

CARLOS GOMIDE DA SILVA

QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) AVALIADA POR  
ANÁLISE SENSORIAL E ESPECTROFOTOMETRIA

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Curso de Engenharia  
Agrícola, para a obtenção do título de  
“Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
JANEIRO - 1997

CARLOS GOMIDE DA SILVA

QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) AVALIADA POR  
ANÁLISE SENSORIAL E ESPECTROFOTOMETRIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 09 de julho de 1996.

---

---

Prof. Luiz Carlos Guedes de Miranda  
(Conselheiro)

Prof. José Helvecio Martins  
(Conselheiro)

---

---

Pesq. Pedro Amorim Berbert

Prof. Nerilson Terra Santos

---

Prof. Paulo César Corrêa  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela oportunidade de realizar este curso e pelo suporte financeiro.

Ao professor Paulo César Corrêa, pela confiança, pela amizade e pela orientação no decorrer deste trabalho.

Ao professor Luiz Carlos Guedes de Miranda, pela amizade e pela inestimável colaboração.

Ao professor José Helvécio Martins, pela boa vontade e pelas valiosas sugestões.

Ao Professor Nerilson Terra Santos, pelos conselhos e pela atenção.

Ao Professor Juarez de Sousa e Silva, pela confiança e pela boa vontade.

Ao pesquisador Pedro Amorim Berbert, pela valiosa colaboração e pela amizade.

À Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé, em especial ao Sr. Nelson Coelho e toda a sua equipe, que tornaram possível a realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários do DEA e do DEQ, que colaboraram neste trabalho, no qual foram peças fundamentais.

## BIOGRAFIA

CARLOS GOMIDE DA SILVA, filho de Paulo Marcos da Silva e Maria Lilia Gomide da Silva, nasceu em 13 de setembro de 1962, em Petrópolis, Estado do Rio de Janeiro.

Em 1982, Ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Engenharia Agrícola em dezembro de 1986.

Em Janeiro de 1987, foi contratado pela Empresa Agrocere Rações Indústria e Comércio Ltda. em Patos de Minas, MG, onde trabalhou na área de projetos.

Iniciou, em março de 1995, o curso de mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, defendendo tese em julho de 1996.

## CONTEÚDO

	Página
EXTRATO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Considerações gerais .....	3
2.2. Colheita .....	4
2.3. Secagem do café .....	4
2.4. Influência da temperatura de secagem na qualidade da bebida.....	5
2.5. Influência dos grãos verdes na qualidade da bebida .....	6
2.6. Características bioquímicas do grão de café .....	6
2.7. Polifenoloxidação e a qualidade do café .....	7
2.8. Índice colorimétrico dos grãos de café .....	8
2.8.1. Avaliação da cor em colorímetro .....	9
2.8.2. Avaliação da cor em espectrofotômetro .....	9
2.9. Classificação do café .....	10
2.9.1. Classificação quanto aos aspectos físicos .....	10
2.9.1.1. Classificação quanto ao tipo .....	10
2.9.1.2. Classificação por peneira .....	11

	Página
2.9.1.3. Classificação pela cor .....	11
2.9.2. Classificação quanto as características organolépticas.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
3.1. Coleta e secagem das amostras de café .....	13
3.2. Determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO)	15
3.3. Índice de coloração .....	15
3.4. Análise sensorial da qualidade da bebida .....	16
3.5. Análise espectrofotométrica do café proveniente das amostras- padrão.....	16
3.6. Tratamento estatístico.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
4.1. Café proveniente da secagem experimental.....	18
4.1.1. Análise sensorial.....	18
4.1.2. Análises espectrofotométricas.....	20
4.1.2.1. Atividade enzimática.....	22
4.1.2.2. Índice de cor.....	24
4.2. Café proveniente da Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé.	25
4.2.1. Análise sensorial.....	25
4.2.2. Análises espectrofotométricas.....	25
4.2.2.1. Atividade enzimática das amostras-padrão .....	25
4.2.2.2. Índices de cor das amostras-padrão .....	27
4.3. Comparação entre os resultados obtidos com amostras-padrão e aquelas provenientes do experimento por espectrofotometria .....	28
4.3.1. Atividade enzimática da polifenoloxidase .....	28
4.3.2. Índices de cor .....	31
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
APÊNDICE .....	38

## EXTRATO

SILVA, Carlos Gomide, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 1997.  
**Qualidade da Bebida do Café (*Coffea arabica* L.) Avaliada por Análise Sensorial e Espectrofotometria.** Professor Orientador: Paulo César Corrêa.  
Professores Conselheiros: Luiz Carlos Guedes de Miranda e José Helvecio Martins.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo precípua de se utilizar uma metodologia capaz de auxiliar no processo de avaliação da qualidade da bebida do café, de modo mais objetivo e mensurável. Para isso foram realizadas leituras em espectrofotômetro de densidade ótica, nos extratos de café beneficiado de diversas qualidades de aroma e sabor. Tradicionalmente, a medida da qualidade da bebida do café é feita por avaliação sensorial com a participação de provadores bem treinados e com muitos anos de experiência. Ainda assim, essa análise sensorial é subjetiva e pode variar de indivíduo para indivíduo, bem como sofrer influência do meio. Para feitura dos testes nas amostras foram realizadas secagens experimentais onde foram utilizadas três temperaturas: 35, 45 e 55°C e cinco proporções de frutos verdes: 0, 2, 5, 10 e 20 %. O café utilizado no experimento foi analisado sensorialmente e foram realizadas leituras de densidade ótica para a atividade enzimática da polifenoloxidase e do índice colorimétrico em espectrofotômetro.

Os resultados indicam que as leituras para atividade enzimática da polifenoloxidase em espectrofotômetro, bem como o índice de cor, estão relacionados com a qualidade da bebida do café, para as bebidas Estritamente Mole, Mole, Apenas Mole, Dura e Riada. Os resultados obtidos não acusaram diferenças significativas para as bebidas de qualidade inferior como Rio e Rio Zona. Constatou-se, também, que há um decréscimo na qualidade da bebida do café com a elevação da porcentagem de frutos verdes. Esta elevação poderá aumentar o índice de cor devido à presença de clorofila e compostos fenólicos. Esse fato pode mascarar os resultados se a avaliação desse índice for realizada isoladamente.

## ABSTRACT

SILVA, Carlos Gomide, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January 1997.  
**Evaluation of Coffee (*Coffea arabica* L.) Quality Through Cupping and Spectrophotometry.** Advisor: Mr. Paulo César Corrêa. Co-advisors: Mr. Luiz Carlos Guedes de Miranda and Mr. José Helecio Martins.

The object of this research work was to develop a method to evaluate coffee quality in a measurable way. To this end, analysis of green coffee extracts of different flavours and tastes were made using a spectrophotometer. Cup quality evaluation has been traditionally made by experienced tasters, but recognition and association of aromas is a very personal thing. Association may further imply continue use and habits which can be translated into conditioning, custom and tradition. Thus, quality evaluation of coffee by cupping remains a very subjective factor. The effect of drying air temperature and the percentage of green beans on coffee quality was also analysed. The tests involved three levels of drying air temperature, 35, 45, and 55°C, and five different percentages of green coffee beans mixed with ripe cherries, 0, 2, 5, 10, and 20%. Readings of the optical density of polyphenoloxidase activity and colour index were made of all coffee extracts. Results showed that the polypheniloxidase activity and the colour index measured in a spectrophotometer are positively related to beverages classified as high grown

mild coffees (*Estritamente Mole, Mole, Apenas Mole*), Brazilian coffees (*Dura*), and Rioy (*Riada*). Nonetheless, the readings obtained with the spectrophotometer were not significantly different for poor quality coffee classified as off-flavour (*Rio* and *Rio Zona*).

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade do café brasileiro, principalmente em relação à bebida, constitui um dos problemas básicos com que se defronta a cafeicultura nacional. Até 1960, o Brasil era responsável por 70% do mercado cafeeiro mundial. Atualmente esta participação caiu para apenas 30% do café comercializado mundialmente.

Não bastasse essa menor participação no mercado, o café brasileiro, devido à sua qualidade inferior, ainda recebe um menor valor em relação ao produzido em outros países. Em média, esta diferença chega a US\$ 50,00 e US\$ 70,00 por sacco de 50 kg, em relação ao produzido pela Colômbia e pelo Quênia, respectivamente. Considerando-se uma diferença de preço devido a qualidade de US\$ 50,00 por saca e uma exportação de 20 milhões de sacas, conclui-se que o Brasil perde cerca de um bilhão de dólares anualmente (CARVALHO e CHALFOUN, 1985).

O consumo interno per capita do café também tem decrescido em função de sua qualidade inferior e pelo surgimento de uma consciência, entre os consumidores brasileiros, de não se sujeitarem em adquirir o resíduo da exportação (MEIRELLES, 1990).

Com a criação do selo de pureza em 1989 pela Associação Brasileira das Indústrias de Torrefação e Moagem de Café (ABIC), a melhoria da qualidade

tornou-se um fator de extrema importância para maior participação tanto no mercado externo quanto no interno.

Os atuais procedimentos de avaliação comercial da qualidade do café não correlacionam as causas dos danos físicos e, ou, químicos com os seus agentes causadores. Limitam-se, apenas, a uma série de apreciações subjetivas de aromaticidade, sabor e aspecto sobre o produto depreciado ou não. Essas apreciações são feitas por especialistas, cuja habilidade deve ser adquirida com muitos anos de experiência. A atual classificação da qualidade do café pelo aspecto ou pelo tipo e a classificação da bebida, por prova de xícara, poderiam ser complementadas com a adoção de métodos físicos e químicos, que facilitariam a avaliação, tornando-a menos subjetiva. (MENCHÚ, 1967).

