

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRICOLA

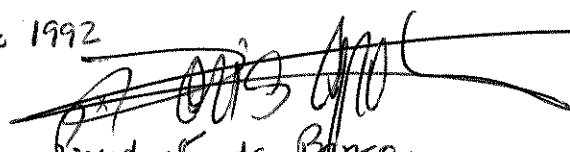
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CAFE (*Coffea canephora*
cv. Guarini) ARMAZENADAS COM DIFERENTES GRAUS DE UMIDADE EM
DOIS TIPOS DE EMBALAGEM APOS SECAGENS NATURAL E ARTIFICIAL

DENISE MARIA CAMARGO ANDREOLI

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da
dissertação de Mestrado defendida por Denise
Maria Camargo Andreoli e aprovada pela Co-
missa Julgadora em 29 de maio de 1992.
Campinas, 13 de junho de 1992

Orientadora: DORIS GROTH


Presidente da Banca

Dissertação apresentada a FEAGRI como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola - área de
concentração: Pré-Processamento

Campinas - SP

Abril - 1992

1246126 28

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos meus pais,
pelo apoio e carinho

AGRADECIMENTOS

A Professora Doris Groth, pela orientação e assistência.

Ao Dr. Luiz Fernandes Razera, pela cooperação valiosa e assistência.

Ao Corpo Docente da FEAGRI/UNICAMP, especialmente aos professores José Luiz Vasconcellos da Rocha, Sylvio Luis Honório e João Domingos Biagi.

Ao pesquisador do IAC Luiz Carlos Fazuoli, pela contribuição na elaboração do projeto.

A Estação Experimental de Mococa/IAC, pela doação das sementes.

Ao tio José Emilio Camargo, pela compreensão e apoio.

Aos primos Marco Antonio e Elisabete de Abreu, pela colaboração e amizade.

Ao pesquisador do IAC Toshio Igue, pela colaboração na análise estatística.

A técnica do LAS Rosa Helena Aguiar da Fonseca, pelo auxílio nas análises de laboratório e amizade.

A Cibeli Martins Domingues, pelo auxílio na citação bibliográfica.

Aos colegas de curso Eduardo Cortado Macedo, Silvia Regina Toledo Valenttini, Marina Harboe, Lucymara e João Roberto Martins Vasconcelos e também aos colegas Renato Bueno Terzi, José Ivanildo Carrilho e Thomas Gregor Ilg, pela colaboração no processo de secagem.

Aos funcionários da FEAGRI/UNICAMP, em especial aos técnicos Maria Angélica Peralva, Francisco Ferreira de Oliveira, Dagoberto Favoretto Junior, Clovis Tristão, às secretárias Vânia Aparecida Bellodi Sant'Ana Furlan e Rosângela Gomes e à Maria de Lourdes Gomes de Oliveira e Laurinda da Silva Januário.

Aos funcionários do Sistema de Produção de Sementes/IAC.

A FAPESP, CNPq e FAEP, pelo suporte financeiro da pesquisa.

SUMARIO

	Página
SUMARIO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE APENDICES.....	xi
RESUMO.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	04
2.1. Secagem.....	06
2.2. Condições de armazenamento.....	13
2.3. Tratamento químico.....	18
2.4. Avaliação da qualidade.....	19
3. MATERIAL E METODOS.....	21
3.1. Local de execução.....	21
3.2. Beneficiamento.....	22
3.3. Secagem.....	23
3.4. Armazenamento.....	26
3.5. Avaliação da qualidade.....	27
3.5.1. Qualidade inicial.....	29
3.6. Delineamento estatístico.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Secagem.....	31
4.1.1. Secagem natural.....	31

4.1.2. Secagem artificial.....	34
4.2. Qualidade das sementes logo após a secagem.....	49
4.3. Qualidade das sementes durante o armazenamento.....	54
4.3.1. Sementes com aproximadamente 15% de umidade.....	54
4.3.2. Sementes com aproximadamente 25% de umidade.....	60
4.3.3. Sementes com aproximadamente 35% de umidade.....	64
4.4. Discussão geral.....	69
5. CONCLUSÕES.....	72
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
7. ABSTRACT.....	81
APENDICE.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Esquema do secador estacionário de colunas, construído pelo DPPP/FEAGRI/UNICAMP.....	25
2 - Dados experimentais e curva de secagem natural à sombra, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática até 35, 25 e 15% de umidade em relação ao tempo.....	33
3 - Dados experimentais e curva de secagem natural ao sol, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática até 35, 25 e 15% de umidade em relação ao tempo.....	33
4 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 35°C até 15% de umidade em relação ao tempo.....	45
5 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 35°C até 25% de umidade em relação ao tempo.....	45
6 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 35°C até 35% de umidade em relação ao tempo.....	46
7 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 40°C até 15% de umidade em relação ao tempo.....	46
8 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 40°C até 25% de umidade em relação ao tempo.....	47
9 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 40°C até 35% de umidade em relação ao tempo.....	47

- 10 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 45°C até 15% de umidade em relação ao tempo.....48
- 11 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 45°C até 25% de umidade em relação ao tempo.....48
- 12 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 45°C até 35% de umidade em relação ao tempo.....49
- 13 - Umidade relativa média e temperaturas média, máxima e mínima do ambiente natural (Campinas-SP) de armazenamento.....55
- 14 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 15% de umidade em embalagem de anagem durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).....56
- 15 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 15% de umidade em embalagem de polietileno durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).....56
- 16 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 25% de umidade em embalagem de anagem durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).....61
- 17 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 25% de umidade em embalagem de polietileno durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).....61
- 18 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 35% de umidade em embalagem de anagem durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).....65
- 19 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 35% de umidade em embalagem de polietileno durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).....65

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 - Condições do ambiente durante o período de secagem natural à sombra e ao sol.....	32
2 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 35°C até 15% de umidade.....	35
3 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 35°C até 25% de umidade.....	36
4 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 35°C até 35% de umidade.....	37
5 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 40°C até 15% de umidade.....	38
6 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 40°C até 25% de umidade.....	39
7 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 40°C até 35% de umidade.....	40
8 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 45°C até 15% de umidade.....	41
9 - Grau de umidade das sementes de <i>Coffea canephora</i> cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 45°C até 25% de umidade.....	42

- 10 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem artificial à temperatura de 45°C até 35% de umidade.....43
- 11 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, antes e depois da secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.....50
- 12 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, antes e depois da secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.....51
- 13 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, após secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.....53
- 14 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, após secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.....53
- 15 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 15% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.....58
- 16 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 15% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.....59
- 17 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 25% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.....62
- 18 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 25% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.....63

- 19 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 35% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.....66
- 20 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 35% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.....67

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice	Página
1 - Regressão polinomial do 2º grau dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.....	84
2 - Regressão linear dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.....	85
3 - Regressão inversa de Y dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.....	86
4 - Regressão exponencial dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.....	87

RESUMO

A influência do processo de secagem, do grau de umidade e do tipo de embalagem sobre a qualidade fisiológica de sementes de café Robusta (*Coffea canephora* cv. Guarini) foi avaliada mensalmente quanto à germinação, ao vigor (envelhecimento acelerado) e ao grau de umidade durante o armazenamento. Após a colheita, os frutos no estágio cereja foram despulpados mecanicamente e as sementes degomadas por fermentação natural, lavadas e escolhidas manualmente, eliminando-se os frutos não despulpados, cascas e sementes visivelmente deterioradas. Em seguida, as sementes foram expurgadas por 72 horas com Fosfina. A secagem foi realizada pelos processos natural, à sombra e ao sol, e artificial com as temperaturas de 35, 40 e 45°C, até atingirem 15, 25 e 35% de umidade (base úmida). Após a secagem, as sementes foram acondicionadas nas embalagens de aniagem e de polietileno (49,50µm de espessura), sendo armazenadas por um período de 12 meses em condições de ambiente natural de Campinas-SP. Os melhores resultados foram obtidos com sementes armazenadas a 35% de umidade em sacos de polietileno, que mantiveram a germinação de 59 a 73% e o vigor de 60 a 70%, após 12 meses, independente do processo de secagem. A qualidade fisiológica das sementes armazenadas foi mais influenciada pelo grau de umidade após a secagem, do que pelos processos de secagem.

utilizados. Observou-se que as temperaturas de secagem de 40 e 45°C provocaram uma redução imediata na germinação e no vigor quando as sementes foram secas até 15% de umidade. A secagem natural ao sol não provocou efeito deletério na qualidade fisiológica das sementes.

1. INTRODUÇÃO

O *Coffea canephora*, genericamente denominado café Robusta, pertence à seção Eucoffea, subseção Erythrocoffea, que reúne as espécies mais cultivadas e comercializadas de café (*C. arabica* e *C. canephora*). É originário de regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas da África e, portanto, adaptado às condições de temperaturas elevadas e baixas altitudes (PAULINO *et alii*, 1987).

No Brasil, a produção atual de *C. canephora* situa-se na faixa de 4-5 milhões de sacas anuais, representando aproximadamente 15% do volume total de café produzido. As principais regiões produtoras de café Robusta estão no Espírito Santo e em zonas vizinhas de Minas Gerais e Bahia, na Amazônia, Mato Grosso e Pará (MATIELLO, 1990).

As espécies mais cotadas no mercado internacional são o *C. arabica*, com 70% de participação, e o *C. canephora*, com 30% restantes. O café Robusta origina uma bebida de qualidade pouco inferior a do café Arábica, fazendo concorrência por ser cotado a um menor preço e por seu emprego em "blends"

(misturas) e na indústria de café solúvel, já que permite maior extração de sólidos solúveis (FAZUOLI, 1986).

Além disso, características genéticas demonstradas pelo *C. canephora* são de interesse em programas de melhoramento. O cultivar Guarini apresenta um bom nível de resistência ao agente da ferrugem *Hemileia vastatrix* (FAZUOLI, 1986), apresentando também elevada resistência ao nematóide *Meloidogyne exigua* (FAZUOLI & LORDELLO, 1977) e certo grau de resistência e/ou tolerância a *M. incognita* (FAZUOLI et alii, 1983). RAMOS & LIMA (1980) constataram que o cv. Guarini apresenta um exuberante sistema radicular, característica que também foi observada por RAMOS et alii (1982), proporcionando maior eficiência na absorção de nutrientes e água do solo, evidenciando sua alta produtividade e resistência à seca.

A utilização do *C. canephora* como porta-enxerto na implantação de cafezais em áreas produtoras de café, comprometidas pela infestação de nematóides causadores da debilitação do sistema radicular, concorre, dessa forma, para melhorar a qualidade e a produtividade do café.

Sabe-se que as sementes de café mantêm-se viáveis por um período relativamente curto, o que impede sua utilização por um prazo mais prolongado. No entanto, o armazenamento para manter a qualidade fisiológica das sementes é altamente desejável para suprir uma safra perdida ou insuficiente, e também estender a época de semeadura. Além disso, o armazenamento das sementes como material genético exige, ainda, maiores

cuidados, a fim de conservar a viabilidade e a identidade genética.

Verifica-se uma grande controvérsia entre os trabalhos quanto à preservação da qualidade fisiológica das sementes de café. Após a colheita, o grau de umidade inicial das sementes é um dos fatores que mais influem na conservação durante o armazenamento, além das condições ambientais de umidade relativa e temperatura.

O processo de secagem, visando atingir o grau de umidade mais adequado à semente, proporciona, dessa forma, melhores condições para sua preservação durante o armazenamento.

Com o objetivo de identificar melhores condições para a preservação da qualidade fisiológica das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, estudou-se, neste trabalho, cinco processos de secagem, três graus de umidade das sementes e dois tipos de embalagem, bem como a interação destes fatores, durante um período de 12 meses de armazenamento em condições de ambiente natural de Campinas-SP.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O fruto do café, conforme descrição de RENA & MAESTRI (1986), é uma drupa, normalmente contendo dois lóculos e duas sementes. O endocarpo do fruto, conhecido como pergaminho, envolve a semente que, por sua vez, é constituída pelo embrião, pelo endosperma e por uma membrana prateada, que é o tegumento.

CARVALHO & ALVARENGA (1979) observaram que sementes provenientes de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, como "chumbinho" e "verde-cana", germinam em porcentagens muito inferiores em relação às sementes de frutos cereja. OSEI-BONGSU *et alii* (1989a) verificaram, porém, que sementes de *C. canephora*, oriundas de frutos amarelos e amarelo-esverdeados, apresentam germinação superior às sementes de frutos cereja.

CASTRO (1960) recomenda, para o preparo das sementes de café, o despulpamento dos frutos e a fermentação para solubilização da mucilagem, permitindo a remoção de resíduos de polpa durante a lavagem.

FRANCO (1963) relatou que, na germinação em solo, o pergaminho das sementes de café é rapidamente decomposto por mi-

croorganismos, mas, em meio asséptico, a germinação de sementes com pergaminho foi menor do que aquelas sem pergaminho, e que a remoção deste, após vários dias no meio, não restaurava a normalidade da germinação. De acordo com OSEI-BONSU *et alii* (1989b), o endocarpo pode favorecer a infecção fúngica, devido à taxa de açúcares presentes no mesocarpo de *C. canephora*, além de impedir a absorção de água pelo embrião, provocando, assim, uma germinação lenta e irregular. BENDANA (1962b) demonstrou a impermeabilidade à água do endocarpo de sementes de café, concluindo ser esta a razão do pergaminho retardar a germinação.

ROBERTS (1973), citado por CHIN (1978), classificou as sementes em dois grupos: sementes ortodoxas, que se mantêm viáveis por um maior período, quando armazenadas com um grau de umidade e temperatura relativamente baixos, e sementes recalcitrantes que, ao contrário, conservam-se melhor com um grau de umidade e temperatura de armazenamento mais elevados. CHIN (1978), baseado em HUXLEY (1964), incluiu as sementes de café (*C. robusta*) no grupo das recalcitrantes. No entanto, ELLIS *et alii* (1990) indicaram uma categoria intermediária para as sementes de café, observando que sementes de quatro cultivares de *C. arabica* não tiveram a germinação prejudicada quando secas até cerca de 10% de umidade, mas foram prejudicadas pelo armazenamento às temperaturas de 0°C e -20°C.

2.1. Secagem

Conforme RENA & MAESTRI (1986), as sementes de café, após despulpamento e degomagem, contêm cerca de 50% de umidade. SILVA & DIAS (1985) verificaram que sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo, armazenadas em sacos de polietileno com 49,5 a 53,0% de umidade à temperatura ambiente (18-21°C), tiveram germinação nula no segundo mês de armazenamento, concluindo que este intervalo no grau de umidade, não é adequado para a conservação da viabilidade das sementes. Dessa forma, a secagem torna-se necessária para manter a qualidade fisiológica, porém a graus de umidade adequados à semente de café e compatíveis com as condições de armazenamento.

As sementes, por serem materiais higroscópicos, possuem a propriedade de realizar a troca de umidade com o ar ambiente. A semente absorve água quando a pressão de vapor d'água na semente é menor do que a do ar ambiente (adsorção), enquanto a perda de água pela semente ocorre, quando a situação é inversa (dessorção). Este fenômeno tende ao ponto de equilíbrio higroscópico, onde a pressão de vapor d'água no ar e na semente se igualam (NELLIST & HUGUES, 1973 e BROOKER *et alii*, 1974).

BACCHI (1959) determinou os pontos de equilíbrio higroscópico para sementes de *C. arabica* cv. Bourbon, correspondentes às umidades relativas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90% que, à temperatura ambiente de Campinas-SP, foram, respectivamente, 4,12; 5,66; 6,99; 8,06; 9,69; 11,32; 13,49;

16,50 e 21,66% de umidade. O aumento no grau de umidade das sementes de café é, em média, de 0,18% para cada unidade percentual de aumento na umidade relativa do ar (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1986).

ROCKLAND (1969) e LASSERAN (1978) apresentam quatro formas distintas de retenção de água pela semente, em função da natureza das ligações físico-químicas existentes entre os componentes da semente e as moléculas de água. A primeira forma é constituída por água em camada monomolecular, unida aos grupos carboxila e amino da matéria orgânica por meio de ligações iônicas. A segunda forma constitui-se de água em camada polimolecular, fixada sobre a camada monomolecular, através de pontes de hidrogênio, aos grupos hidroxila e amida. A terceira forma de água encontrada é líquida sob tensão osmótica, solvente que contém diferentes substâncias dissolvidas nas células. A quarta forma é a água livre, retida mecanicamente pelas paredes celulares, ocupando os espaços intercelulares.

A água livre é facilmente removida por ocasião da secagem, necessitando de energia ao nível de calor latente de vaporização. As outras formas de água retidas por ligações físico-químicas necessitam de maior nível de energia para sua evaporação sendo, portanto, de retirada mais difícil durante a secagem (LASSERAN, 1978 e PARK, 1988).

O processo de secagem proporciona a retirada parcial de água da semente, através da transferência simultânea de calor

do ar para a semente e de massa, por meio do fluxo de vapor d'água, da semente para o ar (PARK, 1988).

A secagem das sementes consta de dois processos: o primeiro, é a transferência de água da superfície da semente para o ar, que ocorre quando a pressão parcial de vapor d'água é maior na superfície da semente do que no ar; o segundo, é o movimento de água do interior para a superfície da semente (CARVALHO & NAKABAWA, 1983).

De acordo com PARK (1988) e BROOKER *et alii* (1974), esta movimentação interna da água envolve mecanismos como: a) difusão líquida - movimento de água na fase líquida devido ao gradiente de sua concentração; b) difusão de vapor - movimento de vapor d'água provocado pelo gradiente de temperatura; c) fluxo hidrodinâmico - escoamento de líquido e vapor d'água causado por gradiente de pressão externa, concentração, temperatura e forças capilares; d) fluxo capilar - movimento de água na fase líquida em virtude das forças capilares, independentemente da concentração de água; e) difusão superficial - movimento de água na fase líquida ocasionado pela sua difusão numa superfície porosa, sendo este efeito praticamente desprezível.

A secagem de um produto, sob condições constantes de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, pode ser dividida em um período de velocidade constante e outro de velocidade decrescente (HALL, 1980).

As sementes, em geral, apresentam o período de secagem com velocidade constante muito curto ou inexistente porque,

nas condições operacionais de secagem, as resistências às transferências de água encontram-se essencialmente no seu interior, tornando a taxa de evaporação superficial muito superior à taxa de reposição de água do interior para a superfície da semente (BROOKER *et alii*, 1974 e LASSERAN, 1978).

A secagem pode causar alterações químicas, físicas e biológicas, tornando críticas as condições de realização da secagem, as quais devem ser escolhidas, tendo em vista os efeitos que possam ter sobre a qualidade das sementes (VILLELA, 1991).

Os métodos de secagem de sementes podem ser divididos em dois grupos: a) secagem natural, que consiste na exposição das sementes ao sol ou à sombra em ambiente atmosférico relativamente seco, podendo ser feita em terreiros, encerados ou tabuleiros, dependendo de locais disponíveis e da quantidade de sementes; b) secagem artificial, que é feita em secador, com gasto de energia, submetendo-se as sementes à ação de um fluxo de ar aquecido ou não, promovendo a secagem num período relativamente curto, dependendo das condições operacionais e atmosféricas (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

Na secagem artificial, os parâmetros que influem na taxa de secagem, atuando de modo conjunto, são: a) temperatura e umidade relativa do ar ambiente; b) temperatura e fluxo de ar de secagem; c) grau de umidade inicial e final; d) umidade de equilíbrio do produto; e) velocidade de deslocamento do produto no secador quando a secagem for por movimentação contínua (DALPASQUALE *et alii*, 1987).

Quanto ao movimento das sementes no secador, a secagem artificial pode ser classificada em duas categorias: a) secagem estacionária, que consiste na passagem do fluxo de ar através da massa de sementes que permanece estática; b) secagem de fluxo contínuo, que consiste no movimento das sementes e do fluxo de ar dentro do secador, de forma concorrente, contracorrente ou corrente cruzada (KREYGER, 1973; BROOKER et alii, 1974 e LASSERAN, 1979).

A secagem estacionária se processa em camadas, com a formação da zona de secagem, onde efetiva-se a transferência de umidade da semente para o ar. Neste caso, algumas precauções devem ser tomadas, a fim de se evitar a supersecagem da camada de sementes mais próxima à entrada do ar e permitir a secagem da camada mais distante o mais rápido possível, para que não ocorra deterioração das sementes (PESKE & BAUDET, 1980 e CAVARIANI & BAUDET, 1982). Para sementes de tamanho similar ao da soja com graus de umidade entre 16 e 18%, recomenda-se fluxo de ar entre 8 e 10 m³/min/t, espessura da camada de sementes não superior a 1,5m, umidade relativa do ar de secagem não inferior a 40% e temperatura máxima do ar de secagem de 43°C (VILLA & ROA, 1979 e PESKE & BAUDET, 1980).

