco. Para a avaliação da qualidade, as amostras beneficiadas foram torradas e classificadas por especialistas (prova de xícara). Os resultados permitiram concluir que as temperaturas empregadas durante a secagem influenciaram na qualidade da bebida e esta influência está relacionada com os diferentes graus de maturação, verde, cereja, passa, etc e também com as diferentes variedades de café, bourbon, maragogipe, caturra, etc. As temperaturas de 50°C e 55°C prejudicaram a qualidade da bebida na maioria das amostras.

Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975) estudaram o efeito da temperatura de secagem e do grau de maturação do café despulpado na qualidade da bebida. Foram utilizadas amostras de café verde, cereja e metade verde, metade cereja, e temperaturas de secagem de 30, 40, 50, 60 e 80°C. A melhor temperatura para acidez, corpo e aroma foi de 50°C. A atividade da polifenoloxidase geralmente diminuiu com o aumento da temperatura, com exceção a 40°C. Nesta temperatura, a atividade foi menor do que a 30 e 50°C. Estas informações são confusas, não identificando uma relação direta entre qualidade, temperatura e atividade enzimática. Foi encontrado melhor aroma para os frutos cereja e metade cereja e metade verde. O café verde apresentou

aroma desagradável, diferenciando-se estatisticamente dos outros graus de maturação.

Teixeira et al. (1979) estudaram o efeito da secagem em estufa no escurecimento de grãos beneficiados originados de frutos colhidos verdes. Verificaram que a maior ou menor incidência de grãos verdes escuros, pretos-verdes ou verdes geados está diretamente relacionada com a temperatura de secagem. Observaram também que a qualidade da bebida (prova de xícara) dos cafés colhidos verdes e secos a temperaturas superiores a 30°C, é bem inferior à dos secos em temperaturas mais baixas.

Prete et al. (1995), utilizando também frutos verdes de café, verificaram a formação de grãos verdes-escuros, pretos e pretos-verdes com a elevação da temperatura, chegando à formação de 96,9% de pretos-verdes à temperatura de 60°C.

Pesquisas realizadas têm comprovado que a pré-secagem a baixas temperaturas até o ponto de murchamento dos frutos (perda da umidade superficial), antes de irem para o secador, diminui a quantidade de grãos beneficiados verdes escuros. Hashizume et al. (1983) realizaram murchamento de frutos verdes a sombra, por períodos de 1 a 22 dias, sendo que a cada período os frutos eram levados a secar em estufa a 50°C. Com apenas 1 dia de murchamento, a quantidade de pretos-verdes foi de 76,5%. Após 9 dias de murchamento à sombra, a quantidade caiu para menos de 10%. A partir de 13 dias começaram a aparecer grãos ardidos devido à ação da fermentação do café mantido na sombra, aparecendo posteriormente frutos embolorados, dando origem a grãos pretos.

Luzin et al. (1989) utilizaram cafés lavados e não lavados, com secagem em terreiro, em secador tubular rotativo e em secador vertical de fluxos cruzados, na tentativa de verificar o efeito dos mesmos na qualidade do café. Em todos os tratamentos obteve-se bebida de padrão dura. A classificação por tipo

variou de 6 a 7, com ocorrência, em níveis elevados, dos defeitos mal granados, conchas e quebrados, com interferência climática no período de granação. Somente na conceituação de notas pelos provadores pôde-se distinguir uma preferência pelos cafés lavados, não havendo diferença entre os tratamentos de secagem.

Giranda (1998), trabalhando em propriedades no município de Lavras, em Minas Gerais, determinou a qualidade do café de diferentes matérias-primas (mistura, cereja e bóia), secadas em diferentes processos de secagem (terreiro e secadores mecânicos). O autor utilizou conjuntos de amostras constituídos por: cafés mistura submetidos a diferentes processos de pré-secagem e secagem; cafés cereja e bóia submetidos à pré-secagem em terreiro de cimento e secagem em secador horizontal e cafés mistura, bóia e cereja submetidos à pré-secagem em terreiro de cimento e secagem em secador vertical. O tempo de secagem das amostras de café mistura seco em terreiro foi de 20 dias. A pré-secagem em terreiro durou 7 dias e a secagem em secador de camada fixa durou 28 horas, com temperatura de 50°C. Não houve uma tendência de variação da polifenoloxidase em função do sistema de secagem, porém, observaram-se menores valores para cafés secos em terreiro de terra, cafés pré-secos em secador horizontal e terreiro de cimento e secos em secador vertical. Verificou-se, porém, uma maior porcentagem de defeitos nos dois últimos sistemas, o que pode ter influenciado na menor atividade enzimática. Tanto a atividade enzimática, de maneira geral, quanto a bebida para as três piores amostras elevaram-se com a retirada dos defeitos, confirmando-se que os defeitos exerceram maior influência que os sistemas ou temperaturas de secagem. Quando se variou a matéria-prima (cereja e bóia) para diferentes secadores, não houve diferença na atividade da polifenoloxidase, porém, a retirada dos defeitos novamente elevou a polifenoloxidase e melhorou a qualidade do café.

Giranda (1998) encontrou, ainda, uma relação entre defeitos, lixiviação de potássio e condutividade elétrica, evidenciando as observações de Prete (1992). Os teores de acidez titulável não variaram de forma significativa entre a maioria dos processos de secagem e entre as matérias-primas. O índice de coloração de cafés mistura submetidos aos diferentes processos de secagem foram estatisticamente diferentes, porém, sem nenhuma tendência. Concluiu-se que esse índice pode estar mais relacionado com a quantidade de defeitos do que propriamente com a matéria-prima ou o processo de secagem.

Prete et al. (1995) verificaram o efeito da temperatura de secagem em estufas ventiladas, utilizando frutos cerejas e verdes, na lixiviação de potássio dos grãos beneficiados. Observaram que, à medida que a temperatura aumenta, elevam-se os teores de lixiviação dos grãos, com maiores valores para os grãos verdes, refletindo o efeito da temperatura no estado de organização das membranas.

Analisando a influência da temperatura e da altura da camada na secagem de café despulpado em secador experimental de camada fixa, Guida (1994), em um dos testes da pesquisa, utilizou um fluxo de ar constante de $63 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$, temperaturas de secagem de 45 e 70°C, alturas de camada de 10, 20, 30 e 40 cm, revolvimento de duas em duas horas de secagem e sem período de descanso. O tempo de secagem da temperatura de 45°C foi sempre maior que o dobro do tempo de secagem da temperatura de 70°C. Não houve diferença significativa no tempo de secagem entre as diferentes camadas para a temperatura de 70°C. O café apresentou o pior aspecto para a maior temperatura e para o menor tempo de secagem.

Vieira & Vilela (1995), estudaram a secagem intermitente de café natural em secador experimental de camada fixa. Estes autores utilizaram condições de secagem semelhantes aos secadores comerciais, com temperatura do ar de secagem de $70 \pm 2^\circ\text{C}$, fluxos de ar de 16, 33 e $63 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$, altura da

camada de 0,20 m, períodos de secagem de 30 e 60 minutos e períodos de repouso de 60 e 120 minutos. Os autores concluíram que o fluxo de ar tem maior efeito em diminuir tanto o tempo total de secagem quanto o tempo de permanência no secador, independente do período de secagem, e que os efeitos do fluxo de ar foram maiores para o menor período de repouso.

Como pudemos perceber, a maioria das pesquisas realizadas em secagem e qualidade do café, mostram a avaliação da qualidade somente pela prova de xícara, ficando esta avaliação sempre em segundo plano. Muitos trabalhos demonstram a necessidade de se completar os testes sensoriais com as avaliações químicas para se ter maior segurança na classificação dos cafês quanto à qualidade, já que a prova de xícara é subjetiva e passível de erros.

2.3 Fermentação dos grãos de café

A qualidade da bebida do café depende, principalmente, da composição química dos grãos. As contaminações que ocorrem antes e após a colheita podem influenciar a qualidade (Vilela & Pereira, 1998).

O fruto maduro do café é altamente perecível após a colheita devido ao alto teor de água, principalmente na polpa e mucilagem, podendo sofrer fermentações que levam à formação de grãos beneficiados ardidos e pretos, prejudicando a qualidade do café quanto ao tipo e bebida. Um adequado manejo dos frutos após a colheita diminui o ataque de microrganismos e fermentações indesejáveis.

Os principais ácidos do café são o málico e o cítrico, que são responsáveis por uma acidez desejável, proporcionando o sabor ácido característico do produto. Nos frutos de café podem ocorrer diferentes tipos de fermentações, alterando assim sua acidez, sabor, aroma e cor, com prejuízos acentuados na qualidade.

Nos frutos maduros, quando amontoados, onde as condições de umidade e temperatura existentes na massa de café são favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, observa-se uma sucessão de fermentações favorecidas pelas condições de anaerobiose. A princípio ocorre a fermentação alcoólica, caracterizada pelo cheiro de álcool etílico, passando depois para a fermentação acética com odor de vinagre. O manejo inadequado levará os cafés a uma fermentação butírica, caracterizada pelo cheiro desagradável e constitui um dos principais fatores de deterioração do café e da má qualidade de sua bebida (Chalfoun & Carvalho, 1997).

Além destas fermentações, Mônaco (1961) relata em seus trabalhos a existência também de fermentações que levam à produção de ácido propiônico, o qual é responsável por gosto indesejável no café.

A mucilagem do café situa-se entre a polpa e o pergaminho. Apresenta 85% de água e 15% de sólidos, dos quais 12% são constituídos por substâncias pecticas e enzimas e 3% são açúcares. Assim, constitui um meio próprio ao desenvolvimento de fungos e bactérias, produzindo os vários tipos de fermentações (Mônaco, 1958, citado por Pimenta, 2001).

Segundo Rigitano et al. (1967), há um prejuízo considerável para a qualidade do café durante o tempo de espera para o despulpamento. Este prejuízo progride diretamente com o tempo. Para o autor, as fermentações indesejáveis iniciam-se seis horas após a colheita. Em suas pesquisas, nas condições ambientais de Campinas, SP, o processo de despulpamento até seis horas após a colheita, causou modificações na qualidade da bebida.

Carvalho & Chalfoun (1985) citam que, durante a secagem do fruto, a mucilagem é digerida, constituindo material alimentar para a semente, propiciando uma continuação do seu metabolismo e respiração. Estas mudanças químicas modificam o sabor do café, que poderá ser prejudicado ou melhorado de acordo com a presença ou ausência de microrganismos contaminantes. A

presença destes microorganismos está na dependência de cuidados no processamento pré e pós-colheita. O café despulpado e o café natural estão expostos ao acesso de uma diversidade de microrganismos, como leveduras, fungos e bactérias, que encontram condições favoráveis para se desenvolverem, infectando os grãos.

Com o objetivo de avaliar a qualidade do café submetido a diferentes tempos de espera antes da secagem em terreiro, Pimenta (2001) utilizou amostras de café da cultivar catuai vermelho na safra de 1998, na região de Carmo do Rio Claro, em Minas Gerais. Os frutos foram mantidos ensacados em sacos de polietileno trançado e dispostos no terreiro nos tempos de espera de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias. Depois, foram secados no próprio terreiro. O autor concluiu que, com o prolongamento do tempo de espera, ocorreram aumentos na acidez titulável, na lixiviação de potássio e nos fenólicos totais. Houve diminuição no índice de cor, no teor de proteína, açúcares totais, redutores e não redutores e na atividade da enzima polifenoloxidase. Os teores de extrato etéreo tiveram variação indefinida. Também concluiu que não foi detectada a presença da micotoxina ocratoxina A em nenhum dos tempos de espera para a secagem.

As micotoxinas são toxinas fúngicas usadas para designar um grupo de compostos altamente tóxicos, produzidos por certos fungos que, além de alterarem a qualidade da bebida dos grãos de café, podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores.

As pesquisas têm demonstrado que a incidência de micotoxinas não está restrita a um determinado clima, região geográfica ou país. É difícil de estimar a extensão dos problemas causados pelas micotoxinas, pois elas podem ocorrer em baixas concentrações, dificultando sua detecção. Além disso, freqüentemente, o produto contaminado já foi totalmente consumido quando os sinais de micotoxinas são aparentes (Lázzari, 1993)

Os resultados dos trabalhos desenvolvidos sobre a presença de ocratoxina A no café consumido no Brasil mostram que a concentração da toxina encontrada nos produtos de café é muito baixa, oferecendo um risco muito pequeno de intoxicação para os consumidores. Os fungos ocratoxigênicos, do gênero *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium verrucosum*, são os principais responsáveis pela presença de ocratoxina A em produtos do café.

Batista (2001) avaliou a distribuição da ocratoxina A em grãos de café provenientes de diferentes municípios produtores do sul de Minas Gerais e comparou a presença da toxina com a qualidade da bebida previamente classificada de acordo com o resultado obtido a partir da enzima polifenoloxidase (estritamente mole, mole, apenas mole, dura e riada). Das 40 amostras analisadas, 12,5% estavam contaminadas com níveis que variaram de 0,47 a 4,82 ng.g⁻¹, com uma média de 2,45 ng.g⁻¹. Verificou-se uma relação entre a ocorrência da ocratoxina e os diferentes padrões qualitativos da bebida, indicando que a política de melhoria do padrão qualitativo do café reduz também o risco de contaminação por micotoxinas.

Estudando a incidência de ocratoxina A de acordo com o tamanho dos grãos de café separados em peneiras, Nasser (2001) verificou que, de doze amostras analisadas, 58% estavam contaminadas com níveis que variaram de 0,12 a 0,591 ng.g⁻¹, 12% apresentaram traços de contaminação e 33% não apresentaram contaminação por ocratoxina A. Verificou-se, ainda, uma relação entre a ocorrência da ocratoxina e os diferentes tamanhos dos grãos, indicando que a seleção de grãos também reduz o risco de contaminação. Todas as classes de grãos apresentaram níveis de ocratoxina inferior àqueles propostos pelas legislações européias para grãos de café e cereais (5 ppb).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa constou de três experimentos, realizados nas safras de 1999 e 2001. Na primeira safra foram feitos dois experimentos utilizando café da variedade Mundo Novo, proveniente das lavouras da Fazenda Vitorinha e Palmital, pertencentes a FAEPE (Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão), no município de Ijaci, MG. Na safra de 2001 foram utilizadas amostras de café da variedade Rubi, provenientes das lavouras da Universidade Federal de Lavras, MG.