Existe entre os estudiosos do assunto certo interesse em se desenvolver métodos físicos e químicos, que possam diminuir ou substituir a subjetividade dos julgamentos atuais, uma vez que as apreciações sensoriais feitas pelo ser humano estão sujeitas a variações entre indivíduos e ainda às condições ambientais que o cercam, que podem variar a cada instante.

Visando encontrar métodos simples que possam fornecer um melhor conhecimento dos fatores que afetam a qualidade da bebida do café e, pelo fato dos critérios de avaliação de aromaticidade e sabor ainda serem subjetivos, portanto, não completamente mensuráveis, este trabalho teve por objetivos:

- Analisar a atividade enzimática da polifenoloxidase e do índice de cor nos tipos de café existentes na classificação oficial pela bebida, a partir de amostras previamente classificadas sensorialmente;

- Avaliar o efeito da temperatura do ar de secagem, e a presença de diferentes porcentagens de frutos verdes sobre a qualidade da bebida para grãos de café (*Coffea arabica* L.);

- Comparar a atividade enzimática da polifenoloxidase e do índice colorimétrico nos grãos de café beneficiados com a qualidade da bebida.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações gerais

Pertencente à família das Rubiáceas, fazendo parte do gênero *Coffea*, o café é cultivado na atualidade em grande parte dos países de clima tropical. Pode--se considerar fundamentalmente duas espécies principais: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* P., de acordo com COSTE (1969).

A comercialização do café nos mercados interno e externo depende de uma boa apresentação do produto, sendo o resultado dos cuidados dispensados desde à colheita até a torração. Nesse processo, o preço está diretamente relacionado à qualidade do produto, como consequência, a classificação qualitativa assume relevante importância em sua comercialização.

Segundo CARVALHO e CHALFOUN (1985), são vários os fatores que podem comprometer a qualidade do café desde a colheita até o armazenamento. Dentre estes os que mais se destacam, por afetarem diretamente o aroma e o sabor da bebida, são: presença de grãos verdes, temperaturas inadequadas de secagem e condições adversas de armazenamento, fatores estes que podem levar à ocorrência de fermentação.

## **2.2. Colheita**

BARTHOLO e GUIMARÃES (1989) afirmam que a quantidade de café existente na planta, a quantidade caída e o tempo de duração da safra, são os principais fatores a serem considerados para o início da colheita do café.

Teores de umidade acima de 55% b.u. no produto, aumento na taxa respiratória e na temperatura dos frutos favorecem o desenvolvimento de microorganismos que iniciam o processo de fermentação do café ainda durante a fase de colheita.

A depreciação do produto também poderá ser acelerada por condições climáticas adversas, deve-se, portanto, proceder a etapa de secagem do café o mais breve possível após a colheita, para garantir e preservar sua qualidade.

## **2.3. Secagem do café**

O processo de secagem pode ser feito em terreiros ou com auxílio de secadores mecânicos, sendo possível obter, em ambos os casos, um produto final de qualidade semelhante, se alguns cuidados forem observados (CARVALHO e CHALFOUN, 1985).

Durante o processo de secagem, é aconselhável a utilização de lotes homogêneos do produto, considerando-se a época de colheita, o estágio de maturação e o teor de umidade dos grãos para que se obtenha um produto final uniforme e de boa qualidade.

BITENCOURT (1975), em estudos sobre a qualidade do sabor e aroma do café, concluiu que todo produto fermentado apresentava qualidade inferior na bebida. Concluiu, ainda, que os processos de fermentação eram mais comuns nas secagens em que se utilizavam baixas temperaturas, de tal forma que o processo de secagem possibilitava a depreciação dos grãos que ficavam à mercê de condições climáticas adversas tais como as que ocorrem freqüentemente na secagem em terreiros.

Ambientes que possibilitam secagens rápidas, sejam em terreiros ou em secadores mecânicos, dificultam os processos de fermentação, já que o intervalo de tempo menor para o processo de secagem, geralmente, dificulta o desenvolvimento de microorganismos. A secagem mais rápida proporciona, então, a manutenção das qualidades organolépticas originais dos grãos. Em contrapartida, quando o tempo de secagem é reduzido em função de elevados aumentos na temperatura do ar de secagem, pode-se comprometer o poder germinativo de sementes e promover cozimento parcial do produto, alterando suas características físicas e químicas.

A supersecagem ou secagem excessiva do café tem como inconvenientes a perda de peso e a possibilidade de quebra durante o beneficiamento dos grãos de café com teores de umidade iguais ou inferiores a 10 pontos percentuais. Esse fato, geralmente resulta em bebidas de qualidade inferior. O café úmido, por ocasião do beneficiamento, torna-se manchado (branqueado) e também tem seu tempo de armazenamento prejudicado (BEGAZO e PAULA, 1985).

Segundo MENCHÚ (1967), o teor de umidade final depois da secagem deve estar compreendido entre 11,0 e 11,5% de umidade, base úmida, podendo ser obtido por determinadores de umidade. Métodos empíricos devem ser evitados, já que podem levar a erros de 1 a 2 pontos percentuais.

#### **2.4. Influência da temperatura de secagem na qualidade da bebida**

Tosello, citado por LACERDA (1986), afirma que a temperatura do ar de secagem não deve ultrapassar 75°C, uma vez que temperaturas iguais ou superiores a esta podem conferir ao produto uma qualidade inferior de bebida, se comparada àquela obtida com o café seco às temperaturas de 40, 45, 50 e 55°C. Foi concluído, ainda, que a utilização de temperaturas inferiores a 30°C, sob determinadas condições, podem favorecer o desenvolvimento de microorganismos tais como fungos e bactérias responsáveis pelo desencadeamento de processos fermentativos que depreciam a qualidade da bebida do café.

#### **2.5. Influência dos grãos verdes na qualidade da bebida**

A colheita do café verde causa prejuízo quanto ao tipo e à qualidade da bebida e, como consequência, interfere no valor comercial do produto, uma vez que a adição de apenas 2% de grãos verdes em um lote de café classificado como "bebida mole", torna-o bebida "apenas mole", o que significa uma queda na escala de classificação oficial pela bebida. Quando essa adição é de 10%, o lote de bebida "mole" passa para bebida "dura", caracterizada por um sabor adstringente (CARVALHO e CHALFOUN, 1985).

A quantidade máxima de frutos verdes admitida na planta, para o início da colheita é de 5%, sendo toleradas, por muitos produtores, quantidades de até 20% que, no entanto, comprometem significativamente a qualidade da bebida, quando esses frutos verdes são misturados aos maduros no mesmo lote.

TEIXEIRA et alii (1984) afirmam que o café colhido no estágio de maturação verde apresenta aspecto e torração de pior qualidade, quando comparados aos colhidos maduros. Conseqüentemente, a presença de grãos verdes proporciona pior qualidade de bebida, além de menor peso e tamanho dos grãos. Neste estágio, os grãos ainda não atingiram a maturação fisiológica, dificultando a prática do despulpamento. O despulpamento reduz as chances de ocorrerem fermentações, proporcionando um produto de melhor qualidade. Os mesmos autores também afirmam que a presença de taninos e compostos fenólicos nos frutos verdes aumentam adstringência ou o "endurecimento" da bebida, além desses frutos possuírem baixos teores de açúcares devido à ausência da mucilagem.

## **2.6. Características bioquímicas do grão de café**

O café durante o seu período de maturação apresenta uma série de modificações químicas que conduz a um ponto ideal de colheita. Nesta ocasião a polpa, a casca e a semente encontram-se com os teores dos vários constituintes químicos em níveis adequados a conferir ao café uma boa qualidade (TEIXEIRA et alii, 1984). A composição química do grão de café é caracterizada pela presença de

centenas de constituintes voláteis e não-voláteis, tais como: ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, cafeína, bem como enzimas que agem sobre estes próprios constituintes (SIVETZ, 1963).

As transformações bioquímicas que ocorrem no grão do café e que levam à depreciação da qualidade da bebida são, fundamentalmente, de natureza enzimática. Estas transformações envolvem principalmente as polifenoloxidasas, bem como lipases e proteases. Essas enzimas levam a uma degradação das paredes e membranas celulares, acarretando mudanças nas características dos grãos, com conseqüente prejuízo na qualidade (AMORIM e TEIXEIRA, 1975).

## **2.7. Polifenoloxidação e a qualidade do café**

AMORIM e SILVA (1968) analisaram a atividade da polifenoloxidase em grãos de café beneficiados. Os autores encontraram correlação positiva entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida do café. Observou-se maior atividade desta enzima nos grãos de coloração verde. Os resultados obtidos por AMORIM e SILVA (1968) parecem sugerir alguma relação entre os níveis desta enzima e as diferentes cores apresentadas pelos grãos e entre a qualidade da bebida e a cor dos grãos de café.

Segundo Mazzafera, citado por LOPES (1988), não é a clorofila a responsável pela coloração esverdeada dos grãos de café maduros e sim uma mistura de compostos fenólicos tais como o ácido clorogênico e o clorogenato de magnésio formando um complexo, o qual, no café de boa qualidade, apresenta uma tonalidade azulada. Em contrapartida, a coloração parda é encontrada no café de baixa qualidade de bebida: NORTHMORE (1965) relata ser esta cor o resultado da oxidação enzimática da polifenoloxidase, reduzindo a ação antioxidante dos polifenóis tais como dos ácidos clorogênico e caféico.

CARVALHO e CHALFOUN (1985) observaram, em trabalho realizado a partir de cafés de bebida conhecida, que havia diferenças significativas entre as

leituras de absorvância para as atividades enzimáticas da polifenoloxidase nos cafés de bebida "mole" em relação aos de bebida "dura".