Considerando a forma de atuação do ar aquecido, a secagem pode ser dividida em dois tipos: a) secagem contínua, quando as sementes ficam permanentemente sob a ação do ar aquecido até o final da secagem; b) secagem intermitente, quando as sementes são submetidas à ação do ar aquecido durante intervalos regulares de tempo, intercalados por perio-

dos sem aquecimento, denominados períodos de repouso (BROOKER *et alii*, 1974; TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977 e FUZZI, 1986).

Segundo a capacidade do ar em fornecer calor, em função do gradiente de temperatura, a secagem com ar aquecido pode ser dividida em dois tipos: a) secagem em baixa temperatura, quando utiliza-se ar natural ou aquecido de 1 a 8°C acima da temperatura ambiente; b) secagem em alta temperatura, quando o ar é aquecido a temperaturas iguais ou superiores a 8°C acima da temperatura ambiente (QUEIROZ & PEREIRA, 1987 e DALPASQUALE *et alii*, 1987).

A utilização de altas temperaturas de secagem pode ocasionar, além de vaporização da água, a decomposição e volatilização de substâncias orgânicas (LASSERAN, 1978). POPINIGIS (1985) cita que altas temperaturas e o tempo de exposição das sementes a essas temperaturas, podem não causar redução imediata no poder germinativo, mas podem motivar reduções no vigor e, conseqüentemente, a rápida perda do poder germinativo durante o armazenamento.

As sementes mais úmidas são mais propensas aos danos térmicos; por este motivo, POPINIGIS (1985) recomenda que, quanto maior o teor de água, menor deve ser a temperatura de secagem utilizada. DALPASQUALE *et alii* (1987) recomendam para produtos com alto teor de água, maior fluxo de ar durante a secagem, mantendo mais uniforme a umidade e a temperatura na massa do produto.

BACCHI (1955) observou que as sementes de *C. arabica* cv. Typica podem ser secadas pelos métodos natural, à sombra e ao

sol, e artificial, em secadores a temperaturas próximas de 40°C, sem prejuízo do poder germinativo, desde que o grau de umidade das sementes fosse mantido acima do limite crítico de 8-9%. O mesmo autor (1956), concluiu que os raios solares não têm influência específica sobre a capacidade germinativa de sementes de *C. arabica* e que seu efeito está relacionado à excessiva desidratação produzida por eles. No entanto, MACEDO (1957) afirmou que a secagem ao sol afeta o poder germinativo de sementes de *C. arabica*, mesmo não havendo excessiva desidratação, recomendando a exposição ao sol por um período de até 10 horas e completando a secagem à sombra. RODRIGUEZ (1965), porém, citou que a secagem de sementes de café deve ser feita à sombra, para que não atinjam menos de 25% de umidade, o que causaria a perda do poder germinativo rapidamente.

ARCILA-PULGARIN (1976) trabalhou com secagem artificial a temperaturas de 25 a 80°C e, utilizando sementes de *C. arabica* cv. Caturra até atingirem 12-13% de umidade, demonstrou que a secagem às temperaturas de até 45°C, mantiveram a germinação em torno de 95%, enquanto temperaturas acima de 45°C afetaram a viabilidade das sementes.

SIERRA-GARZON *et alii* (1989) observaram, durante a secagem de sementes de *C. arabica* cv. Caturra, que a germinação era reduzida quando o aquecimento da massa de sementes alcançava temperaturas superiores a 40°C. Além disso, a redução da germinação foi mais drástica quando o grau de umidade das sementes atingiu menos de 10%.

CROCKER & BARTON (1957), citados por BENDANA (1962a), mencionaram que o endosperma da semente de café é semicelulósico e que qualquer perda de umidade pode contraí-lo, provocando o estrangulamento do embrião.

AMORIM *et alii* (1977) indicaram que a alteração da estrutura de membranas celulares, ocasionada por temperatura extrema alta ou baixa, variação na umidade do ar ou injúrias, possibilita a perda do poder germinativo da semente de café devido às perdas de seletividade e de organização das membranas, impedindo o fluxo de nutrientes para o embrião.

2.2. Condições de armazenamento

A preservação da qualidade fisiológica das sementes, durante o armazenamento, requer a integração das condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, do grau de umidade inicial das sementes e do tipo de embalagem, a fim de proporcionar as melhores condições para sua conservação. Segundo POPINIGIS (1985), as condições de ambiente são os principais fatores que afetam a qualidade da semente, pois o grau de umidade é controlado diretamente pela umidade relativa e indiretamente pela temperatura do ar, a qual também afeta a velocidade dos processos bioquímicos na semente. O tipo de embalagem, permeável, semipermeável ou impermeável, controla a influência das condições de ambiente sobre o grau de umidade da semente.

BACCHI (1958) constatou que sementes de *C. arabica* cv. Typica, armazenadas em recipientes herméticos com aproximadamente 20, 13 e 10% de umidade em condições de ambiente de Campinas-SP, conservaram o poder germinativo por 4, 8 e 21 meses, respectivamente. Quando armazenadas em sacos de anilagem, as sementes, com os mesmos graus de umidade iniciais, permaneceram com germinação acima de 66% durante 10 meses.

MIGLIORANZA (1982) testou a conservação de sementes de *C. arabica* cv. Catuaí com graus de umidade variando de 7,8 a 50,0%, armazenadas em câmara seca à temperatura de 23°C e em embalagens herméticas. As sementes armazenadas com grau de umidade superior a 24%, já apresentavam germinação nula no sexto mês, enquanto aquelas armazenadas com 8,9 e 8,3% de umidade mantiveram a germinação praticamente inalterada até o 10º mês.

CARELLI & MONACO (1977) armazenaram sementes de *C. racemosa* à temperatura de 10°C e umidade relativa de 50%, obtendo 82% de germinação, após cinco meses, estando as sementes em equilíbrio com 8,6% de umidade. BENDANA (1962a), armazenando sementes de *C. arabica* cv. Bourbon, praticamente nas mesmas condições, ou seja, umidade relativa de 50% e a 9°C, conservou as sementes com 95% de germinação, após quatro anos; o autor considerou como germinadas, as sementes que emitiram uma radícula de 2,5mm de comprimento e cada tratamento consistiu de 10 sementes com apenas uma repetição.

BOUHARMONT (1971) armazenou sementes de *C. arabica* misturadas com carvão moído em atmosfera saturada de 100% de

umidade, mantendo a germinação em 94% no 13º mês. Para *C. canephora*, estas condições mantiveram a germinação em 84% até seis meses de armazenamento.

VALIO (1976) observou que sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo armazenadas com 40% de umidade em sacos de polietileno à temperatura ambiente de Campinas-SP, permaneceram viáveis por mais de 12 meses, enquanto as sementes com 13% de umidade tiveram a viabilidade reduzida a partir do terceiro mês.

SILVA & DIAS (1985), trabalhando com sementes de *C. arabica* cv. Acaia, dentro de intervalos de 27 a 40% de umidade, observaram que as sementes com 36 a 40% de umidade, armazenadas no laboratório, em sacos de polietileno e à temperatura ambiente de Londrina-PR, apresentaram menor tendência de perda de germinação e vigor durante 12 meses. No armazenamento em sacos de algodão, sob condições de ambiente de Londrina-PR, as sementes atingiram valores nulos de germinação a partir do sétimo mês.

GONZALEZ (1973) armazenou sementes de *C. arabica* cv. Pacas e cv. Bourbon em sacos de polietileno, com graus de umidade de 15, 25, 35 e 45%, sob condições de ambiente, em Santa Tecla (El Salvador). Os dois cultivares mostraram que a germinação se manteve por um maior período com o aumento da umidade das sementes, sendo que o intervalo de 35-45% de umidade conservou a germinação em 96-97% após 10 meses e meio. No armazenamento em sacos de pano e em condições de ambiente,

a germinação manteve-se acima de 93%, após seis meses e meio para o cv. Bourbon e sete meses e meio para o cv. Pacas.

DIAS & BARROS (1991) observaram que a embalagem de polietileno lacrada foi mais eficiente no armazenamento de sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo em condições de ambiente de Londrina-PR, mantendo a umidade inicial de 37% e a germinação em 60% após 12 meses. As sementes armazenadas nas embalagens de polietileno furado e de papel multifoliado perderam totalmente o poder germinativo em 12 e 10 meses, quando então apresentavam 22 e 11% de umidade, respectivamente.

Após a secagem de sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo a 48,3; 21,6; 15,8; 13,1 e 8,9% de umidade, em estufa com ventilação forçada e a uma temperatura que não ultrapassou 40°C, ARAUJO (1988) obteve 83% de germinação, após nove meses, com sementes tratadas quimicamente e armazenadas com 48,3% de umidade em embalagem permeável e em condições de ambiente de Viçosa-MG. O autor conclui, também, que a embalagem impermeável foi mais eficiente para as sementes armazenadas com 8,9% de umidade, conservando a germinação próxima a 70%, após seis meses, quando armazenadas em condições de ambiente de Viçosa-MG ou em câmara fria à temperatura de 3-4°C e 80-85% de umidade relativa.

HUMBERTO & GOLDBACH (1980) constataram que o armazenamento à baixa temperatura de 10°C, conservou sementes de *C. arabica* cv. Caturra com 43% de umidade por cinco meses com 74% de germinação, quando armazenadas em sacos herméticos de folhas de alumínio. Além disso, sementes com 13% de umidade

mantiveram 27% de germinação, após cinco meses, quando armazenadas sob temperatura de -20°C em sacos herméticos.

COUTURON (1980), trabalhando com sementes de *C. arabica*, *C. canephora* e *C. stenophylla*, observou que as sementes armazenadas em condições de ambiente (25°C), com grau de umidade de equilíbrio de 15%, perdiam o poder germinativo em dois meses. Quando o armazenamento foi feito a temperatura ambiente (25°C) e atmosfera saturada, a umidade de equilíbrio das sementes foi de 40% e o poder germinativo foi mantido em 90%, após 15 meses para o *C. arabica* e em 80-90%, após nove meses para o *C. canephora*. No entanto, quando as sementes foram submetidas à temperatura de 19°C , o período de conservação aumentava para 26 e 11 meses, respectivamente, com cerca de 90% de germinação. VOSSSEN (1979) obteve resultado semelhante com sementes de *C. arabica* cv. SL28 com 48% de umidade, armazenadas em sacos de polietileno e à temperatura ambiente ($20-26^{\circ}\text{C}$), ou seja, perderam completamente a viabilidade no 12º mês; no entanto, às temperaturas de 15 e 10°C , conservaram a germinação por 24 e 20 meses, respectivamente. O armazenamento a 5°C , porém, foi deletério tanto para sementes secas (13%) como úmidas (48%). Este mesmo autor, estudando os graus de 11 a 47% de umidade em sementes armazenadas à temperatura de 15°C em sacos de polietileno, observou que todos os tratamentos conservaram a germinação por seis meses, mas os tratamentos com 41 e 11% de umidade conservaram por 30 e 24 meses, respectivamente. No entanto, após 24 meses, as semen-

tes com 41% de umidade preservaram melhor a energia germinativa com 73% do que as sementes com 11% de umidade (36%).

MIRANDA (1987) também observou que sementes de *C. arabica* cv. Catuaí podem ser conservadas com alto ou baixo grau de umidade, em sacos herméticos de polietileno preto à temperatura ambiente de Lavras-MG, pois determinou que os graus de umidade de 36,3 e 9,9% apresentaram os melhores resultados, após nove meses de armazenamento. Sementes armazenadas em sacos de pano e em condições de ambiente de Lavras-MG, perderam a viabilidade após três meses de armazenamento.

2.3. Tratamento químico

O desenvolvimento de fungos é considerado um sério problema no armazenamento de sementes com alto grau de umidade.

MIRANDA *et alii* (1984) testaram a ação dos fungicidas: Difolatan, Dithane, Oxicloreto, Miltox, Brassicol, Mercurial e Rhodisan nas concentrações de 1 e 2%. Todos os fungicidas foram eficientes na conservação do poder germinativo de sementes de café durante o armazenamento, mas o Dithane M45 a 2% destacou-se na preservação da viabilidade e manteve melhor aspecto comercial da semente.

FILANI (1972) citou que o fungicida Dithane (0,1%) pode ser usado no tratamento de sementes de café, mas os fungicidas Captan (0,2%) e Thiotox (0,2%) foram mais eficientes no controle de fungos, resultando num aumento de germinação de

sementes em laboratório e de emergência de plântulas em casa de vegetação.

2.4. Avaliação da qualidade

O teste de germinação foi desenvolvido para estimar o valor de um lote de sementes para fins de semeadura, sendo utilizado também, para comparar diferentes lotes. Os métodos de análise em laboratório são executados, oferecendo-se às sementes as condições mais favoráveis possíveis para a germinação (BRASIL, 1980). No entanto, o teste de germinação não avalia o potencial fisiológico da semente, podendo lotes de sementes apresentar germinação semelhante em laboratório, mas diferir quanto ao estágio de deterioração, que pode ser verificado, por exemplo, na emergência de plântulas em condições de campo e durante o armazenamento.

Os testes de vigor foram desenvolvidos para melhor estimar diferenças na qualidade fisiológica entre lotes de sementes. DELOUCHE & BASKIN (1973) desenvolveram o método de envelhecimento acelerado, correlacionando positivamente o teste com o de germinação de sementes durante o período de armazenamento. Baseia-se no fato de que lotes de sementes com alto vigor manterão a viabilidade após o envelhecimento, enquanto os lotes de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida. O método consiste em submeter as sementes em uma câmara apropriada por um período de exposição de 2 a 8 dias, sob condições de umidade relativa de 100% e temperatura de 40 a 45°C.

POPINIGIS (1985) afirma que o teste de envelhecimento acelerado é eficiente na comparação do vigor entre lotes de sementes, estimando o desempenho da semente em condições de campo e determinando a capacidade potencial de armazenamento.

3. MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado com sementes de café Robusta (*Coffea canephora* cv. Guarini), progênie LC-1598-1, produzidas na Estação Experimental de Mococa do Instituto Agrônômico (IAC).

A colheita dos frutos, no estágio cereja, foi efetuada manualmente no dia 09 de julho de 1990.

3.1. Local de execução

O beneficiamento das sementes foi realizado no próprio local de colheita, ou seja, na Estação Experimental de Mococa, enquanto o expurgo e o armazenamento foram efetuados no Centro Experimental de Campinas (CEC), ambos do IAC.

O processo de secagem foi executado no Laboratório de Secagem (LS) e a avaliação da qualidade das sementes foi efetuada no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), ambos do Departamento de Pré-Processamento de Produtos Agropecuários (DPPPA) da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

3.2. Beneficiamento

Após a colheita, os frutos foram despulpados mecanicamente e degomados por fermentação natural durante 62 horas. A seguir, as sementes foram lavadas em água corrente no próprio tanque de fermentação, para a remoção da mucilagem, eliminando-se todo o material sobrenadante. Em seguida, as sementes foram colocadas em bandejas de fundo de tela, para o escoamento do excesso de água, ao mesmo tempo em que se procedeu a uma escolha manual, retirando-se os frutos não despulpados, cascas e sementes visivelmente deterioradas. No mesmo dia, as sementes, embaladas em sacos de entreliça e envoltas em um encerado plástico, foram transportadas para o CEC.

No armazém do Sistema de Produção de Sementes, no CEC, as sementes foram esparramadas sobre uma lona plástica especial, quando então foi retirada uma amostra, para a realização das análises iniciais. Em seguida, o lote foi expurgado, visando o controle de pragas principalmente a broca do café (*Hypothenemus hampei*) e o caruncho das tuilhas (*Araecerus fasciculatus*). O expurgo foi realizado empregando-se três pastilhas de Gastoxin (Fosfina) por metro cúbico de câmara, conforme a dosagem recomendada pelo fabricante, durante 72 horas. Ao término do expurgo, as sementes foram revolvidas e uma outra amostra foi coletada para análise.

Em seguida, o lote de sementes foi pesado e dividido em 45 partes iguais para a instalação dos tratamentos, sendo embaladas em sacos de polietileno. Todo o material foi então

transportado para a FEAGRI, onde permaneceu em câmara fria com temperatura de 8-11°C e umidade relativa de 80-85%, até o início da realização de cada tratamento de secagem.

3.3. Secagem

Os tratamentos consistiram de cinco processos de secagem, ou seja, secagem natural, realizada à sombra e ao sol, e secagem artificial, realizada às temperaturas de 35, 40 e 45°C. Os processos de secagem foram efetuados até as sementes atingirem os graus de umidade de 15, 25 e 35% (base úmida). Após a secagem, as sementes foram embaladas em sacos de anilagem e de polietileno e armazenadas em condições de ambiente, no CEC. O experimento consistiu, portanto, de 30 tratamentos distintos, com três repetições cada.

A secagem natural foi feita colocando-se as sementes no mesmo dia, em 18 bandejas de fundo de tela e em camada de 4-5cm, cada uma correspondendo a uma repetição da secagem à sombra e ao sol, onde permaneceram até atingirem os graus de umidade previstos. As bandejas foram periodicamente pesadas até alcançarem o peso calculado para cada repetição, conhecendo o peso das sementes com a umidade inicial. As condições de ambiente (temperatura e umidade relativa) e a insolação diária durante o período da secagem natural, foram obtidas no Posto Meteorológico da FEAGRI. No processo de secagem ao sol, as bandejas foram expostas ao sol das 9 às 17 horas, revolvidas periodicamente e recolhidas à noite no LS, onde permane-

ceram em condições de ambiente. Assim que cada tratamento atingiu o grau de umidade previsto, foi retirada uma amostra para análise e a porção de sementes de cada bandeja foi dividida em duas partes iguais e acondicionadas nas embalagens de aniagem e de polietileno.

A secagem artificial estacionária foi efetuada através de um secador de madeira vertical de cinco colunas, com ar aquecido forçado, construído pelo DPPPA (Figura 1), utilizando-se apenas as três colunas centrais, onde havia maior estabilidade da temperatura do ar de secagem. No secador, o ar foi coletado por um ventilador e aquecido na passagem através de um conjunto de resistências, regulado por um termostato. Antes do início de cada tratamento, retirou-se uma amostra para análise, referente às três repetições. Em seguida, as sementes foram pesadas e divididas em três partes iguais e colocadas na bandeja de cada coluna do secador numa camada de 4-5cm.

