

LUIS HENRIQUE DE CASTRO

EFEITO DO DESPOLPAMENTO, EM SECADOR DE LEITO FIXO SOB  
ALTA TEMPERATURA. NO CONSUMO DE ENERGIA E NA QUALIDADE  
DO CAFE (Coffea arabica L.)

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências da Curso de Engenharia  
Agrícola, para Obtenção do Título  
de "Magister Scientiae".

VICOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
DEZEMBRO - 1991

A meus pais: Oscar e Ana,  
A minha esposa: Celi,  
Aos meus filhos: Alessandro,  
Augusto e Natália.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e pelos benefícios concedidos.

A Companhia Nacional de Abastecimento - CNA, à Universidade Federal de Viçosa - UFV, ao Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem - CENTREINAR e ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Tecnológico e Científico - CNPq, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Professor Tetuo Hara, pela orientação, apoio e amizade no decorrer do curso e pela dedicação durante a realização desta pesquisa.

Ao Professor Daniel Marçal de Queiróz, pelos valiosos trabalhos prestados durante todo o decurso desta pesquisa.

Ao Professor Juarez de Souza e Silva, pelo apoio e pela valiosa colaboração apresentada a este trabalho.

Ao Engenheiro de Alimentos, pesquisador do CENTREINAR, Jose Antônio Marques Pereira, pelas valiosas críticas e sugestões.

Ao Classificador de café Nelson Almenara Coelho, pelos valiosos serviços de classificação feitos para esta pesquisa.

A Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé - COOXUPÉ, pela atenção e valiosos serviços prestados para a realização deste trabalho.

Ao Grupo A Mundial e Epamig, pelo empréstimo do café para realização dos testes de secagem.

Ao Engenheiro Agrícola José Mário Braga Filho, pelos valiosos serviços e sugestões apresentadas.

A Engenheira Agrônoma Stela Maris da Silva Lopes, pela colaboração na obtenção dos dados.

Ao Professor Ricardo F. Euclides, pelas valiosas sugestões apresentadas a este trabalho.

Aos funcionários e técnicos do CENTREINAR, em especial ao Servidor Ulisses Cardoso de Carvalho e Francisco Carlos Alves Neto pelo apoio na construção do secador e obtenção dos dados.

Aos colegas de curso que me proporcionaram um agradável convívio.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste Trabalho.

## BIOGRAFIA

LUÍS HENRIQUE DE CASTRO, filho de Oscar Pinto de Castro e Ana Marques, nasceu em Vicoso, Minas Gerais em 10 de junho de 1957.

Em julho de 1983, graduou-se em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Vicoso.

Em junho de 1984, ingressou na Companhia Brasileira de Armazenamento - CIBRAZEM para trabalhar em Porto Velho - RO. A partir de 01 de julho de 1986 foi transferido para a Unidade Armazenador de Uberlândia e em 01 de outubro de 1988 foi colocado à disposição do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem - CENTREINAR.

Em março de 1989, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, em Vicoso - MO.

Atualmente presta serviço a Companhia Nacional de Abastecimento - CNA, lotado na Gerência Regional de Minas Gerais, em Belo Horizonte - MO.

## CONTEÚDO

	Página
EXTRATO .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. Café Despulpado .....	4
2.2. Secagem de Café Despulpado .....	5
2.3. Secagem de Café em Côco .....	6
2.3.1. Secagem em Camada Fixa .....	6
2.3.2. Secagem de Café em Secador de Fluxos Concorrentes .....	7
2.3.3. Secagem de Café em Secador de Fluxos Cruzados .....	8
2.3.4. Secagem Intermitente de Café em Secador de Fluxos Contracorrentes .....	8
2.3.5. Secagem Parcelada de Café .....	8
2.3.6. Seca-Aeração em Café .....	9
2.3.7. Secagem de Café em Combinação .....	9
2.4. Classificação pela Qualidade .....	10

2.4.1. Classificação por Tipo .....	10
2.4.2. Classificação pela Qualidade .....	10
2.4.2.1. Café .....	11
2.4.2.2. Fava .....	11
2.4.2.3. Peneira .....	11
2.4.2.4. Aspecto .....	12
2.4.2.5. Cor .....	12
2.4.2.6. Seca .....	12
2.4.2.7. Preparo .....	13
2.4.2.8. Torração .....	13
2.4.2.9. Bebida .....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1. Secador Experimental .....	16
3.2. Realização dos Testes de Secagem .....	16
3.2.1. Vazão de Ar .....	18
3.2.2. Teor de Umidade do Café .....	18
3.2.3. Temperatura do Ar de Secagem .....	18
3.2.4. Condições Ambientais .....	19
3.2.5. Perda de Umidade .....	19
3.2.6. Pressão Estática .....	19
3.2.7. Condições de Saída do Ar de Secagem .....	19
3.2.8. Redução de Volume .....	20
3.2.9. Teste de Qualidade .....	20
3.3. Parâmetros Analisados .....	20
3.3.1. Consumo Específico de Energia .....	20
3.3.2. Capacidade de Secagem .....	21
3.3.3. Secagem em Camada Espessa .....	21

3.3.4. Relação da Umidade com Peso Específico Aparente .....	22
3.3.5. Análise dos Dados .....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1. Consumo Específico de Energia .....	24
4.2. Capacidade de Secagem .....	30
4.3. Secagem em Camada Espessa .....	33
4.4. Relação Umidade com Peso Específico Aparente ..	38
4.5. Qualidade da Bebida .....	41
4.5.1. Qualidade da Bebida do Café Despolpado ...	41
4.5.2. Qualidade da Bebida do Café Cereja .....	43
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	45
BIBLIOGRAFIA .....	48
APÊNDICES .....	52



## EXTRATO

CASTRO, Luis Henrique de, M.S., Universidade Federal de Vicosa, dezembro de 1991. Efeito do Despolpamento, em Secador de Leito Fixo Sob Alta Temperatura, no Consumo de Energia e na Qualidade do Café (*Coffea arabica* L.). Professor Orientador: Tetuo Hara. Professores Conselheiros: Daniel Marçal de Queiróz e Juarez de Souza e Silva.

Com o objetivo de avaliar o efeito do despolpamento no consumo específico de energia e na qualidade de bebida, grãos de café despolpado e em cereja foram secos em leito fixo a temperatura de 60<sup>o</sup>, 70<sup>o</sup> e 80<sup>o</sup>C com um fluxo de ar médio de 12 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> e revolvimento da massa de grãos a intervalo de uma, duas e três horas.

Para o café despolpado, constatou que somente a temperatura de secagem apresentou efeito Significativo no consumo específico de energia (efeito linear decrescente) e na capacidade de secagem (efeito linear crescente).

Para o café cereja observou-se efeito significativo da temperatura sobre a capacidade de secagem e no consumo específico de energia.

Na5 condições estudadas, o despulpamento do café, a temperatura de secagem de 60°C, proporcionou um menor consumo específico de energia e uma maior capacidade de secagem. Como não foi constatada influência significativa do intervalo de revolvimento da massa de grãos, recomenda-se utilizar o intervalo de três horas devido à maior facilidade em se realizar a operação de secagem.

Para os dois tipos de café o peso específico aparente diminuiu com a redução do teor de umidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A previsão da safra de café no Brasil para o ano de 1991 é de 19,6 milhões de sacas beneficiadas. O principal Estado produtor é Minas Gerais, com 9,13 milhões de sacas, seguido dos Estados de São Paulo, Paraná, Espírito Santo e Rondônia, segundo estimativa do IBGE (1991).

CORDEIRO (1982) afirma que a cafeicultura vem apresentando inúmeros problemas, principalmente no que diz respeito à qualidade do produto, que deve ter propriedades organolépticas indispensáveis que estão relacionadas, dentre outros fatores, com o método de secagem adotado.

No Brasil, o café colhido é heterogêneo com relação à maturação e ao teor de umidade e sua homogeneização somente é conseguida com secagem lenta ou parcelada (RIGITANO *et alii*, 1964).

A secagem do café é uma das mais importantes operações, pois, se mal conduzida, poderá acarretar grandes prejuízos ao cafeicultor.

GARRUTI et alii (1961) afirmaram que observados os preceitos da técnica de colheita, preparo e secagem, torna-se possível a obtenção de cafés de bebida mole, mesmo nas zonas consideradas como produtoras de cafés de bebida dura.

Segundo BEGAZO e PAULA (1985), existem duas maneiras distintas de se preparar o café: via úmida, que produz o café, e via seca, que produz a café em côco. A maioria do café brasileiro é preparado por via seca.

CARVALHO e CHALFOUN (1985) estudando os aspectos qualitativos do café, afirmaram ser este um dos poucos produtos agrícolas que, no Brasil, tem seu preço baseado em parâmetros qualitativos.

Para a sobrevivência da cafeicultura no Brasil torna-se necessário buscar meios para a obtenção de um produto de boa qualidade.

O café em côco normalmente apresenta certa desuniformidade, quanto a maturação e impurezas, dependendo de como foi feita a colheita (BEGAZO e PAULA, 1985). Em virtude da heterogeneidade, a secagem em secador de leito fixo requer cuidados especiais, tais como espessura da camada de produto, temperaturas adequadas e tempo de revolvimento.

SABIONI (1986) afirmou que o custo da energia utilizada na secagem depende da temperatura de secagem, do fluxo de ar, do tempo de secagem e da preço do combustível. Como o café é um dos produtos agrícolas que requer grande tempo de secagem em virtude de seu elevado teor de umidade. isto significa que o consumo de energia por unidade de produto seco é elevado.

Silva, citado por QUEIROZ (1987) afirmou que o consumo de energia ao se adotar secagem artificial a altas temperaturas, pode chegar a 60% ou mais do total gasto na produção de milho.

### 1.1. Considerações Gerais

Para a maioria dos secadores há necessidade de se fazer uma pré-secagem do produto (CORDEIRO, 1982; GARRUTI, 1961 e SCARNARI, 1961).

A secagem de café em leito fixo é um método relativamente simples, além disto, o custo inicial de implantação está ao alcance de grande parte dos pequenos e médios cafeicultores. Outro aspecto interessante no secador de leito fixo é sua versatilidade, podendo-se secar tanto o café cereja, cômco ou despulpado, grãos de um modo geral. milho em espiga, feijão em rama, raspa de mandioca, cacau, dentre outros.

Apesar dos trabalhos existentes com o secador de leito fixo na secagem de café, observa-se a necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas, visando melhorar a eficiência de secagem e a capacidade de secagem, bem como a qualidade do produto final.

### 1.2. Objetivos

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar o efeito do despulpamento sobre o consumo de energia e qualidade de bebida do café secado a alta temperatura em secador de leito fixo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Café Despolpado

O despolpamento consiste na retirada da polpa do fruto, com posterior fermentação e lavagem dos grãos despolpados. O café despolpado tem a vantagem de diminuir consideravelmente a área necessária para a secagem em terreiro (redução do volume em 60%) e de reduzir o tempo de secagem, não só pela uniformidade, mas também pelo teor de umidade inicial mais baixo que o do café cereja (BEGAZO, 1979).

No Brasil a produção de café despolpado é pequena. apesar de existirem boas possibilidades em várias regiões cafeeiras. O café despolpado vem obtendo melhores preços por saca em relação ao valor médio de mercado.

BICUDO (1962) aconselha o despolpamento do café em zonas de café de bebidas inferiores ou em ocasião de alta precipitação, podendo, com esta medida obter-se um café de melhores qualidades organolépticas.