SANINT e VALENCIA (1970) concluíram que fatores de injúria, tais como danos mecânicos, ataques de pragas, infecções microbianas, além de levar o fruto a uma maturação anormal, induzindo-o a uma senescência precoce, acarretam uma série de reações químicas catalisadas por enzimas, as quais geralmente são indesejáveis do ponto de vista do processamento dos alimentos. A cor parda, encontrada no café de baixa qualidade, é uma conseqüência da polimerização de compostos que originam as melaninas que fornecem tal coloração. A presença da polpa, com sua alta porcentagem de açúcares, pode contribuir para uma diminuição da atividade enzimática devido às fermentações indesejáveis que levam a uma depreciação na qualidade da bebida.

## **2.8. Índice colorimétrico dos grãos de café**

Segundo LOPES (1988), vários são os produtos em que a cor está estritamente associada à qualidade, constituindo freqüentemente um critério de apreciação da qualidade desses produtos.

A cor é um fator importante na qualidade do café, por permitir a determinação da sua idade ou o estado de conservação e, também, por revelar cuidados no preparo.

Muitos são os termos utilizados para descrever a cor dos grãos de café beneficiados, tornando-se muito difícil a um classificador memorizar e descrever a cor desses grãos com todas as suas nuances e variações. ROCHAC (1964) relata mais de 60 termos utilizados para descrever a cor dos grãos crus de café. Alguns desses termos são confusos e demasiadamente subjetivos, como as denominações verde carregado desbotado, esverdeado para azul, esverdeado para azulado e outros.

Uma classificação adequada pela cor poderá ser satisfatória com a utilização de instrumentos capazes de expressar valores numéricos de cor em uma linguagem de fácil compreensão e que permita a percepção da cor sem a necessidade da presença da amostra.

Atualmente, os instrumentos utilizados na avaliação do índice de cor são classificados em dois grupos: os colorímetros e os espectrofotômetros.

### **2.8.1. Avaliação da cor em colorímetro**

Os colorímetros, também conhecidos como “colorímetros tristímulos”, medem as três quantidades “X”, “Y”, “Z” denominados valores tristímulos. Estes valores representam, respectivamente, as quantidades das três cores primárias imaginárias, vermelho, verde e azul, necessárias a um observador-padrão para comparar uma dada cor sob condições definidas de iluminação e observação. Segundo FERREIRA (1981), esses instrumentos tem sido usados com boa aceitação na indústria, para trabalhos de rotina.

### **2.8.2. Avaliação da cor em espectrofotômetro**

Nos espectrofotômetros ajustados para operar no comprimento de onda do espectro visível, aproximadamente de 380 a 770 nm, pode-se obter o índice colorimétrico de qualquer objeto pela quantidade de luz refletida ou absorvida por sua superfície em cada comprimento de onda desse espectro. A determinação dos índices de cor por espectrofotometria, geralmente apresentam resultados mais precisos (FERREIRA, 1981).

Os espectrofotômetros são produzidos atualmente a custos mais baixos devido à economia de escala. Essa economia é consequência da crescente demanda desses instrumentos não só pelas instituições de pesquisa como, também, pelas indústrias do setor privado.

CARVALHO e CHALFOUN (1985) constataram que o grão do café de boa qualidade apresenta maior índice de coloração, no comprimento de onda de 525 nm, quando comparado ao café de pior qualidade. No café de qualidade inferior, os autores verificaram um maior nível de injúrias nos grãos. NORTHMORE (1965) afirma estar a cor dos grãos crus de café estritamente relacionada com suas características em licor. Segundo este autor, é tão bem conhecido entre os

comerciantes de café, que grãos de cor azulada dão bebida de melhor qualidade, que já foram encontrados casos de grãos adulterados na cor, tingidos de azul, para melhorar sua aparência.

## **2.9. Classificação do café**

A cafeicultura nacional defronta-se atualmente com um problema básico em relação à qualidade do café, principalmente no que diz respeito à bebida. A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos fixou, em 1978, padrões de qualidade para alimentos e bebidas, incluindo o café, classificando-o quanto a tipo, bebida, peneira e cor.

Os atuais procedimentos de avaliação comercial da qualidade do café estão baseados nas características físicas com a classificação pelo tipo, pela peneira, pela cor e pelas características organolépticas segundo o aroma e o paladar da bebida.

### **2.9.1. Classificação quanto aos aspectos físicos**

#### **2.9.1.1. Classificação quanto ao tipo**

É a classificação do café segundo seu aspecto e sua quantidade de defeitos.

O aspecto é influenciado pela coloração dos grãos, que pode ser prejudicada pelo contato do produto com a terra. Os defeitos geralmente provêm de impurezas ou mesmo de imperfeições nos grãos. As impurezas são defeitos relativos à presença de pergaminhos, pedaços de pau, pedras, cascas e terra.

#### **2.9.1.2. Classificação por peneira**

A classificação oficial de café por peneira discrimina os grãos beneficiados pelas suas dimensões em:

- a - grão chato grosso: peneira 17 (café grande);
- b - grão chato médio: peneiras 15 e 16 (café médio);
- c - grão chatinho: peneiras 12, 13 e 14 (café miúdo ou chatinho)
- d - grão moca grosso: peneiras 11 a 13 (moca grande)
- e - grão moca médio: peneira 10 (moca médio)
- f - grão moquinha: peneiras 8 e 9 (moca miúdo ou moquinha)

### **2.9.1.3. Classificação pela cor**

Segundo ROCHAC (1969), esta classificação é extremamente subjetiva, sujeita a muitas variações e nuances, porém a classificação oficial adota apenas cinco cores para a exportação: verde, que inclui o matiz azul; esverdeado; clara; amarelada; e amarela.

### **2.9.2. Classificação quanto as características organolépticas**

Segundo BARTHOLO e GUIMARÃES (1989), as alterações indesejáveis na características químicas e bioquímicas dos grãos de café são causadas por muitos fatores tais como: fermentações por microorganismos; manejo inadequado desde a colheita até o processamento; e condições climáticas adversas como temperatura e umidade relativa elevadas. Além desses fatores, sabe-se que a presença de grãos verdes nos lotes do produto depreciam o sabor e o aroma da bebida.

A classificação pelas características organolépticas, atualmente, resume-se em uma série de apreciações subjetivas de aroma e sabor, feitas por provadores credenciados. Por meio da análise sensorial, esses provadores fornecem um laudo para as xícaras de bebida analisadas.

Cada xícara de café recebe 9 g de café parcialmente torrado e moído. São adicionados 90 ml de água recém fervida. A prova é iniciada tão logo ocorra a

precipitação do café adicionado às xícaras. Cada provador experimenta cinco xícaras de cada amostra de bebida a ser classificada.

De acordo com a tabela oficial de classificação pela bebida, os cafés são discriminados em:

- a - Estritamente mole: sabor suavíssimo e adocicado;
- b - Mole: sabor suave e adocicado;
- c - Apenas mole: sabor suave com leve adstringência;
- d - Dura: sabor adstringente, gosto áspero;
- e - Riado: sabor leve de iodofórmio ou ácido fênico;
- f - Rio: sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio;
- g - Rio zona: sabor e odor intoleráveis.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

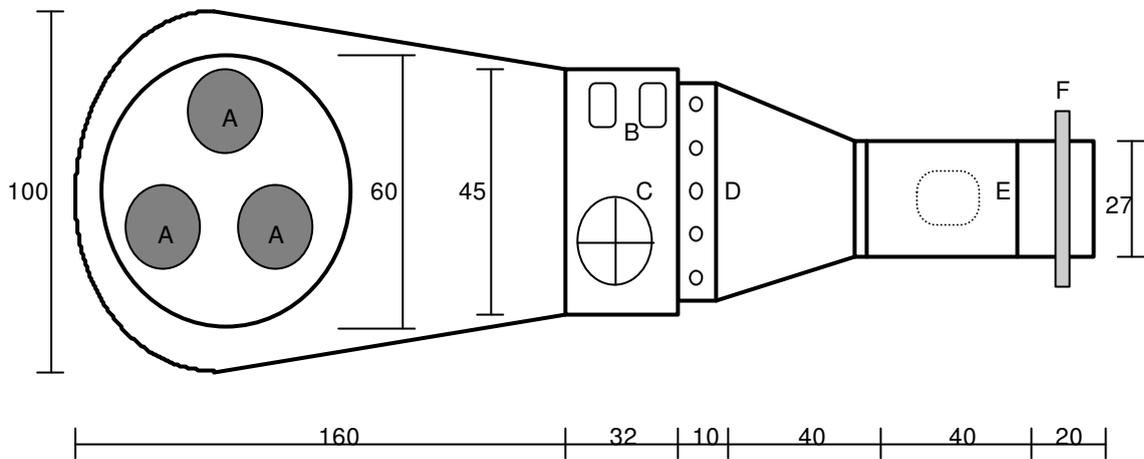
Este trabalho foi realizado de acordo com as seguintes etapas: coleta e secagem das amostras de café, determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase e do índice colorimétrico, determinação sensorial da qualidade da bebida e análise espectrofotométrica do café de classificação previamente conhecida.