Durante a secagem artificial, as bandejas de cada coluna foram periodicamente revolvidas e pesadas e, conhecido o peso das sementes com a umidade inicial, determinou-se o grau de umidade final pela diferença de peso. Simultaneamente foram feitas as seguintes observações:

a- temperatura de entrada do ar de secagem: determinada através de um termômetro localizado no duto de entrada do ar aquecido de cada coluna;

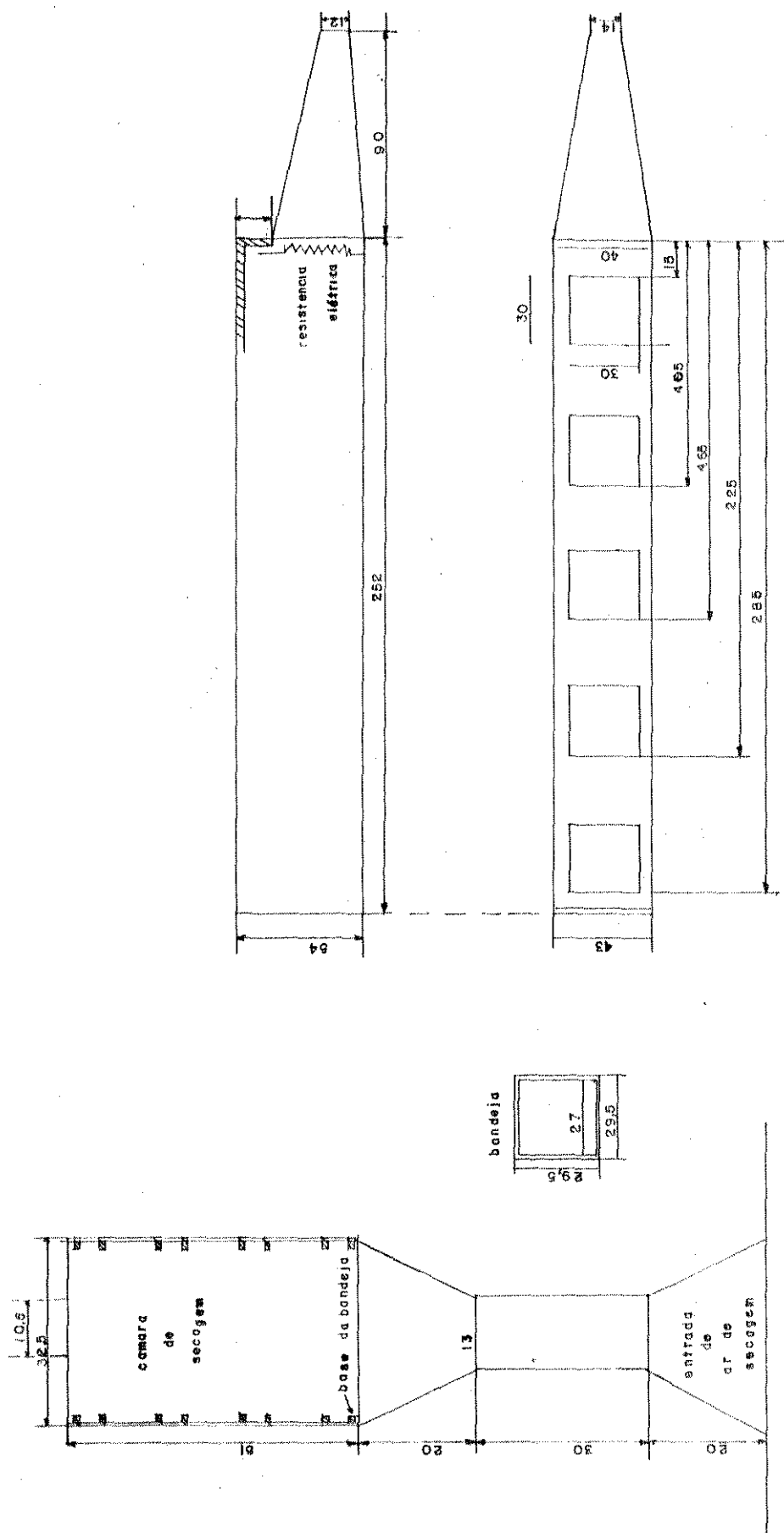


FIGURA 1 - Esquema do secador estacionário de colunas, construído pelo DFFPA/FEAGRI/UNICAMP.

- b- temperatura de saída do ar de secagem: determinada através de um termômetro localizado no duto de saída do ar de cada coluna;
- c- velocidade de saída do ar de secagem: medida através de um anemômetro "Air Flow" colocado no duto de saída do ar de secagem de cada coluna;
- d- umidade relativa e temperatura ambiente: determinadas através de um termohigrógrafo, instalado junto ao ponto de coleta de ar pelo secador.

Ao final da secagem, as sementes das três bandejas do secador foram homogeneizadas e, após a retirada de uma amostra para análise, a quantidade de sementes, equivalente a uma repetição de cada tratamento, foi dividida em duas partes iguais e embaladas em sacos de aniagem e de polietileno.

3.4. Armazenamento

As sementes, acondicionadas nas embalagens de aniagem e de polietileno, foram armazenadas no CEC em condições de ambiente natural registradas em termohigrógrafo.

As embalagens utilizadas foram sacos de aniagem com dimensões de cerca de 40,35cm e sacos selados de polietileno com dimensões de 45,28cm, espessura aproximada de 49,50um e taxa de permeabilidade ao vapor d'água de aproximadamente 7,78g/m²/dia.

Durante o armazenamento, foram coletadas amostras de 30 em 30 dias para a avaliação da qualidade das sementes. A pri-

meira amostragem correspondeu ao primeiro mês de armazenam-
to e assim, sucessivamente, até o 12º mês. Mensalmente foram
coletadas 90 amostras, abrindo-se rapidamente cada saco e re-
tirando-se a quantidade necessária para a realização de todos
os testes adotados.

Durante o período de armazenamento, em intervalos de
quatro meses, foi realizado o expurgo, num tambor vedado, com
uma pastilha de Gastoxin (Fosfina), durante 72 horas, colo-
cando-se as embalagens abertas com os mesmos graus de umidade
das sementes.

3.5. Avaliação da qualidade

As análises de laboratório foram feitas para as amostras
coletadas antes e depois do expurgo, antes e imediatamente
após a secagem e durante o período de 12 meses de arma-
zenamento.

A determinação do grau de umidade foi feita com três
observações para as amostras coletadas antes e depois do
expurgo, antes e após a secagem e com duas observações para
as amostras coletadas durante cada período de armazenamento,
com aproximadamente 25g cada, em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante
24 horas, conforme prescrição de BRASIL (1980).

Os testes de germinação e de vigor foram realizados com
quatro observações de 50 sementes para as amostras coletadas
antes e depois do expurgo e antes da secagem e com duas
observações para as amostras coletadas após a secagem e du-

rante cada período de armazenamento, correspondendo cada amostra a uma repetição verdadeira. Após a retirada do endocarpo (pergaminho) das sementes, estas foram tratadas quimicamente com fungicida Captan 500PM (Captan), na dosagem de 4g/1kg de sementes.

O teste de germinação foi feito em rolos de papel toalha, mantidos em germinador à temperatura constante de 30°C, conforme as prescrições de BRASIL (1980). A primeira contagem foi feita no 25º dia após a semeadura e a final no 45º dia. Este período foi verificado em testes preliminares, pois as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980) prescrevem um período de 30 dias para a germinação de sementes de *Coffea* spp.

O teste de vigor adotado foi o de envelhecimento acelerado, segundo a metodologia de ASSOCIATION OF THE OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983), também descrita por MARCOS FILHO et alii (1987). O método consistiu na utilização de caixas "Gerbox" com telas de nylon, contendo 40ml de água destilada e 100 sementes sobre a tela, mantidas em câmara climática à temperatura de 42°C e aproximadamente 100% de umidade relativa, durante 72 horas. Após este período, as sementes foram avaliadas através do teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

3.5.1. Qualidade inicial

A qualidade inicial do lote de sementes de *C. canephora* cv. Guarini, antes e depois do expurgo, apresentou as seguintes características:

Característica	Antes do Expurgo	Depois do Expurgo
UNIDADE (%)	48,5	48,2
GERMINAÇÃO (%)	94	95
VIGOR (%)	96	95

3.6. Delineamento estatístico

As curvas de secagem foram determinadas, segundo o ajustamento proporcionado pelas equações de regressão obtidas, relacionando-se o comportamento do grau de umidade das sementes com o tempo decorrido durante a secagem.

O efeito imediato da secagem e do grau de umidade, sobre a germinação e o vigor das sementes antes e depois da secagem, assim como após a secagem, para cada processo utilizado e para cada grau de umidade, foi analisado estatisticamente, segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com três repetições.

O efeito da secagem, do grau de umidade e da embalagem, durante 12 meses de armazenamento, sobre a germinação e o vigor das sementes, foi analisado estatisticamente, separadamente para cada grau de umidade estudado e em cada mês de ar-

mazenamento, segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com três repetições.

As análises estatísticas foram efetuadas com os dados de germinação e de vigor transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Secagem

4.1.1. Secagem natural

A Tabela 1 apresenta as condições do ambiente durante o período de realização da secagem natural à sombra e ao sol.

As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, as curvas de secagem natural à sombra e ao sol, representando a redução do grau de umidade das sementes até 35, 25 e 15% em função do tempo. As curvas de secagem foram obtidas segundo regressão polinomial do 2º grau, que apresentou maiores coeficientes de determinação, proporcionando melhor ajuste dos dados experimentais (Apêndices 1, 2, 3 e 4).

Observa-se que a secagem natural, principalmente quando realizada à sombra, foi um processo lento, porém já esperado considerando-se as condições do ambiente reinantes no período, conforme pode ser observado na Tabela 1. O grau de umidade da semente depende diretamente da umidade relativa do ar e indiretamente da temperatura (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

TABELA 1 - Condições do ambiente durante o período de secagem natural à sombra e ao sol.

Tempo de Secagem (dia)	Condições do Ambiente				
	Umidade Relativa (%)	Temperatura Média Máxima Mínima (°C) (°C) (°C)			Insolação (h)
0	64.7	15.0	20.4	9.6	9.6
1	59.7	16.1	22.4	9.8	9.4
2	57.0	17.5	23.6	11.4	7.9
3	53.3	17.6	25.4	9.8	8.9
4	77.3	17.5	22.8	12.2	0.1
5	81.3	17.7	23.6	11.8	4.8
6	89.7	17.8	24.0	11.6	2.8
7	80.7	19.0	24.6	13.4	7.9
8	78.7	17.2	22.0	12.4	7.4
9	87.7	10.3	13.0	7.6	0.0
10	79.0	10.1	12.6	7.6	0.4
11	76.3	12.4	16.4	8.4	0.1
12	71.7	19.2	25.2	13.2	1.4
13	73.0	20.3	24.2	16.4	7.5
14	60.3	20.5	28.4	12.6	9.0
15	69.7	20.1	27.4	12.8	9.7
16	62.0	12.3	18.0	6.6	-
17	39.7	12.2	20.0	4.4	-
18	40.7	11.5	19.2	3.8	-
19	63.0	11.5	16.8	6.2	-
20	64.0	15.0	21.9	8.0	-
21	65.0	17.7	24.5	10.9	-
22	65.7	16.9	24.4	9.4	-
23	51.3	17.7	24.8	10.6	-
24	64.3	16.3	22.6	10.0	-
25	57.7	18.5	24.2	12.8	-
26	52.7	18.6	26.7	10.4	-
27	52.7	21.1	28.0	14.1	-
28	49.0	20.0	27.6	12.3	-
29	57.0	20.5	27.5	13.5	-
30	53.7	18.9	26.9	10.8	-
31	51.3	19.3	28.2	10.4	-
32	49.7	20.6	28.6	12.6	-
33	39.3	21.0	28.9	13.0	-
34	43.3	21.0	29.8	12.1	-
35	65.3	21.5	29.1	13.9	-
36	88.7	19.1	21.3	16.9	-
37	85.0	18.9	22.4	15.4	-
38	77.7	21.8	27.6	15.9	-
39	76.0	22.3	27.7	16.8	-
40	67.0	21.2	25.1	17.3	-
41	71.3	18.1	21.3	14.9	-
42	69.0	15.0	16.2	13.7	-
43	61.3	17.7	22.1	13.3	-
44	58.3	17.8	23.2	12.4	-
45	55.7	19.6	26.4	12.8	-
46	81.3	21.7	26.5	16.8	-
Média	64.7	17.7	23.7	11.8	5.4

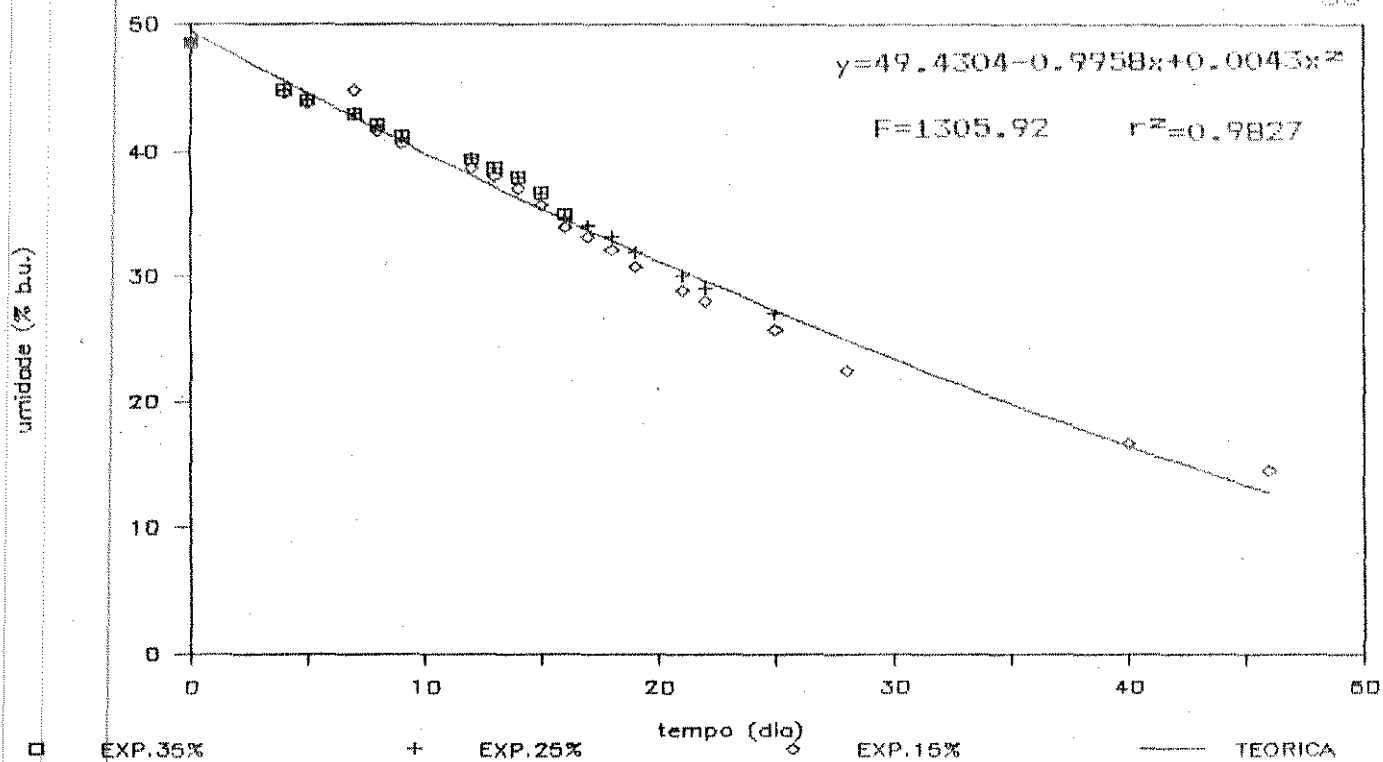


FIGURA 2 - Dados experimentais e curva de secagem natural à sombra, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática até 35, 25 e 15% de umidade em relação ao tempo.

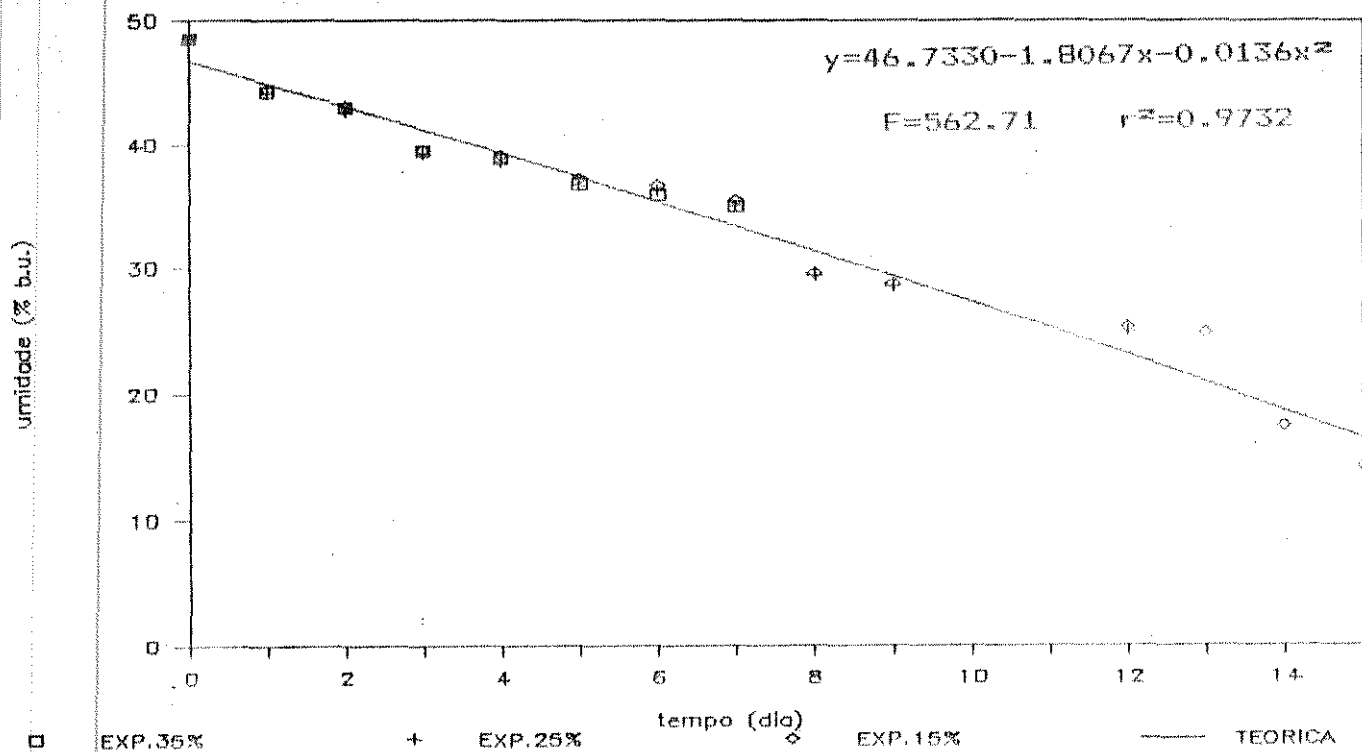


FIGURA 3 - Dados experimentais e curva de secagem natural ao sol, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática até 35, 25 e 15% de umidade em relação ao tempo.

Para a secagem natural à sombra, o tempo necessário para que as sementes atingissem cerca de 35, 25 e 15% de umidade foi, respectivamente, de 16, 25 e 46 dias, enquanto que para a secagem natural ao sol, isto ocorreu, respectivamente, aos 7, 12 e 15 dias. Observa-se que, os períodos necessários para que as sementes atingissem os graus de umidade de 35, 25 e 15%, foram relativamente longos e variados, devido às condições de temperatura e umidade relativa e, ao número de horas de insolação ocorridos durante as secagens (Tabela 1).

4.1.2. Secagem artificial

Nas Tabelas 2 a 10 são apresentados os dados médios referentes às determinações efetuadas durante a secagem estacionária, para cada temperatura do ar de secagem e cada grau de umidade final das sementes de café. Observa-se que a velocidade de secagem aumentou com o aumento da temperatura empregada, ou seja, quanto mais elevada a temperatura, maior a velocidade de secagem e menor o tempo de exposição das sementes ao ar aquecido no secador para se atingir a umidade desejada.