## 2.2. Secagem de Café Despolpado

Sabe-se que a secagem adequada de café depende, em grande parte, do sistema usado. Por não apresentar o pericarpo e ser homogêneo, o café despolpado apresenta melhores condições para a secagem que as do café em côco.

RIGITANO et alii (1964) estudaram a influência do parcelamento na secagem de café intercalada com períodos de repouso. Verificaram que a utilização de período de repouso provoca um aumento do rendimento do secador e que o parcelamento da secagem não influi significativamente nas propriedades organolépticas do café, tanto para o café em côco como para o despolpado.

BGAZO (1979) relata que todo café despolpado possui, no início da secagem, teor de umidade em torno de 30% bu, e que a temperatura ideal de secagem para se obter um produto de bebida suave é 45°C. Aconselha evitar altas temperaturas e intercalar períodos de secagem com períodos de repouso, a fim de obter uniformidade de umidade e a cor azulada, característica do café de boa qualidade. Não quantifica qual seria a faixa das temperaturas elevadas que o café despolpado não suportaria e nem menciona o tempo que o café poderia permanecer nesta faixa e período de descanso adequado.

Benthal, citado por TOSELLO (1946), indica a temperatura do ar de secagem de 85°C, podendo ser admitida para o café bem homogêneo. 'Esta homegeneidade pode ser conseguida como o despolpamento do café cereja.

### 2.3. Secagem de Café em Côco

A secagem de café cereja ou em côco é, comparativamente, mais difícil de ser executada que a de outros grãos, porque o teor de umidade inicial é bastante elevado, geralmente na faixa de 50 a 70% bu e, conseqüentemente, a velocidade de deterioração no início da operação é maior (QUILAQUEO, 1979).

O método mais utilizado no Brasil ainda é a secagem de café em terreiros. Este método além de estar sujeito a perdas pela ação de agentes biológicos e condições meteorológicas adversas, requer tempo de secagem maior que o requerido pela secagem mecânica. Este tempo torna-se de extrema importância para acompanhar a colheita e evitar a deterioração do produto úmido.

A temperatura máxima que o café pode suportar é 70°C. Temperaturas mais elevadas, por exemplo 85°C, são prejudiciais ao produto, uma vez que muitos grãos ficam supersecos, enquanto outra parte não atinge o ponto de seca; nessas condições, a uniformização torna-se muito difícil, segundo TOSELLO (1946).

#### 2.3.1. Secagem em Camada Fixa

Segundo BROOKER et alii (1974) no secador de leito fixo o ar de secagem movimenta-se da camada inferior para a superfície da massa de grãos. A troca de umidade entre o ar e o grão ocorre numa região denominada zona de secagem. Durante a secagem, desenvolvem-se dois gradientes: um de



umidade outro de temperatura, estabelecidos entre as camadas inferior e superior da massa de grãos.

SILVA e LACERDA FILHO (1984) recomendaram um revolvimento periódico da massa de grãos, tendo sido indicado. para café, intervalos de revolvimento de 180 minutos. Tal procedimento reduz Para níveis aceitáveis os gradientes existentes.

LACERDA FILHO (1986) trabalhando com secagem de cafe em leito fixo e utilizando temperatura do ar de secagem de  $55^{\circ}\text{C}$ , concluiu que não houve comprometimento da qualidade da bebida, sendo esta superior à do produto seco em terreiro com diferentes tipos de material de construção.

### 2.3.2. Secagem de Cafe em Secadores de Fluxos Concorrentes

OSÓRIO (1982) estudou a secagem de café em secadores de fluxos concorrentes, utilizando temperaturas de  $80^{\circ}$ ,  $100^{\circ}$  e  $120^{\circ}\text{C}$ . Observou, então, que melhor eficiência térmica foi obtida quando utilizou a mais alta temperatura e que nenhuma temperatura utilizada prejudicou a qualidade final da bebida neste tipo de secador.

LACERDA FILHO (1986) trabalhou com a secagem intermitente, em fluxos concorrentes, utilizando cafe de meia seca e temperatura de secagem de  $90^{\circ}\text{C}$ . Verificou, neste trabalho, que o consumo de energia por quilograma de água evaporada dos grãos, durante a secagem, foi menor neste sistema, quando comparados com outros secadores. Os resultados confirmaram a maior eficiência energética dos secadores de fluxos concorrentes, sem haver prejuízo da qualidade de bebida.

### 2.3.3. Secagem de Café em Seradores de Fluxos Cruzados

TEIXEIRA et alii (1983a), estudaram diferentes equipamentos de secagem de café, em fluxos cruzados, e concluíram que esta operação não deverá ser processada com temperaturas superiores a  $45^{\circ}\text{C}$  na massa de café. Os resultados da prova de xícara indicaram que, em cada uma das repetições, a qualidade da bebida foi bastante semelhante, indicando que os diferentes equipamentos não afetaram a qualidade da bebida do café.

### 2.3.4. Secagem Intermitente de Café em Secador de Fluxos contracorrentes

SILVA (1990) estudando a secagem de café em secador intermitente de fluxos contracorrentes, café de meia seca, a três níveis de temperatura do ar de secagem de  $60^{\circ}$ ,  $80^{\circ}$  e  $100^{\circ}\text{C}$  e fluxo de ar de  $18,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , recomendou utilizar a temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  do ar de secagem em razão do menor período de tempo, do menor consumo de combustível e da não constatação dos efeitos desta temperatura sobre a qualidade do produto final.

### 2.3.5. Secagem Parcelada de Café

TOSELLO et alii (1964) estudando o parcelamento na secagem de café observou que quanto maior o parcelamento, menor o tempo total de secagem.

Keener, citado por LACERDA FILHO (1986), afirmou que a secagem de café, em sistema intermitente, com ar de secagem aquecido até 70°C no início da operação, e de 130°C quando a umidade dos grãos era igual ou inferior a 0.22. (b.s.) apresentou a mesma bebida que o café secado em terreiro.

#### 2.3.6. Seca-Aeração em Café

CORDEIRO (1982) trabalhou com seca-aeração em grãos de café de meia seca. O produto foi submetido a uma temperatura de secagem de 50, 60 e 70°C. A massa foi aerada com o mesmo fluxo de ar nas condições de secagem, não foi feito o revolvimento da massa de grãos. Pode-se concluir que a temperatura de secagem de 50°C e o tempo de repouso de 12 horas apresentou melhores resultados e o consumo de energia foi reduzido, propiciando maior eficiência térmica.

#### 2.3.7. Secagem de Café em Combinação

TEIXEIRA et alii (1983b), estudando o desempenho de vários secadores mecânicos e de leito fixo, concluíram que o café que sofreu uma pré-secagem em secador de leito fixo, ou em terreiro, apresentou na maioria dos secadores um melhor aspecto de seca.

LACERDA FILHO (1986) estudando a avaliação dos sistemas de secagem em terreiros, em leito fixo, combinação com terreiros e leito fixo, combinação com terreiro e fluxos concorrentes e combinação leito fixo e a fluxos

concorrentes, concluiu que do ponto de vista técnico e operacional, a melhor combinação foi a de leito fixo e o secador de fluxos concorrentes.

## 2.4. Classificação do Café

Na classificação do café brasileiro, a determinação da qualidade compreende duas fases distintas: classificação por tipos ou defeitos e classificação pela qualidade (IBC, 1977).

### 2.4.1. Classificação por Tipo

A classificação por tipo, baseia-se na determinação do número de defeitos (grãos imperfeitos e, ou, impurezas) resultante da apreciação de uma amostra de 300 gramas de café beneficiado. Admite-se sete tipos de valores decrescente de dois a oito (IBC, 1977).

O "grão preto" é considerado como padrão dos defeitos. Os grãos ardidos, os brocados, os paus, as pedras, etc., são considerados secundários. O tipo 4 é chamado "tipo base", por corresponder a grande porcentagem dos cafés que aparecem nos lotes expostos a comercialização.

### 2.4.2. Classificação Pela Qualidade

Diversos fatores, que determinam o grau de aceitação do café, devem ser considerados para se determinar a qualidade de um produto (IBC, 1977).

No Brasil, foram estabelecidas especificações e tabelas para a classificação e fiscalização do café, nas quais são apreciadas as qualificações: café, fava, peneira, aspecto, cor, seca, preparo, torração e bebida (IBC, 1977).

#### 2.4.2.1. Café

Classifica-se o café pela estirpe ou variedade de sua origem. (Comum, Bourbon, Abourbonado, Maragogipe, Gema, Murta, Mundo Novo, Catuai, etc.).

#### 2.4.2.2. Fava

Fava são os grãos destacados do fruto, e classificados, segundo a forma e tamanho, em: graúda, boa, média e miúda. Quanto à forma dos grãos, os cafés recebem as denominações de chatos (grãos provenientes de frutos desenvolvidos normalmente) e mocas (grãos arredondados).

#### 2.4.2.3. Peneira

A classificação quanto à peneira tem por base o tamanho e a forma das favas, ou seja, chato-grosso, médio e miúdo (chatinho); moca-graúdo, médio e miúdo (moquinha); quebrada (com no mínimo 2/3 do grão inteiro) e minimal, que corresponde aos resíduos (conchas, triângulos, quebrados, marinheiro e côco), com 10% de grãos pretos e ardidos (CARVALHO e CHALFOUN, 1985; IBC, 1977 e SILVA, 1990).

#### 2.4.2.4. Aspecto

O aspecto do café é importante no julgamento de sua qualidade e permite prever sua boa ou má torração. Pela simples inspeção podem ser classificados, quanto ao aspecto em: bom (maioria dos grãos perfeitos, uniforme no tamanho, na cor e na seca); regular (condições intermediárias) e mau (maioria dos grãos defeituosos, não são uniformes) (CARVALHO, 1985 e IBC, 1977).

#### 2.4.2.5. Cor

Os cafés recebem também classificação levando-se em conta as características de cor (CARVALHO e CHALFOUN, 1985). Empregam-se as seguintes denominações para se definir as principais tonalidades do café: verde-cana, verde-azulado (muito desejado nos despulpados), verde-claro, esverdeado, amarelo-claro, cor de palha, chumbado, barrento, etc. (IBC, 1977).

O processo de secagem, tempo de exposição à luz solar, método de preparo (via seca e úmida), condições de armazenamento, brunimento, fermento, etc., são alguns dos fatores que contribuem para a variação da cor.

#### 2.4.2.6. Seca

A seca é um fator essencialmente importante, que influi de maneira decisiva no aspecto e na torração do café. A seca pode ser classificada em: boa (confere ao café

uniformidade na cor, consistência dos grãos). má (grãos se apresentam manchados ou úmidos) e regular (intermediária).

#### 2.4.2.7. Preparo

Quanto ao preparo, classifica-se em café de terreiro e despulpado. Os cafés despulpados possuem uma cor brilhante translúcida e verde-azulada que os caracteriza e uma "película de cor prateada". Os cafés de terreiro têm cor semi-fosca e sua película apresenta-se amarelada ou mesmo marrom.

#### 2.4.2.8. Torração

A torração é classificada de acordo com o aspecto, ou pela contagem de grãos que deixam de torrar ou de mostrar a cor característica dos despulpados (IBC, 1977).

Na torração, os grãos verdes e ardidos ficam amarelados e os grãos pretos parecem carbonizados. Os quebrados, conchas e os mal granados, devido ao seu volume reduzido em relação aos grãos perfeitos tornam-se mais escuros.