#### **3.1. Coleta e secagem das amostras de café**

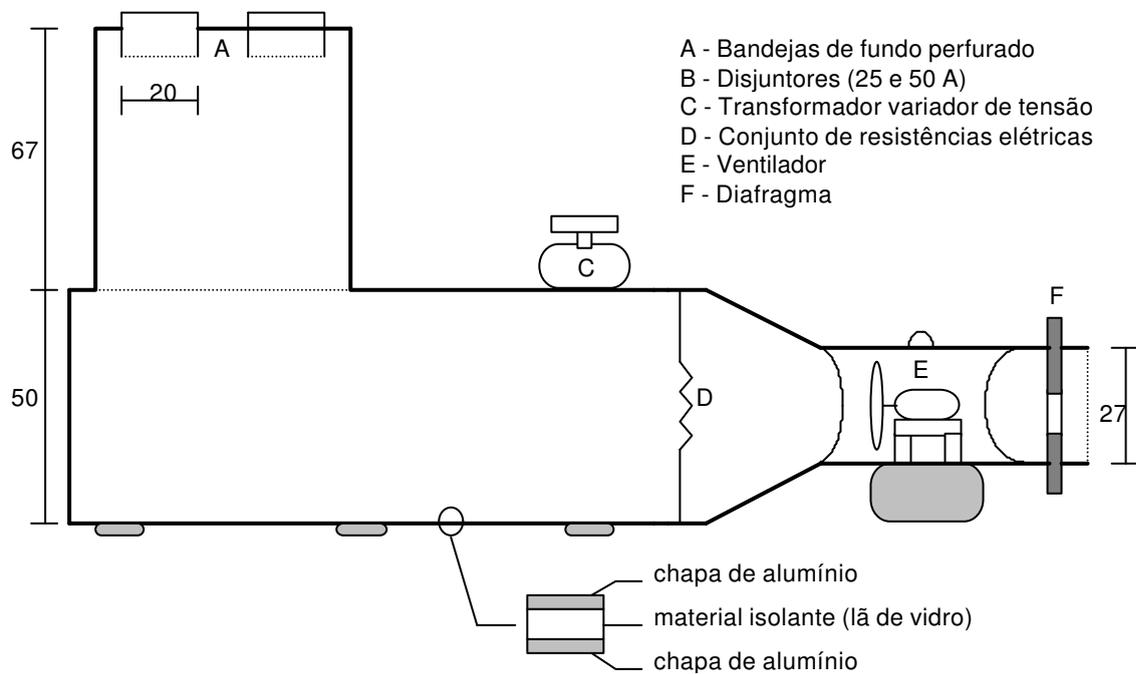
As amostras de café (*Coffea arabica* L.), utilizadas na secagem experimental, foram da variedade CATUAÍ, provenientes do Município de Viçosa, MG.

O produto foi colhido um a um (colheita a dedo) no estádio cereja e posteriormente misturados com o café verde nas seguintes proporções: 0, 2, 5, 10 e 20% de grãos verdes.

A secagem foi realizada em um secador experimental localizado no Setor de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola-UFV, Viçosa, MG (Figura 1), utilizando o processo usual para secagem em camada fina.



VISTA SUPERIOR



VISTA LONGITUDINAL

Figura 1 - Desenho esquemático do secador experimental utilizado para secagem.

As proporções de frutos verdes e maduros foi obtida por meio de pesagens em balança semi-analítica, das diferentes quantidades utilizadas de cada tipo de fruto.

Foram utilizadas as temperaturas de 35, 45 e 55°C para o ar de secagem insuflado à uma velocidade média de 1,52 m.s<sup>-1</sup>, através da massa de grãos, medida por meio de um anemômetro digital. A secagem prosseguiu até que o café atingisse o teor de umidade final médio de 0,13 b.s. (11,5% b.u.).

### **3.2. Determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO)**

O método utilizado para a determinação da atividade da polifenoloxidase foi o descrito por PONTING e JOSLYN (1948), utilizando o extrato da amostra sem DOPA (L - 3,4 dihidroxifenilamina) como branco.

Uma amostra de 5,0 g de café beneficiado, depois de triturada em moinho, foi colocada em um erlenmeyer com 20 ml de solução tampão de fosfato de sódio a 0,1 mol/L, pH 6,0. O conjunto foi resfriado a 5°C e agitado por cinco minutos. Depois da agitação, foi feita a filtragem em filtro a vácuo utilizando papel Whatman nº 1.

Em seguida foi retirada uma alíquota de 0,5 g do extrato retido no filtro e colocado em solução DOPA preparada com 10 ml de tampão de fosfato, pH 6,0; 0,1 mol/L e 8,0 mg de DOPA. Imediatamente em seguida, foram feitas as leituras em espectrofotômetro ajustado para operar no espectro visível, aproximadamente de 380 a 770 nm (KRAMER e TWIGG, 1970).

As leituras foram repetidas em intervalos de cinco minutos, com cinco leituras para cada amostra.

### **3.3. Índice de coloração**

Foi determinado pelo método descrito por SINGLETON (1966) adaptado.

Uma amostra de café beneficiado de 2,0 g foi triturada e passada em peneira de malha nº 20. A amostra foi transferida a um erlenmeyer, adicionando-se 50 ml de água destilada. Em seguida, as amostras foram agitadas em agitador

elétrico por 30 minutos. Depois de agitadas fez-se uma filtragem em papel-filtro. Uma alíquota de 5,0 ml foi tirada do filtrado à qual foram adicionados 10 ml de água destilada. As amostras foram deixadas em repouso por 15 minutos e o índice de coloração determinado por leituras feitas em comprimento de onda de 430 nm no espectrofotômetro.

### **3.4. Análise sensorial da qualidade da bebida**

As amostras estudadas em cada um dos tratamentos foram submetidas à prova de xícara na Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé, Município de Guaxupé-MG.

Cada amostra de café beneficiado foi parcialmente torrada em torrador rotativo do tipo ROD-BEL. Logo depois da torração, o produto foi triturado. A seguir, 9 g do café triturado foram colocadas em infusão com 90 ml de água recém-fervida, em cada xícara. Fizeram-se cinco taças por provador por amostra. A prova foi realizada quando o café sobrenadante em cada taça precipitou-se naturalmente.

O café proveniente da Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé foi selecionado criteriosamente, a fim de que as amostras representativas de cada qualidade de bebida existente na classificação oficial não deixassem dúvidas sobre o tipo de bebida que as caracterizavam. Para que isso fosse possível, as amostras só eram selecionadas quando apenas um único tipo de bebida era identificado pelos provadores, por ocasião da prova das xícaras dessas mesmas amostras, ou seja, quando havia a unanimidade de aroma e sabor nas xícaras. Por esse motivo, essas amostras foram denominadas de amostras-padrão.

### **3.5. Análise espectrofotométrica do café proveniente das amostras-padrão**

Cinco amostras de cada tipo de bebida de café, citadas pela classificação oficial, foram analisadas. Essa classificação é a seguinte:

- Estritamente mole;
- Mole;

- Apenas mole;
- Dura;
- Riado;
- Rio;
- Rio zona.

As amostras foram submetidas às análises espectrofotométricas propostas anteriormente para a determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase e do índice colorimétrico.

### **3.6. Tratamento estatístico**

Para ambas as amostras (secagem experimental e padrão) o estudo da atividade enzimática da polifenoloxidase e do índice de cor, em função da qualidade da bebida, foi feito mediante a análise de variância e aplicação do teste de Tukey quando necessário.

Para o estudo dos dados oriundos da análise sensorial da qualidade da bebida em função da temperatura do ar de secagem e da porcentagem de frutos verdes, foi utilizada a técnica de análise de superfície de resposta, utilizando-se o programa computacional SAEG.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Café proveniente da secagem experimental

#### 4.1.1. Análise sensorial

O efeito da temperatura do ar de secagem e de diferentes porcentagens de frutos verdes, na qualidade da bebida do café, foi verificado pela análise sensorial pelo teste de xícara.

Os resultados dessa análise encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Resultados obtidos pela análise sensorial do café proveniente da secagem experimental, variando-se a temperatura do ar de secagem e a porcentagem de frutos verdes

Temp. °C	Porcentagem de frutos verdes				
	0%	2%	5%	10%	20%
35	Riado	Rio	Rio Zona	Rio Zona	Rio Zona
45	Apenas Mole	Apenas Mole	Duro	Riado	Duro
55	Riado	Riado	Duro	Duro	Duro

De acordo com os resultados obtidos pela análise sensorial, para as condições experimentais, não foi possível a obtenção de café cujas bebidas pudessem ser classificadas como: estritamente mole e mole.

O teste em que se utilizou temperatura de 35°C para o ar de secagem, apresentou qualidades de bebida inferior aos obtidos nos testes com as temperaturas de 45 e 55°C. De acordo com SIVETZ e FOOTE (1963), nos estágios iniciais da secagem do café cereja, a mucilagem que recobre o pergaminho degrada-se (é digerida e liquêfeita). Este processo de degradação da mucilagem é que possibilita a continuidade dos processos vitais de metabolismo e respiração. Se a secagem do café cereja processa-se de forma lenta, como é o caso da secagem a 35°C, é muito provável que sua qualidade seja afetada, pois a mucilagem, enquanto não digerida, constitui-se num meio ideal de cultura para o crescimento de microorganismos e, conseqüentemente, para a produção de compostos que irão comprometer a qualidade da bebida do café.

A análise estatística para os testes de secagem foi realizada atribuindo-se pesos proporcionais às qualidades de bebida encontradas. Essas qualidades de bebida receberam uma pontuação de 1 a 7. Sendo o número um associado à pior bebida e o sete atribuído à melhor. Desta forma foi realizado um estudo de superfície de resposta da qualidade da bebida em função da temperatura e da porcentagem de frutos verdes.

O modelo que melhor descreveu o fenômeno, para temperaturas de secagem compreendidas entre 35 e 55°C e porcentagens de verdes de até 20%, considerando-se os seguintes critérios: maior valor de “f” significativo, maior R<sup>2</sup> ajustado, melhor coeficiente de regressão, bem como a observação dos aspectos biológicos, foi o modelo completo dado por:

$$\begin{aligned} QB = & -30,0238 + 1,4921 \cdot T - 0,4565 \cdot V - 0,1600 \cdot 10^{-1} \cdot T^2 \\ & + 0,6638 \cdot 10^{-2} \cdot V^2 + 0,6466 \cdot 10^{-2} \cdot T \cdot V \end{aligned} \quad (1)$$

$$R^2 = 0,8975$$

em que

QB = qualidade da bebida;

T = temperatura do ar de secagem; °C;

V = proporção de frutos verdes, %.