Os experimentos foram conduzidos na Usina de Beneficiamento de Sementes da Universidade Federal de Lavras e as análises nos Laboratórios de Grãos e Cereais do Departamento de Ciência de Alimentos e de Qualidade do Café, da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), no campus da UFLA.

3.1 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados ao sol e colhidos em três épocas de colheita

Os frutos de café foram colhidos por derriça no pano e em três épocas diferentes (10 e 30 de junho e 20 de julho de 1999). Após a colheita, as amostras foram passadas em um lavador mecânico para separar as diferentes matérias-primas, constituídas por amostras de café bóia (seco/passa), cereja (porção cereja/verde) e mistura (frutos cereja, verde, passa e seco).

Cada matéria-prima foi colhida em três épocas diferentes, constituindo assim as amostras bóia/1^a época, bóia/2^a época e bóia/3^a época; cereja/1^a época, cereja/2^a época e cereja/3^a época, e mistura/1^a época, mistura/2^a época e mistura/3^a época. A secagem de cada amostra foi feita ao sol, em bandejas de arame trançado, com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,08 m.

As amostras foram secadas em uma única vez, sendo, aproximadamente, 7,5 kg de café bóia, 10,6 kg de café cereja e 9,3 kg de café mistura. Nos primeiros dias de secagem, o café foi revolvido de uma em uma hora. Nos últimos dias de secagem, foram revolvidos cinco vezes ao dia, até atingirem a umidade final média, em torno de 11% b.u., determinada em aparelho Geole. À noite, cada bandeja era recolhida para ambiente recoberto. Após a secagem, de cada bandeja foram retiradas três porções de aproximadamente 1 kg cada uma, constituindo as repetições. As amostras foram beneficiadas em descascador e colocadas em sacos plásticos para a realização das análises.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com fatorial de 3 (matérias-primas) x 3 (épocas de colheita, 1^a colheita em 10/06/1999, 2^a colheita em 30/06/1999 e 3^a colheita em 20/07/1999) e 3 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente pela análise de variância e para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados em secador experimental de camada fixa, utilizando-se três temperaturas de secagem

As amostras de café para a primeira bateria de secagem deste experimento foram colhidas juntamente com as amostras do primeiro experimento.

Foram usadas as mesmas matérias-primas, já caracterizadas anteriormente. Para cada matéria-prima foi utilizado um secador experimental de camada fixa, com aquecimento do ar por resistência elétrica e com revolvimento manual. Cada secador continha uma bandeja de secagem de madeira constituída por quatro seções. A Figura 1 mostra o secador com três bandejas de secagem, motor e sistema de controle da temperatura. A temperatura do ar no plenum do secador foi regulada em 45, 50 e 55°C. Foram feitas três baterias de secagem e cada secagem foi iniciada em dias diferentes (10/06/1999, 23/06/1999 e 06/07/1999). As

matérias-primas foram colocadas aleatoriamente nos secadores. Assim, as amostras foram caracterizadas como:

- bóia/45°C, cereja/55°C e mistura/50°C – início da secagem em 10/06/1999

- bóia/55°C, cereja/45°C e mistura/45°C – início da secagem em 23/06/1999

- bóia/50°C, cereja/50°C e Mistura/55°C – início da secagem em 06/07/1999

Foram secados 18,3 kg de café bóia, com aproximadamente 4,6 kg em cada seção do secador; 24,6 kg de café cereja, com aproximadamente 6 kg em cada seção e 18,8 kg de café mistura, com 4,7 kg em cada seção. As amostras foram secadas até teores de água médios de 11% a 13%, sendo a perda de água controlada por pesagens dos frutos a cada quatro horas.

O fluxo de ar utilizado no secador foi de $21 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. As secagens foram acompanhadas com medições das temperaturas no espaço intergranular da massa de grãos, de duas em duas horas, nas quatro seções da câmara de secagem.

Após a secagem, de cada bandeja do secador foram retiradas três porções, de aproximadamente 1 kg cada uma, constituindo as repetições. As amostras foram beneficiadas em descascador e colocadas em sacos plásticos para a realização das análises.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com fatorial de 3 (matérias-primas) x 3 (temperaturas de secagem) e 3 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente pela análise de variância e para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

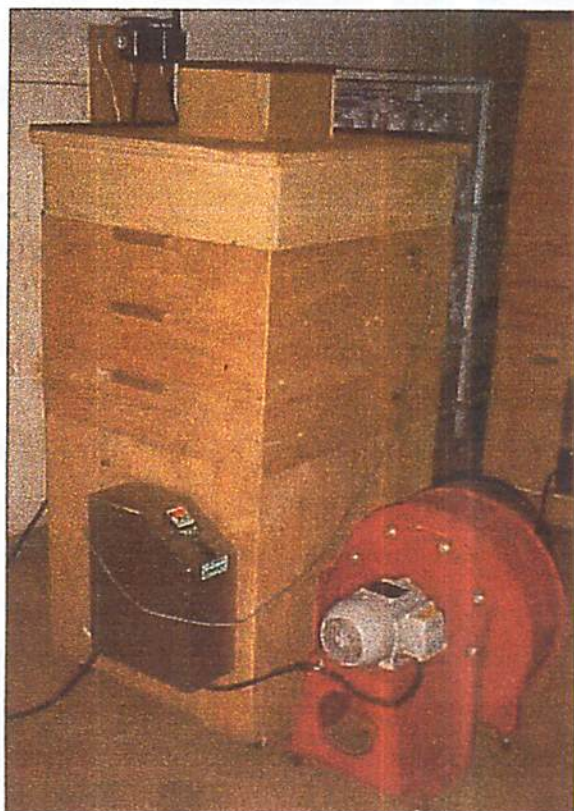


FIGURA 1 Secador experimental de camada fixa.

3.3 Qualidade do café submetido a diferentes períodos de amontoamento após a colheita

Os frutos de café foram colhidos por derriça no pano, colocados em sacos de 60 kg e transportados para o local da secagem. Para a indução da fermentação, as amostras de café mistura permaneceram dentro da usina de beneficiamento em seis sacos de polietileno, à espera da secagem por 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias.

Após cada período de amontoamento, a secagem dos frutos foi realizada de uma só vez, ao sol e em secador experimental de camada fixa, já caracterizado no experimento anterior.

Para a secagem ao sol foi utilizada uma bandeja de arame trançado para cada período de amontoamento, com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,08 m. As amostras foram secadas em uma única vez, com aproximadamente, 5,5 kg de café em cada bandeja. Após a secagem, de cada bandeja foram retiradas três porções, de aproximadamente 1 kg cada uma, constituindo as repetições. As amostras foram beneficiadas em descascador e colocadas em sacos plásticos para a realização das análises.

Na secagem em secador, a temperatura do ar no plenum foi regulada em 50°C e o fluxo de ar utilizado também foi de 21 m³. min⁻¹. m⁻². As secagens foram acompanhadas com medições das temperaturas no espaço intergranular da massa de grãos, de duas em duas horas, nas quatro seções da câmara de secagem. Após a secagem, de cada bandeja do secador foram retiradas três porções, de aproximadamente 1 kg cada uma, constituindo as repetições. As amostras também foram beneficiadas em descascador e colocadas em sacos plásticos para a realização das análises.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com fatorial de 2 (secagem ao sol e em secador) x 6 (períodos de amontoamento) e com 3 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente

pela análise de variância e de regressão. Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.4 Análises físicas

Após as secagens, as amostras foram submetidas às análises físicas, químicas e sensoriais.

3.4.1 Teor de água


Determinado logo após a chegada dos frutos e ao final da secagem, pelo método padrão de estufa regulada a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas (Brasil, 1992).

3.4.2 Porcentagem de frutos verde, cereja, passa e seco

Determinada antes da secagem ao sol e em secador, pela pesagem dos frutos verde, cereja, passa e seco contidos em uma amostra de 500 g de café mistura.

3.4.3 Classificação do café

Para os experimentos da safra/1999, esta classificação foi realizada por classificadores credenciados da Cooperativa de Três Pontas, em Minas Gerais. Foram realizadas classificações de bebida (prova de xícara), tipo, número de defeitos, peneira, cor, aspecto, fava, seca, % de broca, impurezas e torração. Para o experimento da safra/2001 foram realizadas classificações de bebida, tipo e número de defeitos por provador credenciado da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) no campus da UFLA. Para a quantificação do número de defeitos, foram separados e contados em 100 gramas de amostra de café beneficiado. Após a separação e contagem, o número



de grãos defeituosos foi multiplicado por três. Foi feita a equivalência em defeitos, conforme a Tabela Oficial Brasileira de Classificação (IBC, 1977).

3.5 Análises químicas

3.5.1 Acidez titulável total

Determinada por titulação com NaOH 0,1N, de acordo com técnica descrita na AOAC (1990) e expressa em mL de NaOH 0,1N por 100 gramas de amostra.

3.5.2 Índice de coloração

Foi determinado pelo método descrito por Singleton (1966) e adaptado para o café, de acordo com Carvalho et al. (1994).

3.5.3 Açúcares totais, redutores e não redutores

Foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

3.5.4 Compostos fenólicos totais

Foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963) e identificados segundo técnica de Folin Denis, descrita pela AOAC (1990).

3.5.5 Atividade enzimática da polifenoloxidase

O extrato enzimático foi obtido pela adaptação do processo de extração descrito por Draetta & Lima (1976). Foram pesados 5 g de amostra de café moído adicionando-se, a seguir, 40 mL de tampão fosfato de potássio 0,1 M pH 6,0 e agitando-se por cinco minutos. Após a agitação, as amostras foram submetidas à filtração a vácuo, utilizando-se papel Whatman nº 1. A atividade

enzimática foi determinada pelo método descrito por Ponting & Joslyng (1948), utilizando-se o extrato da amostra sem o Dopa como branco.

3.5.6 Lixiviação de potássio

A determinação da quantidade de potássio lixiviado foi realizada em fotômetro de chama Digimed NK – 2002, após 5 horas de embebição dos grãos, segundo metodologia proposta por Prete (1992).

3.5.7 Condutividade elétrica

Foi determinada conforme metodologia descrita por Prete (1992). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de amostra.

3.5.8 Proteína bruta

Determinada pelo método de Micro-Kjeldahl, descrito pela AOAC (1990).

3.5.9 Extrato etéreo

Foi determinado por extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, proposto pela AOAC (1990).

3.5.10 Micotoxinas (Ocratoxina A)

A quantificação de ocratoxina A foi realizada no Instituto Ezequiel Dias, em Belo Horizonte, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência. Os processos de extração e purificação foram feitos em coluna de imunoafinidade. Os extratos foram acondicionados em freezer (-18 °C) até o momento das injeções no cromatógrafo líquido de alta eficiência, marca Shimadzu LC – 10AD, com detector de fluorescência RF – 551.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados ao sol e colhidos em três épocas de colheita

A Tabela 1 apresenta as porcentagens de frutos verde, cereja, passa e seco das amostras de café mistura submetidas à secagem ao sol.

Observando-se a quantidade de frutos do café mistura, notam-se variações das fases de desenvolvimento dos frutos durante a colheita. Os frutos cereja e verde diminuíram e os passa e seco aumentaram com o avanço da colheita. Houve predominância de frutos cereja na 1ª colheita e um teor relativamente baixo de verdes. Na 3ª colheita, predominaram os frutos passa e seco, reforçando as observações de Vilela & Pereira (1998) de que no início da colheita predominam frutos verdes e cerejas.

TABELA 1 Porcentagens de frutos verde, cereja, passa e seco, contidas em 500 g de amostra de café mistura colhida em três épocas

% de frutos	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
verde	17,94	6,04	3,67
cereja	51,91	22,32	27,28
passa	16,03	39,46	47,62
seco	14,12	32,18	21,43

Os teores de água inicial e final e o tempo de secagem relacionados à secagem ao sol encontram-se na Tabela 2. Os valores de teores de água inicial variaram de 41% a 52% para bóia, de 60% a 64% para cereja e de 45% a 59%

para o café mistura. O teor de água final dos grãos variou de 9,7% para o bóia na 2ª época a 11,8% para o mistura na 3ª época.

TABELA 2 Parâmetros físicos de secagem de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Parâmetros físicos	Matérias primas / Épocas de colheita								
	Bóia			Cereja			Mistura		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
Teor de água inicial (%)	41,1	51,7	41,3	63,7	62,0	60,0	59,2	54,3	44,6
Teor de água final (%)	11,1	9,6	10,9	11,1	11,7	12,4	10,5	10,4	11,8
Tempo de secagem (dias)	14	20	12	18	20	14	14	20	12

4.1.1 Classificação do café

A Tabela 3 mostra as classificações feitas nas amostras secadas ao sol, pela Cooperativa de Três Pontas (COCATREL – MG).

A 3ª época, para todas as matérias-primas estudadas, apresentou pior classificação por tipo. Todas as amostras se classificaram como bebida dura, como encontrado por Pimenta (2001) em colheita por derriça no pano. Apesar do café mistura ter, na 1ª época, maior quantidade de frutos verdes (Tabela 1), obteve classificação por tipo 5/6, se igualando ao café cereja da 1ª época. O café

mistura obteve bebida fermentada e verde, em todas as épocas estudadas, assim como o café cereja da 1ª época.

Com relação à cor, seca e torração, todas as amostras apresentaram bons resultados. O café cereja obteve melhor aspecto quando comparado às amostras bóia e mistura.

O número de defeitos foi maior nos cafés mistura das 2ª e 3ª colheitas.