A torração é considerada fina (quando a totalidade dos grãos se apresentam de cor homogênea e sem imperfeições); boa (quando apresenta poucas irregularidades na cor e no aspecto do grão de café, máximo de 2% de imperfeição); regular (quando apresenta maiores irregularidades na cor e no aspecto, máximo de 10% de imperfeições) e má (acima dos limites citados).

#### 2.4.2.9. Bebida

A bebida é o fator mais importante na determinação da qualidade do café (CARVALHO e CHALFOUN, 1985; IBC, 1977). Esta avaliação é feita pelos degustadores, em função, principalmente, dos sentidos do gosto, olfato e tato.

O padrão de bebida é mole, quando se traduz num gosto agradável, brando e doce. As demais classificações são dadas em função da bebida mole, classificando segundo os critérios (IBC, 1977):

- Estritamente mole: gosto doce, muito suave;
- Mole: gosto doce e suave;
- Apenas mole: gosto levemente suave;
- Duro: gosto acre, adstringente e áspero (não apresenta paladar estranho);
- Rio: gosto áspero, cheiro e sabor acentuados de iodofórmico;
- Riado: gosto leve de rio;
- Rio Zona: bebida de sabor e odor intolerável ao paladar e ao olfato.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem - CENTREINAR, localizado no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

O produto utilizado foi o café (Coffea arabica L.) da variedade Catuaí, despulpado e cereja, procedente das Fazendas Experimental da EPAMIG e Fazenda São João, municípios de Ponte Nova e Viçosa, respectivamente, Minas Gerais. A colheita foi realizada pelo sistema de derriça no pano, com teor de umidade de aproximadamente 65% bu.

O café procedente da Fazenda Experimental da EPAMIG, no mesmo dia da colheita, foi submetido a limpeza e separado o café cereja do bóia. O despulpamento do café cereja foi feito com despulpador mecânico e a degomasem natural feita em tanque de alvenaria. Após batido e lavado o café despulpado, umidade inicial média de 52% bu, foi acondicionado em sacos de polietileno de baixa densidade com espessura de 0,06 mm, e armazenado em câmara fria, a

temperatura de  $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , até a realização dos testes experimentais.

O café procedente da Fazenda São João, no mesmo dia da colheita, foi lavado e separado o bóia. O café foi submetido à pré-secagem em terreiro para redução do teor de umidade inicial para  $50 \pm 4\%$  bu. Após esta operação o café foi acondicionado à semelhança do café despulpado

### 3.1. Secador Experimental

O secador experimental utilizado (Figura 1) era dotado de uma câmara de secagem, de um conjunto de resistências elétricas e de um ventilador. A temperatura do ar de secagem foi controlada por um termostato ligado a um termômetro digital, conectado a um par termoelétrico, instalado no "plenum",

A câmara de secagem foi construída com chapa de aço de 2 mm de espessura, com dimensões de 30x30x70 centímetros. O fundo da câmara foi construído em chapa perfurada.

Na entrada do ventilador foi instalado um diafragma para controle do fluxo de ar.

### 3.2. Realização dos Testes de Secagem

Para cada tipo de café, foram utilizadas três temperaturas do ar de secagem,  $60^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$  e  $80^{\circ}\text{C}$ , e revolvimento da massa de grãos a intervalo de uma, duas e três horas. Para a avaliação de cada tratamento, combinação tipo de café, temperatura de secagem e período de

- A. Câmara de Secagem
- B. Termômetro Digital
- C. Termostato para Controle da Temperatura
- D. Resistência Elétrica
- E. Ventilador
- F. Diafragma para Controle da Vazão de Ar

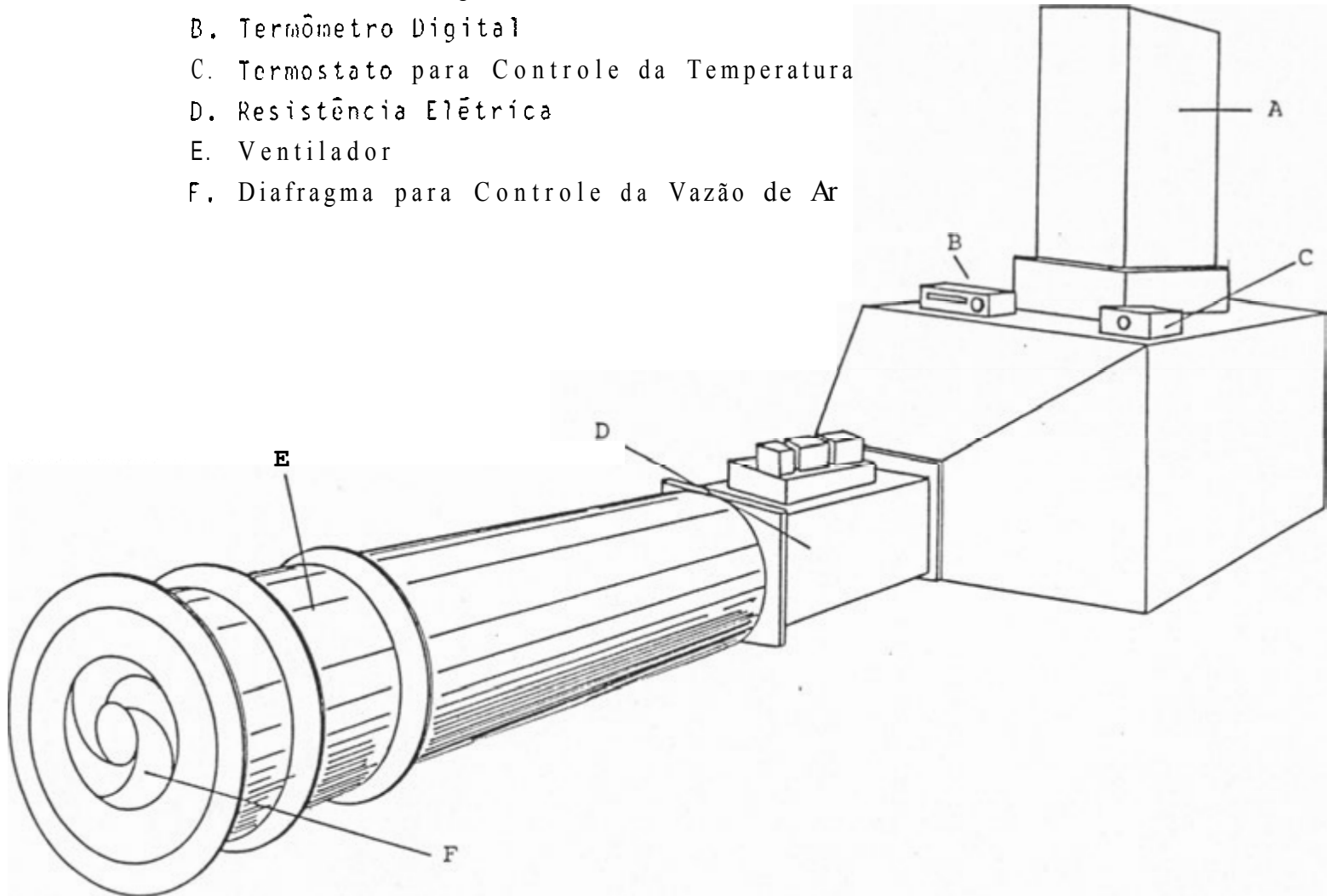


FIGURA 1 - Esquema do Secador Experimental.

revolvimento, foram realizados três testes de secagem num total de 54 testes.

Para cada teste conduzido, manteve-se um fluxo de ar de  $12 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  e altura da camada de grãos de 50 centímetros, conforme SILVA e LACERDA FILHO (1984).

Para cada teste uma amostra inicial foi submetida à secagem em terreiro, que serviu de testemunha para os testes de qualidade efetuados.

Foram monitorados os seguintes dados:

#### 3.2.1. Vazão de Ar

A vazão de ar foi determinada por meio de um anemômetro de fio quente no duto de saída do ar de exaustão a cada 15 minutos de secagem.

#### 3.2.2. Teor de Umidade

O teor de umidade inicial do produto foi determinado no início de cada teste de secagem, pelo método de estufa a  $103 \pm 1^\circ\text{C}$ , por um período de 72 horas, conforme recomendação da American Association of Cereal Chemists.

#### 3.2.3. Temperatura do Ar de Secagem

A temperatura do ar de secagem foi monitorada por meio de um termômetro digital, com precisão de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ , utilizando-se como sensor um termopar do tipo cobre-

constantan, instalado abaixo da chapa perfurada da câmara de secagem. A leitura da temperatura de secagem foi realizada a intervalo de 15 minutos.

#### 3.2.4. Condições Ambientais

As temperaturas e as umidades relativas do ar, na entrada de ar do secador, foram registradas por um higrótermógrafo.

#### 3.2.5. Perda de Umidade

Para o acompanhamento da perda de umidade, foi realizada a pesagem do produto a cada hora de secagem, utilizando uma balança de plataforma com precisão de  $\pm 0,1$  kg.

#### 3.2.6. Pressão Estática

A pressão estática, medida no "plenum", foi determinada a cada 15 minutos, por meio de manômetro de tubo inclinado com precisão de  $\pm 0,5$  mm.c.a.

#### 3.2.7. Condições do Ar de Exaustão

As condições psicrométricas do ar de exaustão foram determinadas a cada 15 minutos, por meio de um termômetro de bulbo seco e um termômetro de bulbo úmido, precisão de  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  instalados na saída da câmara de secagem.

### 3.2.8. Redução de Volume

A redução de volume, medida antes do revolvimento da massa, foi feita através de uma escala (régua graduada) colocada na parte interna da câmara de secagem.

### 3.2.9. Teste de Qualidade

No final de cada teste coletou-se amostras que foram devidamente acondicionadas em saco de polietileno e foram encaminhadas à Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda., Guaxupé, Minas Gerais, para a determinação da qualidade quanto ao tipo, aspecto e bebida.

## 3.3. Parâmetros Analisados

### 3.3.1. Consumo Específico de Energia

O consumo específico de energia, que é a quantidade de energia necessária para evaporar um quilograma de água do produto, foi calculada pela equação:

$$E = \frac{Q}{V_e P_i (U_i - U_f)} C_a (T_s - T_a) t (100 - U_f) \quad \text{eq. 01}$$

em que:

E - consumo específico de energia por massa de água evaporada,  $\text{kJ kg}^{-1}$ ;

Q - vazão do ar de secagem,  $\text{m}^3 \text{min}^{-1}$ ;

$V_e$  - volume específico do ar de secagem,  $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  ar seco;

Ca - calor específico do ar de secagem,  $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;

Ts - temperatura de secagem,  $^\circ\text{C}$ ;

Ta - temperatura ambiente,  $^\circ\text{C}$ ;

t - tempo total de secagem, min;

Pi - peso inicial do produto. kg;

Ui - teor de umidade inicial do produto, % (bu), e

Uf - teor de umidade final do produto, % (bu).

### 3.3.2. Capacidade de Secagem

A capacidade de secagem foi calculada em função dos resultados do beneficiamento dos dois tipos de café. Após calculado o correspondente em café beneficiado úmido, a capacidade de secagem foi determinada por:

$$CS = \frac{MP}{A t} \quad \text{eq. 02}$$

em que:

CS - capacidade de secagem, kg de produto por hora por  $\text{m}^2$ ;

MP - massa do produto úmido, kg;

t - tempo de secagem, horas,

A - área da seção transversal da câmara de secagem,  $\text{m}^2$ .