Baseando-se no modelo de superfície de resposta escolhido, foi realizado um estudo de um fator dentro de cada nível do outro fator, conforme é apresentado nas Figuras 2 e 3.

A Figura 2 representa o estudo da qualidade da bebida do café, quando se mantém fixo um nível de grãos verdes (V) e se varia os níveis de temperatura (T). É apresentado, simultaneamente, na mesma figura, o estudo para os cinco níveis de verdes.

Pela Figura 2, pode-se observar que para as porcentagens de frutos verdes de 0, 2, 5 e 10, a melhor qualidade de bebida, obtida experimentalmente, na secagem, ocorre quando se utiliza a temperatura próxima a 45°C para o ar de secagem. Porém, quando o teor de frutos verdes foi de 20%, a melhor qualidade de bebida verifica-se para temperatura do ar de secagem próxima de 50°C.

A Figura 3 representa o estudo da qualidade da bebida, quando se mantém fixo um nível de T e se varia os níveis de V. É apresentado, simultaneamente, na mesma figura, o estudo para os três níveis de T.

Pela Figura 3, pode-se notar uma discreta melhoria na qualidade da bebida quando a porcentagem de frutos verdes passou de 10 para 20% na temperatura de 55°C. Esse resultado sugere uma predominância do sabor de adstringente, possivelmente provocado pelo excesso de grãos verdes, sobre o leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico que caracteriza o café de bebida riada.

#### **4.1.2. Análises espectrofotométricas**

Todo o café proveniente da secagem experimental, depois da análise sensorial, foi submetido às análises espectrofotométricas. Essas análises se constituíram na leitura de densidade ótica para determinar a atividade enzimática da polifenoloxidase e na medida do índice de cor.

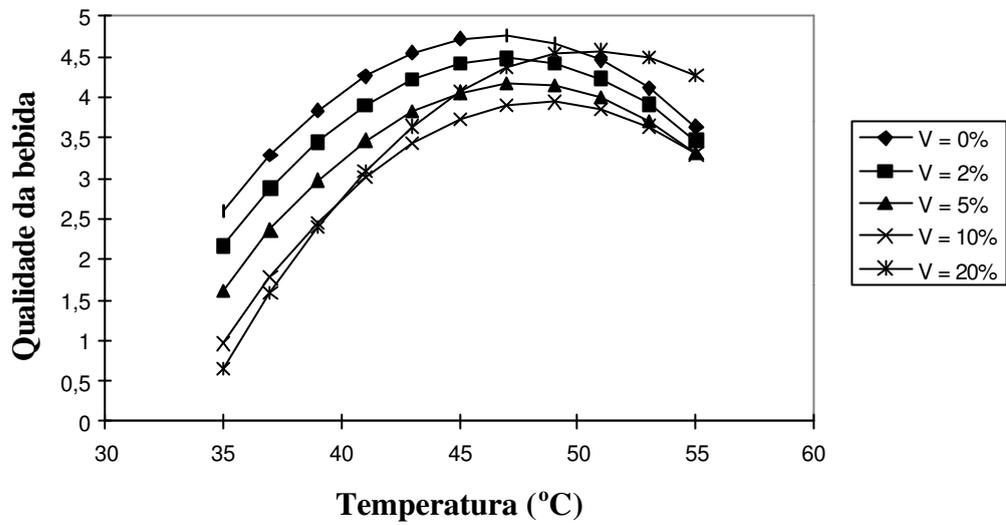


Figura 2 - Qualidade da bebida do café em função da temperatura do ar de secagem para 0, 2, 5, 10 e 20 % de frutos verdes.

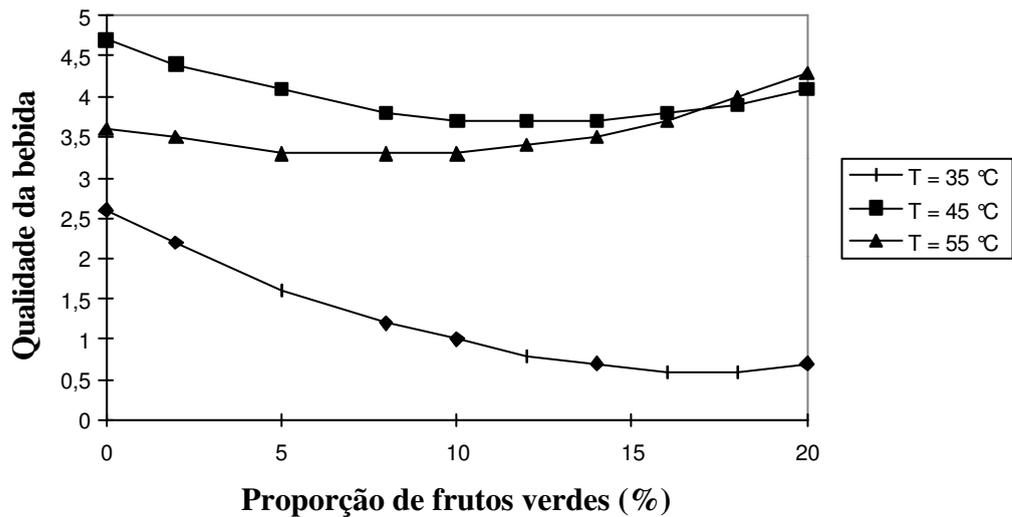


Figura 3 - Qualidade da bebida do café em função da porcentagem de frutos verdes para temperaturas do ar de secagem de 35, 45 e 55°C.

As amostras de café beneficiado, provenientes da secagem experimental, foram agrupadas em função da classificação obtida pela análise sensorial. Depois desse agrupamento foram realizadas as leituras de densidade ótica.

#### **4.1.2.1. Atividade enzimática**

No Quadro 2 e na Figura 4, estão os resultados obtidos para as leituras em espectrofotômetro, da atividade enzimática da polifenoloxidase, para cada tipo de bebida encontrada nas amostras de café e os provenientes da secagem experimental.

Com a finalidade de se obter melhor visualização das diferenças existentes entre as atividades enzimáticas da polifenoloxidase, nas amostras de café, na Figura 4, as leituras de densidade ótica foram transferidas para o eixo das ordenadas e, os intervalos de tempo para o eixo das abcissas.

AMORIM e SILVA (1968) afirmam que a atividade enzimática da polifenoloxidase é diretamente proporcional ao aumento do valor numérico nas leituras de absorvância, observadas em espectrofotômetro, em determinados intervalos de tempo e comprimento de onda. Esse fato pode explicar os resultados observados no Quadro 2 e na Figura 4, onde mostra ter ocorrido uma maior atividade dessa enzima na amostra de café cuja bebida foi classificada sensorialmente como sendo “bebida apenas mole”.

O extrato do café classificado sensorialmente como “bebida dura” foi caracterizado por uma atividade enzimática significativamente menor do que o extrato do café de bebida “apenas mole”, para as leituras  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  e  $L_5$ . Ainda assim, sua atividade enzimática foi significativamente maior do que aquelas verificadas nos extratos de café cujas bebidas foram classificadas pelo teste de xícara, como: riado, rio e rio zona. As duas últimas classificações só apresentaram diferenças significativas para as leituras  $L_1$  e  $L_3$ , em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quadro 2 - Valores médios de leitura, obtidos por espectrofotometria, para atividade enzimática da polifenoloxidase nos grãos de café provenientes da secagem experimental

Class. Bebida	Intervalos de leitura no espectrofotômetro (min.)					
	L <sub>0</sub> = 0	L <sub>1</sub> = 5	L <sub>2</sub> = 10	L <sub>3</sub> = 15	L <sub>4</sub> = 20	L <sub>5</sub> = 25
Apenas mole	103 a	135 a	164 a	178 a	184 a	203 a
Duro	100 a	111 b	131 b	140 b	148 b	152 b
Riado	94 b	102 c	106 c	111 c	116 c	121 c
Rio	63 c	65 d	71 d	72 d	75 d	78 d
Rio zona	65 c	74 e	76 d	78 e	79 d	80 d

OBS.: Densidade Ótica. x 1.000.

\* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

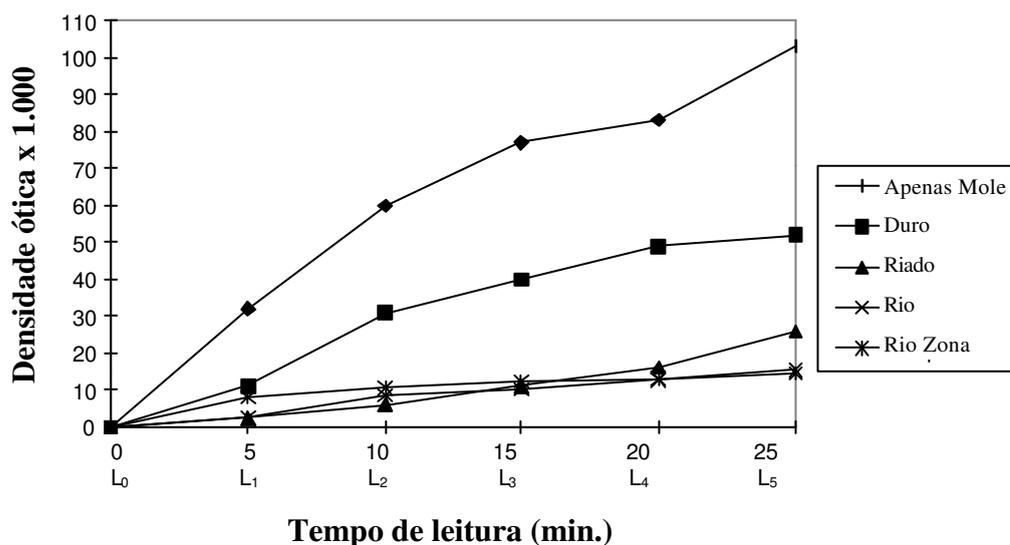


Figura 4 - Atividade Enzimática da Polifenoloxidase para os diferentes tipos de bebida resultantes da secagem experimental, quando todos os tempos iniciais foram deslocados para o tempo zero de densidade ótica.