TABELA 3 Classificação de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Análises	Matérias-primas / Épocas de colheita								
	Bóia			Cereja			Mistura		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
Tipo	6	6	6/7	5/6	6	6	5/6	6/7	6/7
Bebida*	d	d	d	d,f,v	d	d	d,f,v	d,f,v	d,f,v
Cor**	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Aspecto***	r	b	r	b	b	b	r	r	r
Nº de defeitos	72	65	68	57	70	75	60	120	115
Fava****	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc
Seca	boa	boa	boa	boa	boa	boa	boa	boa	boa
Torrção	boa	boa	boa	boa	boa	boa	boa	boa	boa
Broca (%)	3	2	1	1	1	1	1	1	1
Impurezas (%)	1	-	1	-	1	-	-	-	-

* d = dura, f = fermentada, v = verde

** e = esverdeada; *** r = regular, b = bom ; **** bc = bica corrida

Quanto à classificação por peneira (Tabela 4), o tamanho dos grãos não foi influenciado pela variação da época de colheita e sim pela matéria-prima utilizada. O café cereja obteve fava graúda. As demais amostras se classificaram como fava média e não foram obtidos cafés com fava miúda.

De maneira geral, houve uma predominância em qualidade do café cereja, seguido do bóia e do mistura.

TABELA 4 Classificação por peneira de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	Fava média	Fava média	Fava média
Cereja	Fava graúda	Fava graúda	Fava graúda
Mistura	Fava média	Fava média	Fava média

4.1.2 Análises químicas

4.1.2.1 Índice de coloração

A Tabela 5 apresenta os valores do índice de coloração das amostras bóia, cereja e mistura, provenientes das três épocas de colheita e secadas ao sol. Houve efeito significativo das matérias-primas e das épocas de colheita, porém, sem tendência definida.

Observamos que, a exceção da 1ª época, o café cereja apresentou melhores índices de coloração seguido de mistura e bóia. Os índices encontrados em todas as amostras foram mais elevados do que os encontrados por Pimenta (2001) e por Carvalho et al. (1994). Pimenta encontrou índices entre 0,890 e 1,200 em sete épocas de colheita.

TABELA 5: Valores* de índice de coloração (d. o. 425 nm.) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Bóia	1,095Ba	0,856Cb	0,980Ca
Cereja	1,021Cc	1,423Aa	1,260Ab
Mistura	1,249Aa	1,138Bb	1,009Bc

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 1,50

4.1.2.2 Acidez titulável total

Conforme os resultados expressos na Tabela 6, observa-se que houve influência da matéria-prima na 1^a e 2^a épocas e de todas as épocas de colheita nos teores de acidez titulável total. Para 1^a e 2^a épocas, os valores entre as matérias-primas oscilaram bastante, sem nenhuma tendência. Na 3^a época, os valores se igualaram.

Em relação às épocas de colheita, os valores também oscilaram. Estas oscilações podem ser atribuídas à desuniformidade de maturação dos frutos, afetando os valores de acidez das amostras. Pimenta (1995) encontrou aumentos de acidez com a maturação dos frutos. Foi encontrado para cereja um valor mais alto na 1^a época, diminuindo, porém, na 2^a época em relação ao bóia e ao mistura.

TABELA 6 Valores* de acidez titulável (mL NaOH 0,1N/100g) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	254 Cb	281 Aa	279 Aa
Cereja	310 Aa	255 Bc	279 Ab
Mistura	289 Ba	279 Ab	279 Ab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 3,10

4.1.2.3 Atividade enzimática da polifenoloxidase

Na Tabela 7 encontram-se os valores de atividade da enzima polifenoloxidase das diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol.

Houve variações significativas entre as matérias-primas e em todas as épocas de colheita. Os valores diminuíram com o retardamento da colheita, para as matérias-primas bóia e cereja, contrariamente ao encontrado por Pimenta (2001), que encontrou maiores atividades nas últimas épocas de colheita. Porém, o café utilizado pelo autor foi mais heterogêneo, apresentando no início um número bem maior de verdes.

Os valores encontrados para o café mistura concordam com Pimenta (2001), os quais aumentaram com o retardamento da colheita. Isto pode ser atribuído ao maior percentual de frutos verdes nas primeiras épocas e que, segundo Pimenta et al. (1997), contribui para uma menor atividade dessa enzima.

Para os cafés bóia e cereja, outros fatores podem ter influenciado, já que o número de verdes foi relativamente baixo. Entretanto, a atividade da polifenoloxidase deveria diminuir, principalmente para bóia e mistura, devido às

injúrias que os frutos possam sofrer na árvore. Parece que a atividade enzimática, tal como é determinada, não foi sensível à variável estudada.

TABELA 7 Valores* da enzima polifenoloxidase ($\text{U}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	77,62 Aa	76,09 Aa	73,22 Bb
Cereja	74,14 Ba	71,30 Cb	68,74 Cc
Mistura	71,63 Cb	73,50 Ba	75,00 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 1,37

4.1.2.4 Açúcares redutores

Os açúcares redutores nos frutos de café secados ao sol apresentaram diferenças significativas entre as matérias-primas e entre as épocas de colheita (Tabela 8).

A amostra bóia obteve menores valores de açúcares redutores em relação à cereja e mistura, principalmente nas 2ª e 3ª épocas, mostrando que a senescência e a secagem excessiva dos frutos na planta podem promover a diminuição dos teores destes açúcares, como observado por Pimenta (1995). O café cereja da 1ª colheita apresentou valor de açúcares redutores bem menor que o mistura. Para 2ª e 3ª épocas, o café cereja obteve maiores valores, seguido do mistura e bóia.

Com relação à época de colheita, para bóia não houve diferenças entre 1ª e 2ª épocas e foi encontrado menor valor para a 3ª época de colheita. Os teores

de açúcares redutores para o café mistura diminuíram com o retardamento da colheita, não diferenciando entre 2^a e 3^a épocas. Estes dados não foram semelhantes aos encontrados por Pimenta (2001). O café cereja apresentou aumentos de açúcares com a época de colheita.

TABELA 8 Valores* de açúcares redutores (%) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Bóia	0,35 Ba	0,36 Ca	0,32 Cb
Cereja	0,35 Bc	0,56 Ab	0,69 Aa
Mistura	0,65 Aa	0,52 Bb	0,50 Bb

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 6,92

4.1.2.5 Açúcares totais e açúcares não redutores

Os teores de açúcares totais e não-redutores nos frutos de café secados ao sol encontram-se nas Tabelas 9 e 10.

Foram encontrados menores valores destes açúcares para bóia, maiores para mistura e valores intermediários para frutos cereja. Os menores valores para bóia podem ser atribuídos também à maior quantidade de frutos secos na planta, como encontrado por Pimenta (1995).

Comparando-se os teores destes açúcares nas diferentes matérias-primas e nas épocas de colheita estudadas, nota-se que não houve diferenças significativas entre bóia e cereja, na 1^a época. Para bóia, os valores oscilaram entre as colheitas, com diminuição na 2^a época e aumento na 3^a época. Para cereja e mistura, os teores de açúcares totais e não redutores tiveram um aumento

TABELA 9 Valores* de açúcares totais (%) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	6,34 Ba	5,58 Cb	6,55 Ca
Cereja	6,58 Bc	7,23 Bb	8,18 Ba
Mistura	8,22 Ac	9,79 Aa	9,32 Ab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 9,02

TABELA 10 Valores* de açúcares não-redutores (%) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	5,69 Ba	4,95 Cb	6,02 Ca
Cereja	5,91Bc	6,34 Bb	7,16 Ba
Mistura	7,49 Ac	8,78 Aa	8,35 Ab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 8,66

gradativo com o retardamento da colheita. Estes resultados também foram encontrados por Pimenta (2001), que atribuiu tal fato à intensificação da maturação dos frutos com conseqüente diminuição da quantidade de frutos verdes.

Pimenta (1995) encontrou, para frutos verdes, teores de açúcares não redutores bem inferiores aos frutos cereja. Os teores encontrados no presente

trabalho estão um pouco acima dos encontrados por Pimenta (2001) e por Leite (1991). Navellier (1970) observou valores de açúcares totais em torno de 8% para frutos no estágio de maturação cereja, próximos aos encontrados neste trabalho.

4.1.2.6 Compostos fenólicos totais

Na Tabela 11 estão apresentados os valores de compostos fenólicos totais, para as diferentes matérias-primas e épocas de colheita.

Observando as matérias-primas nas diferentes épocas de colheita, os valores oscilaram para bóia, aumentando na 2ª época e diminuindo na 3ª. Cereja e mistura tiveram o mesmo comportamento durante a colheita. Os valores diminuíram com o retardamento da colheita, sem variações significativas nas 2ª e 3ª épocas. Os teores de fenólicos do café mistura só foram maiores na 1ª época quando o número de verdes foi também maior.

Pimenta (2001), estudando sete épocas diferentes, também encontrou maiores teores deste constituinte nas primeiras épocas e menores teores nas últimas épocas. Ele atribuiu estes resultados também à maior quantidade de frutos verdes nas primeiras épocas, contribuindo para a elevação dos teores de fenólicos. Pimenta (1995) observou teores elevados de compostos fenólicos totais em frutos colhidos verdes, diminuindo com o amadurecimento.

TABELA 11 Valores* de compostos fenólicos totais (%) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Bóia	5,31 Cc	6,83 Aa	6,68 Ab
Cereja	6,14 Ba	5,81 Cb	5,78 Cb
Mistura	7,22 Aa	6,05 Bb	6,06 Bb

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 5,24

4.1.2.7 Lixiviação de potássio

Os valores de lixiviação de potássio encontram-se na Tabela 12.

Foram observadas variações significativas nos valores de lixiviação para todas as matérias-primas e para todas as épocas de colheita estudadas. Os valores oscilaram bastante.

Comparando-se as matérias-primas com as épocas de colheita, nota-se que, para 1^a e 2^a épocas, tiveram o mesmo comportamento, ou seja, houve maior lixiviação de potássio em café cereja, seguido do bóia e mistura. Para a 3^a época, cereja e mistura se igualaram com menor valor, e bóia obteve maior valor.

Pimenta (2001) encontrou maiores valores de lixiviação em amostras com maior quantidade de frutos verdes, o que aconteceu neste caso, pois o café cereja teve maior quantidade de verdes na 1^a época. O café bóia da 3^a época, mesmo com menor quantidade de frutos verdes, apresentou maior lixiviação de potássio do que cereja e mistura. Porém, o valor não foi tão mais elevado para concluirmos que os frutos verdes para esta amostra contribuíram para a elevação da lixiviação. Novamente ressalta-se a permanência dos frutos na árvore.

Para cereja, houve diminuição da lixiviação de potássio com o retardamento da colheita, mostrando que, para esta amostra, pode ter havido influência da maior quantidade de frutos verdes na 1ª época. Prete (1992) encontrou um valor mais baixo para o café cereja (18,30 ppm.g⁻¹). Para frutos verdes, encontrou um valor de 42,49 ppm.g⁻¹. Ele atribuiu seus resultados ao fato de que grãos verdes ainda não têm suas membranas bem estruturadas e apresentam maiores teores de potássio no interior de suas células.

Para mistura, não houve diferenças entre 1ª e 3ª épocas e foi encontrado maior valor para a 2ª época. Para cafés derriçados no pano, foram encontrados por Pimenta (2001) menores valores de lixiviação com o retardamento da colheita.

O café cereja, como não era de se esperar, apresentou maiores valores de lixiviação, seguido pelo bóia e mistura.

TABELA 12 Valores* de lixiviação de potássio (ppm.g⁻¹) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	34,13 Bb	35,65 Ba	34,78 Ab
Cereja	40,79 Aa	36,53 Ab	32,85 Bc
Mistura	32,16 Cb	34,37 Ca	32,29 Bb

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 5,49

4.1.2.8 Condutividade elétrica

As diferenças nos valores de condutividade elétrica entre todas as amostras foram significativas (Tabela 13). Pode-se destacar que houve relação entre lixiviação e condutividade elétrica para as matérias-primas cereja e mistura nas três épocas. Pode ter tido também influência da maior quantidade de frutos verdes na diminuição dos valores de condutividade elétrica com o retardamento da colheita, para frutos cereja. Para bóia, os valores de condutividade elétrica aumentaram com o retardamento da colheita.

TABELA 13 Valores* de condutividade elétrica ($\mu \text{ S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) de diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol

Matérias-primas	Épocas de colheita		
	1ª	2ª	3ª
Bóia	192,28 Cc	208,86 Cb	236,14 Aa
Cereja	265,82 Aa	231,80 Ab	223,66 Bc
Mistura	199,46 Bb	223,66 Ba	207,98 Cb

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 3,03

4.2 Qualidade dos cafés bóia, cereja e mistura secados em secador experimental de camada fixa, utilizando-se três temperaturas de secagem

A Tabela 14 apresenta os valores das porcentagens de frutos verde, cereja, passa e seco do café mistura antes da secagem em secador. Os resultados estão relacionados às diferenças nos dias de colheita, conforme metodologia e não às temperaturas de secagem. Destaca-se, pela mesma tabela, que a

porcentagem de frutos verdes diminuiu e a porcentagem de frutos secos aumentou, com o avanço da colheita.

TABELA 14 Percentagens de frutos verde, cereja, passa e seco, contidas em 500 g de amostra de café mistura, para a secagem em secador

% de frutos	Temperaturas de secagem		
	45°C (23/06)	50 °C (10/06)	55 °C (06/07)
verde	5,90	17,94	6,55
cereja	31,62	51,91	37,19
passa	33,32	16,03	21,94
seco	29,16	14,12	34,32

4.2.1 Curvas de temperatura e parâmetros de secagem

As temperaturas obtidas na massa durante a secagem artificial do café bóia, cereja e mistura, nas três temperaturas utilizadas e nas quatro seções da câmara de secagem, estão expressas nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente. Na Tabela 15, se encontram os parâmetros de secagem das amostras secadas em secador.