### 3.3.3. Secagem em Camada Espessa

Aos dados experimentais foi ajustado, por meio de regressão não linear, o seguinte modelo matemático:

$$U_t = U_i \text{ EXP } (-at^b) \quad \text{eq. 03}$$

em que:

$U_t$  - umidade num tempo "t", decimal, bs;

$U_i$  - umidade inicial, decimal bs;

"a" e "b" - coeficiente que depende do produto,  $h^{-b}$  e adimensional, respectivamente, e

t - tempo de secagem, h.

#### 3.3.4. Relação da Umidade e do Peso Específico Aparente

Com o objetivo de estabelecer a relação do teor de umidade com o peso específico aparente, determinaram-se equações que melhor se ajustaram aos dados experimentais.

#### 3.3.5. Análise dos Dados

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema fatorial  $2 \times 3 \times 3$ , ou seja, dois tipos de produto (café cereja e despulpado), três temperaturas de secagem ( $60^\circ$ ,  $70^\circ$  e  $80^\circ\text{C}$ ) e três intervalos de revolvimento da massa de grãos (uma, duas e três horas).

Antes da condução da análise de variância para cada parâmetro avaliado, foi conduzido o teste de BARTLETT (homogeneidade de variância), para a investigação da possibilidade de se fazer a análise de variância conjunta dos fatores: tipo de café, temperatura do ar de secagem e intervalo de revolvimento da massa de grãos. Adotou-se o nível de significância de 5% de probabilidade.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à Zona da Mata Mineira não ter tradição em despolpamento de café e à quantidade de produto utilizado, não foi possível a realização dos testes de secagem com um produto originário da mesma região. As regiões foram escolhidas por serem bem próximas e por cultivarem café da mesma variedade.

Para facilitar a discussão e a interpretação dos resultados, as análises dos resultados de consumo específico de energia, capacidade de secagem e coeficiente "a" da equação 3, foram feitas individualmente.

Os resultados do teste de BARTLETT encontram-se no Quadro i.

Como os índices calculados foram significativos, e aceita a hipótese de que o resíduo da análise de variância pode ser usado como termo de comparação na análise conjunta dos fatores: tipo de café, temperatura do ar de secagem e intervalo de revolvimento da massa de grãos para as variáveis: consumo específico de energia, capacidade de secagem e coeficiente "a" da equação 3.

OUADRO i - Resultados do Teste de BARTLETT, Homogeneidade de Variância, para as Variáveis Consumo Especifico de Energia, Capacidade de Secagem e Coeficiente "a" da Equação 3

Variável	Valor Observado
Consumo Específico de Energia	25,57**
Capacidade de Secagem	25,57**
Coeficiente "a" da Equação 3	23,80**

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

O resumo das análises de variância (Quadro 2) mostra a significância dos efeitos individuais do tipo de café, da temperatura do ar de secagem, do intervalo de revolvimento da massa de grãos, bem como das interações entre estes fatores sobre o consumo específico de energia, capacidade de secagem e o coeficiente "a" da equação 3. Nos Quadros 1B e 28, do Apêndice B, encontram-se os dados médios das variáveis acima.

A seguir serão apresentadas as discussões dos resultados do Quadro 2 para cada uma das variáveis estudadas.

#### 4.1. Consumo Especifico de Energia

As Figuras 2 e 3 mostram as equações que melhor adequaram-se aos dados de consumo específico de energia, para o café despulpado e cereja, respectivamente.

**QUADRO 2 - Resumo da Análise de Variância para as Variáveis Consumo Específico de Energia ( $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), Capacidade de Secagem ( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ), Coeficiente "a" da Equação 3**

Fontes de Variação	GL	Consumo Específico de Energia		Capacidade de Secagem		Coeficiente "a" da equação 3	
		( $\text{kJ}/\text{kg}$ ) QM	Sign	( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) QM	Sign	( $10^5 \text{h}^{-1,2627}$ ) QM	Sign.
Grão	1	57841540,0	**	1074,66	**	881,20	**
Temperatura	2	4452057,0	**	317,66	**	1375,00	**
Revolvimento	2	397781,9	*	1,62	ns	16,28	**
Grão x Temperatura	2	890810,0	**	6,04	**	364,10	**
Grão x Revolvimento	2	380951,5	*	6,72	**	18,35	**
Temperatura x Revolvimento	4	549524,8	**	0,58	ns	4,48	ns
Grão y Temperatura y Revolvimento	4	433832,3	**	0,83	ns	8,11	**
Resíduo	36	93901,1		0,94		2,44	
C.V. (%)		6,35		6,78		5,51	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

\* Significativo a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade

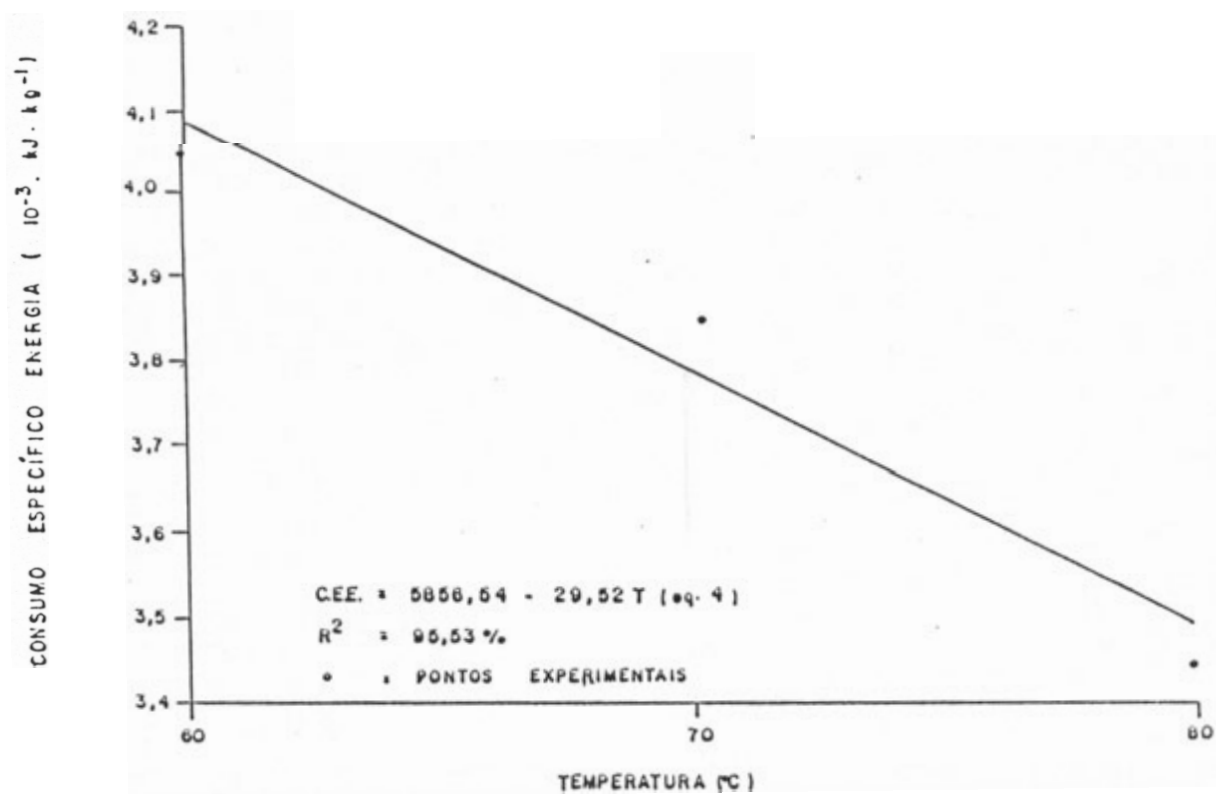
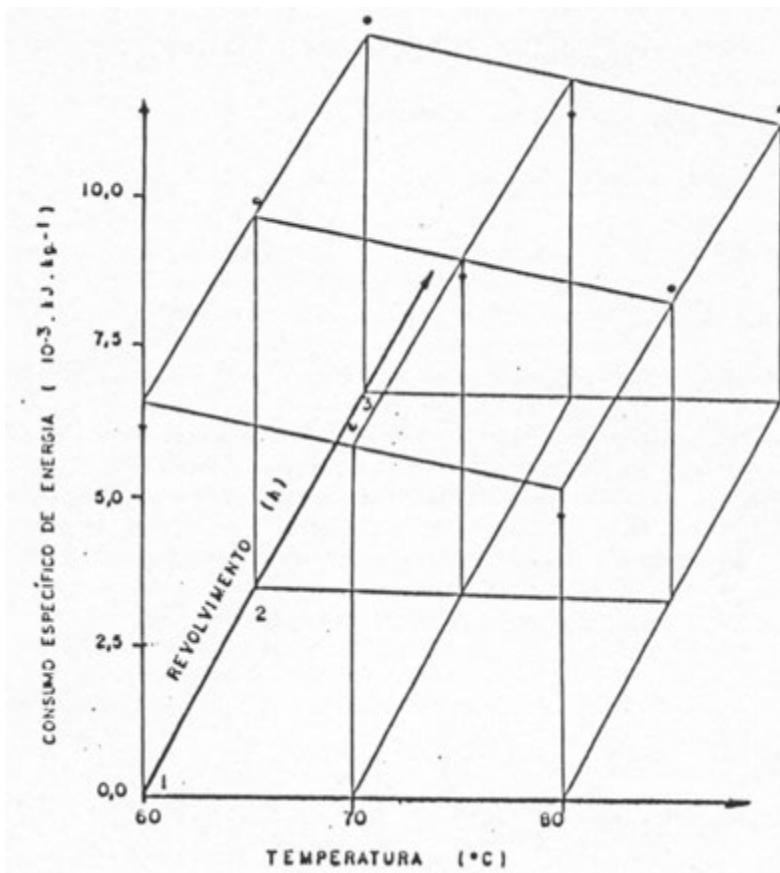


FIGURA 2 - Estimativa do Consumo Específico de Energia em Função da Temperatura do Ar de Secagem para Café Despolpado.



$$\text{CEE} = 11.213,4 - 69,75 T + 235,33 \text{ REV.} \quad (\text{eq 5.})$$

$$R^2 = 67,67 \%$$

\* \* PONTOS EXPERIMENTAIS

**FIGURA 3** - Estimativa do Consumo Especifico de Energia em Função da Temperatura do Ar de Secagem e Intervalo de Revolvimento da Massa de Grãos para o Café Cereja.

Para o café despulpado, dentro das condições testadas, constatou-se que somente a temperatura de secagem apresentou efeito significativo sobre o consumo específico de energia, e que este efeito decresce linearmente com o aumento da temperatura de secagem, no intervalo estudado.

No caso do café cereja, observou-se que além do efeito da temperatura do ar de secagem, o intervalo de revolvimento da massa de grãos também afeta significativamente o consumo específico de energia, sendo este efeito também decrescente e linear com o aumento da temperatura de secagem.