#### 4.1.2.2. Índice de cor

No Quadro 3 estão os resultados obtidos nas leituras dos índices de cor dos diferentes extratos do café proveniente da secagem experimental.

Quadro 3 - Leituras médias de absorvância das amostras de café provenientes do experimento

Class. bebida	Índice de cor ( D.O.)
Apenas mole	0,56 a
Duro	0,46 b
Riado	0,24 c
Rio	0,24 c
Rio zona	0,25 c

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo DE MAN (1980), quanto maior for o índice de cor, maior será a absorvância, ou densidade ótica, registrada em espectrofotômetro, para as amostras convenientemente preparadas, segundo a metodologia descrita por SINGLETON (1966). O maior índice de cor, obtido experimentalmente, foi registrado ao se analisar o extrato do café classificado sensorialmente como café de bebida “apenas mole”.

O café de bebida “dura” proveniente do experimento, como se pode observar pelo Quadro 3, registrou um índice de cor significativamente menor do que o índice obtido pelo café de bebida “apenas mole”, e um índice significativamente maior do que os índices registrados quando as leituras foram realizadas sobre os extratos classificados como: riado, rio e rio zona. As leituras

de absorvância desses últimos, não diferiram entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## **4.2. Café proveniente da Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé**

### **4.2.1. Análise sensorial**

As amostras de café provenientes da Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé, foram selecionadas, quando apenas um único tipo de bebida foi identificado pelos provadores, por ocasião da prova de xícara. A metodologia empregada para a realização da análise sensorial, foi a mesma adotada pelos provadores por ocasião da análise das amostras provenientes da secagem experimental. Por meio dessa análise, foi possível obter-se amostras de café cujas bebidas foram classificadas dentro do padrão oficial como sendo: estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, rio e rio zona.

### **4.2.2. Análises espectrofotométricas**

Todo o café proveniente das amostras-padrão, depois da análise sensorial, também foi submetido às análises espectrofotométricas. Essas análises se constituíram na leitura de densidade ótica para determinar a atividade enzimática da polifenoloxidase e na medida do índice de cor, utilizando-se a mesma metodologia adotada para as análises realizadas no café proveniente da secagem experimental.

#### **4.2.2.1. Atividade enzimática das amostras-padrão**

No Quadro 4 e na Figura 5 estão os resultados obtidos em espectrofotômetro para os extratos de café provenientes do padrão, para todos os tipos de bebida de café existentes na tabela oficial de classificação.

A Figura 5 mostra as leituras de densidade ótica, representadas no diagrama, com o objetivo de facilitar a visualização das diferenças existentes entre as

atividades enzimáticas da polifenoloxidase, tal como foi feito para as amostras provenientes da secagem experimental.

Quadro 4 - Valores médios de leitura obtidos por espectrofotometria para atividade enzimática da polifenoloxidase nos grãos de café provenientes das amostras-padrão

Class. Bebida	Intervalos de leitura no espectrofotômetro (min.)					
	L <sub>0</sub> = 0	L <sub>1</sub> = 5	L <sub>2</sub> = 10	L <sub>3</sub> = 15	L <sub>4</sub> = 20	L <sub>5</sub> = 25
Estritamente mole	143 a	215 a	241 a	254 a	270 a	280 a
Mole	137 b	179 b	210 b	228 b	250 b	270 b
Apenas mole	100 c	132 c	161 c	181 c	193 c	206 c
Duro	97 d	109 d	120 d	130 d	137 d	142 d
Riado	94 d	100 e	104 e	108 e	113 e	117 e
Rio	62 e	66 f	70 f	73 f	77 f	78 f
Rio zona	65 e	68 f	71 f	73 f	76 f	78 f

OBS.: Densidade Ótica. x 1.000.

\* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

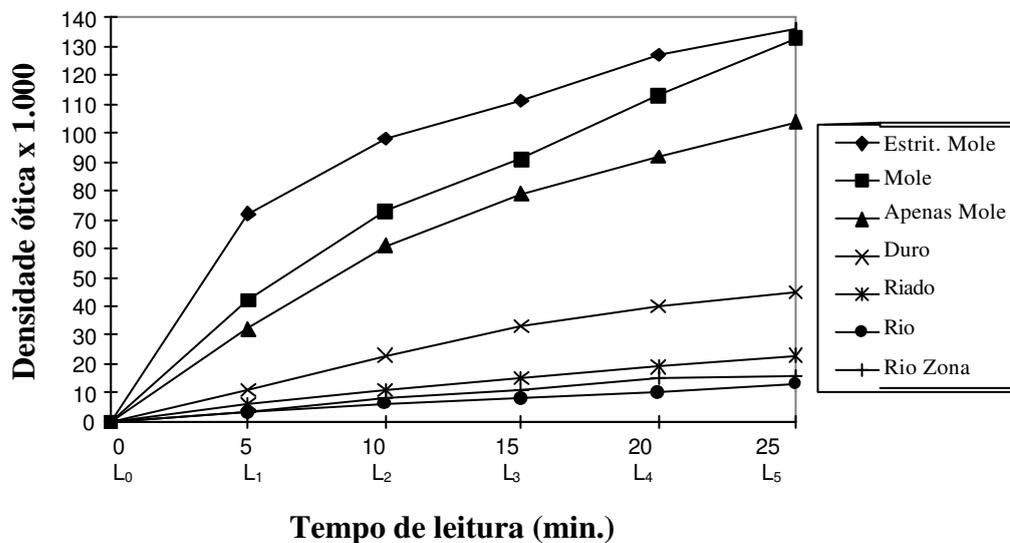


Figura 5 - Atividades enzimáticas da polifenoloxidase para os diferentes tipos de bebida existentes na classificação oficial, quando todos os tempos iniciais foram deslocados para o tempo zero de densidade ótica.

Concordando com AMORIM e SILVA (1968), CARVALHO e CHALFOUN (1985) e LEITE (1991) verificou-se maiores atividades enzimáticas nos cafés de melhor qualidade de bebida.

As diferenças entre os valores médios obtidos em cada leitura para os cafés de bebidas estritamente mole, mole, apenas mole e dura foram significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A partir da segunda leitura, houve diferença significativa entre os valores encontrados para bebida dura em relação à bebida Riada e entre esta e os valores encontrados para as bebidas Rio e Rio Zona que não diferiram entre si, significativamente.

Em todas as leituras, a atividade da polifenoloxidase foi maior na bebida Riada em relação à atividade dessa enzima nos cafés de bebidas classificadas como Rio e Rio Zona. Não houve diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey entre as leituras das bebidas Rio e Rio Zona.

Esse resultado mostra que durante o processo de fermentação que pode ter ocorrido nos cafés classificados como Riado, Rio e Rio Zona, provavelmente devido à formação de inibidores, ocorreu uma redução da atividade enzimática da polifenoloxidase.

#### **4.2.2.2. Índices de cor das amostras-padrão**

O índice de cor cresceu proporcionalmente à qualidade da bebida em quase toda a escala de classificação oficial, como se pode observar pelos resultados do Quadro 5.

Foram significativas as diferenças nos índices entre as bebidas estritamente mole, mole, apenas mole e dura. Houve diferença significativa entre estas e a bebida riada, porém não foram significativas as diferenças entre as médias dos índices de cor, das bebidas riada, rio e rio zona.

Esses resultados concordam, em parte, com a afirmação de CARVALHO e CHALFOUN (1985) e de LOPES (1988), de que os grãos de café de boa qualidade

apresentam maior índice de coloração quando comparados aos grãos de café de pior qualidade. No entanto, para o produto com classificação riado, rio e Rio zona não se detectou diferenças entre os respectivos índices de cor. Possivelmente devido à interferência de substâncias inibidoras, derivadas de processos fermentativos.

Quadro 5 - Valores médios obtidos para o índice colorimétrico referentes às classificações de bebidas de café, existentes na tabela oficial

Classificação oficial	Índice colorimétrico D.O.
Estritamente mole	0,72 a
Mole	0,63 b
Apenas mole	0,54 c
Duro	0,47 d
Riado	0,29 e
Rio	0,29 e
Rio zona	0,26 e

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

rio zona não se detectou diferenças entre os respectivos índices de cor. Possivelmente devido à interferência de substâncias inibidoras, derivadas de processos fermentativos.

### **4.3. Comparação entre resultados obtidos com amostras-padrão e aquelas provenientes do experimento por espectrofotometria**

#### **4.3.1. Atividade enzimática da polifenoloxidase**

Foram obtidas leituras médias da atividade enzimática da polifenoloxidase nos intervalos de 0, 5, 10, 15, 20 e 25 minutos nas amostras do padrão oficial e nas amostras provenientes do experimento, classificadas sensorialmente como mostra o Quadro 6.

Não foram obtidas, experimentalmente, amostras de café que possuíssem, pela classificação oficial, bebidas “estritamente mole” e “mole”.

Conseqüentemente, só foi possível realizar a comparação das leituras de atividade enzimática para as amostras classificadas como: apenas mole, dura, riada, rio e rio zona.