O teor de água inicial, como era de se esperar, foi mais alto para o café cereja, seguido do mistura e bóia. É impossível, entretanto, paralisar a secagem com os mesmos teores de água final. Nota-se, ainda, na Tabela 15, que o bóia, apesar de mais seco, teve a mesma perda de volume (espessura final – espessura inicial) do que as outras matérias-primas (em torno de 36%).

Houve diferenças de temperatura entre os quatro pontos lidos, causadas talvez pela própria configuração do secador, com desuniformidade no fluxo de ar.

Os gradientes de temperatura na massa de café ocorridos nas quatro seções do secador (Figuras 2, 3 e 4) foram altos, principalmente para o café mistura a 45°C, chegando a diferenças de 7°C.

Reinato (2002), trabalhando com secagem de café em secador horizontal rotativo, também encontrou gradientes de temperatura elevados entre os diferentes pontos de determinação do secador. O autor concluiu que os gradientes ocorreram devido à desuniformidade na distribuição de ar.

A duração da secagem do café bóia (Tabela 15) foi menor com o aumento da temperatura, o que era esperado. Para a secagem com 55°C, foram gastos praticamente a metade do tempo da secagem com 45°C.

Durante a secagem do café cereja (Figura 3) também notam-se maiores oscilações nas temperaturas de secagem mais elevadas, principalmente na temperatura de 55°C. Nesta amostra também houve diferenças entre as temperaturas nas quatro seções da câmara de secagem, mas estas diferenças foram menores do que a secagem do café bóia e mistura (Figuras 2 e 4).

TABELA 15 Parâmetros de secagem de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Parâmetros	Matérias- primas/ Temperaturas de secagem								
	Bóia			Cereja			Mistura		
	45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C
Tcor de água inicial (%)	41,1	44,2	47,7	64,0	61,5	63,7	55,3	59,2	54,8
Tcor de água final (%)	11,1	10,7	12,0	11,0	10,8	10,2	12,5	12,0	9,4
Espessura inicial da camada (cm)	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Espessura final da camada (cm)	8,5	7,5	7,0	8,0	8,0	7	8,0	7	7,5
Temp.média de secagem (°C)	45	47	55,5	44,8	49	55,5	45	49	53,5
Tempo de secagem (horas/min)	23h 55min	22 h	12h	33h 30min	32h	23h 55min	29h	25h 15min	22h 40min

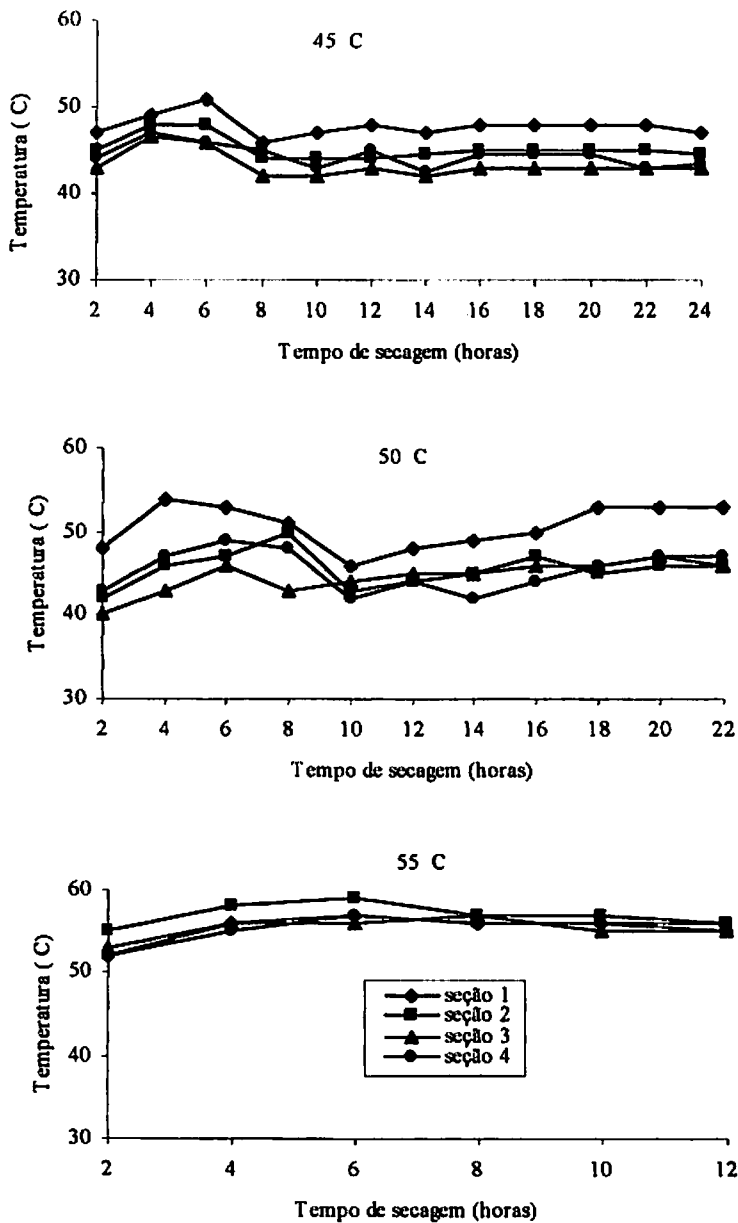


FIGURA 2 Curvas de temperatura na massa de café, em quatro seções do secador, em frutos de café bóia secados a 45°, 50° e 55°C.

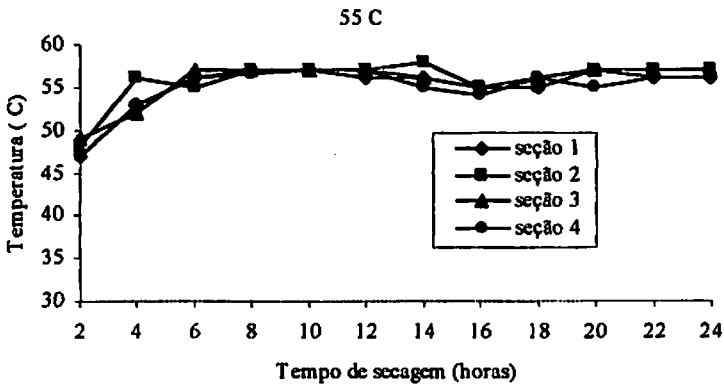
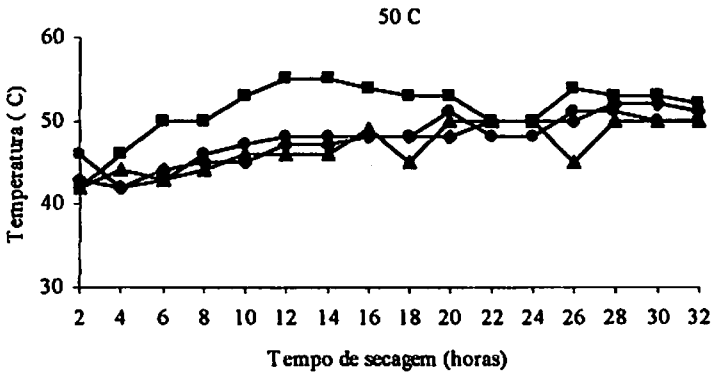
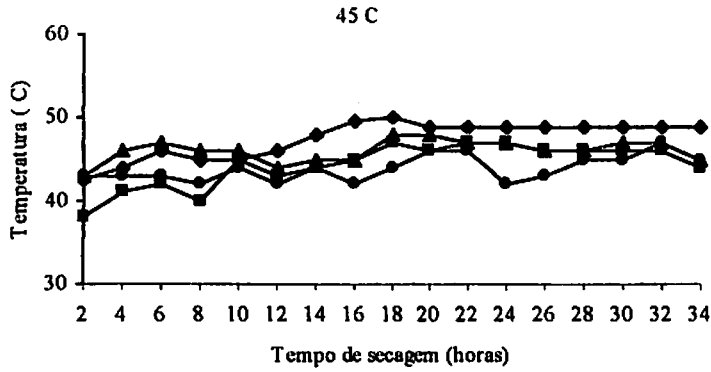


FIGURA 3 Curvas de temperatura na massa, em quatro seções do secador, em frutos de café cerejea secados a 45°, 50° e 55°C.

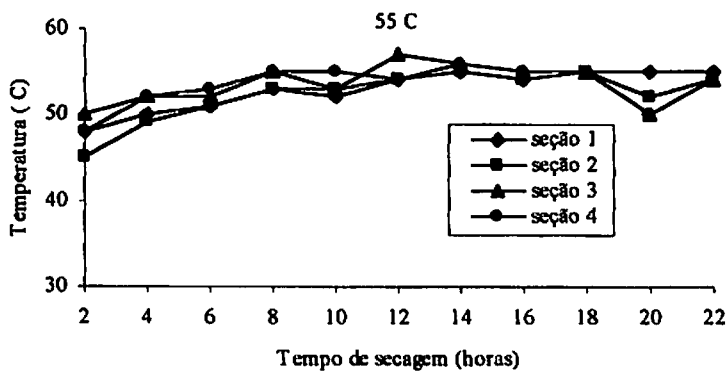
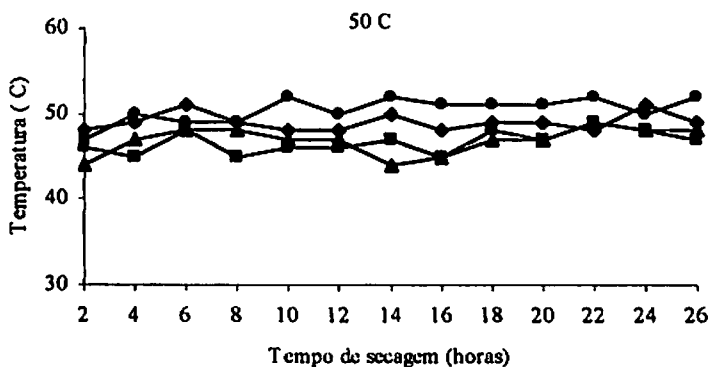
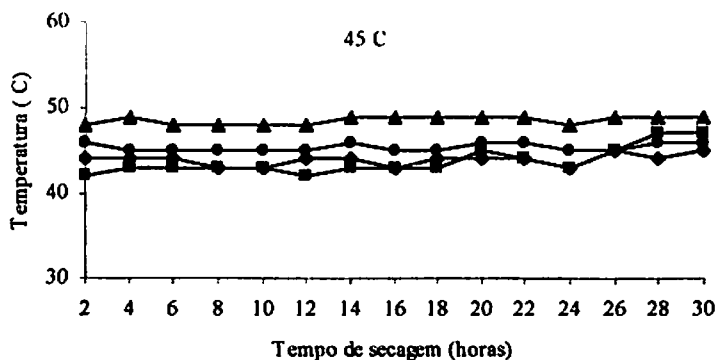


FIGURA 4 Curvas de temperatura na massa, em quatro seções do secador, em frutos de café mistura secados a 45°, 50° e 55 °C.

4.2.2 Análises físicas

4.2.2.1 Classificação do café

A Tabela 16 mostra as classificações feitas pela Cooperativa de Três Pontas, MG. Observa-se que o café mistura secado a 45°C obteve melhor classificação por tipo e os secados na temperatura de 55 °C, independente do tipo de matéria-prima, obtiveram classificação 6/7. Fica demonstrada a influência da maior temperatura de secagem na qualidade física, talvez por escurecimento do café verde.

Com relação à classificação por bebida, não houve muitas variações, classificando-se como bebida dura. Não conseguimos explicações para que o café apresentasse a nuance “fermentada”, principalmente em todas as amostras de café mistura. O aumento da temperatura também provocou manchas, mas somente nas amostras bóia e mistura. O aspecto também piorou com o aumento da temperatura para estes cafés, tornando-os de aspectos regulares. Houve também aumento do número de defeitos, principalmente a 55°C. Apesar disso, a seca e a torração foram boas, a exceção do bóia a 55°C.

TABELA 16 Classificação física de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Análises	Matérias-primas/ Temperaturas de secagem								
	Bóia			Cereja			Mistura		
	45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C
Tipo	5/6	6	6/7	6	5/6	6/7	5	6/7	6/7
Bebida [*]	d	d,v	d,f,v	d	d	d,f,v	d,f,v	d,f	d,f
Cor ^{**}	e	e,m	e,m	e	e	e	e	e	e,m
Aspecto ^{***}	b	b	r	b	b	b	b	r	r
N ^o de defeitos	60	75	123	69	66	114	46	96	126
Fava ^{****}	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc
Seca ^{***}	b	b	r	b	b	b	b	b	b
Torração ^{***}	b	b	r	b	b	b	b	b	b
Broca (%)	4	2	7	1	1	1	2	5	3
Impurezas (%)	-	-	1	1	1	1	-	1	1

* d = dura, f = fermentada, v = verde

** e = esverdeada, m = manchada

*** r = regular, b = bom

**** bc = bica corrida

Na classificação por peneira (Tabela 17), o café cereja obteve fava graúda em todas as temperaturas utilizadas. Para a temperatura de 50°C, todas as matérias-primas obtiveram fava graúda. As demais amostras ficaram entre fava média e fava graúda.

TABELA 17 Classificação por peneira de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	Fava média	Fava graúda	Fava média
Cereja	Fava graúda	Fava graúda	Fava graúda
Mistura	Fava média	Fava graúda	Fava graúda

4.2.3 Análises químicas

4.2.3.1 Índice de coloração

Na Tabela 18 encontram-se os valores do índice de coloração das amostras secadas em secador, a diferentes temperaturas.

TABELA 18 Valores* de índice de coloração (d. o. 425 nm.) de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	0,705Cc	1,358Aa	0,878Bb
Cereja	0,851Bb	0,945Ca	0,592Cc
Mistura	1,047Ac	1,138Bb	1,240Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 2,37

Houve diferenças significativas entre as matérias-primas e entre as temperaturas de secagem.

Em relação às matérias-primas, o café mistura obteve maior valor médio do índice de coloração, seguido do bóia e do cereja, talvez pela própria heterogeneidade da amostra.