Ao efeito significativo do fator intervalo de revolvimento da massa de grãos sobre o consumo específico de energia para o café cereja, atribui-se as características físicas deste material, em relação ao café despulpado. O café cereja possui o exocarpo (casca) mais o mesocarpo (mucilagem ou goma açucarada) e esta constituição diferenciada pode ser a causa da influência do intervalo de revolvimento da massa de grãos no consumo específico de energia na secagem do café cereja. Outro fator predominante foi a teor de umidade inicial diferenciado para os testes de secagem deste produto (Quadro 2D). A secagem do café despulpado foi menos sensível ao intervalo de revolvimento estudado, sendo a influência do revolvimento da massa de grão maior para o café cereja.

O desdobramento do efeito do tipo de café, dentro de cada combinação dos efeitos de temperatura do ar de secagem e intervalo de revolvimento da massa de grãos é mostrado no Quadro 3.

OUADRO 3 - Desdobramento dos Efeitos do Tipo de Secagem e Revolvimento da Massa de Grão para a Variável Consumo Especifico de Energia

Fontes de Variação (°C)	GL	QM	Sign.	Médias (kJ.kg <sup>-1</sup> )	
				Despulpado	Cereja
Café/Temp=60 e Rev=1	1	8897539,0	**	3973,92 <sup>b</sup>	6409,43 <sup>a</sup>
Café/Temp=60 e Rev=2	1	11068410,0	**	4168,90 <sup>b</sup>	6885,32 <sup>a</sup>
Café/Temp=60 e Rev=3	1	10092080,0	**	4002,74 <sup>b</sup>	6596,58 <sup>a</sup>
Café/Temp=70 e Rev=1	1	10599980,0	**	3917,85 <sup>b</sup>	6576,16 <sup>a</sup>
Café/Temp=70 e Rev=2	1	5165865,0	**	3847,90 <sup>b</sup>	5703,68 <sup>a</sup>
Café/Temp=70 e Rev=3	1	1614697,0	**	3826,04 <sup>b</sup>	4863,56 <sup>a</sup>
Café/Temp=80 e Rev=1	1	3481668,0	**	3471,64 <sup>b</sup>	4995,16 <sup>a</sup>
Café/Temp=80 e Rev=2	1	7473129,0	**	3370,40 <sup>b</sup>	5602,46 <sup>a</sup>
Café/Temp=80 e Rev=3	1	3726878,0	**	3532,38 <sup>b</sup>	5108,63 <sup>a</sup>
Media Geral	-	-		3790,19	5860,11
Resíduo	36	93903,1		-	-

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

Observa-se que para todas as combinações temperatura versus revolvimento existem diferenças significativas no consumo específico de energia entre o café despulpado e o café cereja, conforme mostrado no Quadro 3.

Estas diferenças, conduzem a uma média geral de  $3.790,19 \text{ kJ.kg}^{-1}$  para o café despulpado e de  $5.860,11 \text{ kJ.kg}^{-1}$  para o café cereja, evidenciando que, na secagem de café cereja, o consumo específico de energia é da ordem de 1,3 vezes mais do que na do café despulpado. Alguns fatores, que influenciam a secagem de café cereja, tais como, tempo maior, diferenciam na composição física do produto e teor de umidade contribuíram para o maior consumo de energia na secagem do café cereja em relação ao café despulpado.

#### 4.2. Capacidade de Secagem

Por regressão múltipla, constatou-se que somente a temperatura do ar tem efeito significativo sobre a variável capacidade de secagem, tanto para o café despulpado como para o café cereja (Figura 4).

Observa-se que a capacidade de secagem cresce linearmente com a temperatura do ar tanto para o café cereja como para o café despulpado. Esse crescimento está relacionado com o tempo de secagem, que é menor para as mais altas temperaturas.

Foi confirmado pelo teste "t" ao nível de 5% de probabilidade, que o coeficiente angular da Equação 6 é igual ao coeficiente angular da Equação 7 (Figura 4),



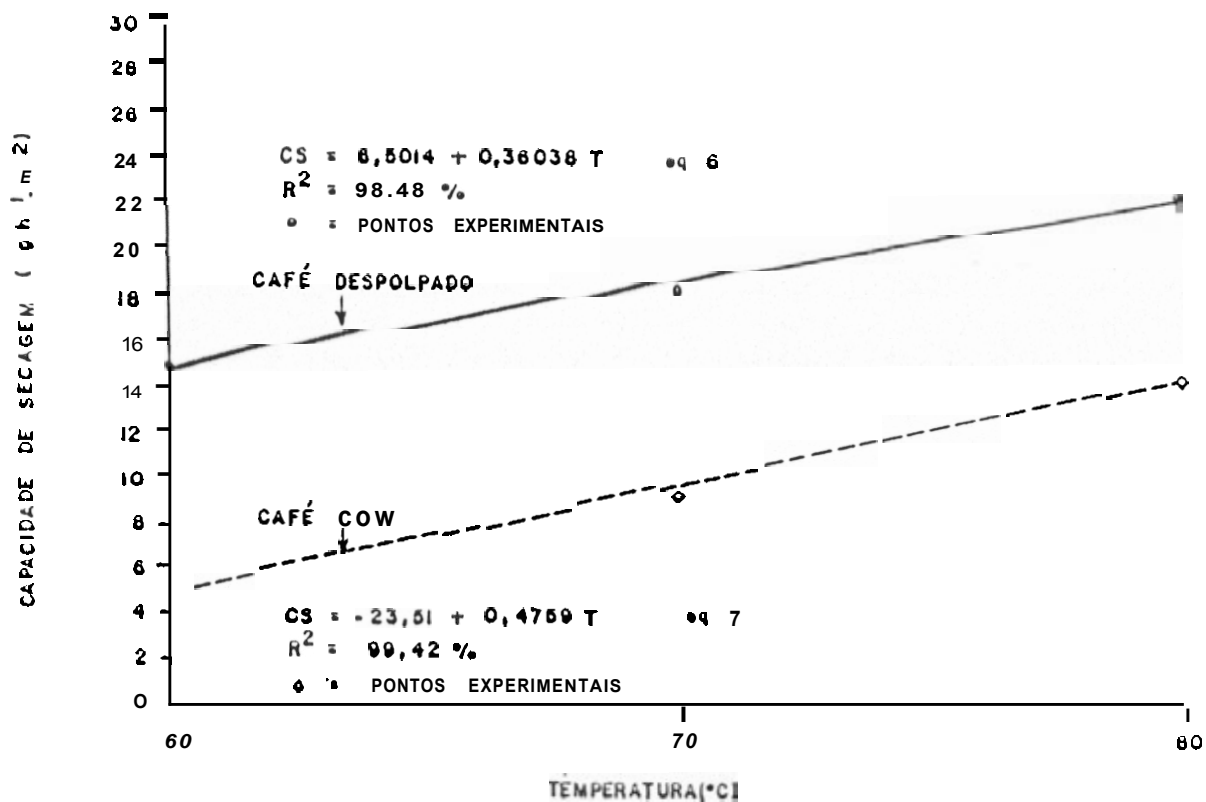


FIGURA 4 - Estimativa da Capacidade de Secagem em Função da Temperatura do Ar de Secagem para o Café Despolpado e Cereja.

comprovando que o aumento da capacidade de secagem, para os dois tipos de café, é proporcional.

Por serem as interações tipo de café versus temperatura do ar de secagem e tipo de café versus intervalo de revolvimento da massa de grãos significativas (Quadro 2), foi feito o desdobramento dessas interações e os resultados encontram-se no Quadro 4.

Para o efeito do tipo de café dentro de cada nível de temperatura do ar de secagem e intervalo de revolvimento da massa de grãos estudado, tem-se que a capacidade de secagem é sempre maior para o café despulpado (Quadro 4).

QUADRO 4 - Desdobramento dos Efeitos do Tipo de Café, Temperatura de Secagem e Revolvimento da Massa de Grãos para a Variável Capacidade de Secagem

Fontes de Variação	GL	QM	Sign.	Capacidade de Secagem (kg.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> ) (Médias)	
				Despulpado	Cereja
Café/Temp=60°C	1	461,66	**	15,38 <sup>a</sup>	5,25 <sup>b</sup>
Café/Temp=70°C	1	349,95	**	18,21 <sup>a</sup>	9,39 <sup>b</sup>
Café/Temp=80°C	1	295,12	**	22,59 <sup>a</sup>	14,77 <sup>b</sup>
Média Geral	-	-	-	18,73	9,80
Café/Rev=1 h	1	424,87	**	19,03 <sup>a</sup>	9,31 <sup>b</sup>
Café/Rev=2 h	1	409,07	**	18,79 <sup>a</sup>	9,26 <sup>b</sup>
Café/Rev=3 h	1	254,15	**	18,36 <sup>a</sup>	10,84 <sup>b</sup>
Média Geral	-	-	-	18,73	9,80
Resíduo	36	0,94	-	-	-

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

Estas diferenças, conduzem a uma média geral de  $18,73 \text{ kg.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para o café despulpado e de  $9,80 \text{ kg.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para o café cereja, evidenciando que a capacidade de secagem para o café despulpado é em média duas vezes maior do que a capacidade de secagem para o café cereja.

Ao fato da capacidade de secagem do café despulpado ser maior atribui-se ao menor tempo gasto para a realização da secagem e a seu maior peso específico aparente que possibilitou maior massa de café dentro do secador proporcionando um maior rendimento.

Não se confirmou a influência do intervalo de revolvimento da massa de grãos na capacidade de secagem, tanto para o café cereja como para o despulpado, fato que pode ser explicado pelo pequeno intervalo de tempo utilizado para revolvimento da massa de grãos.

#### 4.3. Secagem em Camada Espessa

Inicialmente foram conduzidas as regressões não lineares (procedimento de GAUSS-NEWTON) utilizando a equação matemática (eq.3), para cada um dos 54 testes conduzidos. Ajustadas as equações, estabeleceu-se a média aritmética dos valores da constante empírica adimensional "b", cujo valor foi igual a 1,2627. Assim, novas regressões foram conduzidas para o valor de "b" fixo, para se obter os valores de "a".

Os Quadros 1B e 28, do Apêndice 8, mostram os valores dos coeficientes ajustados para o coeficiente da equação 3 "a", bem como os respectivos coeficientes de determinação.

O desdobramento do efeito da temperatura de secagem sobre o coeficiente "a", da equação 3, do café despulpado, e o desdobramento dos efeitos da temperatura de secagem e intervalo de revolvimento sobre o coeficiente "a" do café cereja, encontram-se nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

Verificou-se que somente a temperatura do ar de secagem influenciou significativamente no coeficiente "a" do café despulpado, não sendo significativo o efeito do intervalo de revolvimento da massa de grãos.

Para o café cereja, observou-se que tanto a temperatura do ar de secagem como o intervalo de revolvimento da massa de grãos apresentaram efeitos significativos no coeficiente "a" deste produto,

Ao efeito Significativo do período de revolvimento da massa de grãos sobre o coeficiente "a" do café cereja, e não significativo para o café despulpado, atribui-se aos seguintes fatores:

a) ao maior peso específico da massa do café despulpado, dificultando a passagem do ar quente sobre a massa do produto;

b) a maior uniformização da massa do café cereja, causada pelo revolvimento, e conseqüentemente maior contacto com ar quente.