Nota-se que, logo após a colocação das sementes no secador, a temperatura de saída do ar de secagem abaixou, devido à umidade superficial e também à temperatura da massa de sementes, pois estas foram armazenadas em câmara fria (8-11°C). Porém, já na primeira hora de secagem, a temperatura de saída tornou-se próxima à temperatura de entrada do ar de secagem,

TABELA 2 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 35°C até 15% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	21.7	78.0	34.9	22.0	0.41	48.5
1	22.5	77.5	35.7	32.2	0.43	45.6
2	20.8	78.3	35.8	33.7	0.42	43.7
3	22.5	81.0	36.2	33.8	0.41	43.1
4	20.8	80.3	35.3	33.4	0.39	41.5
5	22.0	82.3	34.5	33.5	0.43	40.4
6	21.5	83.0	35.6	33.4	0.40	39.1
7	19.8	81.7	35.8	33.7	0.40	37.1
8	19.5	81.3	35.5	33.9	0.40	35.7
9	19.3	81.3	35.2	33.5	0.42	33.9
10	19.2	81.8	35.0	33.8	0.41	31.9
11	19.3	81.8	36.1	34.2	0.42	30.3
12	19.8	80.3	35.6	33.9	0.41	28.8
13	21.0	82.0	35.1	33.7	0.40	27.2
14	20.2	77.7	35.3	33.9	0.41	26.5
15	20.7	76.2	35.5	33.9	0.42	24.2
16	21.0	74.5	35.0	34.3	0.42	23.0
17	22.2	73.2	36.2	34.8	0.43	21.4
18	22.0	74.2	36.0	34.7	0.43	20.1
19	21.3	76.3	35.8	34.5	0.42	19.0
20	21.0	77.7	35.1	34.1	0.41	18.2
21	22.3	81.8	35.2	34.5	0.44	17.2
22	21.3	76.7	35.4	34.4	0.41	15.7
Média	20.9	79.1	35.5	33.4	0.41	--

TABELA 3 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 35°C até 25% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	18.0	88.0	35.5	21.4	0.42	48.5
1	18.7	87.5	35.9	32.5	0.42	45.3
2	19.5	86.5	35.9	33.5	0.41	43.8
3	18.8	88.3	36.2	34.3	0.41	42.1
4	18.8	89.3	36.3	34.0	0.43	40.7
5	18.8	90.2	34.9	33.6	0.41	39.2
6	18.8	90.3	35.3	33.8	0.41	37.9
7	19.5	90.5	34.7	33.6	0.40	37.1
8	18.8	89.5	36.9	34.1	0.42	35.1
9	19.5	88.7	36.8	34.2	0.41	34.0
10	20.2	89.0	35.6	34.3	0.43	32.6
11	20.2	87.0	35.8	34.1	0.43	30.8
12	20.3	85.8	36.2	34.3	0.42	29.4
13	20.3	87.3	34.8	33.3	0.42	28.0
14	20.5	87.0	35.8	34.1	0.39	27.3
15	21.1	86.5	35.6	33.9	0.39	25.8
16	22.0	83.0	35.0	33.5	0.39	25.5
Media	19.6	87.9	35.7	33.1	0.41	--

TABELA 4 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 35°C até 35% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	15.7	80.5	35.1	21.0	0.41	48.5
1	15.8	80.9	35.5	32.1	0.42	45.1
2	16.4	79.8	35.7	33.2	0.42	43.1
3	15.8	80.5	35.7	33.2	0.40	41.3
4	16.3	79.7	35.5	32.9	0.41	40.3
5	16.8	79.0	36.2	33.4	0.40	38.9
6	16.3	80.0	35.5	33.4	0.42	37.5
7	16.3	81.3	35.3	33.3	0.40	35.8
8	16.7	81.2	35.1	32.8	0.39	35.4
Média	16.2	80.3	35.5	31.7	0.41	--

TABELA 5 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 40°C até 15% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	21.0	82.3	40.0	23.8	0.41	48.5
1	20.9	82.6	40.1	36.4	0.42	44.6
2	19.0	83.7	40.5	37.5	0.42	42.2
3	20.3	84.0	40.2	37.4	0.40	40.1
4	20.3	84.7	39.7	37.5	0.42	38.2
5	20.8	85.8	39.5	37.4	0.42	36.1
6	20.3	84.8	39.6	37.1	0.42	34.3
7	19.3	83.0	38.9	36.8	0.42	31.9
8	19.0	82.3	40.8	38.2	0.41	29.7
9	19.5	83.5	40.3	35.5	0.44	26.6
10	18.5	82.5	39.9	37.6	0.43	24.4
11	18.7	82.3	40.0	38.1	0.42	22.1
12	19.3	84.8	40.2	38.5	0.42	19.8
13	20.3	87.0	40.7	39.2	0.40	17.9
14	20.9	83.8	39.8	37.5	0.38	17.5
15	20.0	83.0	39.7	38.4	0.39	16.3
16	20.9	82.5	39.5	37.5	0.39	14.9
Média	19.9	83.7	40.0	36.7	0.41	--

TABELA 6 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 40°C até 25% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	22.7	90.5	40.1	24.4	0.42	48.5
1	22.2	89.5	40.1	35.4	0.43	45.1
2	22.2	88.5	41.0	38.5	0.41	42.6
3	22.0	88.5	41.1	38.4	0.41	40.0
4	21.8	89.0	41.7	38.7	0.41	37.8
5	22.0	90.3	41.6	39.2	0.43	35.4
6	22.7	89.3	42.4	39.6	0.42	32.5
7	24.0	88.3	42.1	39.6	0.42	30.0
8	25.0	85.0	41.5	39.2	0.41	27.5
9	23.5	87.5	41.1	39.7	0.40	26.4
10	25.5	84.0	38.0	37.0	0.36	25.9
11	23.5	90.0	39.3	37.0	0.35	25.0
Média	23.1	88.4	40.8	37.2	0.41	--

TABELA 7 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 40°C até 35% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	21.8	78.0	39.7	23.1	0.39	48.5
1	22.2	79.0	40.9	36.8	0.42	44.8
2	22.8	79.0	42.0	38.5	0.43	43.3
3	23.5	79.0	39.3	37.0	0.41	41.7
4	22.5	78.0	39.7	37.1	0.41	39.8
5	23.0	80.0	40.0	37.9	0.41	37.4
6	22.3	79.0	39.4	36.8	0.39	35.5
7	23.3	77.0	39.0	36.3	0.37	34.9
Média	22.7	78.6	40.0	35.4	0.40	--

TABELA B - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guariini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 45°C até 15% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	21.2	79.0	44.9	22.8	0.39	48.5
1	21.9	73.0	45.2	39.8	0.41	44.7
2	22.0	76.0	45.7	41.3	0.39	41.3
3	22.2	75.0	44.7	40.9	0.40	38.6
4	22.5	72.0	45.4	41.1	0.38	35.6
5	22.8	71.0	45.6	41.9	0.38	31.8
6	23.0	75.0	44.5	41.1	0.38	28.8
7	23.3	76.0	44.2	41.2	0.37	25.7
8	23.5	77.0	45.0	42.0	0.37	22.7
9	22.8	81.0	44.8	41.9	0.38	20.3
10	22.8	79.0	44.0	42.0	0.38	19.6
11	23.5	75.0	43.1	41.4	0.36	17.8
12	22.2	75.0	43.9	41.6	0.35	15.9
13	22.0	78.0	44.0	42.5	0.36	15.4
Média	22.6	75.9	44.6	40.4	0.38	--

TABELA 9 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 45°C até 25% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade (%)
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	21.2	71.0	45.2	21.8	0.36	48.5
1	21.3	75.0	45.0	39.7	0.37	44.2
2	21.3	74.0	44.5	40.4	0.36	40.4
3	21.5	76.0	45.2	40.9	0.37	37.4
4	20.5	76.0	45.3	41.1	0.36	34.9
5	20.7	74.0	44.9	41.1	0.36	31.8
6	20.3	75.0	45.0	41.2	0.39	28.0
7	20.3	77.0	45.2	41.8	0.38	25.8
8	20.7	76.0	43.2	40.7	0.37	25.5
Média	20.9	74.9	44.8	38.7	0.37	—

TABELA 10 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, condições de ambiente e do ar de secagem a cada hora da secagem artificial à temperatura de 45°C até 35% de umidade.

Tempo de Secagem (h)	Ar Ambiente		Ar de Secagem			Grau de Umidade
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)	Velocidade do ar (m/s)	
0	15.3	69.7	45.3	19.6	0.40	48.5
1	16.4	69.4	45.9	39.6	0.39	44.6
2	17.2	67.0	44.0	39.3	0.37	41.8
3	17.2	65.6	45.1	40.3	0.38	37.8
4	17.6	66.0	43.7	40.2	0.41	35.4
5	16.5	70.5	43.0	39.0	0.44	35.1
Média	16.7	68.0	44.5	36.3	0.40	--

ou seja, a diferença entre estas temperaturas foi, em média, de 3,4; 4,2 e 5,7°C para as temperaturas de secagem de 35, 40 e 45°C, respectivamente. Observa-se que esta diferença foi maior quanto mais alta a temperatura de secagem e que, à medida em que a secagem se processava, a diferença entre estas temperaturas reduzia, de modo que, ao final da secagem, a diferença foi, em média, de 1,6; 2,3 e 2,7°C para as temperaturas de 35, 40 e 45°C, respectivamente (Tabelas 2 a 10).

As curvas obtidas para as secagens estacionárias (Figuras 4 a 12), representando a redução do grau de umidade das sementes em função do tempo de secagem, para cada temperatura utilizada e para cada grau de umidade final, foram obtidas segundo regressão polinomial do 2º grau que apresentou maiores coeficientes de determinação, proporcionando melhor ajuste dos dados experimentais (Apêndices 1, 2, 3 e 4).

A relação entre o grau de umidade da semente e o tempo durante a secagem estacionária, representada por funções quadráticas, está de acordo com as afirmações de KREYGER (1973), BROOKER *et alii* (1974) e HALL (1980). Segundo estes autores, o período de secagem das sementes com velocidade constante é muito curto ou inexistente, sendo a curva característica de secagem representada por uma combinação de segmentos retilíneos e curvilíneos.

Na secagem estacionária, a taxa de remoção de água em função do tempo foi maior durante a primeira hora de secagem para as três temperaturas utilizadas, possivelmente porque a

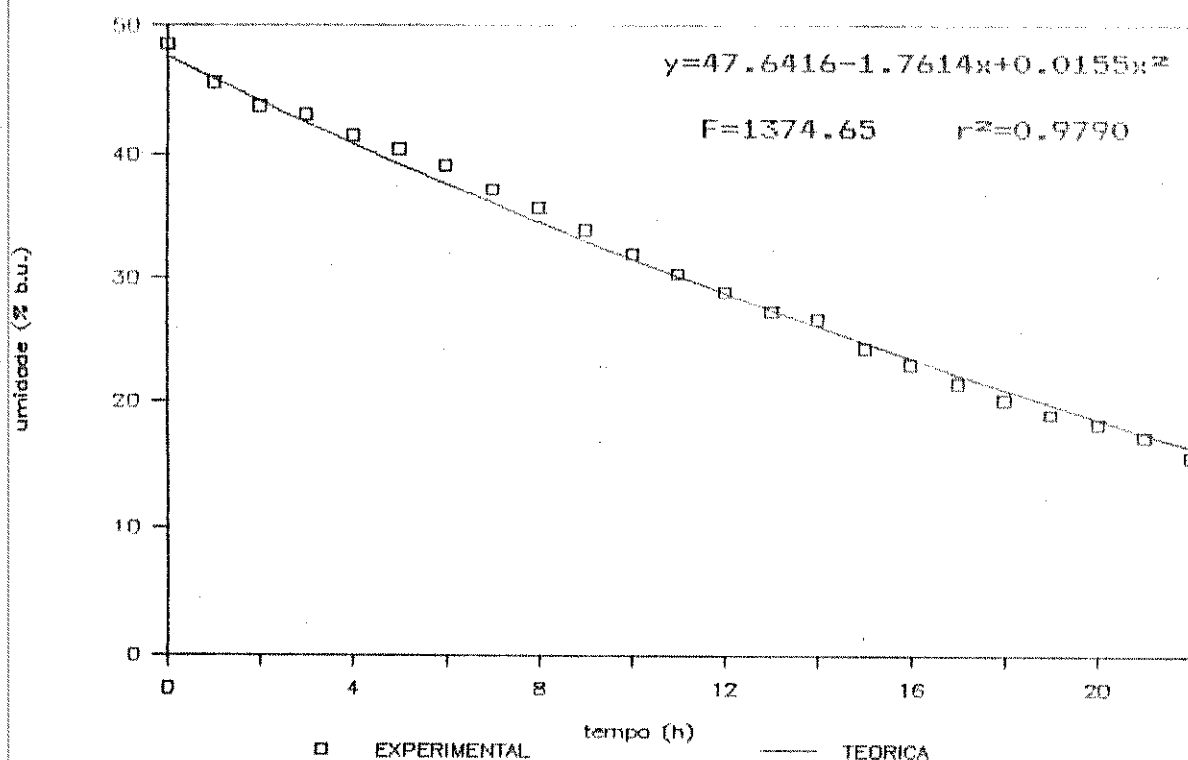


FIGURA 4 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 35°C até 15% de umidade em relação ao tempo.

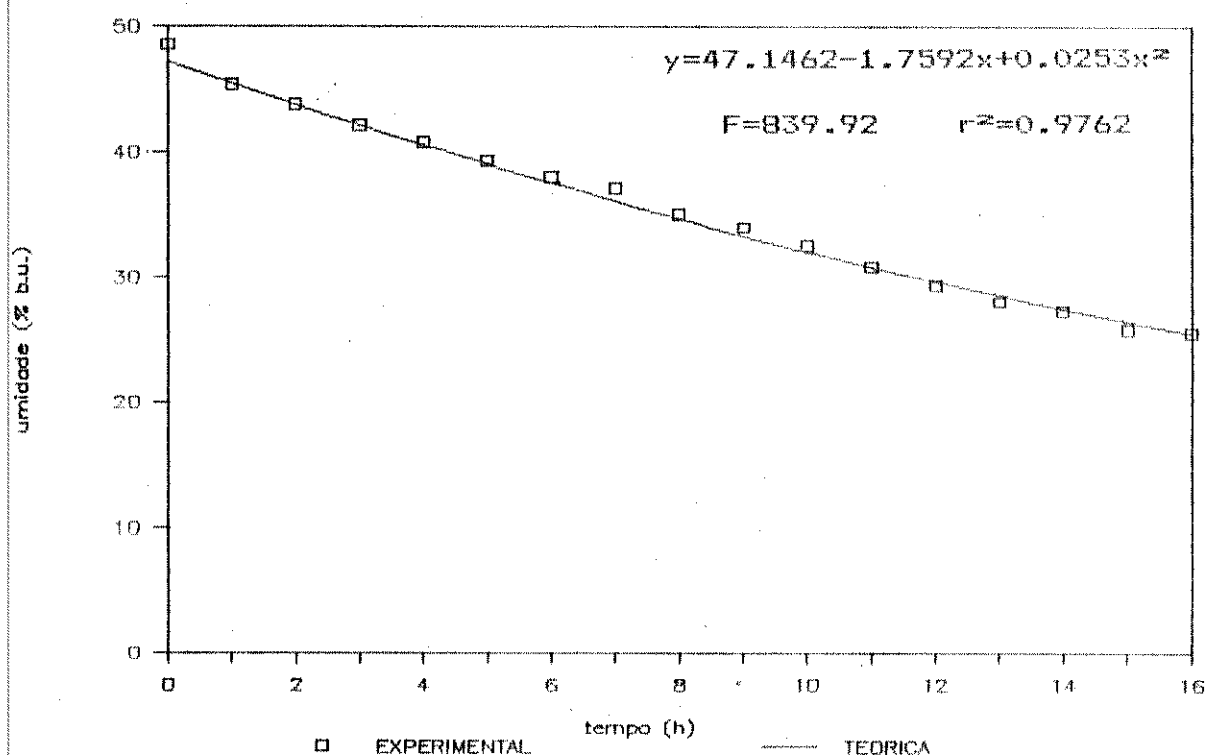


FIGURA 5 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 35°C até 25% de umidade em relação ao tempo.

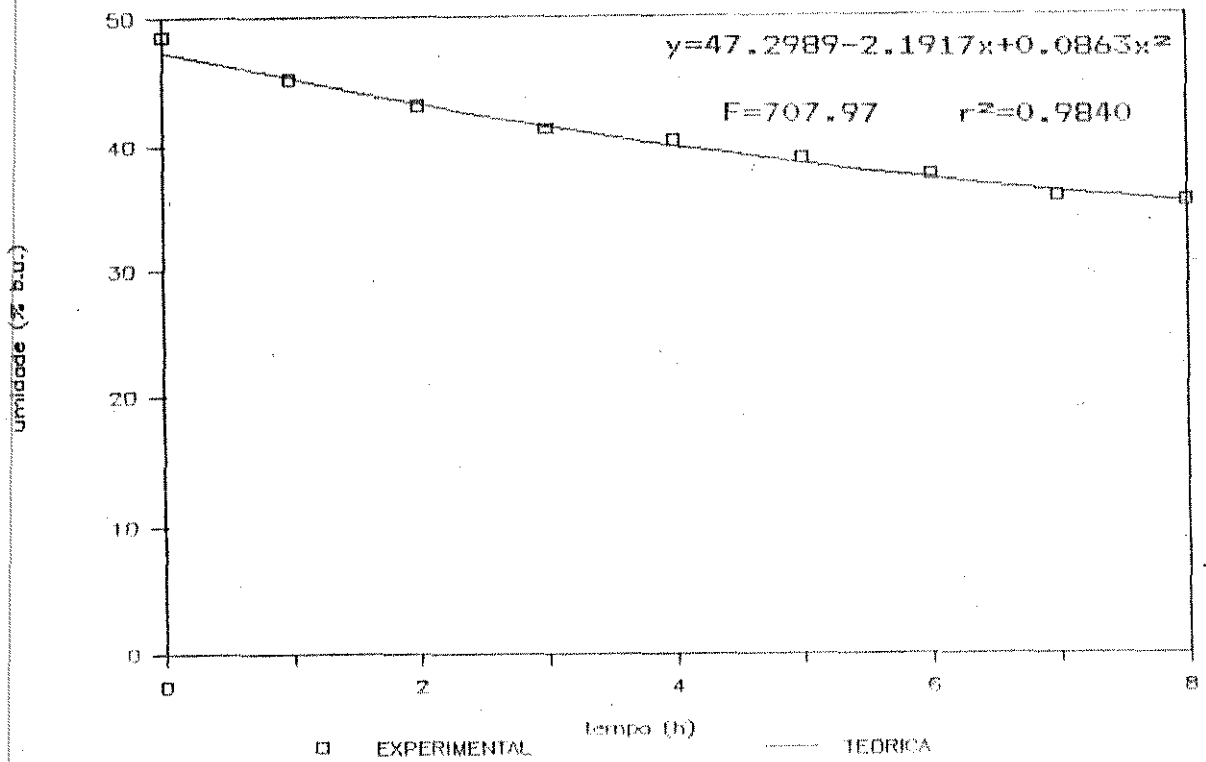


FIGURA 6 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 35°C até 35% de umidade em relação ao tempo.

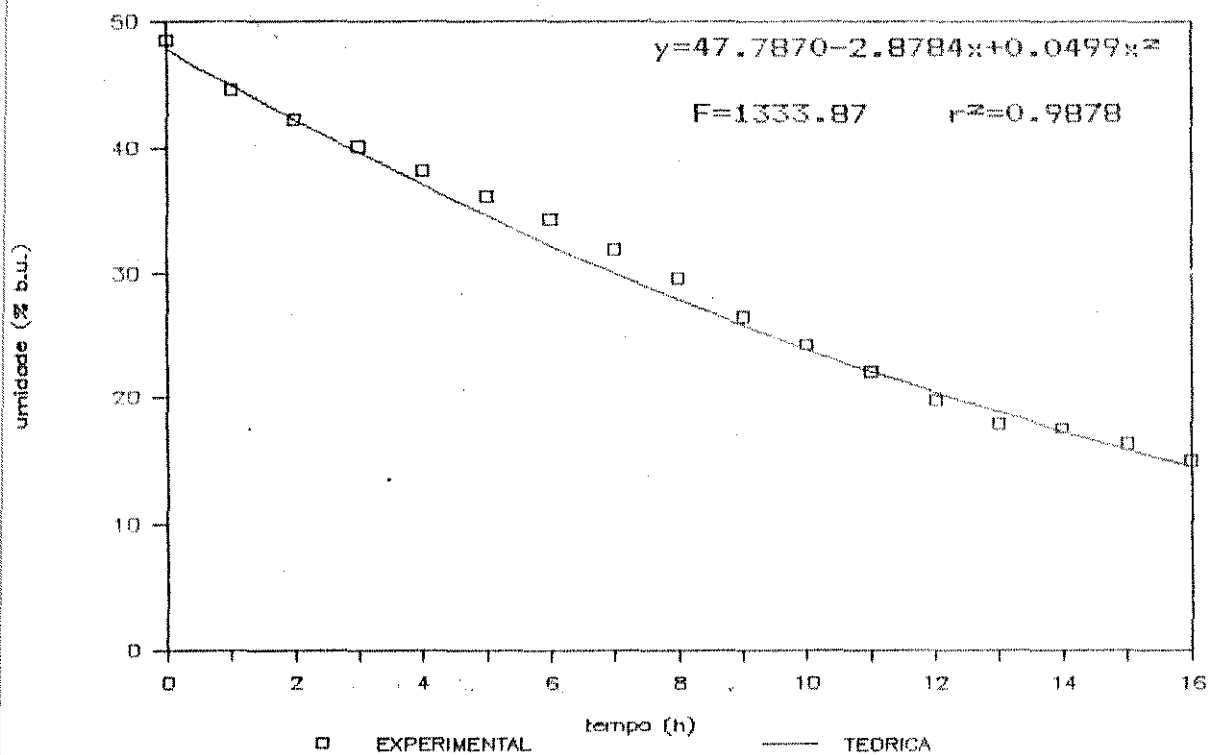


FIGURA 7 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 40°C até 15% de umidade em relação ao tempo.