Quadro 6 - Leituras médias da atividade enzimática da polifenoloxidase das amostras-padrão e das amostras provenientes do experimento

Leitura	Padrão	Experimento
	D.O.	D.O.
a - bebida estritamente mole		
L <sub>0</sub>	0,143	-
L <sub>1</sub>	0,215	-
L <sub>2</sub>	0,241	-
L <sub>3</sub>	0,254	-
L <sub>4</sub>	0,270	-
L <sub>5</sub>	0,280	-
b - bebida mole		
L <sub>0</sub>	0,137	-
L <sub>1</sub>	0,179	-
L <sub>2</sub>	0,210	-
L <sub>3</sub>	0,228	-
L <sub>4</sub>	0,250	-
L <sub>5</sub>	0,270	-
c - bebida apenas mole		
L <sub>0</sub>	0,100	0,103
L <sub>1</sub>	0,132	0,135
L <sub>2</sub>	0,161	0,164
L <sub>3</sub>	0,181	0,178
L <sub>4</sub>	0,193	0,184
L <sub>5</sub>	0,206	0,203
d - bebida dura		
L <sub>0</sub>	0,097	0,100
L <sub>1</sub>	0,109	0,111
L <sub>2</sub>	0,120	0,131
L <sub>3</sub>	0,130	0,140
L <sub>4</sub>	0,137	0,148
L <sub>5</sub>	0,142	0,152
e - bebida riada		
L <sub>0</sub>	0,094	0,094
L <sub>1</sub>	0,100	0,102
L <sub>2</sub>	0,104	0,106

L <sub>3</sub>	0,108	0,111
L <sub>4</sub>	0,113	0,116
L <sub>5</sub>	0,117	0,121

Continua...

Quadro 6, Cont.

Leitura	Padrão	Experimento
	D.O.	D.O.
f - bebida rio		
L <sub>0</sub>	0,062	0,063
L <sub>1</sub>	0,066	0,065
L <sub>2</sub>	0,070	0,071
L <sub>3</sub>	0,073	0,072
L <sub>4</sub>	0,077	0,075
L <sub>5</sub>	0,078	0,078
g - bebida rio zona		
L <sub>0</sub>	0,065	0,065
L <sub>1</sub>	0,068	0,074
L <sub>2</sub>	0,071	0,076
L <sub>3</sub>	0,073	0,078
L <sub>4</sub>	0,076	0,079
L <sub>5</sub>	0,078	0,080

As médias de leitura referentes às amostras de café, provenientes do padrão e do experimento, classificadas como “apenas mole”, foram muito semelhantes. Ambas registraram valores máximos de absorvência acima de 0,200 no tempo de 25 minutos e uma variação total de leitura, no mesmo intervalo, igual ou superior a 0,100 unidades de absorvência como se pode observar no item “c” do Quadro 6.

Os cafés de bebida dura, do padrão e do experimento, também registraram valores de leitura muito próximos entre si. Estes registraram uma variação total de leitura de absorvência acima de 0,045. Esse fato pode indicar uma atividade enzimática significativamente menor do que a atividade desta enzima observada nos extratos dos cafés de bebida “apenas mole”.

A atividade da enzima polifenoloxidase, registrada por meio das leituras de densidade ótica, para os cafés de bebida riada, rio e rio zona, foram menores do que às registradas para os cafés de bebida dura. Comparando-se as leituras de absorvância, do café experimental e do café padrão, dos cafés de bebida riada, rio e rio zona, observa-se pouca variação de densidade ótica durante o período de tempo total das leituras (25 min.), indicando uma baixa atividade enzimática em todas as bebidas. Ainda assim, as leituras do padrão e as do experimento foram muito próximas conforme mostra o Quadro 6.

#### 4.3.2. Índices de cor

As leituras médias dos índices colorimétricos obtidos nas amostras do padrão oficial e nas amostras provenientes do experimento são mostradas no Quadro 7.

Quadro 7 - Leituras médias dos índices colorimétricos obtidos nas amostras do padrão oficial e nas amostras provenientes do experimento

Classificação da bebida	Índices de Cor	
	Padrão	Experimento
Estritamente mole	0,72	-
Mole	0,63	-
Apenas mole	0,54	0,56
Dura	0,47	0,46
Riada	0,29	0,24
Rio	0,29	0,24
Rio zona	0,26	0,25

Os maiores índices de cor registrados foram, respectivamente, para os extratos de café classificados como “estritamente mole” e “mole”, provenientes

das amostras do padrão. Não foi possível obter-se essas classificações de bebida no produto proveniente da secagem experimental.

Os cafés classificados como bebida “apenas mole”, bem como os de bebida “dura”, tiveram leituras de absorvância cujas variações foram, respectivamente, de 0,02 e 0,01 unidades de absorvância entre as leituras médias do padrão e às do experimento. Essas variações na escala de centésimos de unidades de absorvância ilustram bem a boa precisão do método para as análises das bebidas “apenas mole” e “dura”.

As bebidas de classificação “riada” e “rio” apresentaram valores médios de leitura numericamente iguais, nas leituras do padrão e também nas leituras do experimento. A variação entre as leituras médias de densidade ótica, para o café proveniente do padrão e para o café proveniente do experimento, foi de, aproximadamente, vinte pontos percentuais. Logo, é provável que não se tenha uma boa precisão do método para a avaliação das bebidas “rio” e “riada”.

O café classificado como “rio zona” obteve leituras de absorvância muito próximas entre si, quando comparadas a leitura média do padrão com a leitura média do experimento. Porém, esses valores ficaram muito próximos daqueles obtidos pelos cafés provenientes da secagem experimental, classificados como “rio” e “riado”.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar os efeitos das variações de temperatura do ar de secagem e da variação das porcentagens de frutos verdes de café (*Coffea arabica* L.) na qualidade da bebida, bem como buscar uma relação entre a atividade enzimática da polifenoloxidase e o índice colorimétrico, com os resultados da análise sensorial.

A secagem das amostras de café nas temperaturas de 35, 45 e 55°C para o ar de secagem e com as proporções de 0, 2, 5, 10 e 20 % de grãos verdes foi realizada em secador experimental localizado no Setor de Armazenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV, Viçosa-MG.

As análises espectrofotométricas foram realizadas no Grupo Interdisciplinar de Pesquisa Aplicada (GIPA), ligado aos Departamentos de Bioquímica e Biologia Molecular e Química, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

As amostras provenientes da secagem experimental, bem como as amostras provenientes da Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé, foram submetidas às análises: sensorial, pela prova de xícara, e espectrofotométricas. Durante a análise em espectrofotômetro foram feitas leituras de absorbância, para atividade enzimática da polifenoloxidase e para o índice de cor.

Com base nos resultados obtidos nos testes experimentais, pode-se concluir que:

- Os melhores resultados, em termos de qualidade de bebida, foram obtidos na secagem com ar à temperatura de 45°C nas proporções de zero e dois por cento de frutos verdes. Nestes tratamentos obteve-se bebida “apenas mole” e os mais altos índices de cor e atividade enzimática da polifenoloxidase;
- O efeito depreciador da qualidade da bebida foi mais evidente nas amostras secas à temperatura do ar de secagem de 35°C, nas proporções de 5, 10 e 20% de grãos verdes;
- As análises da atividade enzimática da polifenoloxidase por espectrofotometria, nos grãos de café, mostraram que para as bebidas classificadas como estritamente mole, mole, apenas mole, dura e riada, as leituras de densidade ótica após 25 minutos de repouso das soluções contendo os extratos foram de, respectivamente, 0,280; 0,270; 0,206; 0,142 e 0,117.
- Houve diferenças significativas entre os níveis de atividade enzimática para os cafés de bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura e riada;
- Não foi possível obter diferenças significativas que permitissem diferenciar somente por espectrofotometria as bebidas classificadas como, rio e rio zona. Para ambas, após 25 minutos de repouso das soluções contendo os extratos, não se obteve nenhuma leitura de densidade ótica superior a 0,080;
- O índice colorimétrico, como parâmetro de avaliação da qualidade da bebida do café, tal como as leituras de atividade enzimática, mostrou-se eficiente na classificação das bebidas de melhor qualidade e não sendo eficiente para classificação das bebidas riada, rio e rio zona.

Recomenda-se futuros trabalhos para a monitoração de possíveis substâncias inibidoras ou ativadoras que possam estar introduzindo fontes de variação, dificultando o controle, bem como estudos mais detalhados sobre a influência da adstringência dos frutos verdes e a predominância desse sabor sobre o sabor de iodofórmio ou de ácido fênico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, H.V., SILVA, D.M. **Relação da atividade da polifenoloxidase do grão de café (*Coffea arabica* L.) com a qualidade da bebida.** Piracicaba: USP, ESALQ, 1968. 16p. (Boletim técnico, 31).
- AMORIM, H.V ,TEIXEIRA, A.A. Transformações bioquímicas, químicas e físicas do grão de café verde e a qualidade da bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, 1975, Curitiba. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1975. p.21.
- BARTHOLO, G.F., GUIMARÃES, P.G. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café (*Coffea arabica* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.33-44, Fev. 1989.
- BEGAZO, J.C.E.O., PAULA, J.F. Considerações sobre o preparo do café visando a melhoria da qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.76-8, Jan. 1985.
- BITENCOURT, A.A. As fermentações e as podridões da cereja do café. **Boletim da Superintendência do Serviço do Café**, Belo Horizonte, 11, p.7-14, Set. 1975.
- CARVALHO, V.D., CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-92, Jul. 1985.
- COSTE, R. **El café**. Barcelona: Blume, 1969. 285p.
- DE MAN, J.M. **Principles of food chemistry**. Westport: AVI, 1980.426p.