Comparando as diferentes matérias-primas secadas nas diferentes temperaturas, o café cereja foi mais sensível à temperatura de 55°C, com valor de 0,592, já característico de branqueamento.

Para bóia e mistura, apesar da diferença significativa, a temperatura de 55°C não influenciou no branqueamento dos grãos, sendo encontrados valores altos para o índice de coloração. Nas demais temperaturas também houve diferenças significativas entre as matérias-primas, com valores também altos.

Estes valores estão bem superiores aos encontrados por Carvalho et al. (1994), que encontraram valores de 0,884 para cafés de bebida estritamente mole. Giranda (1998) concluiu em seu trabalho que este índice pode estar mais relacionado com a quantidade de defeitos provenientes da matéria-prima do que com o processo de secagem.

Não houve um padrão de variação que identificasse esta análise como um índice de qualidade na verificação do efeito das variáveis.

4.2.3.2 Acidez titulável total

Os resultados de acidez titulável total para as diferentes amostras secadas em secador estão expressos na Tabela 19. A maior acidez média encontrada foi para o bóia, seguido de cereja e mistura. Nas temperaturas de 45 e 50 °C, a matéria-prima bóia obteve maiores valores quando comparada à cereja e mistura nas mesmas temperaturas.

Para b6ia, n6o houve diferenças significativas entre as temperaturas de 45° e 50°C. Estas diferenciaram estatisticamente da temperatura de 55°C, que obteve menor valor de acidez.

Para cereja e derriça, n6o houve influ6ncia das temperaturas de 50 e 55°C nos valores de acidez; na temperatura de 45°C, o caf6 cereja obteve o menor valor de acidez e o caf6 mistura, o maior valor. Assim, verifica-se que a acidez tamb6m n6o identificou o efeito das vari6veis.

TABELA 19 Valores* de acidez titul6vel (mL NaOH0,1N/100g) em diferentes mat6rias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com tr6s temperaturas de secagem

Mat6rias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
B6ia	316 Aa	317 Aa	278 Bb
Cereja	277 Cb	308 Ba	306 Aa
Mistura	310 Ba	281 Cb	280 Bb

* M6dias seguidas pela mesma letra mai6scula na coluna e pela mesma letra min6scula na linha n6o diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 2,88

4.2.3.3 Atividade enzim6tica da polifenoloxidase

A Tabela 20 mostra os resultados encontrados para a enzima polifenoloxidase. Observa-se que nas temperaturas de 50 e 55°C, houve influ6ncia das diferentes mat6rias-primas utilizadas nos valores da enzima polifenoloxidase. Em rela6o 6 influ6ncia da temperatura, para b6ia e cereja, n6o houve diferenças entre 45°C e 50°C, sendo que estas temperaturas diferenciaram estatisticamente da temperatura de 55°C.

Analizando a mesma Tabela, na temperatura de 55°C, verifica-se que para todas as amostras foram encontrados menores valores de atividade enzimática da polifenoloxidase. Isso mostra que temperaturas de secagem mais altas podem proporcionar diminuição da atividade sem que isto esteja relacionado com a qualidade. A relação atividade da polifenoloxidase e qualidade do café é mais bem explicada nos casos de deterioração ou injúrias sofridas pelos grãos.

Ferraz & Veiga (1954) citam que a melhor temperatura de secagem está em torno de 45° C. Entre 50 e 60 ° C causa efeitos na qualidade da bebida. Temperaturas em torno de 55°C ativam enzimas que podem produzir compostos danosos para o flavor do café. Eles consideram o fato de que a temperatura pode afetar a atividade enzimática.

Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975) estudaram o efeito das temperaturas de secagem de 30, 60 e 70°C. A atividade da polifenoloxidase geralmente diminuiu com o aumento da temperatura, com exceção de 40°C. Nesta temperatura, a atividade foi menor do que a 30 e 50°C. Estas informações são confusas, não identificando uma relação direta entre qualidade, temperatura e atividade enzimática.

TABELA 20 Valores* de enzima polifenoloxidase ($\text{U}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	73,46 Aa	72,28 Ca	70,65 Bb
Cereja	73,47 Aa	74,07 Ba	70,48 Bb
Mistura	73,30 Ab	77,13 Aa	71,81 Ac

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 1,49

4.2.3.4 Açúcares redutores

Os açúcares redutores (Tabela 21) apresentaram diferenças significativas entre as matérias-primas e entre as temperaturas de secagem.

As variações dos açúcares redutores foram irregulares quanto ao efeito da matéria-prima em cada temperatura. Com relação à temperatura, houve aumento dos açúcares redutores na temperatura de 55°C para todas as matérias-primas. Estas variações ocorridas não explicam nenhuma tendência ou efeito das variáveis estudadas. Na literatura, não existem trabalhos que possam subsidiar qualquer explicação destes fenômenos.

TABELA 21 Valores* de açúcares redutores (%) em diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	0,48 Aa	0,40 Bb	0,46 Ca
Cereja	0,49 Ab	0,43 Ac	0,53 Ba
Mistura	0,38 Bc	0,45 Ab	0,55 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 7,31

4.2.3.5 Açúcares totais e açúcares não redutores

Os teores de açúcares totais e não-redutores nos frutos de café secados em secador estão mostrados nas Tabelas 22 e 23, respectivamente. Os valores oscilaram muito. Os maiores teores encontrados para os açúcares totais e não-redutores foram para bóia, secado a 50°C.

Da mesma forma que os açúcares redutores, os açúcares totais e os não redutores variaram irregularmente entre as matérias-primas e temperaturas, não permitindo uma avaliação do efeito destas variáveis na qualidade do café, dentro da faixa de amplitude estudada. Estas variações, a nosso ver, ficaram por conta de amostragens da matéria-prima ou da própria metodologia utilizada.

TABELA 22 Valores* de açúcares totais (%) de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	9,36 Bb	10,69 Aa	9,24 Ab
Cereja	9,89 Aa	8,79 Cc	9,40 Ab
Mistura	9,44 Ba	9,22 Ba	9,07 Bb

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 5,44

TABELA 23 Valores* de açúcares não-redutores (%) de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	8,48 Cb	9,71 Aa	8,37 Ab
Cereja	8,93 Aa	7,97 Cc	8,43 Ab
Mistura	8,61 Ba	8,33 Bb	8,40 Ab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 4,08

4.2.3.6 Compostos fenólicos totais

Na Tabela 24 estão apresentadas as variações de compostos fenólicos totais para as diferentes matérias-primas e temperaturas de secagem.

As amostras apresentaram diferenças significativas nos teores de fenólicos totais, mas sem tendência de variação definida. Nas temperaturas de 45 e 55°C, o café cereja obteve menores valores destes compostos.

Houve maior influência das diferentes temperaturas utilizadas no café mistura, tendo os teores de fenólicos totais aumentado com o aumento da temperatura de secagem. Isto poderia mostrar a influência da maior temperatura de secagem na piora da qualidade dos frutos derriçados no pano, porém, não há explicação evidente para este aumento.

Os valores encontrados no presente trabalho estão de acordo com a literatura. Todas as amostras estão com os valores de fenólicos totais dentro de uma faixa normal. Novamente, os compostos fenólicos não definem os efeitos das variáveis, apesar de diferentes estatisticamente.

TABELA 24 Valores* de fenólicos totais (%) de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	6,91 Aa	6,23 Cb	6,97 Aa
Cereja	6,26 Cc	6,95 Aa	6,71 Bb
Mistura	6,49 Bc	6,63 Bb	6,84 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 4,63

4.2.3.7 Lixiviação de potássio

Os resultados da Tabela 25 mostra as diferenças significativas existentes nos valores de lixiviação de potássio, nas diferentes matérias-primas e temperaturas de secagem.

As temperaturas de 45 e 50°C, não tiveram muita influência nos valores de lixiviação das diferentes amostras. Somente o café mistura, secado a 50°C, diferenciou-se das demais matérias-primas secadas nesta mesma temperatura.

A maior temperatura de secagem (55°C), entretanto, influenciou de forma significativa nos valores de lixiviação das três matérias-primas, elevando em muito estes valores. Nesta temperatura, o café cereja obteve maior valor deste componente, seguido do café bóia e mistura.

Prete et al. (1995) observaram que à medida em que a temperatura aumenta, elevam-se os teores de lixiviação dos grãos, mostrando o efeito da maior temperatura de secagem na degradação de membranas.

A lixiviação de potássio mostra claramente os efeitos da temperatura, apesar de outros componentes anteriormente analisados não terem a mesma tendência.

Estes dados confirmam os encontrados por Prete (1992), que relacionam maior lixiviação de potássio e pior qualidade.

TABELA 25 Valores* de lixiviação de potássio (ppm.g^{-1}) de diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	36,52 Ab	36,28 Ab	52,77 Ba
Cereja	34,96 Ac	36,89 Ab	56,16 Aa
Mistura	34,93 Ab	34,89 Bb	43,77 Ca

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 8,20

4.2.3.8 Condutividade elétrica

As diferenças nos valores de condutividade elétrica entre todas as amostras estão mostradas na Tabela 26. Na temperatura de 55°C foram encontrados maiores valores de condutividade elétrica para todas as amostras, evidenciando a relação existente entre lixiviação e condutividade elétrica.

Prete (1992) mostrou que a quantidade de íons lixiviados para a solução está diretamente relacionada com os valores de condutividade elétrica.

TABELA 26 Valores* de condutividade elétrica ($\mu \text{ S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) em diferentes matérias-primas secadas em secador experimental de camada fixa, com três temperaturas de secagem

Matérias-primas	Temperaturas de secagem		
	45°C	50°C	55°C
Bóia	230,87 Ab	214,79 Cc	300,24 Ba
Cereja	197,91 Bc	255,91 Ab	325,64 Aa
Mistura	230,36 Ab	230,62 Bb	257,32 Ca

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade
CV (%) = 5,85

4.3 Qualidade do café submetido a diferentes períodos de amontoamento após a colheita

4.3.1 Análises físicas

As Tabelas 27 e 28 mostram as análises físicas, bem como os parâmetros de secagem das amostras de café secadas ao sol e em secador, respectivamente.

A temperatura de secagem em secador é a média das temperaturas determinadas nas quatro bandejas e das temperaturas lidas de duas em duas horas durante a secagem, ou seja, é a média geral.

O número de defeitos para o café secado ao sol sofreu um pequeno aumento até o 2º dia, diminuindo posteriormente até o 4º dia, com grande elevação no 5º dia, com classificação por tipo 7-10, saindo da faixa do tipo 6. A bebida não sofreu alteração até o 3º dia, permanecendo somente dura. A partir do 4º dia, a bebida se tornou dura-ardida, devido, talvez, ao maior número de ardidos.

Para o café secado em secador, os defeitos aumentaram muito, principalmente os ardidos, a partir do 2º dia, com tipos superiores a 7 e bebidas

alteradas para dura-ardida e dura-avinagrada. Constatase que dois dias de amontoamento pode ser o limite para não prejudicar a qualidade.

TABELA 27 Análises físicas em amostras de café submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias) e secadas ao sol

ANÁLISES	PERÍODOS DE AMONTOAMENTO (dias)					
	0	1	2	3	4	5
Teor de água inicial (%)	59,40	57,92	58,37	53,16	60,15	55,97
Duração da secagem (dias)	17	17	15	15	14	13
Teor de água final (%)	12,03	12,37	12,36	12,36	12,36	12,03
Nº total de defeitos	114	128	140	108	118	198
Nº de pretos	0	3	0	3	3	3
Nº de ardidos	28	36	49	93	92	90
Nº de verdes	28	18	29	17	17	16
Tipo	6-20	6-30	6-35	6-15	6-20	7-10
Bebida	dura	dura	dura	dura	dura, ardida	dura, ardida

TABELA 28 Análises físicas em amostras de café submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias) e secadas em secador experimental de camada fixa

ANÁLISES	PERÍODOS DE AMONTOAMENTO (dias)					
	0	1	2	3	4	5
Teor de água inicial (%)	59,40	57,92	58,37	53,16	60,15	55,97
Temperatura média de secagem (°C)	47	48	50	48	48	48
Duração da secagem	45 h	45 h	45 h e 35 min	44 h	50 h e 15 min	42 h
Teor de água final (%)	12,07	12,06	11,92	11,75	11,85	11,95
Nº total de defeitos	97	116	201	236	213	271
Nº de pretos	0	9	5	17	14	13
Nº de ardidos	14	30	51	52	60	63
Nº de verdes	7	12	11	9	13	5
Tipo	6-10	6-20	7-10	7-15	7-15	7-30
Bebida	dura	dura	dura, ardida	dura, avinagrada	dura, avinagrada	dura, avinagrada

4.3. 2 Análises químicas

A Tabela 29 e as Figuras 5 a 15 mostram as variações ocorridas nas variáveis analisadas em amostras de cafés secadas ao sol e em secador, submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

TABELA 29 Valores* médios das variáveis analisadas em amostras de café secadas ao sol e em secador experimental de camada fixa, submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita

Variáveis	Tipo de secagem	Períodos de amontoamento (dias)					
		0	1	2	3	4	5
Índice de coloração (d. o. 425 nm.)	Ao sol	1,158 Aa	0,636 Ab	0,716 Ab	0,498 Ac	0,537 Bc	0,413 Ad
	Secador	0,920 Ba	0,654 Ab	0,722 Ab	0,543 Ac	0,70 Ab	0,448 Ad
Acidez titulável (mL Na OH 0,1N)	Ao sol	251 Ac	279 Ab	308 Aa	280 Ab	252 Bc	306 Aa
	Secador	257 Ac	266 Bc	282 Bb	281 Ab	297 Aa	266 Bc
Polifenoloxidase (U.min ⁻¹ .g ⁻¹)	Ao sol	72,43 Aa	73,13 Aa	70,03 Ab	72,57 Aa	73,18 Aa	70,74 Ab
	Secador	67,71 Bc	69,45 Ba	69,88 Aa	72,16 Aa	71,52 Ba	71,47 Aa
Fenólicos totais (%)	Ao sol	9,10 Aa	7,83 Ab	8,44 Aa	8,76 Aa	8,76 Aa	8,00 Bb
	Secador	7,89 Bb	7,74 Ab	8,16 Ab	7,87 Bb	8,55 Aa	8,56 Aa
Proteína (%)	Ao sol	15,81 Bc	16,21 Ab	16,22 Ab	15,86 Bc	16,63 Aa	16,22 Ab
	Secador	16,44 Aa	15,75 Bb	15,92 Ab	16,36 Aa	16,46 Aa	16,21 Aa
Açúcares redutores (%)	Ao sol	0,27 Ba	0,26 Ba	0,29 Aa	0,32 Ba	0,31 Ba	0,32 Ba
	Secador	0,43 Ac	0,54 Ab	0,29 Ad	0,55 Ab	0,42 Ac	0,69 Aa
Açúcares totais (%)	Ao sol	7,68 Ba	7,98 Aa	6,84 Ab	7,27 Aa	6,05 Ac	7,71 Aa
	Secador	8,44 Aa	8,12 Aa	6,78 Ac	7,36 Ab	6,29 Ac	7,93 Ab
Açúcares não-redutores (%)	Ao sol	7,03 Aa	7,34 Aa	6,37 Ab	6,60 Ab	5,46 Ac	7,23 Aa
	Secador	7,58 Aa	7,18 Aa	6,16 Ab	7,04 Aa	5,58 Ac	6,70 Ab
Extrato etéreo (%)	Ao sol	8,90 Bc	10,56 Aa	9,50 Ab	10,63 Aa	9,30 Bb	9,16 Bc
	Secador	10,21 Ab	9,63 Bc	9,05 Bd	9,85 Bc	10,56 Aa	10,86 Aa
Lixiviação de potássio (ppm.g ⁻¹)	Ao sol	49,66 Ab	51,53 Ab	65,13 Aa	55,01 Bb	61,91 Ba	68,65 Aa
	Secador	54,42 Ab	51,70 Ab	67,39 Aa	68,00 Aa	71,33 Aa	72,38 Aa
Condutividade elétrica (μ S.cm ⁻¹ .g ⁻¹)	Ao sol	158,76 Bb	148,13Ac	197,84 Aa	168,56 Bb	187,4 Aa	190,61Aa
	Secador	137,56 Ac	156,96Ab	197,49 Aa	186,84 Aa	188,8 Aa	186,39Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4.3.2.1 Índice de coloração

Observando-se a Tabela 29, destaca-se a influência do tipo de secagem no índice de coloração somente para os períodos de amontoamento de 0 e 4 dias.

Houve diminuição do índice de coloração do café com o aumento do período de amontoamento dos frutos, antes da secagem ao sol e em secador (Tabela 29 e Figura 5). Somente a partir do 3º dia de amontoamento é que os grãos de café perderam a cor, atingindo índices já característicos de branqueamento (menor que 0,600). A exceção de 0 e 4 dias, não houve diferença nos índices de cor para cafés de terreiro e de secador.

Pimenta (2001) também encontrou perda de cor em café amontoado durante sete dias antes da secagem em terreiro, porém, com índices normais até o último dia.

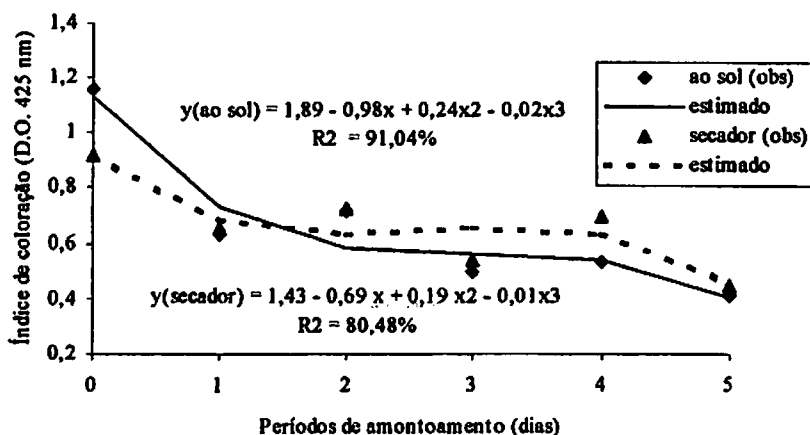


FIGURA 5 Teores médios do índice de coloração em amostras de café secadas ao sol e em secador experimental de camada fixa, submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.2 Acidez titulável total

A Tabela 29 e a Figura 6 mostram que houve variações na acidez com o ensacamento dos frutos, tanto para a secagem ao sol quanto para a secagem em secador.

Na maioria dos dias de amontoamento, o café secado ao sol apresentou maior acidez que o secado em secador, talvez por continuar o processo de fermentação a um nível um pouco maior, em condições naturais.

Houve uma tendência geral, embora pequena, de aumento da acidez com o período de amontoamento, conforme a Figura 6. Pimenta (2001) encontrou maiores aumentos no teor de acidez até sete dias de amontoamento.

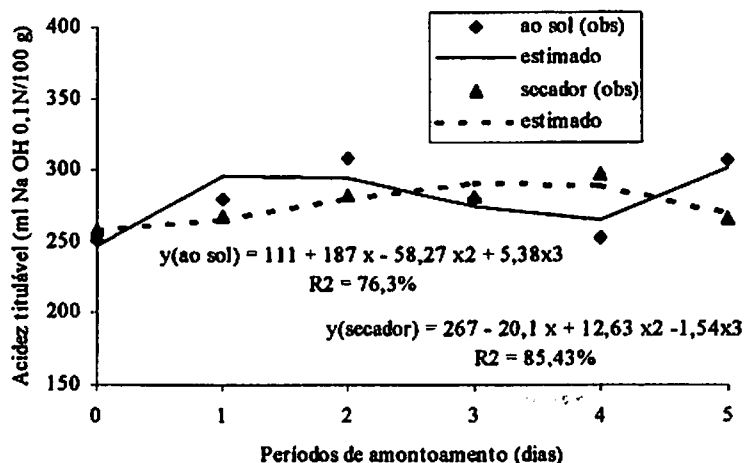


FIGURA 6 Teores médios de acidez titulável total em amostras de café secadas ao sol e em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.3 Atividade enzimática da polifenoloxidase

Houve influência dos tipos de secagem nos valores da enzima polifenoloxidase nos períodos de amontoamento de 0, 1 e 4 dias, com maiores valores para a secagem ao sol (Tabela 29). A temperatura de secagem pode ter influenciado no menor valor da enzima para a secagem em secador, inibindo e diminuindo sua atividade. Mas, apesar da atividade da polifenoloxidase ter tido alguns valores menores para a secagem em secador, estes aumentaram com os dias de amontoamento, conforme Figura 7.

Para a secagem ao sol, os teores desta enzima variaram pouco, ora aumentando ora diminuindo, sem nenhuma tendência definida de variação. Pimenta (2001) encontrou diminuição dos valores desta enzima à medida em que se aumentava o tempo de espera para a secagem. Como esta enzima pode estar associada à coloração, talvez uma pequena atividade da mesma possa ter provocado o branqueamento, conforme visto anteriormente.

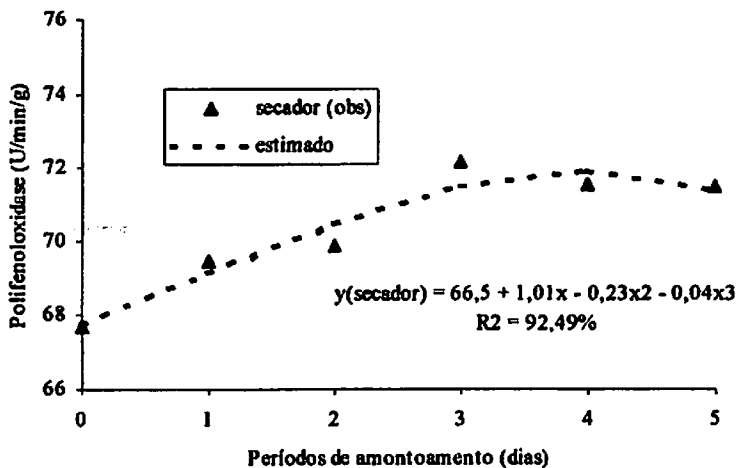


FIGURA 7 Teores médios de atividade da polifenoloxidase em amostras de café secadas em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.4 Compostos fenólicos totais

As variações ocorridas nos teores de compostos fenólicos totais entre os dois tipos de secagem e durante os dias de amontoamento, estão mostradas na Tabela 29 e na Figura 8.

Na Figura 8 observa-se que, na secagem ao sol, as variações foram irregulares, com valor mais alto em 0 dia, diminuindo em 1 dia, aumentando em 2, 3 e 4 dias e diminuindo novamente no 5º dia. Para secador, houve uma ligeira tendência de aumento com o período de amontoamento nos valores de fenólicos totais. Este índice, a exemplo da polifenoloxidase, não mostrou relação com os tratamentos utilizados, como aconteceu com o branqueamento dos grãos. Pimenta (2001) também constatou somente um pequeno aumento nos teores de fenólicos até o 7º dia de amontoamento.

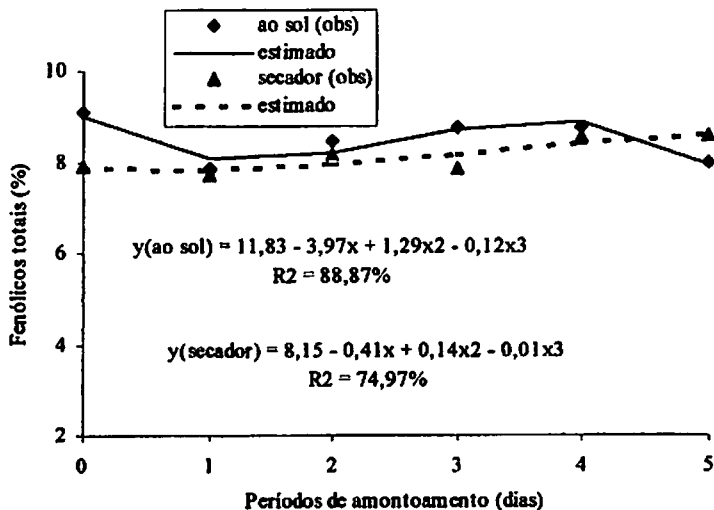


FIGURA 8 Teores médios de compostos fenólicos totais em amostras de café secadas ao sol e em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.5 Proteína bruta

Observa-se diferenças significativas entre as secagens nos valores de proteína bruta para os tempos de 0, 1 e 3 dias, com maiores valores em média para a secagem em secador.

Não houve tendência de aumento ou de diminuição com o aumento no período de amontoamento (Figura 9). Pimenta (2001) encontrou em seu trabalho uma queda nos teores de proteína com o amontoamento antes da secagem. O autor considera que a indução da fermentação pode acarretar perdas de proteína, possivelmente por degradação.

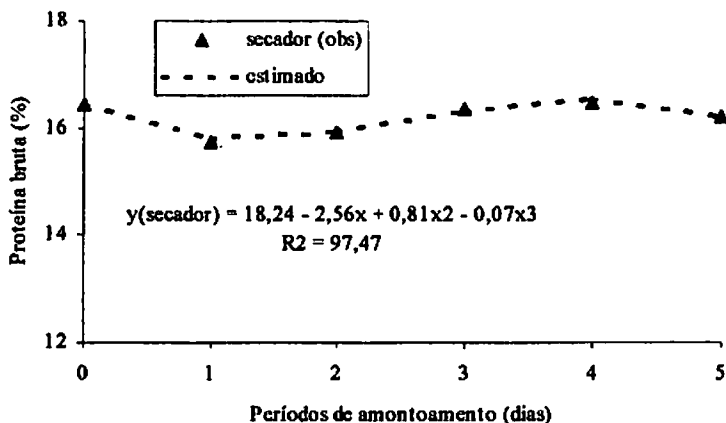


FIGURA 9 Teores médios de proteína bruta em amostras de café secadas em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.6 Açúcares redutores

Os açúcares redutores não diferenciaram entre as secagens somente para o 2º dia de amontoamento. Os demais períodos mostraram diferenças significativas nos valores deste açúcar, com maiores valores para a secagem em secador (Tabela 29). Houve um maior consumo destes açúcares na secagem ao sol, o que talvez explique os maiores valores de acidez para estes grãos, visto anteriormente.

Pimenta (2001) observou diminuição gradativa nos teores destes açúcares, à medida que se intensifica o tempo de espera dos frutos para a secagem.

Para a secagem ao sol, não houve diferenças significativas entre os períodos de amontoamento (Figura 10), e os valores, apesar de baixos, estão na faixa entre 0% e 0,5% para café proveniente da mistura de grãos derriçados, estabelecida por Tango (1971) e Njoroge (1987).

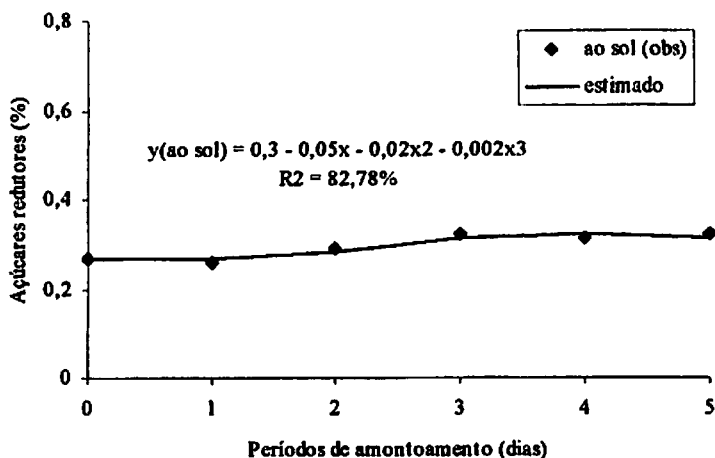


FIGURA 10 Teores médios de açúcares redutores em amostras de café secadas ao sol e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.7 Açúcares totais e açúcares não redutores

Nota-se que não houve influência da secagem nos valores de açúcares não redutores em nenhum dos períodos de amontoamento utilizados e, para os açúcares totais, houve influência da secagem somente nas amostras que não ficaram à espera para a secagem (Tabela 29).