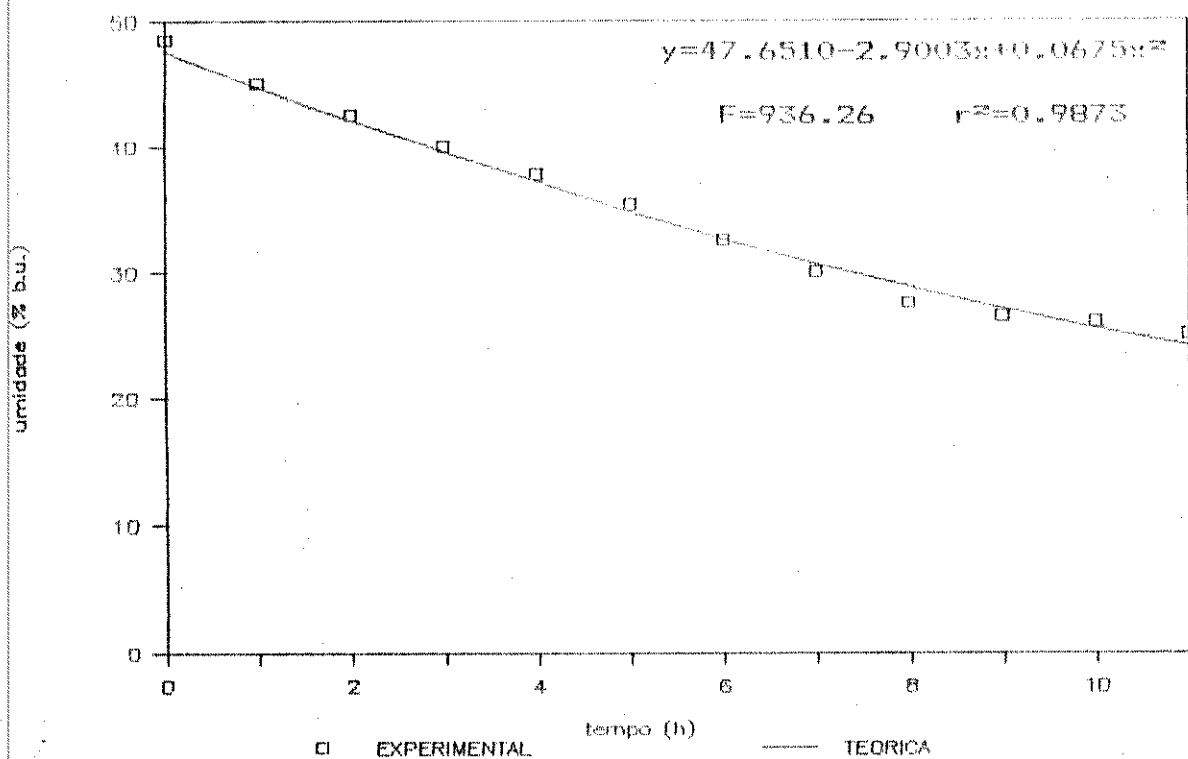


FIGURA 8 — Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 40°C até 25% de umidade em relação ao tempo.

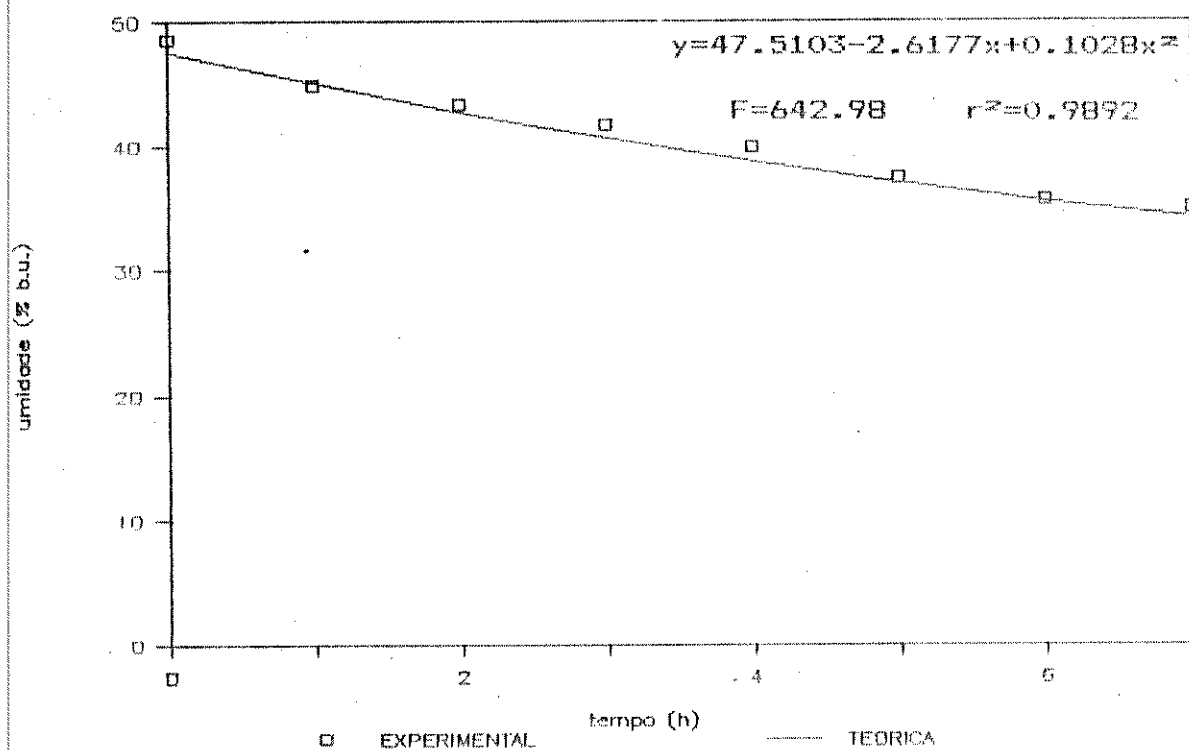


FIGURA 9 — Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 40°C até 35% de umidade em relação ao tempo.

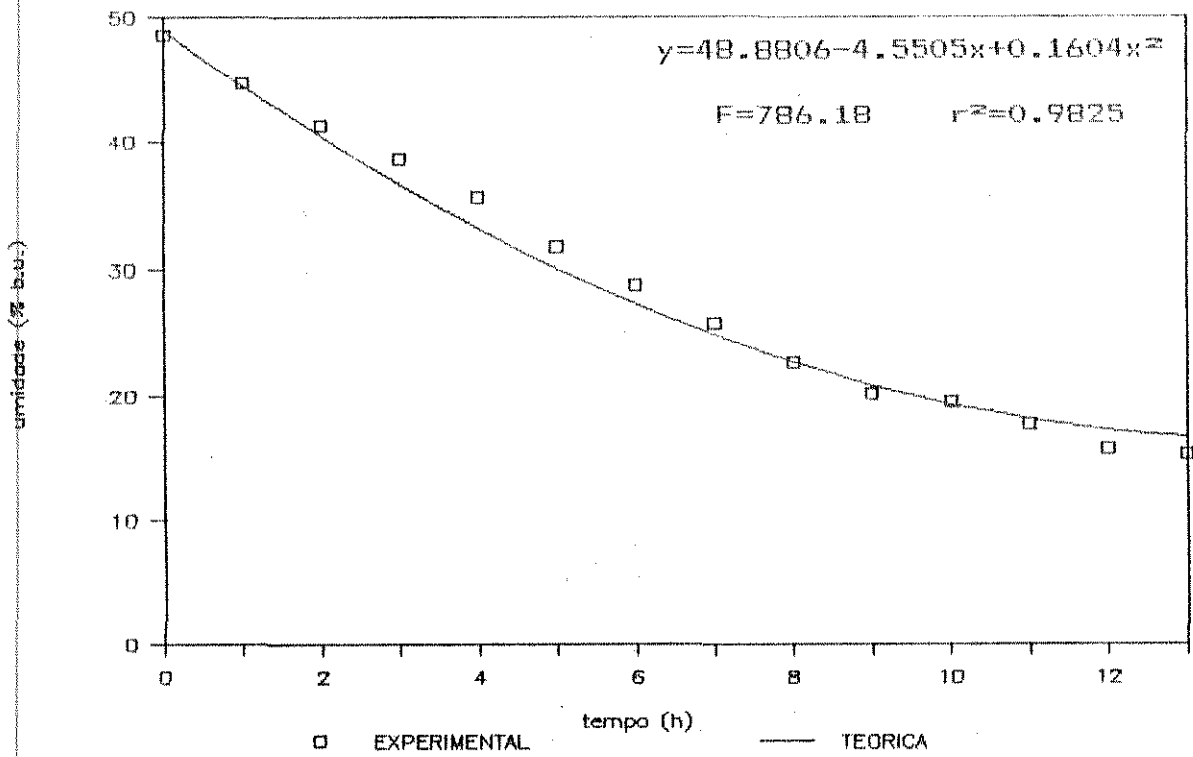


FIGURA 10 – Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 45°C até 15% de umidade em relação ao tempo.

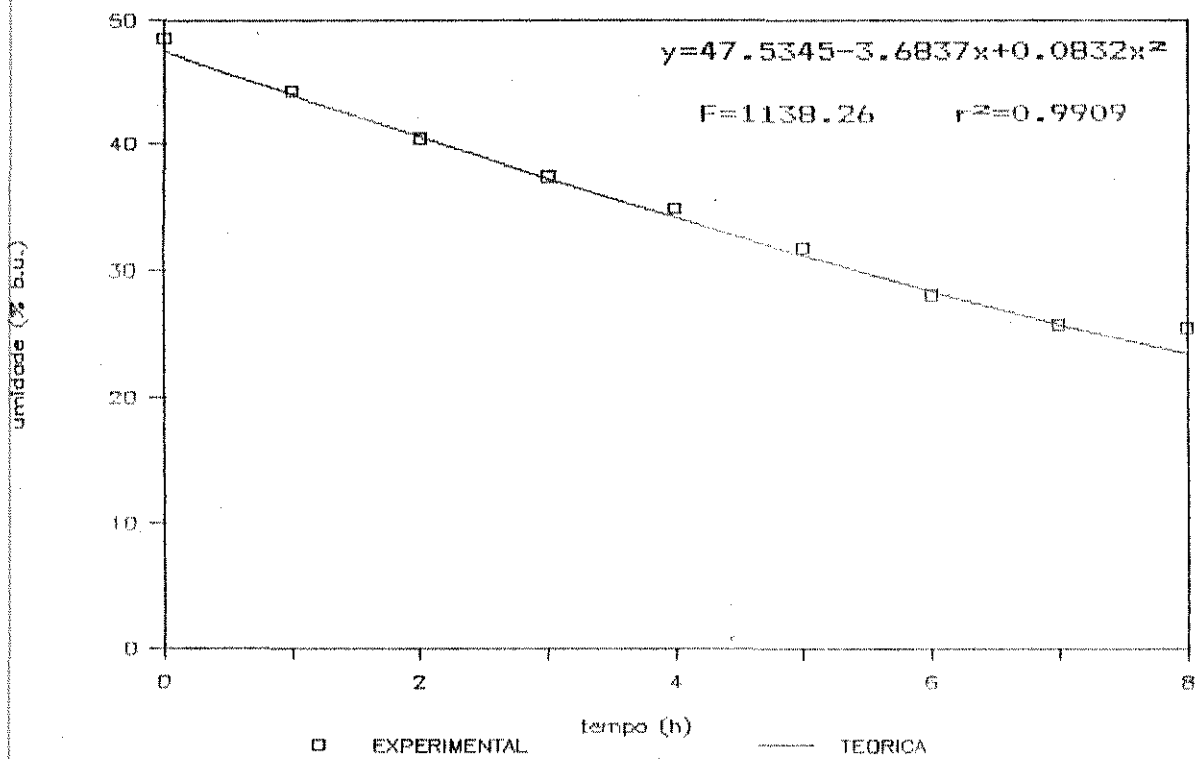


FIGURA 11 – Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 45°C até 25% de umidade em relação ao tempo.

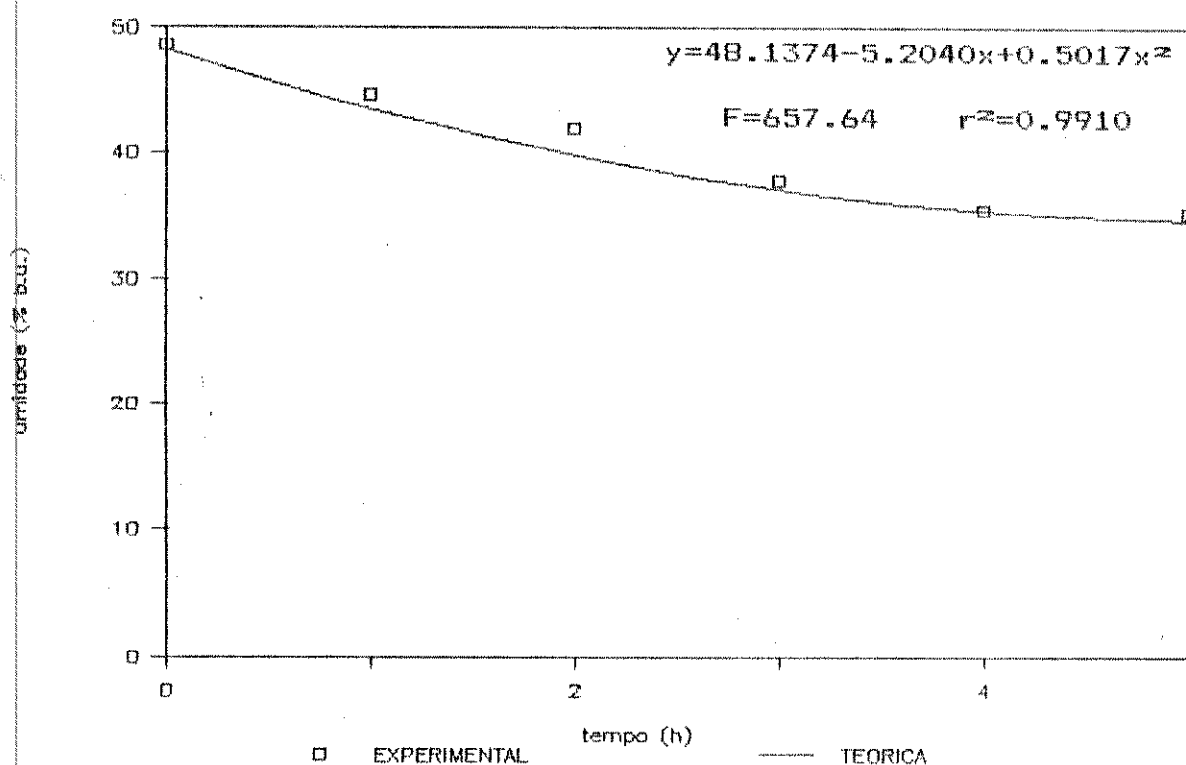


FIGURA 12 - Dados experimentais e curva de secagem artificial, das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, representada por função quadrática à temperatura de 45°C até 35% de umidade em relação ao tempo.

taxa de deslocamento interno da água para a superfície da semente tenha sido igual ou maior do que a taxa de remoção de vapor d'água pelo ar, sendo evaporada apenas a água livre. Após a primeira hora, a secagem apresentou velocidade decrescente, devido à taxa de transporte interno da água ser menor do que a taxa de evaporação; desta forma, a transferência de calor não foi compensada pela transferência de massa e, conseqüentemente, houve aumento da temperatura da semente (HALL, 1980).

4.2. Qualidade das sementes logo após a secagem

As médias de germinação e de vigor das sementes, antes e depois das secagens realizadas pelos processos natural e ar-

tificial até os diferentes graus de umidade finais, são apresentadas nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. Observa-se que, para as sementes secas até 15% de umidade pelos proces-

TABELA 11 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, antes e depois da secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.*

Processo de Secagem	Grau de Umidade	Secagem	
		Antes	Depois
Natural-SOMBRA	15%	95 a	89 b
Natural-SOMBRA	25%	95 a	92 b
Natural-SOMBRA	35%	95 a	94 a
Natural-SOL	15%	95 a	92 a
Natural-SOL	25%	95 a	89 b
Natural-SOL	35%	95 a	95 a
Artificial-35°C	15%	93 a	95 a
Artificial-35°C	25%	96 a	90 b
Artificial-35°C	35%	91 a	93 a
Artificial-40°C	15%	90 a	85 b
Artificial-40°C	25%	96 a	94 a
Artificial-40°C	35%	94 a	91 b
Artificial-45°C	15%	81 a	68 b
Artificial-45°C	25%	96 a	95 b
Artificial-45°C	35%	96 a	94 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste T.

TABELA 12 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, antes e depois da secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.*

Processo de Secagem	Grau de Umidade	Secagem	
		Antes	Depois
Natural-SOMBRA	15%	95 a	92 b
Natural-SOMBRA	25%	95 a	89 b
Natural-SOMBRA	35%	95 a	94 b
Natural-SOL	15%	95 a	92 b
Natural-SOL	25%	95 a	93 a
Natural-SOL	35%	95 a	94 a
Artificial-35°C	15%	95 a	94 b
Artificial-35°C	25%	96 a	95 b
Artificial-35°C	35%	93 a	94 a
Artificial-40°C	15%	96 a	84 b
Artificial-40°C	25%	96 a	91 b
Artificial-40°C	35%	94 a	92 a
Artificial-45°C	15%	91 a	61 b
Artificial-45°C	25%	98 a	92 b
Artificial-45°C	35%	96 a	92 b

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste T.

nos artificiais a 45 e 40°C, houve um decréscimo na germinação e no vigor após a secagem das sementes, sendo este decréscimo mais acentuado para o processo artificial à tempera-

tura de 45°C, que apresentou 68 e 61% para a germinação e o vigor, respectivamente. Este efeito provavelmente foi ocasionado pela associação de uma secagem rápida devido a temperaturas relativamente altas, com uma redução drástica do grau de umidade das sementes de cerca de 48 para 15%, ou seja, houve uma redução de cerca de 33% de umidade em 13 horas.

As Tabelas 13 e 14 mostram, respectivamente, as médias de germinação e de vigor das sementes com diferentes graus de umidade, logo após a secagem através dos diferentes processos. Observa-se que, para 35% de umidade não houve diferença significativa para a germinação e para o vigor entre os processos de secagem. No entanto, para as sementes secas até 15% de umidade, a secagem artificial a 40°C e principalmente a 45°C, provocaram redução na germinação e no vigor das sementes. Estes resultados discordam dos obtidos por ARCILAPULGARIN (1976), que utilizou temperaturas de 40 e 45°C na secagem artificial das sementes de *C. arabica* até atingirem 12-13% de umidade e obteve 95% de germinação. O resultado diferenciado pode ter sido ocasionado pelo uso de outros parâmetros de secagem diferentes, como grau de umidade inicial da semente ou velocidade do ar de secagem, que não foram mencionados no trabalho.

Observa-se ainda, que as sementes secas até 15% de umidade apresentaram germinação e vigor inferiores aos das sementes com 25 e 35% de umidade, quando submetidas à secagem artificial a 40 e 45°C. Nota-se também, que não houve diferença significativa para a germinação e para o vigor entre os

TABELA 13 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, após secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.*

Processo de Secagem	Grau de Umidade		
	15%	25%	35%
Natural-SOMBRA	89 ABa	92 BCa	94 Aa
Natural-SOL	92 Aab	89 Cb	95 Aa
Artificial-35°C	95 Aa	90 Cb	93 Aa
Artificial-40°C	85 Bb	94 ABa	91 Aa
Artificial-45°C	68 Cb	95 Aa	94 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 14 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, após secagem natural e artificial a diferentes graus de umidade e temperaturas distintas.*

Processo de Secagem	Grau de Umidade		
	15%	25%	35%
Natural-SOMBRA	92 Ab	89 Bc	94 Aa
Natural-SOL	92 Aa	93 ABa	94 Aa
Artificial-35°C	94 Aa	95 Aa	94 Aa
Artificial-40°C	84 Bb	91 Bab	92 Aa
Artificial-45°C	61 Cb	92 ABa	92 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

processos de secagem natural à sombra e ao sol, confirmando as observações de BACCHI (1955 e 1956), quando citou que os raios solares não têm influência específica sobre a germinação de sementes; segundo o autor, este efeito é indireto e está relacionado à excessiva desidratação produzida nas sementes, ou seja, abaixo de 8-9% de umidade.