- FERREIRA, V.L.P. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 86p. (Instruções técnicas, 19).
- KRAMER, A., TWIGG, B.A., **Quality control for the food industry.** 3. ed. Westport: AVI, 1970. 556p. v.1: Fundamentals.
- LACERDA, A.F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café (*Coffea arabica* L.).** Viçosa: UFV, 1986. 136p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- 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: ESAL, 1991. 131p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991.
- LOPES, R.P. **Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem.** Viçosa: UFV, 1988. 78p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- MEIRELLES, A.M.A. **Ocorrência e controle da microflora associada aos frutos do café (*Coffea arabica* L.) provenientes de diferentes localidades do Estado de MG.** Lavras: ESAL, 1990. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990.
- MENCHÚ, E.F. La determinación de la calidad del café. I. Características, color y aspecto. **Agricultura de las Américas**, Kansas City, Missouri, v.16, n.5, p.18-21, may. 1967.
- NORTHMORE, J.M. **Some factors affecting the quality of kenya coffee.** Turrialba, v.15, n.3, p.184-93, july, 1965.
- PONTING, J.D., JOSLYN, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York: v.19, n.1, p.47-63, may. 1948.
- ROCHAC, A. **Diccionario del café.** New York: Oficina Panamericana del café, 1969. 490p.
- SANINT, O.B.G., VALENCIA, A.G. Actividad enzimatica en el grano de café en relación con la calidad de la bebida, y duracion de la fermentación. **Cenicafé**, Colombia, v.21, n.2, p.59-71, abr./mai./jun. 1970.

SINGLETON, V.L. The total phenolic content of grapes berries during the maturation of several varieties. **American Journal Enology Viticulture**, v.17, n.1, p.126-34, july. 1966.

SIVETZ, M. **Coffee precessing technology**. Westport: AVI, 1963 a. v.2: aromatization, properties, brewing, decaffeination, plant design.

SIVETZ, M., FOOTE, H.E. **Coffee precessing technology**. Westport: AVI, 1963 b. v.1: Fruit-Green, roast, and soluble coffe.

TEIXEIRA, A.A., LEVY, F.A., CARVALHO, A., et al., Observações sobre várias características do café colhido verde e maduro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Resumo...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA/EMBRAPA, 1984. p.227-8.

## APÊNDICE

## APÊNDICE

Quadro 1A - Dados obtidos durante a secagem à temperatura de 35°C para as proporções de 0, 2 e 5% de grãos verdes de café

Tempo (horas)	UR %	Tar °C	Massa da amostra (g)			Teor U(t) (b.s.)
			0%	2%	5%	
0,0	79	24	962	987	973	1,22
0,5	79	24	932	954	941	1,15
1,0	80	22	920	941	932	1,12
1,5	80	22	912	932	921	1,10
2,0	81	22	902	927	913	1,09
3,0	85	20	878	903	888	1,03
4,0	86	20	858	872	869	0,96
5,0	86	19	836	851	845	0,92
7,0	87	16	796	828	804	0,86
9,0	87	15	760	802	771	0,81
15,0	88	13	691	718	702	0,62
16,0	87	14	678	705	689	0,59
18,0	86	18	659	685	660	0,54
20,0	80	20	643	671	654	0,51
22,0	71	22	628	652	640	0,47
24,0	68	23	618	644	629	0,45
26,0	76	22	607	633	619	0,43
28,0	78	21	593	620	605	0,40
30,0	80	19	582	609	593	0,37
32,0	83	17	571	596	582	0,34
33,0	83	16	566	589	578	0,33
40,0	85	15	528	557	538	0,25
43,0	80	17	519	545	530	0,23
46,0	65	23	511	536	522	0,21
49,0	68	24	505	530	517	0,19
52,0	74	22	498	522	509	0,18
55,0	78	19	493	519	500	0,17
57,0	81	18	489	513	495	0,16
64,0	83	16	485	510	492	0,15
67,0	74	21	483	508	489	0,14
70,0	62	25	482	506	487	0,12

Quadro 2A - Dados obtidos durante a secagem à temperatura de 35°C para as proporções de 10 e 20% de grãos verdes de café

Tempo (horas)	UR %	Temp. ar (°C)	Massa da amostra (g)		Teor U(t) (b.s.)
			10%	20%	
0,0	74	26	958	968	1,38
0,5	75	26	934	946	1,32
1,0	76	26	917	925	1,28
1,5	77	27	910	919	1,26
2,0	78	26	900	913	1,25
3,0	81	25	880	891	1,19
4,0	82	25	859	860	1,12
5,0	82	22	835	845	1,08
7,0	82	21	801	813	1,00
9,0	83	18	765	777	0,91
15,0	82	17	694	708	0,74
16,0	81	18	681	695	0,71
18,0	80	21	660	674	0,66
20,0	76	23	641	656	0,61
22,0	76	25	631	643	0,58
24,0	71	26	621	633	0,56
26,0	65	26	610	621	0,53
28,0	66	23	599	612	0,51
30,0	78	21	585	593	0,46
32,0	78	19	573	587	0,44
33,0	79	18	565	575	0,41
40,0	79	17	522	534	0,31
43,0	62	19	517	527	0,30
46,0	58	22	509	518	0,27
49,0	54	25	503	510	0,25
52,0	51	23	499	505	0,24
55,0	54	22	495	504	0,24
57,0	68	19	492	503	0,23
64,0	71	20	456	462	0,14
65,0	67	21	454	461	0,13

Quadro 3A - Dados obtidos durante a secagem à temperatura de 45°C para as proporções de 0, 2 e 5% de grãos verdes de café

Tempo (horas)	UR %	Tar °C	Massa da amostra (g)			Teor U(t) (b.s.)
			0%	2%	5%	
0,0	80	13	982	971	965	1,32
0,5	84	14	943	932	927	1,22
1,0	84	15	921	910	905	1,17
1,5	82	17	900	891	886	1,13
2,0	78	18	881	872	867	1,08
3,0	68	19	863	854	849	1,04
4,0	58	21	845	836	831	1,00
5,0	57	21	829	820	815	0,96
7,0	76	22	802	791	785	0,89
9,0	56	22	775	764	758	0,82
10,0	64	22	762	750	744	0,79
12,0	77	18	739	725	721	0,73
14,0	79	16	719	709	703	0,69
16,0	80	15	703	691	785	0,65
18,0	81	14	687	678	672	0,62
24,0	80	12	652	643	637	0,54
26,0	83	14	642	634	628	0,51
28,0	85	16	633	624	618	0,48
30,0	76	22	610	607	604	0,44
33,0	67	22	593	589	585	0,41
36,0	68	21	578	570	569	0,36
39,0	76	17	543	539	535	0,28
47,0	83	13	481	473	467	0,13

Quadro 4A - Dados obtidos durante a secagem à temperatura de 45°C para as proporções de 0, 2 e 5% de grãos verdes de café

Tempo (horas)	UR %	Temp. ar (°C)	Massa da amostra (g)		Teor U(t) (b.s.)
			10%	20%	
0,0	52	23	991	981	1,33
0,5	52	23	952	943	1,22
1,0	50	23	915	906	1,14
1,5	50	23	880	871	1,05
2,0	52	22	847	839	0,98
3,0	58	20	806	799	0,88
4,0	71	19	773	767	0,81
5,0	73	18	748	743	0,75
7,0	77	16	708	704	0,66
9,0	80	15	671	666	0,57
16,0	81	12	583	574	0,35
19,0	84	15	573	565	0,33
22,0	71	19	565	556	0,31
25,0	56	22	557	549	0,29
28,0	77	18	550	543	0,28
31,0	79	16	544	537	0,27
39,0	80	12	508	500	0,18
42,0	82	14	501	492	0,16
45,0	76	19	494	485	0,15
48,0	58	22	486	479	0,14
51,0	61	21	482	473	0,14
54,0	81	16	479	471	0,12

Quadro 5A - Dados obtidos durante a secagem à temperatura de 55°C para as proporções de 0, 2 e 5% de grãos verdes de café

Tempo (horas)	UR %	Tar °C	Massa da amostra (g)			Teor U(t) (b.s.)
			0%	2%	5%	
0,0	76	16	973	980	975	1,22
0,5	76	16	932	939	934	1,13
1,0	77	17	893	900	895	1,04
1,5	75	18	858	864	860	0,96
2,0	69	20	826	832	829	0,89
3,0	63	21	771	779	776	0,77
4,0	57	23	728	734	730	0,66
5,0	55	24	695	699	697	0,59
6,0	52	25	666	672	668	0,52
7,0	51	25	642	649	643	0,46
8,0	57	24	622	627	625	0,42
10,0	66	22	587	594	590	0,34
12,0	73	19	556	561	557	0,27
14,0	78	16	529	535	532	0,21
22,0	81	14	516	519	517	0,18
24,0	77	17	511	515	512	0,17
26,0	71	19	508	512	510	0,16
28,0	62	23	499	503	498	0,14
30,0	58	25	496	499	495	0,14
32,0	63	25	494	497	492	0,12

Quadro 6A - Dados obtidos durante a secagem à temperatura de 55°C para as proporções de 10 e 20% de grãos verdes de café

Tempo (horas)	UR %	Temp. ar (°C)	Massa da amostra (g)		Teor U(t) (b.s.)
			10%	20%	
0,0	64	18	994	996	1,33
0,5	65	19	953	956	1,24
1,0	76	21	916	920	1,16
1,5	75	22	881	884	1,08
2,0	63	24	849	851	1,00
3,0	58	26	797	800	0,88
4,0	54	27	752	758	0,78
5,0	52	27	712	716	0,68
6,0	51	28	678	683	0,61
7,0	49	27	650	654	0,54
8,0	55	26	629	631	0,48
10,0	61	23	591	595	0,40
12,0	66	22	564	569	0,34
14,0	71	20	546	549	0,29
22,0	78	16	495	499	0,17
24,0	77	18	491	494	0,16
26,0	73	22	486	489	0,15
28,0	65	24	481	485	0,13