Como a interação de segunda ordem (tipo de café x temperatura de secagem x intervalo de revolvimento) foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, Quadro 2, foi feito o desdobramento do efeito do tipo de café dentro de

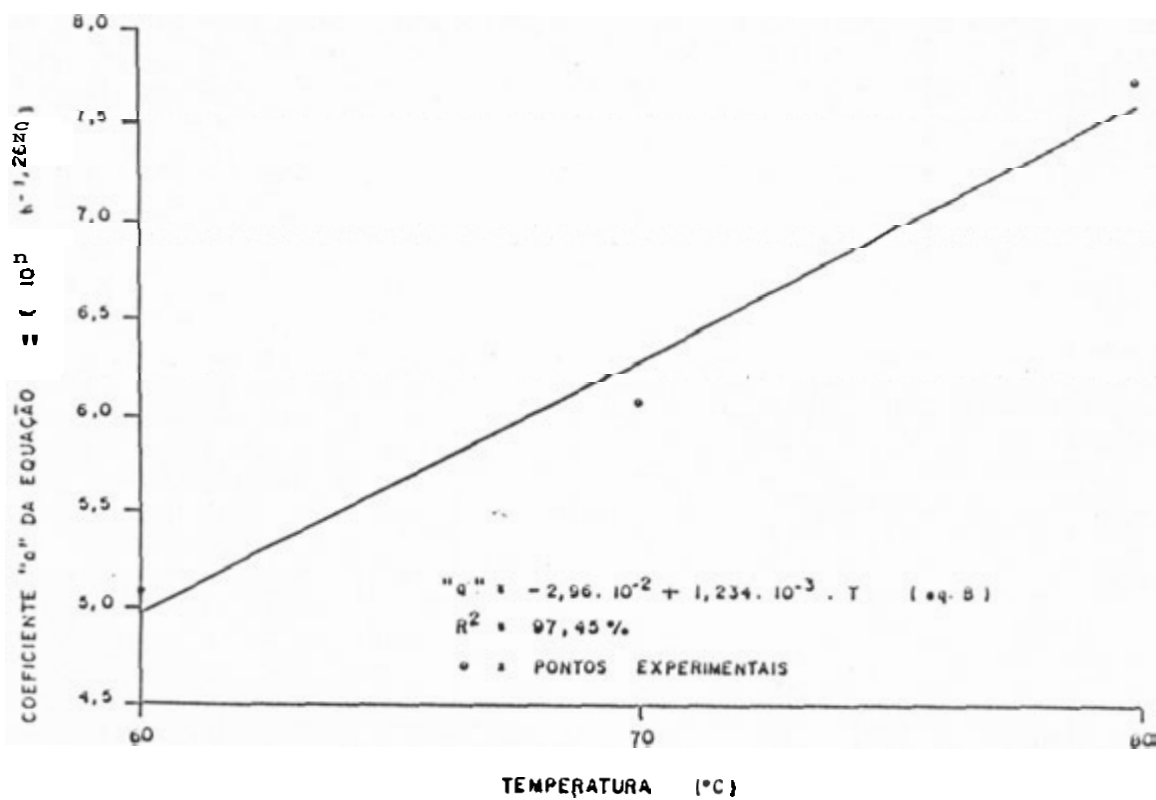


FIGURA 5 - Estimativa do Coeficiente "a" em Função da Temperatura do Ar de Secagem para o Café Despulpado.

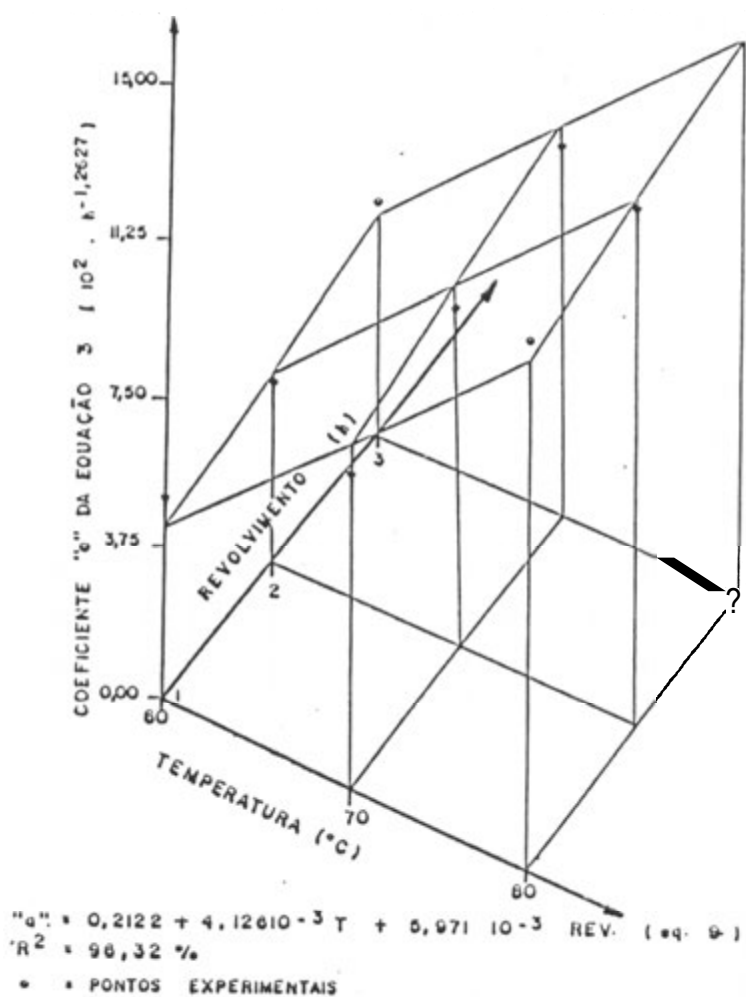


FIGURA 6 - Estimativa do Coeficiente "a" em Função da Temperatura do Ar de Secagem e Intervalo de Revolvimento da Massa de Grãos para o Café Cereja.

cada combinação dos efeitos de temperatura do ar de secagem e intervalo de revolvimento da massa de grãos. Os resultados encontram-se no Quadro 5.

QUADRO 5 - Desdobramento do Efeito do Tipo de Café, Temperatura de Secagem. Revolvimento da Massa de Grãos para o Coeficiente "a" da Equação 3

Tipo de Café Fontes de Variação		GL	$10^6 \cdot QM$	Sign.	Coeficiente "a" ( $10^2 \cdot (1,2627)$ )	
(°C)	(h)				Despolpado	Cereja
Café/T=60 e Rev=1		1	2,89	ns	4,99 <sup>a</sup>	4,85 <sup>a</sup>
Café/T=60 e Rev=2		i	64,91	ns	5,54 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>
Café/T=60 e Rev=3		i	124,12	ns	4,77 <sup>a</sup>	5,68 <sup>a</sup>
Café/T=70 e Rev=1		i	56,12	ns	6,38 <sup>a</sup>	6,99 <sup>a</sup>
Café/T=70 e Rev=2		i	805,40	**	6,01 <sup>b</sup>	6,32 <sup>a</sup>
Café/T=70 e Rev=3		i	1376,00	**	5,79 <sup>b</sup>	6,81 <sup>a</sup>
Café/T=80 e Rev=1		i	5003,00	**	7,43 <sup>b</sup>	13,21 <sup>a</sup>
Café/T=80 e Rev=2		i	4122,00	**	7,59 <sup>b</sup>	12,83 <sup>a</sup>
Café/T=80 e Rev=3		1	5231,00	**	8,24 <sup>b</sup>	14,14 <sup>a</sup>
Média Geral		-	-		6,304	6,088
Resíduo		36	24,39		-	-

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade

Do Quadro 5, para a temperatura do ar de secagem de 60°C e intervalos de revolvimento da massa de grãos de uma, duas e três horas e para a temperatura do ar de secagem de 70°C e intervalo de revolvimento da massa de grãos de uma hora, os coeficientes "a" do café cereja e despulpado, foram estatisticamente iguais. Para as demais combinações de temperatura de secagem e intervalo de revolvimento, no café cereja, conduziu sempre um maior valor do coeficiente "a" que no café despulpado.

O teor de umidade inicial diferenciado para os testes de secagem deste produto pode ter sido a causa da diferenciação do valor do coeficiente "a" da equação 3 nas condições descritas acima.

#### 4.4. Relação da Umidade com Peso Específico Aparente

O ajustamento das equações encontradas para o café despulpado e cereja, em função da umidade do grão (U) e do peso específico aparente (PH), encontram-se nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

Observa-se que o café despulpado apresenta sempre um maior peso específico aparente em relação ao café cereja. Os fatores como forma, dimensão, massa e teor de umidade dos grãos contribuíram para um maior peso específico aparente do café despulpado.

Para ambos os tipos de café observou-se que o peso específico aparente diminuiu com a redução do teor de umidade deste produto. A diminuição da umidade em função da



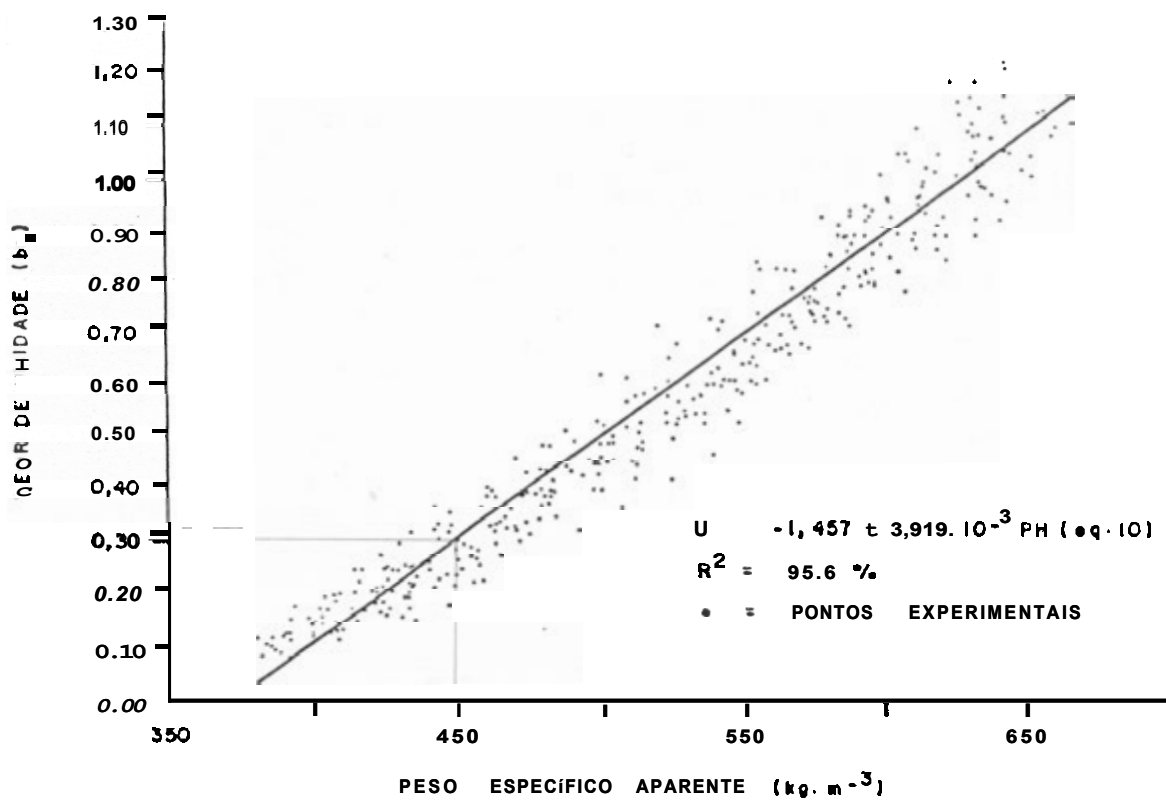


FIGURA 7 = Relação do Umidade com o Peso Específico Aparente do Café Despolpado.