4.3. Qualidade das sementes durante o armazenamento

Os dados médios da umidade relativa e das temperaturas média, máxima e mínima, alcançados durante o período de armazenamento das sementes no armazém do Sistema de Produção de Sementes do IAC, no CEC, encontram-se na Figura 13.

4.3.1. Sementes com aproximadamente 15% de umidade

As Figuras 14 e 15 mostram a variação do grau de umidade das sementes armazenadas durante sete meses nas embalagens de aniagem e de polietileno, respectivamente. Observa-se que a embalagem permeável de aniagem permitiu que as sementes alcançassem a umidade de equilíbrio, em torno de 12-14%, em função das condições de ambiente, a partir do primeiro mês de armazenamento, já que o grau de umidade inicial era bem próximo ao equilíbrio higroscópico. Para as sementes em embalagens impermeáveis de polietileno, o grau de umidade inicial manteve-se em torno de 15%, após sete meses de armazenamento, sendo que as pequenas flutuações no grau de umidade das se-

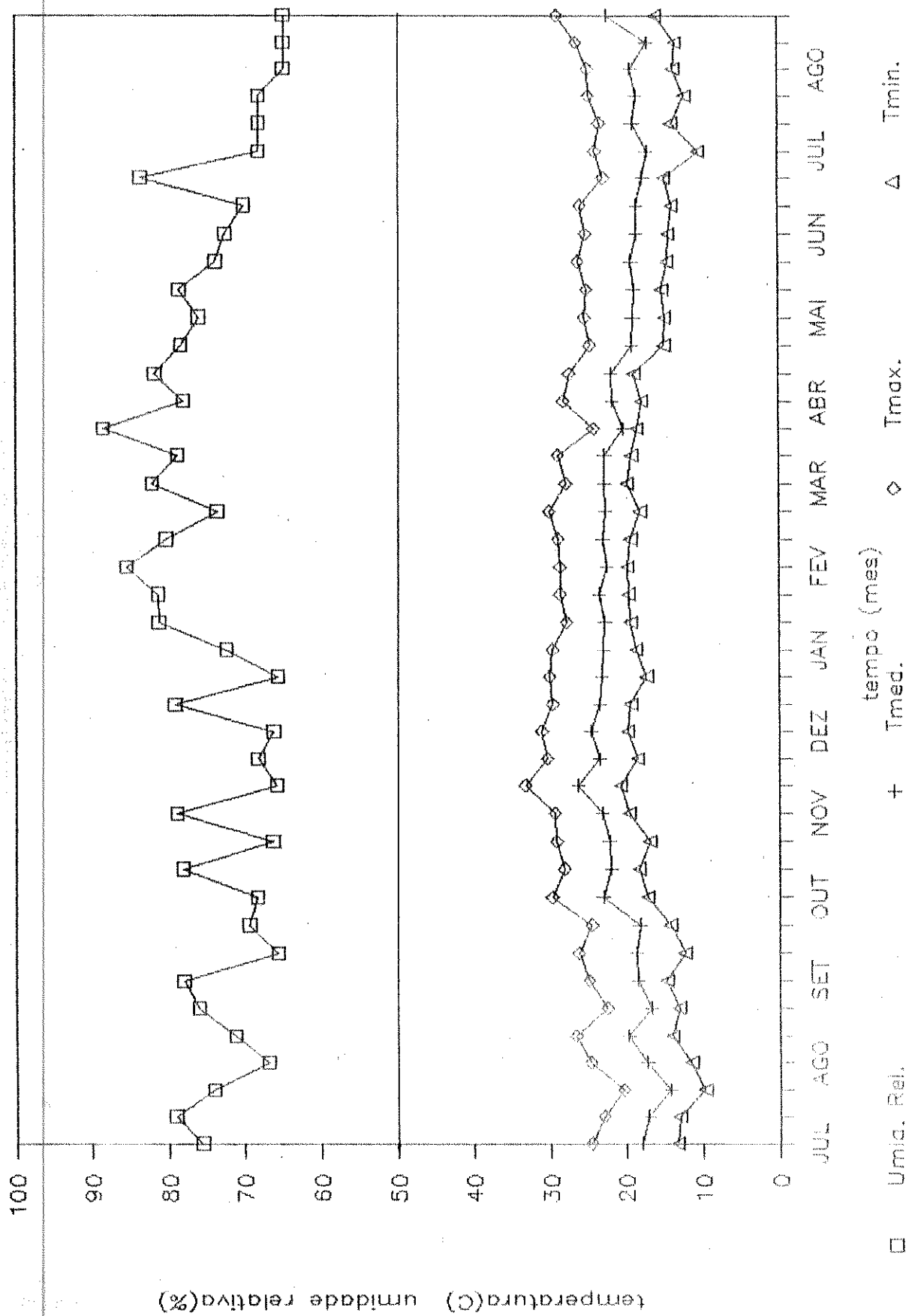


FIGURA 13 - Umidade relativa média e temperaturas média, máxima e mínima do ambiente natural (Campinas-SP) de armazenamento.

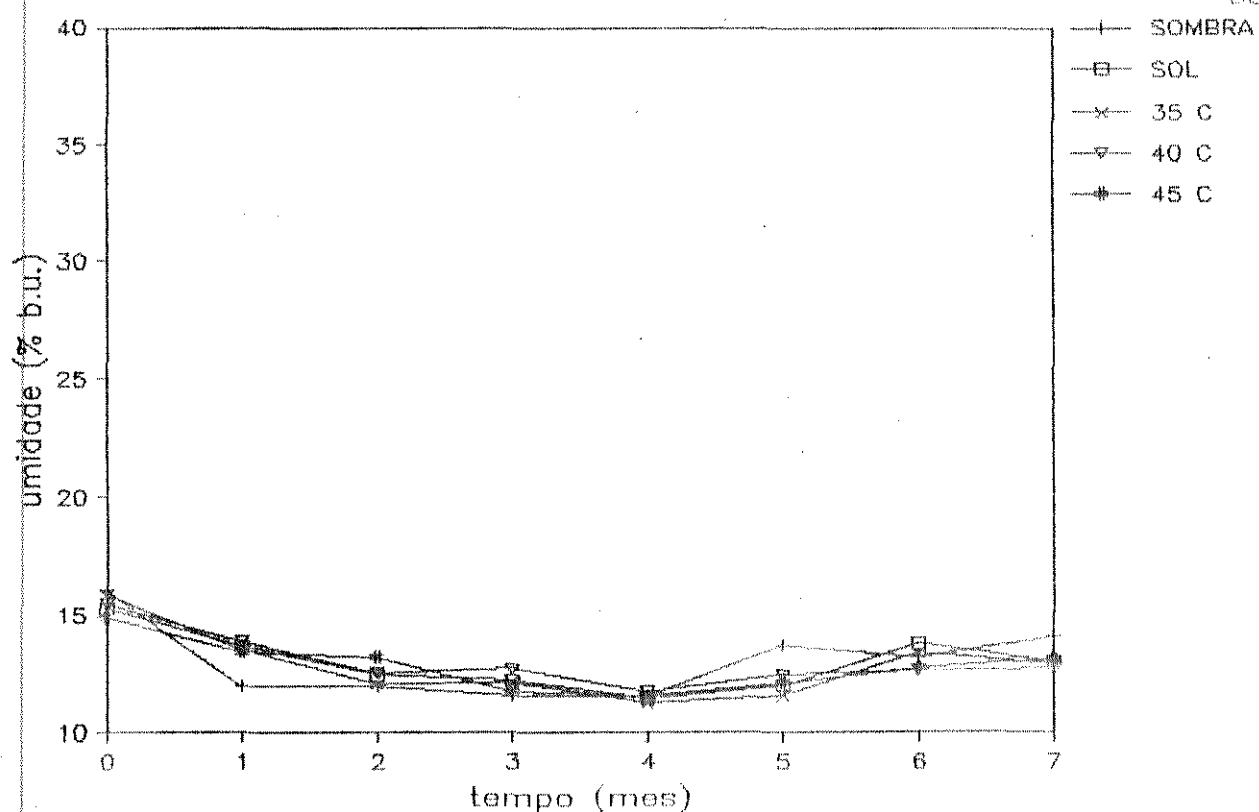


FIGURA 14 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 15% de umidade em embalagem de aniagem durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).

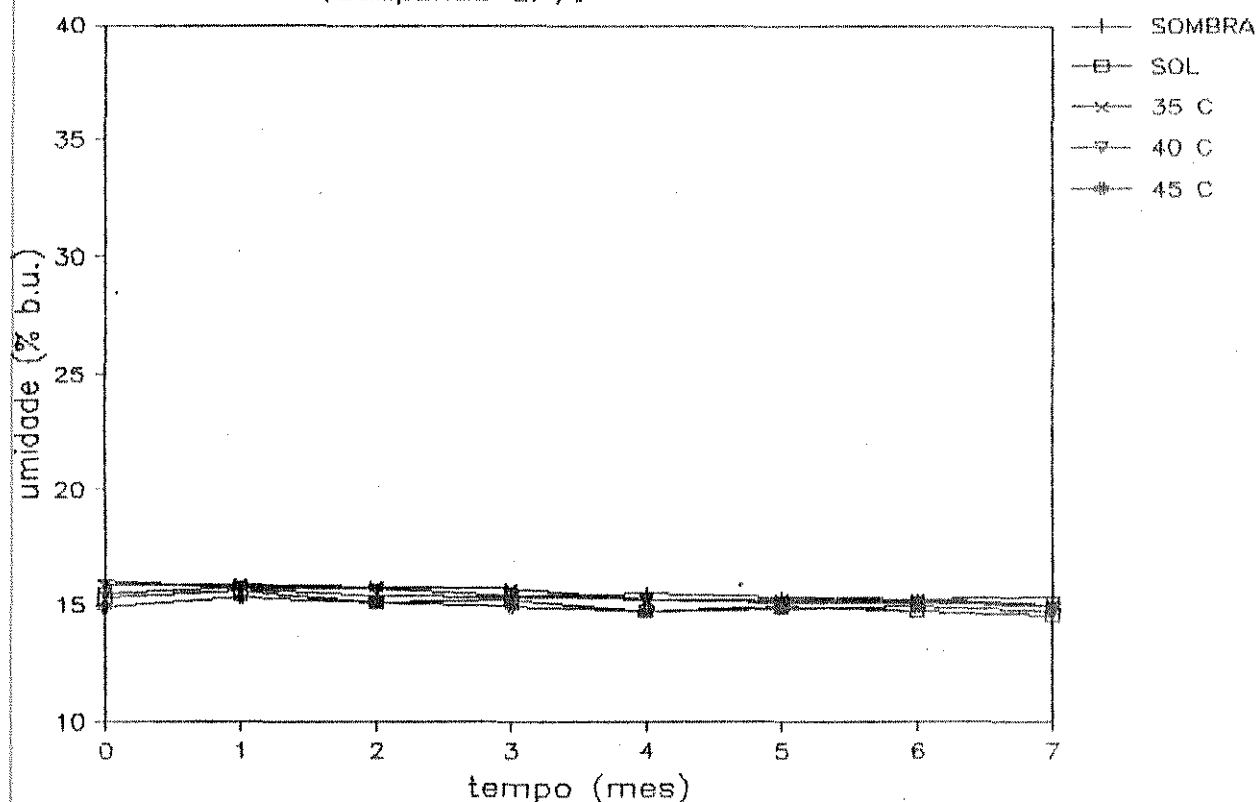


FIGURA 15 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 15% de umidade em embalagem de polietileno durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).

mentos foi devido à baixa taxa de permeabilidade ao vapor d'água do filme de polietileno.

Nas Tabelas 15 e 16 encontram-se, respectivamente, as médias de germinação e de vigor das sementes secas até 15% de umidade através dos cinco processos de secagem e armazenadas em embalagens de aniagem e de polietileno, em condições de ambiente. Observa-se que a germinação (Tabela 15) das sementes secas pelos processos natural ao sol e artificial a 35 e 40°C, armazenadas em sacos de aniagem, apresentaram os melhores resultados, ou seja, 64, 53 e 72%, respectivamente, no terceiro mês; o vigor (Tabela 16) apresentou resultados próximos a estes, 69, 68 e 54%, respectivamente, no segundo mês de armazenamento.

Nota-se ainda (Tabela 15), que a germinação das sementes armazenadas em sacos de polietileno apresentou valores praticamente nulos a partir do quarto mês, com exceção do processo de secagem natural ao sol (21%). Para as sementes armazenadas em sacos de aniagem, os resultados nulos de germinação ocorreram no sexto mês, exceto para o processo de secagem natural à sombra, que atingiu valores nulos no quinto mês; essa mesma tendência foi verificada para o vigor (Tabela 16). No armazenamento de sementes com 15% de umidade em embalagem de polietileno, a queda na germinação e no vigor foi mais abrupta do que no armazenamento em embalagem de aniagem. Estes resultados conflitam com os obtidos por MIRANDA (1987), que obteve germinação de sementes de *C. arabica* cv. Catuai praticamente nula aos seis meses, quando armazenadas em sacos de pano e

TABELA 15 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 15% de umidade e armazenadas em embalagens de anilagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.*

Armaze- namento (meses)	Emba- lagem	Processo de Secagem					
		Natural			Artificial		
		SOMBRA	SOL		35°C	40°C	45°C
0	—	89 ab	92 a		95 a	85 b	68 c
1	AN	74 Bbc	90 Aa		76 Bbc	80 Bb	69 Ac
	PO	85 Aab	88 Ba		82 Ab	86 Aab	72 Ac
2	AN	49 Bb	70 Ba		69 Aa	72 Aa	47 Bb
	PO	58 Ac	88 Aa		72 Ab	65 Bbc	62 Ac
3	AN	27 Ad	64 Aab		53 Ab	72 Aa	39 Ac
	PO	19 Bd	66 Aa		31 Bc	43 Bb	36 Abc
4	AN	22 Ab	33 Aa		35 Aa	35 Aa	17 Ab
	PO	0 Bd	21 Ba		1 Bc	2 Bbc	3 Bb
5	AN	0 Ad	29 Aa		19 Abc	24 Aab	16 Ac
	PO	0 Ab	1 Bab		0 Bb	0 Bb	5 Ba
6	AN	0 Aa	0 Aa		0 Aa	0 Aa	0 Aa
	PO	0 Aa	0 Aa		0 Aa	0 Aa	0 Aa
7	AN	0 Aa	0 Aa		0 Aa	0 Aa	0 Aa
	PO	0 Aa	0 Aa		0 Aa	0 Aa	0 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada mês, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

acima de 48%, quando armazenadas em sacos de polietileno a 13,3% de umidade, em condições de ambiente de Lavras-MG. No entanto, ARAUJO (1988) afirmou que sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo armazenadas em condições de ambiente de Viçosa-MG

TABELA 16 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 15% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.*

Armaze- namento (meses)	Emba- lagem	Processo de Secagem				
		Natural		Artificial		
		SOMBRA	SOL	35°C	40°C	45°C
0	—	92 a	92 a	94 a	84 b	61 c
1	AN	46 Be	76 Bb	66 Bc	81 Aa	58 Ad
	PO	74 Ab	79 Aab	83 Aab	87 Aa	52 Ac
2	AN	24 Ad	69 Ba	68 Aa	54 Ab	38 Ac
	PO	5 Be	80 Aa	70 Ab	60 Ac	39 Ad
3	AN	7 Ad	49 Aa	23 Ac	42 Ab	27 Ac
	PO	0 Be	46 Ba	13 Bc	25 Bb	7 Bd
4	AN	9 Ab	6 Ac	19 Aa	3 Ad	2 Ad
	PO	0 Ba	0 Ba	0 Ba	0 Ba	1 Aa
5	AN	0 Abc	7 Aa	0 Ac	3 Aab	3 Aab
	PO	0 Aa	0 Ba	0 Aa	0 Ba	1 Aa
6	AN	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
	PO	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
7	AN	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
	PO	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada mês, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

e com um grau de umidade próximo ao do equilíbrio higroscópico, ou seja, 15,8 e 13,1%, não apresentaram diferenças entre as embalagens permeável e impermeável.

4.3.2. Sementes com aproximadamente 25% de umidade

As Figuras 16 e 17 mostram a variação do grau de umidade das sementes armazenadas durante sete meses nas embalagens de aniagem e de polietileno, respectivamente. Nota-se que as sementes embaladas em sacos de aniagem atingiram o equilíbrio higroscópico com o ambiente entre o segundo e o terceiro mês, enquanto que em sacos de polietileno o grau de umidade inicial se manteve praticamente inalterado durante o período de sete meses.

Nas Tabelas 17 e 18 encontram-se, respectivamente, as médias de germinação e de vigor das sementes com 25% de umidade, secas através dos cinco processos de secagem e armazenadas em sacos de aniagem e de polietileno, em condições de ambiente. Observa-se que a germinação (Tabela 17) das sementes, armazenadas em sacos de polietileno, até o terceiro mês, apresentou resultados satisfatórios (acima de 76%); o vigor (Tabela 18) também apresentou resultados acima de 76% até o terceiro mês, exceto para o processo de secagem natural à sombra que foi significativamente inferior aos demais (61%). Nota-se, ainda, que apenas o processo de secagem natural ao sol apresentou 72% de germinação e 53% de vigor no quinto mês, contrastando com os outros processos de secagem que, através dos dois testes, mostraram queda acentuada neste período. As sementes com 25% de umidade conservaram-se melhor quando secas pelo processo natural ao sol e acondicionadas em sacos de polietileno. Este resultado concorda com aqueles en-

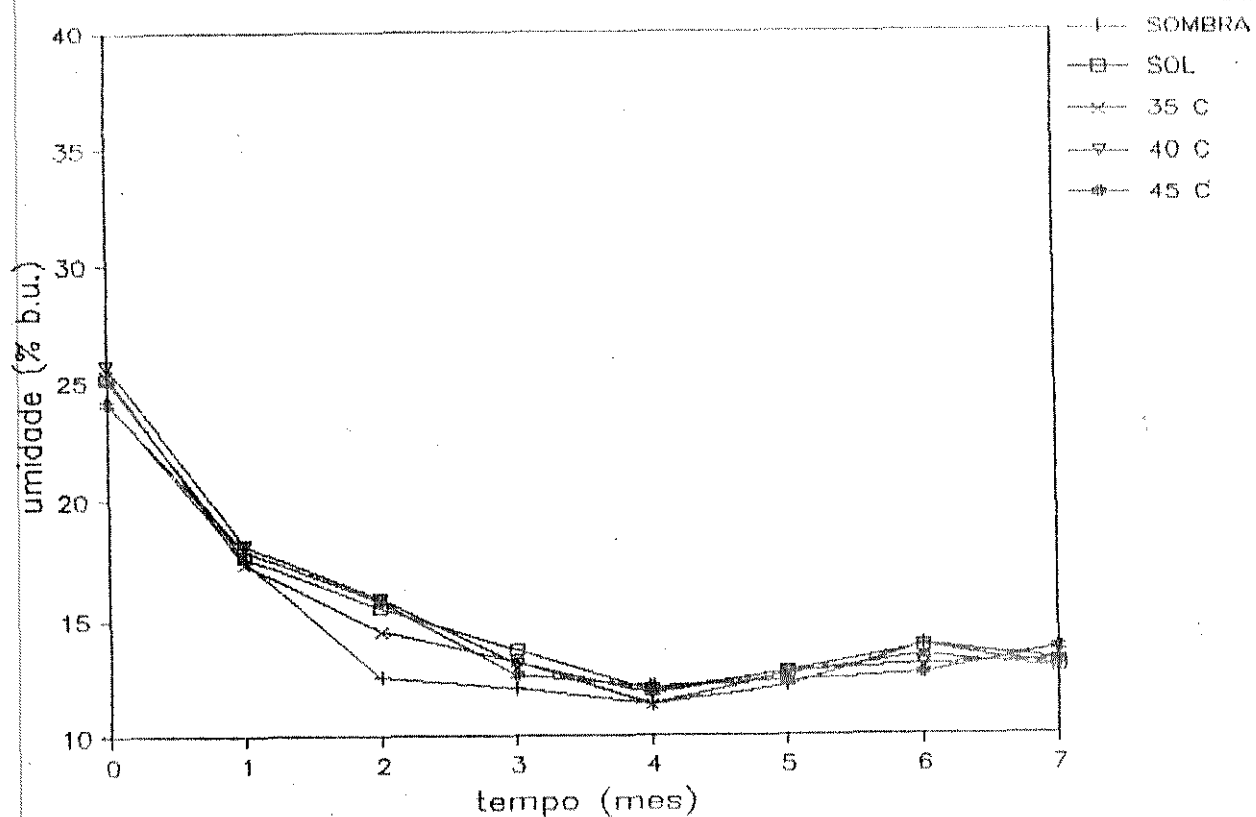


FIGURA 16 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 25% de umidade em embalagem de aniação durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).