Foi obtida variação significativa para estes açúcares nos diferentes períodos de amontoamento e nas duas secagens. Houve uma diminuição até o 4º dia para os açúcares totais dos grãos secados em secador e para os açúcares não-redutores dos grãos secados ao sol, conforme Figuras 11 e 12, respectivamente. Nos outros tratamentos, apesar de apresentarem a mesma tendência, foram obtidos baixos coeficientes de correlação. Pimenta (2001) também apresenta leve tendência de diminuição destes açúcares com o amontoamento do café antes da secagem.

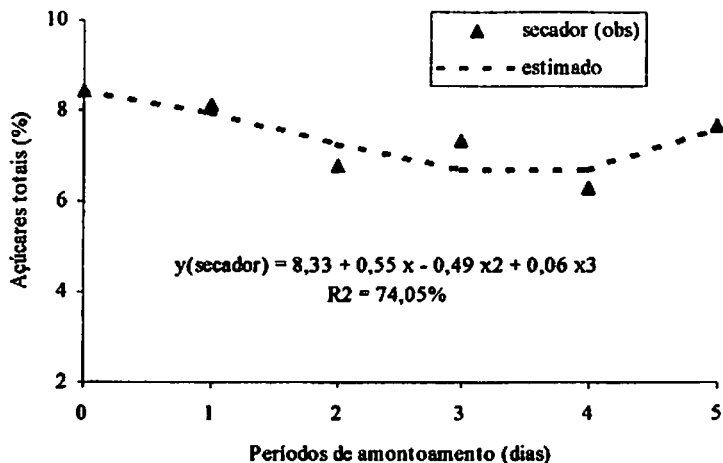


FIGURA 11 Teores médios de açúcares totais em amostras de café secadas em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

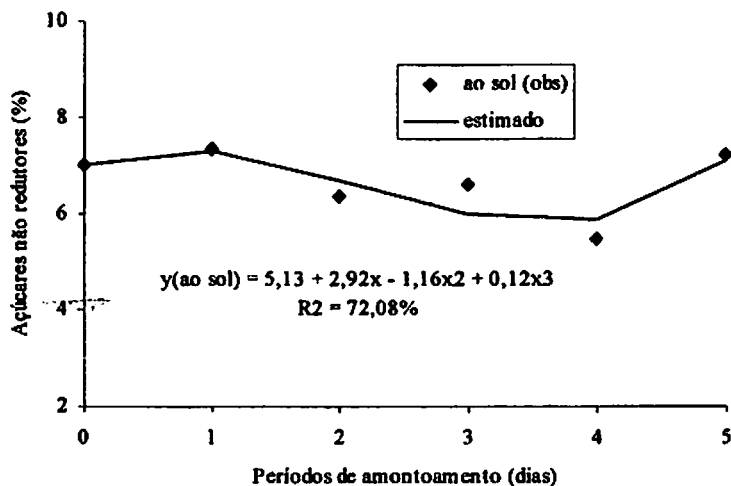


FIGURA 12 Teores médios de açúcares não redutores em amostras de café secadas ao sol e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.8 Extrato etéreo

Os dados de porcentagem de gordura total, nas diferentes secagens, mostraram uma desorganização, com valores maiores ora na secagem ao sol, ora na secagem em secador, sem nenhuma tendência definida (Tabela 29).

Houve influência dos tempos de amontoamento nos teores deste constituinte, mas também sem variação definida (Tabela 29 e Figura 13).

Para a secagem ao sol, foi encontrado valor mais baixo no período 0, seguido de aumento e de diminuição dos valores nos demais períodos. Para a secagem em secador, ocorreu o inverso, com valores mais altos no início, mais baixos nos períodos intermediários e mais altos novamente nos tempos de 4 e 5 dias de amontoamento. Pimenta (2001) também não encontrou tendência definida de variação dos lipídeos amontoando-se o café antes da secagem.

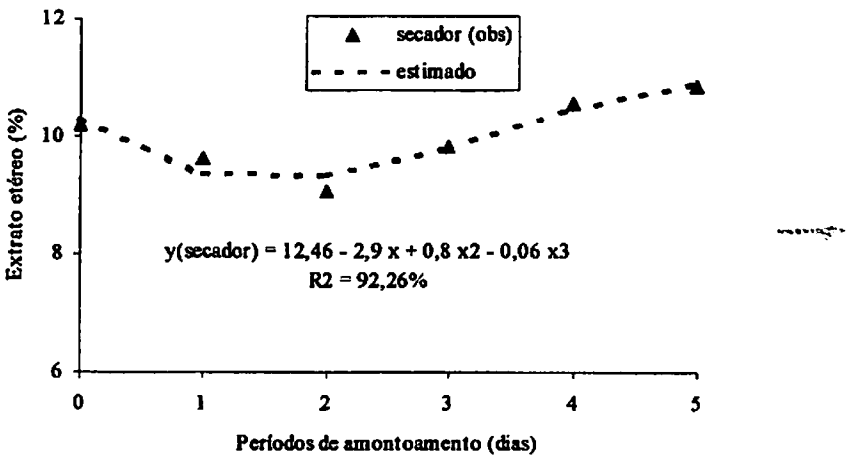


FIGURA 13 Teores médios de extrato etéreo em amostras de café secadas em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.9 Lixiviação de potássio

Os resultados da Tabela 29 e da Figura 14 mostram as diferenças significativas existentes nos valores de lixiviação, nas duas secagens e nos diferentes períodos de amontoamento.

Houve aumento da lixiviação de íons de potássio com o aumento do período de amontoamento, em ambas as secagens. Nota-se, na mesma Tabela, que estes aumentos se intensificaram a partir do 2º dia de amontoamento dos frutos. Isto pode nos mostrar que a indução da fermentação causa maior quantidade de íons potássio liberados para a solução, como consequência da degradação de membranas.

Estes dados confirmam os encontrados por Prete (1992), que relacionam maior lixiviação de potássio e pior qualidade. Os resultados obtidos neste trabalho nos dão um indicativo de piora na qualidade das amostras de cafés amontoados, à espera da secagem.

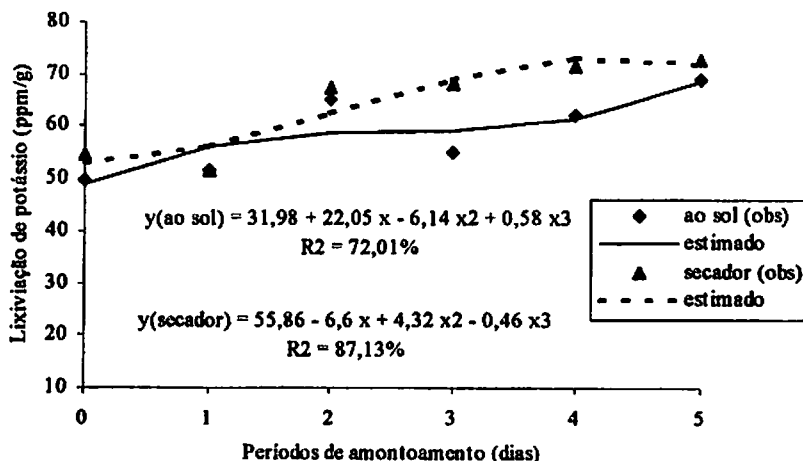


FIGURA 14 Teores médios de lixiviação de potássio em amostras de café secadas ao sol e em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.10 Condutividade elétrica

Também houve aumento da condutividade elétrica com o aumento do período de amontoamento (Tabela 29 e Figura 15).

Isto pode confirmar a relação entre lixiviação e condutividade elétrica encontrada por Prete (1992), em que a quantidade de íons lixiviados para a solução está diretamente relacionada com os valores de condutividade elétrica.

O maior número de defeitos encontrados nas amostras a partir do 2º dia (Tabelas 27 e 28) mostra a relação entre grãos defeituosos, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Quanto maior o número de defeitos, maior a condutividade elétrica, maior a lixiviação (Prete, 1992) e pior a qualidade do café.

A pior classificação por tipo encontrada nos maiores tempos, principalmente para a secagem em secador (Tabela 28), mostra haver influência

também da temperatura de secagem de 50°C, aliada à maior fermentação dos frutos, prejudicando a qualidade.

Isto também foi encontrado por Prete (1992), para quem, quanto maior a temperatura de secagem, maior a condutividade elétrica e maior a lixiviação de íons de potássio.

Pelos dados de lixiviação e condutividade elétrica encontrados nesta pesquisa, observa-se maior efeito das amostras secadas em secador, em todos os períodos de amontoamento. Isso mostra haver influência dos parâmetros de secagem juntamente com a fermentação na desorganização das membranas, com conseqüente degradação.

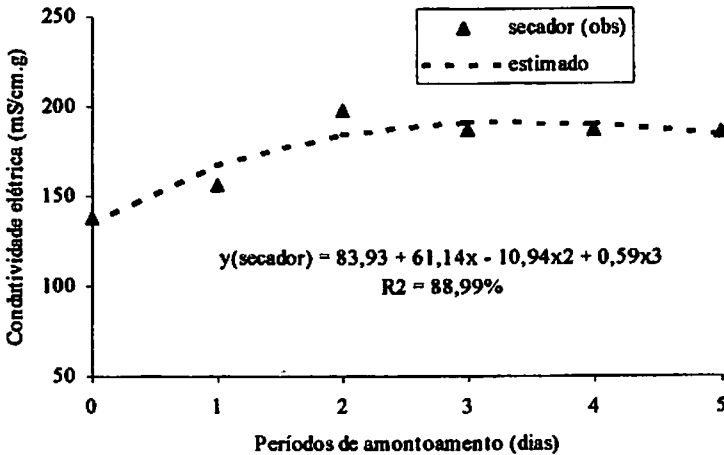


FIGURA 15 Teores médios de condutividade elétrica em amostras de café secadas em secador experimental de camada fixa e submetidas a diferentes períodos de amontoamento após a colheita.

4.3.2.11 Micotoxinas (Ocratoxina A)

Não foi detectada a presença de ocratoxina A em nenhuma das amostras submetidas aos diferentes períodos de amontoamento. O café brasileiro não tem se mostrado com contaminações significantes destes metabólitos e, quando apresenta, os valores são baixos.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos nos permitiram concluir que:

- ⇒ no experimento 1 foram encontradas algumas características desejáveis para o café cereja, como aspecto, número de defeitos, cor dos grãos e menores teores de compostos fenólicos. Outros componentes químicos não puderam ser analisados como índices de qualidade, devido às suas variações irregulares;
- ⇒ no experimento 2 a secagem das matérias-primas a 55°C trouxe alguns danos na qualidade. As diferenças entre 45 e 50°C foram pequenas;
- ⇒ em relação ao experimento 3, notou-se que somente a partir de dois dias de amontoamento do café foram encontradas características físicas e químicas indesejáveis. Componentes mais relacionados com a fermentação, como açúcares e compostos fenólicos, variaram sem apresentar tendências de aumento ou de diminuição, não definindo, em nenhum momento, a qualidade dos grãos;
- ⇒ conclui-se que o período de amontoamento do café após a colheita de dois dias ou mais e temperaturas acima de 55°C podem ser críticos na qualidade do café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H.V. Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de qualidade. Piracicaba: ESALQ, 1978. (Tese de livre docência).

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.; AMORIM, V. L. Coffee Enzymes and Coffee Quality. In: *Enzymes in Food and Beverage Processing*. New York, p.27-56, 1978.

AMORIM, H.V.; TEIXEIRA, A.A. Transformações bioquímicas, químicas e físicas dos grãos de café verde e a qualidade da bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1975, Curitiba. Resumos expandidos... Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1975. p.21.

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

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

BASSOLI, P. G. Avaliação da qualidade de cafés verdes brasileiros: uma análise multivariada. Londrina, PR: Universidade Estadual de Londrina, 1992. 110p. (Dissertação de Mestrado).

BATISTA, L. R. Identificação, potencial toxigênico e produção de micotoxinas de fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 2001. 188 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).

BOREM, F. M. Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.), híbrido AG-303. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 50p. (Dissertação- Mestrado em Engenharia Agrícola).

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Regras para análise de sementes (RAS), Brasília, 1992. 365 p.

CAMPOS, A. T. Desenvolvimento e análise de protótipo de secador de camada fixa para café (*Coffea arabica* L.) com sistema de revolvimento mecânico. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 61p. (Dissertação-Mestrado em engenharia Agrícola).

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

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 expandidos... Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p.25-26.

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

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

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

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. Colheita e preparo do café. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 49 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação: "Lato Sensu" por Tutoria à Distância – Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade).

CORDEIRO, J. A. B. Influência da temperatura e do tempo de repouso na secagem de café (*Coffea arabica* L.) em camadas fixas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1982. 60 p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Agrícola).

DE GRANDI, A. M. Avaliação da eficiência de secagem de café (*Coffea arabica* L.), em secador de camada fixa vertical com revolvimento mecânico. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 61p. (Dissertação-Mestrado em engenharia Agrícola).

DRAETTA, L. S.; LIMA, D. C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidasas do café. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.7, p. 13-28, jun. 1976.

FERRAZ, M. B., VEIGA, A. A. Secagem racional do café. Boletim da Superintendência dos Serviços do Café, Secretaria da Fazenda, SP. Ano XXIX, n. 325. p. 5 -16, mar. 1954.

FERRONI, J. B.; TUJA, F. P. Observações sobre rendimentos e tipo do café em várias misturas de frutos verdes e maduros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 18., 1992, Araxá. Resumos expandidos.. Rio de Janeiro: MARA/PROCAFÉ, 1992, p. 112-113.