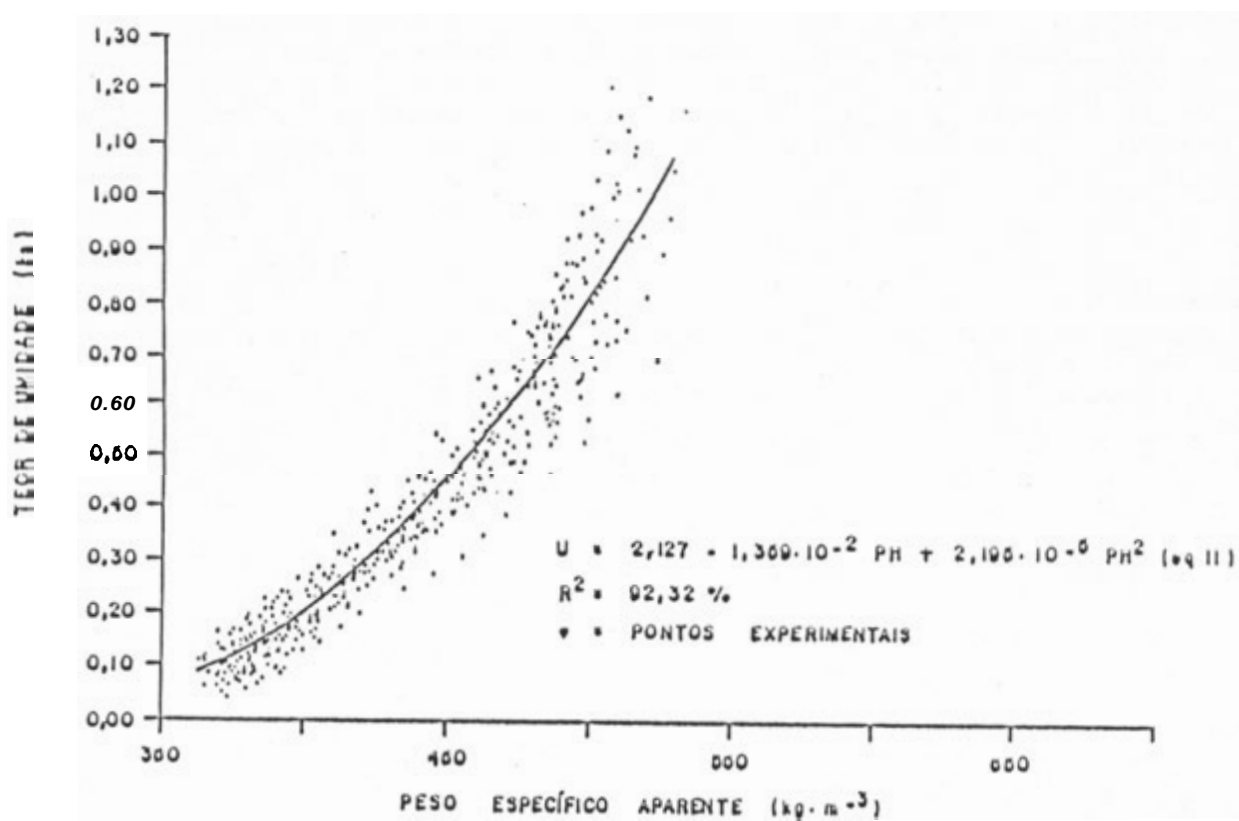


FIGURA 8 - Relação da Umidade com o Peso Especifico Aparente para o Cafe Cereja.

secagem promove, proporcionalmente, uma redução maior no peso que no volume da massa de grãos e conseqüentemente ocorre uma diminuição do peso específico aparente do produto.

#### 4.5. Qualidade da Bebida

Os resultados das análises do tipo aspecto e qualidade da bebida, realizados na Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé - CDDXUPÉ, Guaxupé, MG, encontram-se nos Quadros 6 e 7, para o café despulpado e cereja, respectivamente.

Como o produto utilizado na realização dos testes de secagem não foram originários da mesma região, para efeito de discussões e interpretações dos resultados de qualidade da bebida, as análises foram feitas individualmente Para os dois tipos de café.

##### 4.5.1. Qualidade da Bebida do Café Despulpado

Os resultados do teste de qualidade da bebida (Quadro 6), mostram que, para as temperaturas do ar de secagem e intervalos de revolvimento da massa de grãos, as amostras submetidas a secagem em leito fixo resultaram em bebidas semelhantes.

Não constatou-se diferença na qualidade de bebida do café seco em terreiro e em secador de leito fixa, em razão da secagem realizada no terreiro ter sido conduzida dentro

dos padrões recomendados para esta operação e as condições meteorológicas da época favoreceram a realização dos testes.

Constatou-se que em algumas amostras ocorreram fermentações. Tal fenômeno pode ter sido causado pelo sistema de armazenamento em câmara fria, antes da realização dos testes, prejudicando a qualidade da bebida final.

Outra causa prejudicial à qualidade de bebida pode ser atribuída à grande quantidade de café brocado existente nas amostras levadas a teste.

Sob o aspecto comercial, o café despulpado apresentou classificação considerada boa, visto que o tipo 6 é o tipo padrão comercializado no Brasil (SILVA, 1990).

QUADRO 6 - Resultados da Classificação do Café Despulpado em Relação ao Tipo, Aspecto e Qualidade de Bebida

T (°C)	Revolvimento (h)	Tipo	Aspecto	Bebida
60	1	6-6-6	R-R-R	d-d-d
	2	6-6-6	B-R-B	d/m-d-d/m
	3	7-7-6	R-F-R	d-d-d
	Testemunha	6	R	d
70	1	6-6-6	R-R-R	d-d-d
	2	6-6-6	R-R-R	d-d-d
	3	6-6-7	B-R-R	d-d-d
	Testemunha	6	R	d
80	1	6-6-6	R-R-R	d-d-d
	2	6-6-6	R-B-R	d-d-d
	3	6-6-6	R-R-R	d-d-d
	Testemunha	6	R	d

B - bom; R - regular; F - fraco; d - dura; d/m - dura/mole.

#### 4.5.2. Qualidade da Bebida do Café Cereja

No Quadro 7, são apresentadas as resultados das análises do tipo e da qualidade de bebida.

As amostras submetidas a secagem em terreiro obtiveram a mesma qualidade de bebida.

Não foi observado efeito do intervalo de revolvimento sobre a qualidade de bebida. Com relação aos efeitos das temperaturas do ar de secagem, observa-se que não houve diferença de bebida para a temperatura de 80°C, mas para as temperaturas de 60 e 70°C algumas amostras apresentaram diferentes bebidas em relação à testemunha.

A diferenciação entre a qualidade de bebida para a café seco em terreiro e no secador pode ter sido ocasionada por ocorrência de fermentações, ataque de microorganismos e período de armazenamento antes da realização dos testes.

Sob o aspecto comercial, o café cereja não apresentou classificação considerada boa, visto que as amostras estudadas apresentaram alto número de defeitos, obtendo tipo inferior ao padrão comercial no Brasil (IBC, 1977 e SILVA, 1990).

O alto número de defeitos apresentados não pode ser atribuído ao processo de secagem adotado, mas sim à baixa qualidade do produto antes da secagem.

QUADRO 7 - Resultados da Classificação do Cafe em Cereja em Relação ao Tipo, Aspecto e Qualidade de Bebida

T <sub>□</sub> (°C)	Revolvimento (h)	Tipo	Aspecto	Bebida
60	i	8-8-8	R-R-R	d-ri/r-d
	2	8-8-8	R-R-R	d-rz-d
	3	8-7-8	R-R-R	r-r-ri/r
	Testemunha	8	R	d
70	i	8-8-8	R-R-R	d-d-ri/r
	2	8-8-8	R-R-R	d-d-d
	3	8-8-8	R-R-R	r-ri/r-d
	Testemunha	8	R	d
80	i	8-8-8	R-R-R	d-d-d
	2	8-8-8	R-R-R	d-d-d
	3	8-8-8	R-R-R	d-d-d
	Testemunha	8	R	d

r = rio; ri = riada; e rz = rio zona.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado no laboratório do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem - CENTREINAR, localizado no Campus da Universidade Federal de Vicosas, Vicosas - MG, com o objetivo de avaliar o efeito do despulpamento no consumo específico de energia e na qualidade de bebida, grãos de café despulpado e em cereja foram secos em secador de leito fino, a três níveis de temperaturas do ar de secagem, e três intervalos de revolvimento da massa de grãos.

O produto utilizado foi o café (Coffea arabica L.) da variedade Catuaí, despulpado e cereja, procedente da Fazenda Experimental da EPAMIG e da Fazenda São João, município de Ponte Nova e Vicosas, respectivamente, Minas Gerais.

Utilizou-se um secador experimental, composto de uma câmara de secagem, construída com chapa de aço (sem isolamento) e fundo da câmara construído com chapa perfurada, de um conjunto de resistência elétrica e de um ventilador.

Os grãos de café foram submetidos a secagem is temperaturas de 60<sup>o</sup>, 70<sup>o</sup> e 80<sup>o</sup>C, com revolvimento a intervalo de uma, duas e três horas.. sendo o ar forçado através do produto com um fluxo de aproximadamente 12 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup> e a altura da camada de grãos de 50 centímetros.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão com o objetivo de obter equações que expressem os parâmetros analisados, em função da temperatura de secagem e do intervalo de revolvimento. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 3 x 3, ou seja, dois tipos de produto, três temperaturas de secagem e três intervalos de revolvimento da massa de grãos e dois tipos de café.

Após cada teste de secagem foram coletadas amostras de forma aleatória que foram devidamente acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade. Após realizados todos os testes, estas amostras, juntamente com as provenientes da secagem em terreiro, foram encaminhadas a Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé, MG, para a determinação da qualidade de bebida.