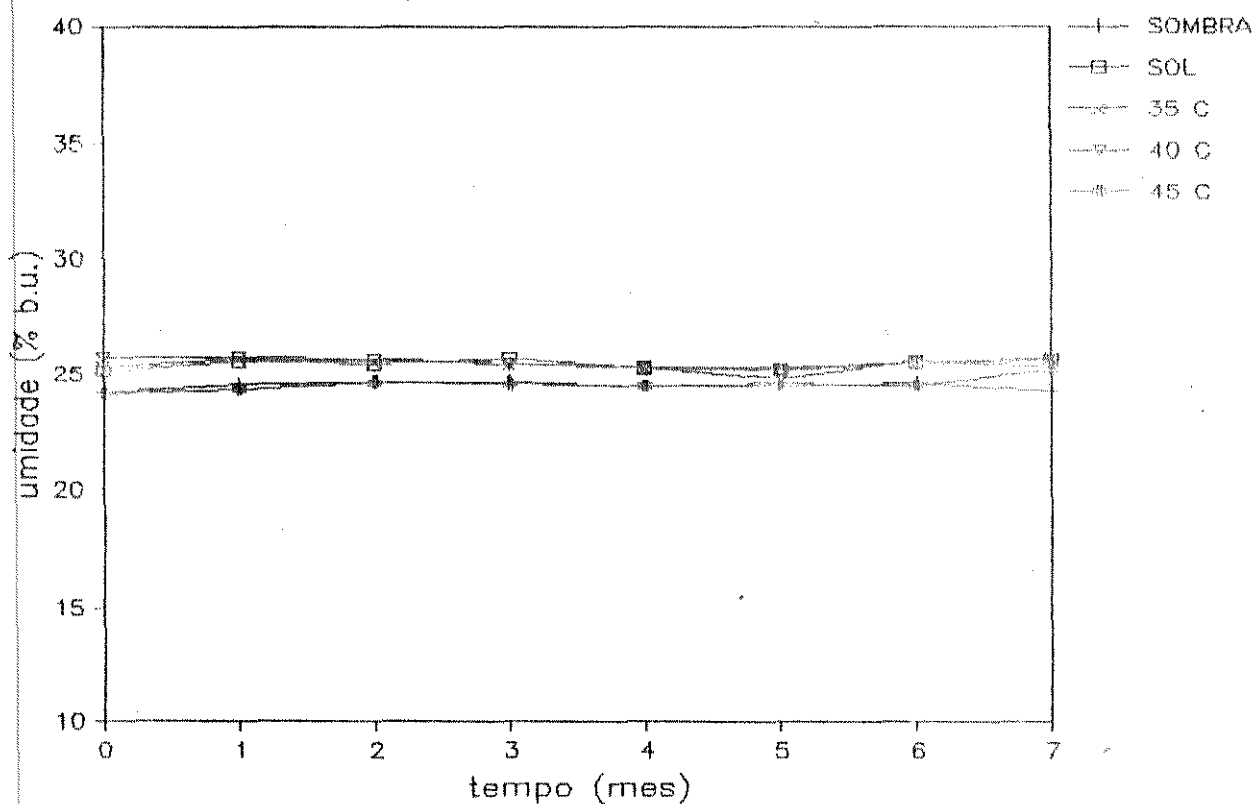


FIGURA 17 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 25% de umidade em embalagem de polietileno durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).

TABELA 17 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 25% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.*

Armaze- namento (meses)	Emba- lagem	Processo de Secagem				
		Natural		Artificial		
		SOMBRA	SOL	35°C	40°C	45°C
0	--	92 bc	89 c	90 c	94 ab	95 a
1	AN	77 Bc	85 Ab	88 Ab	89 Aab	93 Aa
	PO	86 Aa	89 Aa	89 Aa	88 Aa	92 Aa
2	AN	75 Bbc	82 Ba	81 Aa	79 Bab	71 Bc
	PO	87 Aa	89 Aa	82 Ab	85 Aab	81 Ab
3	AN	63 Bc	87 Aa	81 Aab	76 Bb	64 Bc
	PO	76 Ac	88 Aa	85 Aab	87 Aa	79 Abc
4	AN	32 Bc	61 Ba	43 Bb	40 Bb	38 Bb
	PO	47 Ad	72 Aa	50 Acd	56 Abc	62 Ab
5	AN	12 Ad	48 Ba	42 Aa	31 Ab	21 Bc
	PO	3 Bd	72 Aa	35 Bb	27 Ac	37 Ab
6	AN	0 Ac	2 Ab	6 Aa	3 Aab	0 Ac
	PO	0 Aa	0 Aa	0 Ba	0 Ba	0 Aa
7	AN	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
	PO	0 Aa	1 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada mês, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

contrados por BACCHI (1955 e 1956) para *C. arabica*, quando afirmou que os raios solares não apresentaram influência específica sobre a capacidade germinativa das sementes.

TABELA 18 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 25% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.*

Armaze- namento (meses)	Emba- lagem	Processo de Secagem					
		Natural		Artificial			
		SOMBRA	SOL	35°C	40°C	45°C	
0	—	89 b	93 ab	95 a	91 b	92 ab	
1	AN	79 Aa	79 Aa	73 Ba	73 Ba	79 Ba	
	PO	88 Ab	70 Bd	80 Ac	88 Aab	92 Aa	
2	AN	55 Bc	83 Aa	75 Aab	67 Bbc	54 Bc	
	PO	87 Aa	85 Aa	82 Aa	83 Aa	80 Aa	
3	AN	37 Bd	69 Ba	61 Bb	59 Bb	46 Bc	
	PO	61 Ad	88 Aa	79 Abc	83 Aab	76 Ac	
4	AN	10 Bc	23 Bb	41 Aa	10 Bc	11 Bbc	
	PO	32 Ac	59 Aa	48 Ab	32 Ac	43 Ab	
5	AN	8 Ac	27 Ba	23 Bab	1 Bd	16 Bb	
	PO	2 Bd	53 Aa	29 Ab	10 Ac	28 Ab	
6	AN	0 Ab	4 Aa	0 Ab	0 Ab	3 Aa	
	PO	0 Ab	3 Aa	0 Ab	0 Ab	3 Aa	
7	AN	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	
	PO	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada mês, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Para as sementes em sacos de aniagem, os resultados de germinação (Tabela 17) foram satisfatórios até o terceiro mês (63 a 87%), onde os processos de secagem natural à sombra e artificial a 45°C foram significativamente inferiores aos de-

mais, proporcionando, respectivamente, germinação de 63 e 64% e vigor de 37 e 46% (Tabela 18). Nos dois tipos de embalagem, o poder germinativo foi praticamente nulo no quinto mês para as sementes secas à sombra, enquanto que para os demais processos isto ocorreu no mês seguinte.

4.3.3. Sementes com aproximadamente 35% de umidade

As Figuras 18 e 19 mostram a variação do grau de umidade das sementes embaladas com 35% de umidade em sacos de aniagem e de polietileno e armazenadas durante sete e doze meses, respectivamente. Observa-se que as sementes armazenadas em sacos de aniagem apresentaram uma redução do grau de umidade até atingirem o equilíbrio higroscópico com o ambiente entre o terceiro e o quarto mês. Por outro lado, as sementes acondicionadas em sacos de polietileno mantiveram o grau de umidade inicial praticamente inalterado durante o armazenamento; o ligeiro aumento verificado ao longo do experimento provavelmente deveu-se à taxa de respiração das sementes.

Nas Tabelas 19 e 20 encontram-se, respectivamente, as médias de germinação e de vigor das sementes secas até 35% de umidade, através dos cinco processos e armazenadas em embalagens de aniagem e de polietileno, em condições de ambiente. As sementes armazenadas em sacos de aniagem apresentaram germinação inferior a 45% e vigor inferior a 27% no quinto mês, exceto para o processo de secagem artificial a 45°C, que manteve a germinação em 75% e o vigor em 69%, destacando-se dos

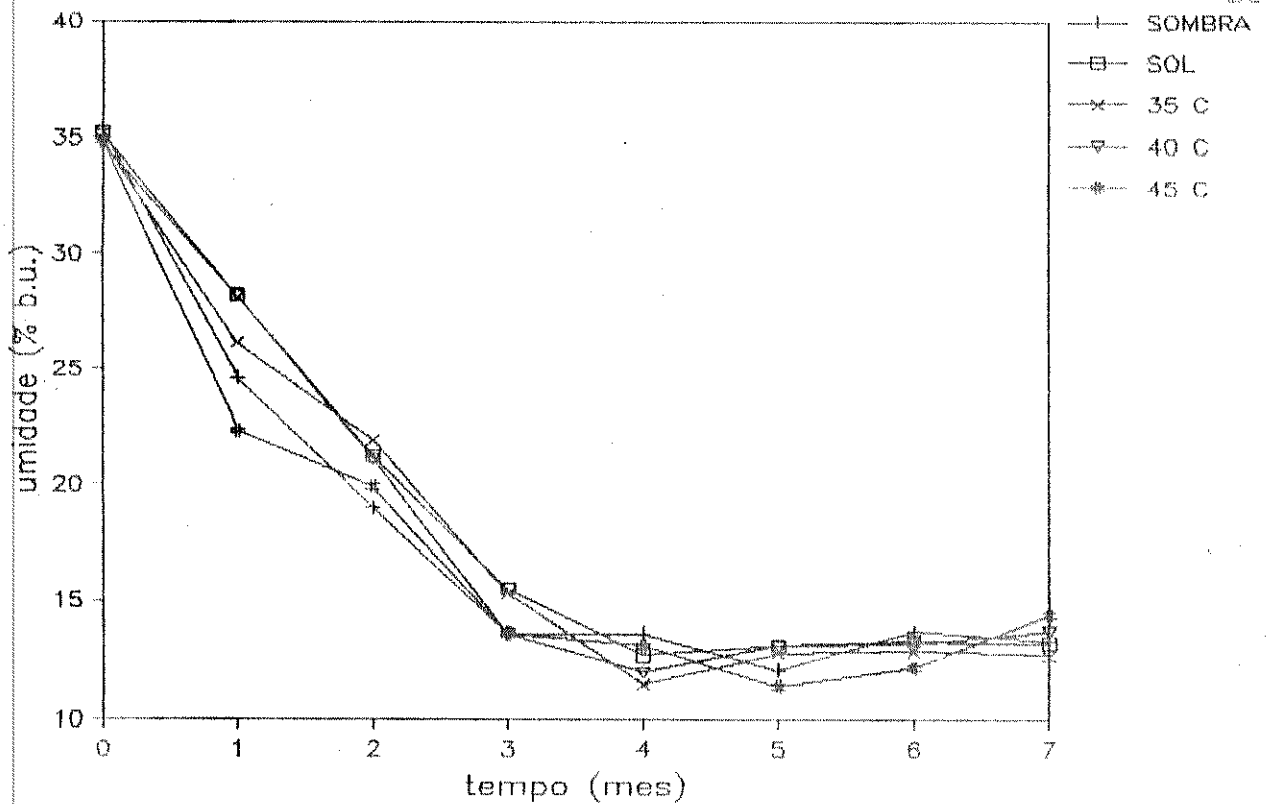


FIGURA 18 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 35% de umidade em embalagem de aniagem durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).

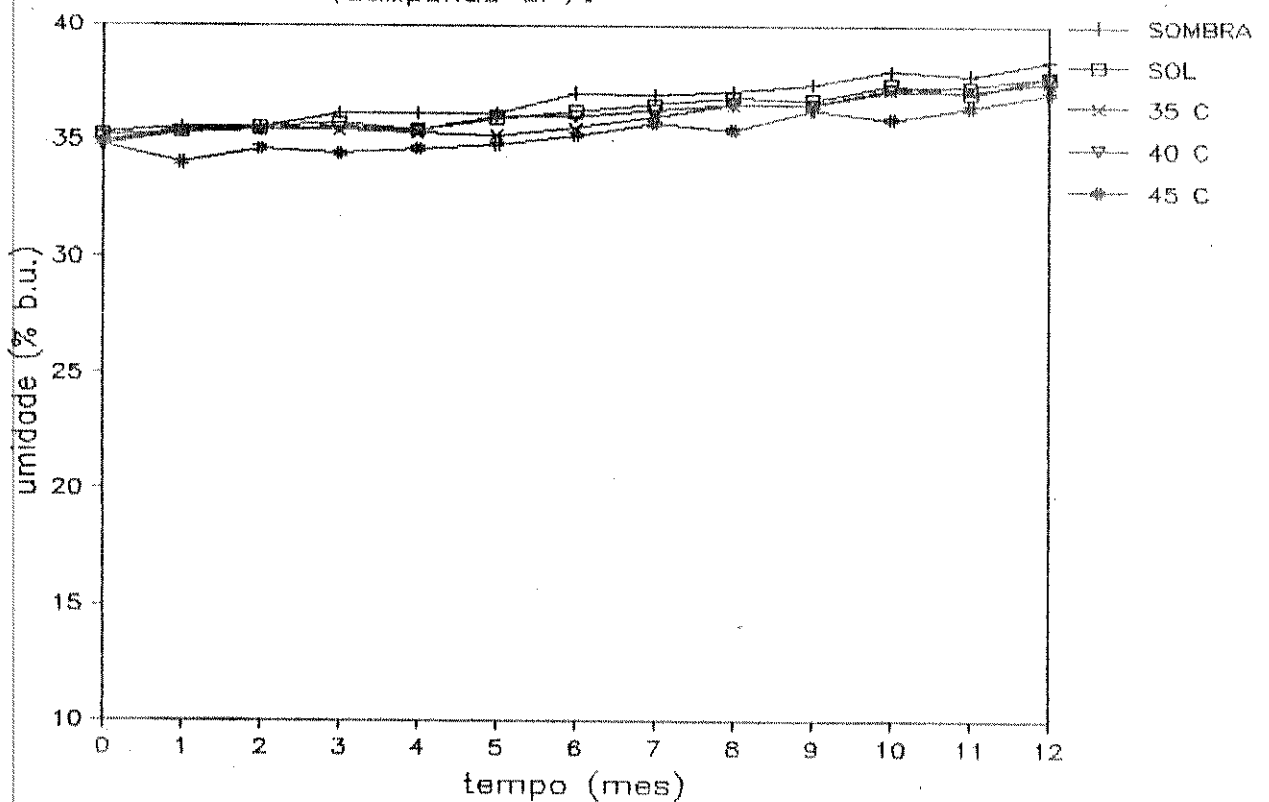


FIGURA 19 - Grau de umidade das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini com 35% de umidade em embalagem de polietileno durante o armazenamento em condições de ambiente (Campinas-SP).

TABELA 19 - Médias de germinação (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 35% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.*

Armaze- namento (meses)	Emba- lagem	Processo de Secagem				
		Natural		Artificial		
		SOMBRA	SOL	35°C	40°C	45°C
0	--	94 a	95 a	93 a	91 a	94 a
1	AN	87 Aa	92 Aa	94 Aa	95 Aa	91 Aa
	PO	94 Aa	89 Ba	89 Ba	95 Aa	91 Aa
2	AN	80 Bc	83 Ab	85 Ba	83 Ab	86 Ba
	PO	92 Aa	84 Ab	91 Aa	84 Ab	91 Aa
3	AN	77 Bc	82 Bb	85 Ba	75 Bcd	73 Bd
	PO	95 Aa	91 Aa	91 Aa	84 Ab	92 Aa
4	AN	74 Ba	55 Bbc	46 Bc	63 Bb	60 Bb
	PO	95 Aa	91 Aa	87 Aa	87 Aa	91 Aa
5	AN	24 Bd	38 Bc	40 Bc	45 Bb	75 Ba
	PO	90 Aa	92 Aa	90 Aa	89 Aa	87 Aa
6	AN	0 Bc	10 Ba	8 Bab	1 Bc	6 Bb
	PO	35 Ac	92 Aa	87 Ab	86 Ab	86 Ab
7	AN	1 Ba	0 Ba	0 Ba	1 Ba	1 Ba
	PO	85 Aa	90 Aa	85 Aa	83 Aa	87 Aa
8	PO	84 a	89 a	86 a	83 a	84 a
9	PO	80 b	82 ab	82 ab	78 b	86 a
10	PO	75 b	81 ab	84 a	77 b	81 ab
11	PO	69 b	73 ab	74 ab	78 a	74 ab
12	PO	59 c	72 a	62 b	72 a	73 a

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada mês, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 20 - Médias de vigor (%) das sementes de *Coffea canephora* cv. Guarini, secas por diferentes processos até 35% de umidade e armazenadas em embalagens de aniagem (AN) e de polietileno (PO) em condições de ambiente.*

Armaze- namento (meses)	Emba- lagem	Processo de Secagem				
		Natural		Artificial		
		SOMBRA	SOL	35°C	40°C	45°C
0	---	94 a	94 a	94 a	92 a	92 a
1	AN	84 Ba	88 Aa	89 Aa	94 Aa	90 Aa
	PO	92 Aab	86 Ab	93 Aab	93 Aab	94 Aa
2	AN	71 Bc	81 Aab	76 Bbc	86 Aa	73 Bc
	PO	92 Aa	83 Ab	89 Aab	86 Aab	89 Aab
3	AN	70 Bb	78 Ba	67 Bb	72 Bab	69 Bb
	PO	92 Aa	90 Aa	91 Aa	88 Aa	92 Aa
4	AN	59 Ba	30 Bb	25 Bb	46 Ba	26 Bb
	PO	92 Aa	87 Aabc	91 Aab	83 Ac	84 Abc
5	AN	6 Bc	1 Bd	27 Bb	4 Bc	69 Ba
	PO	88 Ab	90 Aa	85 Ac	83 Ad	87 Ab
6	AN	0 Bb	8 Ba	9 Ba	1 Bb	6 Ba
	PO	89 Aa	91 Aa	84 Aa	85 Aa	84 Aa
7	AN	0 Ba	0 Ba	0 Ba	0 Ba	0 Ba
	PO	86 Aa	85 Aa	85 Aa	84 Aa	85 Aa
8	PO	79 a	81 a	86 a	81 a	77 a
9	PO	81 ab	79 abc	84 a	74 c	77 bc
10	PO	66 e	78 b	82 a	73 c	68 d
11	PO	58 d	70 b	63 c	70 b	73 a
12	PO	60 b	70 a	63 ab	64 ab	66 ab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada mês, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

demais processos; porém, a partir do sexto mês, todos os processos de secagem apresentaram poder germinativo praticamente nulo. SILVA & DIAS (1985) obtiveram germinação nula de sementes de *C. arabica* cv. Acaiá a partir do sétimo mês de armazenamento em sacos de algodão e em condições de ambiente do laboratório em Londrina-PR; estas sementes, antes de serem embaladas, foram secas à sombra até atingirem o equilíbrio higroscópico, enquanto no presente experimento elas foram armazenadas em sacos de aniagem e alcançaram o equilíbrio higroscópico durante o armazenamento. ARAUJO (1988) conservou sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo por mais tempo, ou seja, nove meses com germinação acima de 80%, quando as armazenou com umidade inicial de 48,3% em sacos de algodão e em condições de laboratório em Viçosa-MG.

A embalagem de polietileno proporcionou melhores resultados do que a de aniagem, conservando as sementes até o 12º mês com 59 a 73% de germinação (Tabela 19) e 60 a 70% de vigor (Tabela 20). VASCONCELOS (1991) também obteve os melhores resultados com sementes de *C. arabica* cv. Catuai Vermelho armazenadas em sacos de polietileno com 35% de umidade, porém conservando a germinação acima de 50% e o vigor acima de 48% até o nono mês de armazenamento. Observando-se ainda as Tabelas 19 e 20, nota-se que, de uma forma geral, os processos de secagem se equivaleram, havendo apenas uma tendência do processo natural à sombra apresentar menor viabilidade do que os demais. Estes resultados conflitam com os obtidos por MIRANDA (1987), que encontrou germinação nula, após nove

meses de armazenamento em condições de ambiente de Lavras-MG, ao utilizar sementes de *C. arabica* cv. Catuai com 36,3% de umidade acondicionadas em sacos de polietileno transparente, afirmando que a luz provocou a perda acentuada da viabilidade e reações de escurecimento das reservas do tegumento, fato que não foi observado no presente experimento.