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 CAFEIEIRAS, 12., 1985, Caxambu. Resumos expandidos... Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1985. p. 210-214.

GARRUTI, R. dos S.; GOMES, A. G. Influência do estádio de maturação sobre a qualidade de bebida do café do Vale do Paranaíba. Bragantia, Campinas, v.20, n.44, p. 989-995, 1961.

GIRANDA, R. N. Aspectos qualitativos de cafés submetidos a diferentes processos de secagem. Lavras: UFLA, 1998. 98p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

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

GUIDA, V. F. A. A. Influência da temperatura, fluxo de ar e altura da camada de grãos na secagem do café (*Coffea arabica* L.) despulpado em secador experimental de camada fixa. Lavras, MG: Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1994. 57p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).

HASHIZUME, H. Estudo comparativo de principais tipos de terreno pavimentado para a secagem de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12. 1985, Caxambu. Resumos expandidos....Rio de Janeiro. IBC/GERCA, p. 95-97.

HASHIZUME, H.; MATIELO, J. B.; OLIVEIRA, J. A.; TELXEIRA, A. A. Efeito do tempo de murchamento do café colhido verde no aparecimento do defeito preto-verde, durante a secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10. 1983, Poços de Caldas. Resumos expandidos... Rio de Janeiro. IBC/GERCA, p. 220-221.

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

LACERDA FILHO, A. F. Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café.(*Coffea arabica*.L). Viçosa, UFV, 1986. 136p. (Mestrado em Engenharia Agrícola).

LÁZZARI, F. A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. Curitiba : [s.n], 1993. 140 p.

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

LUZIN, N. R.; LACERDA, L. A. O. ; GONÇALVES JÚNIOR, E. **Utilização de lavadores e secadores mecânicos no preparo de café na região da noroeste, no Estado de São Paulo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15. 1989, Maringá-PR. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro. IBC/GERCA, p.109-112.

MENEZES, H. C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilil quínico com a maturação de café.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1990. 95 p. (Tese de Doutorado).

MÔNACO, L. C. **Café com gosto de cebola.** O Estado de São Paulo, São Paulo, 1961. Suplemento agrícola, p. 8-13, c. 3, 4.

NASSER, P. P. **Influência da separação de grãos de café (*Coffea arabica* L.) por tamanho na qualidade e ocorrência de ocratoxina A.** Lavras: UFLA, 2001. 128 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).

NAVELLIER, P. **Coffee.** In: *Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis*, New York: John Wiley & Sons, 1970. v. 10, p. 373-447.

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

NJOROGE, S. M. **Notes on the chemical basis of coffee quality.** *Kenya coffee*, v. 52, p. 152-154, 1987.

NOBRE, G. W.; TEIXEIRA, R. A. F.; CARVALHO, C. H. S. **Rendimento e qualidade do café em frutos colhidos em diferentes estádios de maturação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1980. p. 417-419.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFE. El despulpado del café por médio de desmucilaginosos mecanicos 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).

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

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

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

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

PRETE, C. E. C. Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).

PRETE, C. E. C.; ABRAHÃO, J. T. M.; BARCA, A. A. L. Efeito da temperatura de secagem de frutos de café colhidos nos estágios de maturação cereja e verde sobre a condutividade elétrica dos grãos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 21. 1995, Caxambu. Resumos expandidos... Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1995, p.119-121.

PRETE, C.E.C.; SERA, T.; CRUDI, C. E.; FONSECA, I. C. B. Condutividade elétrica de exsudato de grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação. III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 1999, Londrina - PR. Anais... Londrina:IAPAR/IRD, 1999. p. 475 – 477.

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

RIGITANO, A.; GARRUTI, R. S.; JORGE, J. P. N. Influência do tempo decorrido entre a colheita e o despulpamento de café cereja sobre a qualidade da bebida. *Bragantia*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 31 – 37, fev. 1967.

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

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

SILVA, J. S. Secagem e Armazenagem de Café – Tecnologias e Custos. 2001. CD-ROM.

SIVETZ, M. *Coffee processing technology*. Westport, Connecticut: AVI, 1961. v. 2, 379p.

TANGO, J. S. Utilização industrial do café e dos seus subprodutos. *Boletim do ITAL*, Campinas, v.28, p. 48-73, dez. 1971.

TEIXEIRA, A. A.; NOGUEIRA, V. S.; FALSARRELLA, M. L.; BARALDI, P.; SELLSCHOP, J.; NUNES, J. B. P.; LACERDA, L. A. O. & BARCELOS, L. C. R. Estudo das características técnicas e custos de secagem de secadores mecânicos para café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, 1979. Resumos expandidos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1979. p. 268-273.

TEIXEIRA, A. A.; SELLSCHOP, J. NOGUEIRA, V. S.; FALSARRELLA, M. L.; RADUAN NETO, M. Estudo do desempenho dos secadores mecânicos e barças ventiladas na secagem do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. Resumos expandidos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1980. p. 262-278.

TEIXEIRA, A. A.; PIMENTEL GOMES, F. O defeito que mais prejudica o café. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 45, n.1. p. 3-8, mar. 1970.

TEIXEIRA, A. A. Observações sobre várias características do café colhido verde e maduro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984. Londrina. Resumos expandidos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA/EMBRAPA, 1984. p.227-228.

VIEIRA, G. Secagem intermitente de café em secadores de fluxo cruzado e secador experimental de camada fixa. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1994, 91p. (Dissertação - Mestrado em Ciências dos Alimentos).

VIEIRA, G.; VILELA, E. R. Secagem intermitente de café (*Coffea arabica*, L.) em secadores de fluxo cruzado e em secador experimental de camada fixa. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 19, n. 3, p. 289 – 296, 1995.

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

VILELA, E. R.; PEREIRA, R.G.F.A. Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas – Pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais...Poços de Caldas, 1998. p. 219-274.

ANEXOS

ANEXO A

Página

TABELA 1A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para índice de coloração, acidez titulável e atividade enzimática da polifenoloxidase, em diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol.....	95
TABELA 2A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não redutores em diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol.....	95
TABELA 3A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para compostos fenólicos, lixiviação de potássio e condutividade elétrica em diferentes matérias-primas colhidas em três épocas e secadas ao sol.....	96
TABELA 4A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para índice de coloração, acidez titulável e atividade enzimática da polifenoloxidase, em diferentes matérias-primas secadas em secador experimental com três temperaturas de secagem.....	96

TABELA 5A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não redutores, em diferentes matérias-primas secadas em secador experimental com três temperaturas de secagem.....	97
TABELA 6A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para compostos fenólicos, lixiviação de potássio e condutividade elétrica, em diferentes matérias-primas secadas em secador experimental com três temperaturas de secagem.....	97
TABELA 7A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para índice de coloração, acidez titulável, compostos fenólicos e atividade enzimática da polifenoloxidase, em cafés submetidos a diferentes períodos de amontoamento antes da secagem ao sol e em secador experimental.....	98
TABELA 8A	Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para proteína bruta, açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não-redutores, em cafés submetidos a diferentes períodos de amontoamento antes da secagem ao sol e em secador experimental.....	99

TABELA 9A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade, quadrados médios, significância e coeficientes de variação para extrato etéreo, lixiviação de potássio e condutividade elétrica, em cafés submetidos a diferentes períodos de amontoamento antes da secagem ao sol e em secador experimental.....	100
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

TABELA 1A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para índice de coloração, acidez titulável e atividade enzimática da polifenoloxidase, em diferentes matérias-primas (MP) colhidas em três épocas (EC) e secadas ao sol

Causas de variação	Índice de coloração	Acidez titulável	Polifenoloxidase
GL MP	2	2	2
GL EC	2	2	2
GL MP x EC	4	4	4
GL Resíduo	18	18	18
QM MP	0,2460*	601,44*	54,98*
QM EC	0,1040*	679,75*	8,35*
QM MP x EC	0,0650*	1349,02*	6,81*
QM Resíduo	0,000015	4,7744	0,0440
CV (%)	1,50	3,10	1,37

TABELA 2A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não redutores, em diferentes matérias-primas (MP) colhidas em três épocas (EC) e secadas ao sol

Causas de variação	Açúcares redutores	Açúcares totais	Açúcares não redutores
GL MP	2	2	2
GL EC	2	2	2
GL MP x EC	4	4	4
GL Resíduo	18	18	18
QM MP	0,20031*	8,4091*	9,2067*
QM EC	0,3355*	4,6877*	1,5111*
QM MP x EC	0,2716*	1,3003*	1,3233*
QM Resíduo	0,00010	0,0277	0,0172
CV (%)	6,92	9,02	8,66

TABELA 3A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para compostos fenólicos, lixiviação de potássio e condutividade elétrica, em diferentes matérias-primas (MP) colhidas em três épocas (EC) e secadas ao sol

Causas de variação	Compostos fenólicos	Lixiviação de potássio	Condutividade elétrica
GL MP	2	2	2
GL EC	2	2	2
GL MP x EC	4	4	4
GL Resíduo	18	18	18
QM MP	1,9600*	368,55*	727,64*
QM EC	0,3581*	14,3969*	2241,80*
QM MP x EC	0,4851*	114,5751*	5250,28*
QM Resíduo	0,0064*	0,2335*	2,2667*
CV (%)	5,24	5,49	3,03

TABELA 4A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para índice de coloração, acidez titulável e atividade enzimática da polifenoloxidase, em diferentes matérias-primas (MP) secadas em secador experimental com três temperaturas de secagem (TS)

Causas de variação	Índice de coloração	Acidez titulável	Polifenoloxidase
GL MP	2	2	2
GL TS	2	2	2
GL MP x TS	4	4	4
GL Resíduo	18	18	18
QM MP	0,4057*	2252,23*	19,1238*
QM TS	0,4631*	1192,14*	16,4187*
QM MP x TS	0,2830*	3341,77*	2,9643*
QM Resíduo	0,000037	3,2798	0,0958
CV (%)	2,37	2,88	1,49

TABELA 5A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não redutores, em diferentes matérias-primas (MP) secadas em secador experimental com três temperaturas de secagem (TS)

Causas de variação	Açúcares redutores	Açúcares totais	Açúcares não redutores
GL MP	2	2	2
GL TS	2	2	2
GL MP x TS	4	4	4
GL Resíduo	18	18	18
QM MP	0,01433*	1,3799*	1,0726*
QM TS	0,09073*	0,3641*	0,6536*
QM MP x TS	0,01442*	1,48063*	1,0867*
QM Resíduo	0,000711	0,008368	0,00294
CV (%)	7,31	5,44	4,08

TABELA 6A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para compostos fenólicos, lixiviação de potássio e condutividade elétrica, em diferentes matérias-primas (MP) secadas em secador experimental com três temperaturas de secagem (TS)

Causas de variação	Compostos fenólicos	Lixiviação de potássio	Condutividade elétrica
GL MP	2	2	2
GL TS	2	2	2
GL MP x TS	4	4	4
GL Resíduo	11	11	11
QM MP	0,9891*	192,715*	7201,37*
QM TS	0,2762*	720,7978*	29530,32*
QM MP x TS	0,5009*	121,3139*	3113,35*
QM Resíduo	0,006392	0,7974	10,1650
CV (%)	4,63	8,20	5,85

TABELA 7A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para índice de coloração, acidez titulável, compostos fenólicos e atividade enzimática da polifenoloxidase, em cafés submetidos a diferentes períodos de amontoamento (PA) antes da secagem ao sol e em secador experimental (SEC)

Causas de variação	Índice de coloração	Acidez titulável	Polifenoloxidase	Compostos fenólicos
GL SEC	1	1	1	1
GL PA	5	5	5	5
GL SEC x PA	5	5	5	5
GL Resíduo	24	24	24	24
QM SEC	0,000225*	93,2100*	24,4860*	1,1130*
QM PA	0,2655*	1148,85*	6,6365*	0,5141*
QM SEC x PA	0,02615*	1336,35*	6,9030*	0,5895*
QM Resíduo	0,0027	42,6503	0,9323	0,0935
Regressão cúbica (ao sol)	0,07807*	5644,88*	-	2,9275*
Regressão cúbica (secador)	0,06461*	463,05*	0,3866*	0,2433*
CV (%)	7,86	2,10	1,67	4,36

TABELA 8A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para proteína bruta, açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não-redutores, em cafés submetidos a diferentes períodos de amontoamento (PA) antes da secagem ao sol e em secador experimental (SEC)

Causas de variação	Proteína bruta	Açúcares redutores	Açúcares totais	Açúcares não-redutores
GL SEC	1	1	1	1
GL PA	5	5	5	5
GL SEC x PA	5	5	5	5
GL Resíduo	24	24	24	24
QM SEC	0,0121*	0,3344*	0,2224*	0,01173
QM PA	0,2407*	0,03318*	3,4822*	2,8247*
QM SEC x PA	0,2913*	0,02647*	0,1689*	0,2534*
QM Resíduo	0,0556	0,000835	0,1951	0,1377
Regressão cúbica (ao sol)	-	0,00107*	-	2,9128*
Regressão cúbica (secador)	1,0782*	-	0,7850*	-
CV (%)	1,13	7,36	4,35	3,03

TABELA 9A Resumo da análise de variância com os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), significância (*) e coeficientes de variação (CV) para extrato etéreo, lixiviação de potássio e condutividade elétrica, em cafês submetidos a diferentes períodos de amontoamento (PA) antes da secagem ao sol e em secador experimental (SEC)

Causas de variação	Extrato etéreo	Lixiviação de potássio	Condutividade elétrica
GL SEC	1	1	1
GL PA	5	5	5
GLSEC x PA	5	5	5
GL Resíduo	24	24	24
QM SEC	1,1200*	277,7777*	1,8814*
QM PA	0,7994*	380,87*	2516,79*
QM SEC x PA	2,1505*	34,2204*	263,9625*
QM Resíduo	0,0411	26,0942	72,7390
Regressão cúbica (ao sol)	-	65,7376*	-
Regressão cúbica (secador)	0,70056*	41,7889*	68,6369*
CV (%)	2,26	4,82	4,28