4.4. Discussão geral

As curvas de secagem artificial foram obtidas separadamente para cada temperatura utilizada e para cada grau de umidade final, porque a secagem foi realizada sucessivamente para cada um destes tratamentos, enquanto as curvas de secagem natural, à sombra e ao sol, foram determinadas conjuntamente para os três graus de umidade finais, pois a secagem foi efetuada simultaneamente para estes tratamentos.

Nas Figuras 14 a 19, as quais mostram a variação do grau de umidade durante o armazenamento das sementes secas até 15, 25 e 35% de umidade nas embalagens de aniagem e de polietileno, verifica-se, principalmente para a embalagem de aniagem, que os pontos não coincidentes no mesmo mês, representam que os cinco tratamentos de secagem não foram amostrados no mesmo dia, mas no mesmo período, a partir do término de cada processo de secagem.

As sementes com 35% de umidade armazenadas em sacos de polietileno apresentaram as maiores médias de germinação e de vigor, mantendo a viabilidade por um período maior do que as

sementes embaladas em sacos de aniagem e também, do que as sementes com 25 e 15% de umidade armazenadas em sacos de polietileno ou de aniagem. GONZALEZ (1973) obteve resultados semelhantes, observando que sementes de *C. arabica* cv. Bourbon e cv. Pacas, armazenadas com 35% de umidade em sacos de polietileno e em condições de ambiente em Santa Tecla (El Salvador), mantiveram o poder germinativo acima de 96% após dez meses e meio, enquanto as sementes com 25 e 15% de umidade permaneceram viáveis por cerca de oito e cinco meses, respectivamente. SILVA & DIAS (1985) também destacaram o intervalo de 32,5 a 37,5% de umidade das sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo embaladas em sacos de polietileno, por apresentar menor perda da qualidade fisiológica das sementes durante onze meses de armazenamento em condições de ambiente de Londrina-PR. DIAS & BARROS (1991) observaram que a embalagem de polietileno foi eficiente por conservar a germinação de sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo em 60%, após 12 meses de armazenamento em condições de ambiente de Londrina-PR, mantendo a umidade inicial de 37%.

No transcorrer do experimento, alguns resultados não coerentes foram observados, como: a germinação das sementes antes da secagem artificial a 45°C até 15% de umidade (Tabela 11); a germinação das sementes secas pelo processo natural à sombra, no sexto mês de armazenamento em embalagem de polietileno (Tabela 19); o vigor das sementes secas pelo processo artificial a 45°C, no quarto mês de armazenamento em embalagem de aniagem (Tabela 20). Isto foi ocasionado por um desba-

lanço na umidade do substrato (excesso de água), o que provocou uma maior infecção, encobrendo desta forma, a real viabilidade das sementes. Tais ocorrências isoladas, no entanto, não chegaram a prejudicar as conclusões do trabalho, uma vez que diante dos resultados obtidos nos meses subsequentes, as verdadeiras tendências ficaram evidenciadas.

5. CONCLUSÕES

- A qualidade fisiológica das sementes foi melhor preservada quando armazenadas com 35% de umidade em sacos de polietileno, independente do processo de secagem.
- A qualidade das sementes, após a secagem e durante o armazenamento, foi mais influenciada pelo grau de umidade do que pelos processos de secagem.
- As temperaturas de secagem de 40 e 45°C provocaram uma redução imediata da qualidade fisiológica das sementes secas até 15% de umidade.
- A secagem natural ao sol não provocou efeito deletério na qualidade fisiológica das sementes, comparando-se aos demais processos de secagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H.V.; CRUZ, A.R.; DIAS, R.M.; BUTIERREZ, L.E.; TEIXEIRA, A.A.; MELLO, M.; OLIVEIRA, G.D. de. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5, Guarapari, 1977. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café/GERCA, 1977. p.15-8.

ARAÚJO, R.F. Influência do teor de umidade, da embalagem e do ambiente de armazenamento na conservação de sementes de café (Coffea arabica L.). Viçosa, 1988. 56p. (Dissertação - Universidade Federal de Viçosa).

ARCILA-PULGARIN, J. Influencia de la temperatura de secado en la germinacion de las semillas de cafe. Cenicafé, Caldas, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 27(2):89-91, abr./jun., 1976. (Nota técnica).

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. Zurich, 1983. 88p. (Handbook on Seed testing. Contrib., 32).

BACCHI, D. Seca da semente de café ao sol. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônomo, 14(22):225-36, nov., 1955.

BACCHI, D. Novos ensaios sobre a seca da semente de café ao sol. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônomo, 15(8):83-91, maio, 1956.

BACCHI, D. Estudos sobre a conservação de sementes - café. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônomo, 17(20):261-70, dez., 1958.

BACCHI, O. Equilíbrio higroscópico das sementes de café, fumo e várias hortaliças. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônomo, 18(15):225-32, out., 1959.

BENDANA, F.E. Fisiologia de las semillas de cafe; problemas relativos al almacenamiento. Café, Turrialba, Servicios Tecnicos de Café y Cacao, 4(15):93-6, oct./dic., 1962a.

BENDANA, F.E. Fisiologia de las semillas de cafe; factores que retardan la germinacion: el pergamino. Café, Turrialba, Servicios Tecnicos de Café y Cacao, 4(15):97-100, oct./dic., 1962b.

BOUHARMONT, P. La conservation des graines de caféier destinées a la multiplication au Cameroun. Café Cacao Thé, Paris, Institut Français du Café, du Cacao et Autres Plantes Stimulantes, 15(3):202-10, juil./sept., 1971.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, 1980. 188p.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Drying cereal grains. Westport, The AVI Publishing, 1974. 265p.

CARELLI, M.L.C. & MONACO, L.C. Conservação de sementes de café Racemosa. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônomo, 36:31-4, ago., 1977. (Nota, 8).

CARVALHO, M.M. de & ALVARENGA, G. Determinação do estágio de desenvolvimento mínimo do fruto do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), para germinação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, 1979. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café/GERCA, 1979. p.118-9.

CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2.ed., Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.

CASTRO, F.S. de. Escogencia y tratamiento de la semilla de café. Agricultura Tropical, Bogotá, Organo de la Asociación Colombiana de Ingenieros Agronomos, 16(11):715-24, nov., 1960.

CAVARIANI, C. & BAUDET, L.M.L. Secagem de sementes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(91):44-9, 1982.

CHIN, H.F. Production and storage of recalcitrant seeds in the tropics. Acta Horticulturae, The Hague, International Society for Horticultural Science, 83:17-21, Apr., 1979.

COUTURON, E. Le maintien de la viabilité des graines de caféiers par le contrôle de leur teneur en eau et de la température de stockage. Café Cacao Thé, Paris, Institut Français du Café, du Cacao et Autres Plantes Stimulantes, 24(1):27-32, jan./mars, 1980.

DALPASQUALE, V.A.; QUEIROZ, D.M. de; PEREIRA, J.A.M.; SINICIO, R. Secagem de grãos em altas temperaturas. Viçosa, CENTREINAR, 1987. 47p.

DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, Zurich, International Seed Testing Association, 1:427-52, 1973.

DIAS, M.C.L. de L. & BARROS, A.S. do R. Embalagens para conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.). Informativo ABRATES, Brasília, Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1(4):20, set., 1991.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? Journal of Experimental Botany, Oxford, Society for Experimental Biology, 41(230):1167-74, Sept., 1990.

FAZUOLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: REINA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.87-113.

FAZUOLI, L.C. & LORDELLO, R.R.A. Fontes de resistência em espécies de cafeeiros ao nematóide *Heloidogyne exigua*. Publicação da Sociedade Brasileira de Nematologia, 2:197-9, 1977.

FAZUOLI, L.C.; COSTA, W.M. da; FERNANDES, J.A.R. Variabilidade de na resistência de linhagens de *Coffea canephora* em relação a uma população do nematóide *Meloidogyne incognita* em condições de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café/GERCA, 1983. p.115-6.

FILANI, G.A. Chemical treatment of coffee seeds in relation to germination, emergence and control of seed-borne fungi. Turrialba, Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 22(1):40-6, ene./mar., 1972.

FRANCO, C.M. Fisiologia do cafeeiro. In: KRUG, C.A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, F.R.P.; DIAS, R.A.; CARVALHO, A.; HONACCO, L.C.; FRANCO, C.M.; BERGAMIN, J.; ABRAHÃO, J.; RIGITANO, A.; SOUZA, O.F. de; FAVA, J.F.M. Cultura e adubação do cafeeiro. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1963. p.59-76.

GONZALEZ, J.A. Germinacion de la semilla de *Coffea arabica* variedades Bourbon y Pacas almacenada en polietileno a distintas humedades. Boletín Informativo del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, Santa Tecla, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, (28):1-24, feb., 1973.

HALL, C.W. Drying and storage of agricultural crops. Westport, The AVI Publishing, 1980. 382p.

HUMBERTO, A.V. & GOLDBACH, H. Storage of coffee (*Coffea arabica* L.) seed. Journal of Seed Technology, Association of Official Seed Analysts, 5(2):7-13, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Diretoria de Produção. Cultura de café no Brasil: pequeno manual de recomendações. 1. ed., Rio de Janeiro, 1986. 215p.

KREYGER, J. Practical observations on the drying of seed. Seed Science and Technology, Zurich, International Seed Testing Association, 1:645-70, 1973.

LASSERAN, J.C. Princípios gerais de secagem. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, CENTREINAR, 3(3):17-46, 1978.

LASSERAN, J.C. Características técnicas dos secadores. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, CENTREINAR, 4(1):4-14, 1979.

MACEDO, J.C. da C. Preparação da semente de café por fermentação e por exposição ao sol. Revista do Café Português, Lisboa, Junta de Exportação do Café, 4(13):34-46, mar., 1957.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.

MATIELLO, J.B. Robusta no Brasil: cresce a produção baixam os preços. Revista do Comércio de Café, Rio de Janeiro, Centro do Comércio de Café, (769):23-4, ago., 1990.

MIGLIORANZA, E. Conservação de semente de café (Coffea arabica L. cv. Catuai) com diferentes teores de umidade, armazenadas em embalagens hermeticamente fechadas. Piracicaba, 1982. 60p. (Dissertação - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP).

MIRANDA, J.M. Estudo de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café (Coffea arabica L. cv. Catuai). Lavras, 1987. 60p. (Dissertação - Escola Superior de Agricultura de Lavras).

MIRANDA, J.M.; VALIAS, E.P.; SILVA, R.F. da. Estudo sobre a conservação da viabilidade de sementes de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1984. p.160-2.

NELLIST, M.E. & HUGUES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. Seed Science and Technology, Zurich, International Seed Testing Association, 1(3):613-43, 1973.

- OSEI-BONSU, K.; OPOKU-AMEYAW, K.; AMOAH, F.M.; ACHEAMPONG, K. Effect of ripening and processing on coffee (*Coffea canephora*) seed germination. Café Cacao Thé, Paris, Institut de Recherches du Café, du Cacao et Autres Plantes Stimulantes/ASIC, 33(4):219-22, oct./dec., 1989a.
- OSEI-BONSU, K.; AMPOFO, S.T.; AMOAH, F.M. The effects of some pre-treatments on coffee (*Coffea canephora*) seed germination. Café Cacao Thé, Paris, Institut de Recherches du Café, du Cacao et Autres Plantes Stimulantes/ASIC, 33(4):223-8, oct./dec., 1989b.
- PARE, F.J. Fundamentos de secagem. In: CURSO DE APERFEIÇOAMENTO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Campinas, 1988. Apostila. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1988. 26p.
- PAULINO, A.J.; MATIELLO, J.B.; PAULINI, A.E.; BRAGANÇA, J.B. Cultura do café Conilon; instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café/DIPRO, 1987. 43p.
- PESKE, S.T. & BAUDET, L.M.L. Considerações sobre secagem de sementes. Viçosa, CENTREINAR, 1980. 19p.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2.ed., Brasília, 1985. 289p.
- PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 604p.
- QUEIROZ, D.M. de & PEREIRA, J.A.M. Secagem de grãos em baixas temperaturas. Viçosa, CENTREINAR, 1987. 50p.
- RAMOS, L.C. da S. & LIMA, M.M.A. de. Avaliação da superfície relativa do sistema radicular de cafeeiros. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônômico, 39(1):1-5, jan., 1980.
- RAMOS, L.C. da S.; LIMA, M.M.A. de; CARVALHO, A. Crescimento do sistema radicular e da parte aérea em plantas jovens de cafeeiros. Bragantia, Campinas, Instituto Agrônômico, 41(9):93-9, maio, 1982.

- RENA, A.B. & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.13-85.
- ROCKLAND, L.B. Water activity and storage stability. Food Technology, Chicago, 23:1241-51, 1969.
- RODRIGUEZ, S.J. Semilleros y viveros de cafe. Revista de Agricultura de Puerto Rico, San Juan, Departamento de Agricultura, 44(2):98-102, jul./dic., 1965.
- SIERRA-GARZON, F.; FERNANDEZ-QUINTERO, A.; ROA-MEJIA, G.; ARCILA-PULGARIN, J. Evaluación de la perdida de calidad de la semilla de café durante su beneficio. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, 13, Paipa, 1989. 13^{ma} Colloque scientifique international sur le café. Paris, Association Scientifique Internationale du Café, 1989. p.262-71.
- SILVA, W.R. da & DIAS, M.C.L. de L. Interferência do teor de umidade das sementes de café na manutenção de sua qualidade fisiológica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 20(5): :551-60, maio, 1985.
- TOLEDO, F.F. de & MARCOS FILHO, J. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- VALID, I.F.M. Germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). Journal of Experimental Botany, Oxford, Society for Experimental Biology, 27(100):983-91, Oct., 1976.
- VASCONCELOS, L.M. Efeito de diversos métodos de secagem na conservação de sementes de café (Coffea arabica) cv. Catuai Vermelho acondicionadas em dois tipos de embalagem. Campinas, 1991. 74p. (Dissertação - Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP).
- VILLA, L.G. & ROA, G. Secagem e armazenamento da soja industrial e sementes a granel. Campinas, Fundação Cargill, 1979. 64p.

VILLELA, F.A. Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho. Piracicaba, 1991. 104p. (Tese - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP).

VOSSEN, H.A.M. van der. Methods of preserving the viability of coffee seed in storage. Seed Science and Technology, Zurich, International Seed Testing Association, 7:65-74, 1979.

7. ABSTRACT

Seeds of coffee (*Coffea canephora* cv. Guarini) dried at three different moisture contents, through five drying processes and packed in two packing bags were monthly tested for germination, vigor (accelerated aging) and moisture content during 12 months. The fruit were harvested on the cherry stage and mechanically pulped and after natural fermentation the seeds were washed and not pulped fruits, rinds and visible deteriorated seeds were manually eliminated. The seeds were then expurgated for 72 hours with Fosfina. The drying processes were performed throughout natural method, under shadow and under sunlight, and artificially at the temperatures of 35, 40 and 45°C to reach the final seed moisture content of 15, 25 and 35% (wet basis). The seeds were then packed in cloth bags and in the plastic bags (49,50µm thick) and stored under non controlled condition (temperature and relative humidity) in Campinas-SF. The best results were achieved with seeds dried at 35% seed moisture content and packed in plastic bags when the seed germination and the seed vigor presented, respectively, 59-

-73% and 60-70%, after 12 months, at any drying process. The results showed that seed moisture content had a more pronounced effect than drying processes on the physiological quality of the stored seeds. It was also observed that the drying temperatures of 40 and 45°C caused an immediate reduction on the germination and on the vigor when the seeds were dried at 15% moisture content. The natural process of drying under sunlight didn't provoke deleterious effect on the physiological quality of seeds.

APENDICE

APENDICE 1 - Regressão polinomial do 2º grau dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.

Processo de Secagem	Coef. de Determinação (r^2)	Valor de F	Equação de Regressão
SOMBRA	0.9827	1305.92**	$y=49.4304-0.9958x+0.0043x^2$
SOL	0.9732	562.71**	$y=46.7330-1.8067x-0.0136x^2$
35°C-15%	0.9790	1374.65**	$y=47.6416-1.7614x+0.0155x^2$
35°C-25%	0.9762	839.92**	$y=47.1462-1.7592x+0.0253x^2$
35°C-35%	0.9840	707.97**	$y=47.2989-2.1917x+0.0863x^2$
40°C-15%	0.9878	1333.87**	$y=47.7870-2.8784x+0.0499x^2$
40°C-25%	0.9873	936.26**	$y=47.6510-2.9003x+0.0675x^2$
40°C-35%	0.9892	642.98**	$y=47.5103-2.6177x+0.1028x^2$
45°C-15%	0.9825	786.18**	$y=48.8806-4.5505x+0.1604x^2$
45°C-25%	0.9909	1138.26**	$y=47.5345-3.6837x+0.0832x^2$
45°C-35%	0.9910	657.64**	$y=48.1374-5.2040x+0.5017x^2$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

APENDICE 2 — Regressão linear dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.

Processo de Secagem	Coef. de Determinação (r^2)	Valor de F	Equação de Regressão
SOMBRA	0.9764	1944.27**	$y=48.2908-0.8282x$
SOL	0.9722	1120.18**	$y=47.1767-2.0075x$
35°C-15%	0.9732	2182.32**	$y=46.0961-1.3796x$
35°C-25%	0.9686	1295.44**	$y=45.9721-1.3325x$
35°C-35%	0.9655	672.66**	$y=46.1494-1.4116x$
40°C-15%	0.9753	1344.48**	$y=45.4386-2.0359x$
40°C-25%	0.9791	1168.48**	$y=46.3887-2.1802x$
40°C-35%	0.9807	760.90**	$y=46.7807-1.9127x$
45°C-15%	0.8767	206.20**	$y=42.3325-1.9917x$
45°C-25%	0.9876	1749.89**	$y=46.7163-3.0250x$
45°C-35%	0.9456	225.96**	$y=46.4524-2.8316x$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

APENDICE 3 - Regressão inversa de Y dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.

Processo de Secagem	Coef. de Determinação (r^2)	Valor de F	Equação de Regressão
SOMBRA	0.9121	487.51**	$y=1/(0.0158+0.0009x)$
SOL	0.7912	121.22**	$y=1/(0.0162+0.0026x)$
35°C-15%	0.9198	688.42**	$y=1/(0.0153+0.0019x)$
35°C-25%	0.9556	904.28**	$y=1/(0.0202+0.0011x)$
35°C-35%	0.9795	1148.69**	$y=1/(0.0214+0.0009x)$
40°C-15%	0.9536	698.62**	$y=1/(0.0154+0.0030x)$
40°C-25%	0.9728	892.72**	$y=1/(0.0199+0.0019x)$
40°C-35%	0.9916	1768.06**	$y=1/(0.0211+0.0012x)$
45°C-15%	0.8976	254.18**	$y=1/(0.0201+0.0029x)$
45°C-25%	0.9708	731.37**	$y=1/(0.0196+0.0027x)$
45°C-35%	0.9668	378.42**	$y=1/(0.0213+0.0018x)$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

APENDICE 4 — Regressão exponencial dos dados experimentais de umidade em função do tempo, referente aos processos de secagem.

Processo de Secagem	Coef. de Determinação (r^2)	Valor de F	Equação de Regressão
SOMBRA	0.9758	1891.32**	$y=51.9754 e^{-0.0268x}$
SOL	0.9155	346.87**	$y=50.6388 e^{-0.0683x}$
35°C-15%	0.9655	1679.14**	$y=50.4175 e^{-0.0497x}$
35°C-25%	0.9688	1303.12**	$y=47.2193 e^{-0.0387x}$
35°C-35%	0.9746	922.33**	$y=46.4296 e^{-0.0353x}$
40°C-15%	0.9820	1853.92**	$y=49.7364 e^{-0.0750x}$
40°C-25%	0.9827	1422.13**	$y=47.7364 e^{-0.0632x}$
40°C-35%	0.9883	1267.33**	$y=47.0709 e^{-0.0474x}$
45°C-15%	0.9040	272.95**	$y=44.2683 e^{-0.0731x}$
45°C-25%	0.9866	1623.36**	$y=48.1976 e^{-0.0885x}$
45°C-35%	0.9579	295.85**	$y=46.6510 e^{-0.0703x}$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.