Com os resultados obtidos no intervalo de temperatura de secagem e de revolvimento estudado, pode-se concluir que:

- a temperatura de secagem apresentou efeito significativo sobre o consumo específico de energia do café despulpado, e que este decresce linearmente com o aumento de temperatura, no caso do café cereja, além da temperatura



de secagem, o intervalo de revolvimento também afeta significativamente o consumo específico de energia;

- o consumo específico de energia na secagem do café cereja é 1,3 vezes maior do que na secagem do café despulpado, para as condições estudadas;

- somente a temperatura de secagem apresentou efeito significativo na capacidade de secagem do café despulpado e cereja, este efeito cresce linearmente com o aumento da temperatura de secagem;

- a capacidade de secagem para o café despulpado é duas vezes maior que a do café cereja;

- o coeficiente "a", da equação 3, para o café despulpado foi influenciado somente pela temperatura de secagem, e este efeito cresce linearmente com o aumento da temperatura. Para o café cereja, além da temperatura de secagem, o intervalo de revolvimento também afetou o valor do coeficiente "a";

- o despulpamento proporcionou ao café um melhor tipo;

- para as condições estudadas, a temperatura de 80°C, o despulpamento proporcionou um menor consumo específico de energia e uma maior capacidade de secagem. Como não constatou influência significativa do intervalo de revolvimento da massa de grãos, recomenda-se utilizar o intervalo de três horas devido à maior facilidade em se realizar a operação de secagem.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

1. BEGAZO, J.C.E.O & PAULA, J.F. de Considerações sobre o preparo do café visando à melhoria da qualidade. Informe Agropecuário, 11(126): 76-79, 1985.
2. BEGAZO, J.C.E.O. Colheita e processamento do café. Boletim de Extensão, Imprensa Universitária, UFV Viçosa, 1979. 19p.
3. BICUDO, L.P. Para fazer café fino não é indispensável gastar muito. Lavoura e Criação. São Paulo, n.155, p.17-20, 1962.
4. BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W. & HALL, C.W. Grinding areal grains. Winstport, Connecticut: The AVI Publishing, 1974. 265p.
5. CARVALHO, V.C. de & CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. Informe Agropecuário, 11(126):79-92, 1985.
6. CORDEIRO, J.A.B. Influência da temperatura e tempo de repouso na secagem de café (Coffea arabica L.) em temperatura fixa. Viçosa, UFV 1982. 60p. (Tese M.S.).
7. GARRUTI, R.S., TEIXEIRA, C.G., SCHMIDT, N.G. et alii Influência da colheita e preparo de café sobre a qualidade da bebida. Bragantia, Campinas. 20(25): 653-58. 1961.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Cultura do café no Brasil: Manual de recomendações. Rio de Janeiro: Gráfica do I.B.C, 312p., 1977.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Grupo de Coordenação Estatística Agropecuária de Minas

Gerais (GCEAMG), Belo Horizonte, MG, 61p, março de 1991

10. LACERDA FILHO, A.F. Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café. Viçosa, UFV, 1986. 136p. (Tese M.S.).
11. ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS. Custo de produção de café. Safra 89, série 47. 1989, 78p.
12. OSÓRIO, A.G.S. Projeto e construção de um secador intermitente de fluxos concorrentes e sua avaliação na secagem de café. Viçosa. UFV, 1982. 57p. (Tese M.S.).
13. QUEIROZ, D.M. Simulação de secagem de milho (*Zea mays* L.) em secador de fluxos concorrentes. Viçosa, UFV, 1984. 69p. (Tese M.S.).
14. QUEIROZ, D.M.; SINICIO, R.; PEREIRA, J.A.M. & DALPASQUALE, V.A. Estudo de secadores de leito fixo para a secagem a nível de fazenda. CENTREINAR. Viçosa, M.G. 1987. 17p.
15. QUILAQUEO, A.R.J. Previsão da deterioração do café durante a pré-secagem em barcaças por convecção forçada com auxílio de coletores solares. Campinas, UNICAMP. 1979. 90p. (Tese M.S.)
16. RIGITANO, A., TOSELLO, A., SOUZA, O.F. et al. Influência do parcelamento na secagem de café. Bragantia. Campinas. 23 (24): 299-322, 1964.
17. SABIÖNI, P.M. Projeto e avaliação de um secador de fluxos cruzados. intermitente e com reversão do fluxo de ar, na secagem de milho (*Zea mays* L.). Viçosa, UFV, 1986 (Tese M.S.).
18. SCARNARI, H.J. Despolpamento do café. Lavoura Criação. São Paulo, (143): 19-20, 1961.
19. SILVA, C.G. Determinação das curvas de secagem de café em camadas finas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, M.G. 1986. 50p. (Seminário apresentado no curso de Engenharia Agrícola).
20. SILVA, J. de S. & LACERDA FILHO, A.F. Construção de secadores Para Produtos agrícolas. Viçosa, Imprensa Universitária, UFV, 1984. 17p. (Série Técnico-Boletim n. 41).
21. SILVA, L.C. da, Desenvolvimento e avaliação de um secador de café (*Coffea arabica* L.) intermitente de fluxos contracorrentes. Viçosa, UFV, 1990. 74p. (Tese M.S.).
22. TEIXEIRA, A.A.; NOGUEIRA, V.S., ARRUDA, H.V. Estudo dos diversos equipamentos para a secagem mecânica do café.

Resultado de Pesquisa Cafeteira ano 1971/82.  
I.B.C./M.I.C. 1983a. 421p.

23. TEIXEIRA, A.A., SELLSCHOPP, J., NOGUEIRA, V.S. et alii  
Estudo do desempenho de secadores mecânicos e barcaças  
ventiladas na secagem do café. Resultado de Pesquisa  
Cafeteira. 1971/82. I.B.C./M.I.C., 1983b. 421p.
24. TOSELLO, A. Ensaio sobre a secagem dos produtos  
agrícolas (pelo ar quente). *Bragantia*, Campinas, 6(2):  
39-109, 1946.
25. TOSELLO, A.; RIGITANO, A.; SOUZA, O.F. de et alii  
Influência do parcelamento na secagem do café.  
*Bragantia*, Campinas., 23(24): 299-322, 1964.

## APÉNDICES

## APÊNDICE A

OUADRO 1A - Classificação por Tipo, Aspecto e Bebida do Cafe Despolpado

Temperatura de Secagem (°C)	Revolvimento (h)	Repetição	Tipo	Aspecto	Bebida	Observações
	----- TERREIRO -----		<b>6</b>	Regular	Dura	Pouco ácido
60	1	1	<b>6</b>	Regular	Dura	Brocado/Fermentado
60	1	2	<b>6</b>	Regular	Dura	Fermentado
60	1	3	<b>6</b>	Regular	Dura	
60	2	1	<b>h</b>	Bom	Dura/Mole	
60	2	2	<b>h</b>	Regular	Dura	Fermentada
60	2	3	<b>6</b>	Bom	Dura/Mole	
60	3	1	<b>7</b>	Regular	Dura	Fermentado
60	3	2	<b>7</b>	Fraco	<b>Dura</b>	Chuvado/Brocado
60	3	3	<b>6</b>	Regular	<b>Dura</b>	
	----- TERREIRO -----		<b>h</b>	Regular	Dura	Chuvado/Brocado
70	1	1	<b>b</b>	Regular	Dura	Brocado
70	1	2	<b>h</b>	Regular	Dura	
70	1	3	<b>6</b>	Regular	Dura	Brocado/Ácido
70	2	1	<b>b</b>	Regular	Dura	Brocado
70	2	2	<b>6</b>	Regular	Dura	Brocado
70	2	3	<b>6</b>	Regular	Dura	Brocado
70	3	1	<b>6</b>	Boa	Dura	
70	3	2	<b>h</b>	Regular	Dura	Brocado
70	3	3	<b>7</b>	Regular	<b>Dura</b>	Brocado
	----- TERREIRO -----		<b>6</b>	Regular	Dura	Fermentado
80	1	1	<b>h</b>	Regular	Dura	Brocado
80	1	2	<b>6</b>	Regular	Dura	Fermentado
80	1	3	<b>b</b>	Regular	Dura	
80	2	1	<b>h</b>	Regular	Dura	Brocado
80	2	2	<b>6</b>	Bom	Dura	
80	2	3	<b>6</b>	Regular	Dura	Chuvado/Brocado
80	3	1	<b>6</b>	Regular	Dura	Brocado
80	3	2	<b>6</b>	Regular	Dura	Brocado
80	3	3	<b>6</b>	Regular	Dura	Chuvado/Brocado

**QUADRO 2A - Classificação por Tipo, Aspecto e Bebida do Café Cereja**

Temperatura de Secagem (°C)	Revolvimento (h)	Repetição	Tipo	Aspecto	Bebida	Observações
----- TERREIRO -----			8	Regular	<b>Dura</b>	
60	1	1	8	Regular	<b>Dura</b>	Fermentado
60	1	2	8	Regular	Riada/Rio	
60	1	3	8	Regular	Dura	
60	2	1	8	Regular	<b>Dura</b>	
60	2	2	8	Regular	Rio Zona	
60	2	3	8	Regular	Dura	
60	3	1	8	Regular	Rio	
60	3	2	7	Regular	<b>Rio</b>	
60	3	3	8	Regular	Riada/Rio	
----- TERREIRO -----			8	Regular	<b>Dura</b>	
70	1	1	8	Regular	Dura	
70	1	2	8	Regular	Dura	
70	1	3	8	Regular	Riada/Rio	
70	2	1	8	Regular	<b>Dura</b>	
70	2	2	8	Regular	Dura	
70	2	3	8	Regular	Dura	
70	3	1	8	Regular	<b>Rio</b>	
70	3	2	8	Regular	Riada/Rio	
70	3	3	8	Regular	Dura	
----- TERREIRO -----			8	Regular	Dura	
80	1	1	8	Regular	Dura	
80	1	2	8	Regular	Dura	
80	1	3	8	Regular	Dura	
80	2	1	8	Regular	<b>Dura</b>	
80	2	2	8	Regular	Dura	
80	2	3	8	Regular	Dura	
80	3	1	8	Regular	<b>Dura</b>	
80	3	2	8	Regular	Dura	
80	3	3	8	Regular	Dura	



## APÊNDICE B

QUADRO 1B - Temperatura de Secagem do Ar de Secagem (T). Intervalo de Revolvimento da Massa de Grãos (REV), Consumo Específico de Energia (CEE), Capacidade de Secagem (CS), Coeficiente "a" e Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) para o Café Despolpado

T (°C)	REV (h)	r (adim)	CEE <sub>-1</sub> (kJ.kg <sup>-1</sup> )	"a" (kg.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )	TS <sub>2627</sub> (h <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
60	1	1	4143,31	15,10	0,0494	0,9970
60	1	2	3857,66	15,40	0,0458	0,9975
60	1	3	3920,81	16,04	0,0546	a,9974
60	2	1	4124,69	16,10	0,0574	a,9983
60	2	2	4134,95	15,53	0,0553	0,9961
60	2	3	4247,08	15,85	0,0537	0,9970
60	3	1	4058,73	15,15	0,0482	a,9970
60	3	2	3877,40	14,00	0,0481	0,9969
60	3	3	4072,08	15,22	0,0469	a,9977
70	1	1	3761,15	20,57	0,0665	0,9937
70	1	2	4014,46	18,13	0,0613	0,9891
70	1	3	3977,94	17,95	0,0635	0,9920
70	2	1	3678,43	19,04	0,0583	0,9934
70	2	2	4193,09	18,04	0,0646	a,9940
70	2	3	3672,19	16,83	0,0573	a,9908
70	3	1	3867,03	17,59	0,0520	0,9905
70	3	2	4057,56	17,76	0,0605	a,9910
70	3	3	3553,52	17,90	0,0610	0,9887
80	1	1	3673,69	22,05	0,0723	0,9781
80	1	2	3341,43	22,98	0,0753	0,9850
80	1	3	3399,80	22,96	0,0755	0,9874
80	2	1	3476,74	20,87	0,0728	a,9890
80	2	2	3381,38	23,89	0,0769	a,9848
80	2	3	3253,08	22,93	0,0779	a,9855
80	3	1	3574,49	21,83	0,0745	0,9074
80	3	2	3677,47	23,23	0,0873	a,9841
80	3	3	3345,17	22,51	0,0853	0,9844

r - Repetição (adimensional)

QUADRO 2B - Temperatura do Ar de Secagem (T), Intervalo de Revolvimento da Massa de Grão (REV), Consumo Específico de Energia (CEE), Capacidade de Secagem (CS), Coeficiente "a" e Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) para o Café Cereja

T (°C)	REV (h)	r (adim)	CEE <sub>-1</sub> (kJ.kg <sup>-1</sup> )	"a" (kg.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )	-1,2627 <sub>1</sub> <sup>TS</sup>	R <sup>2</sup>
60	1	1	6500,58	4,700	0,0461	0,9870
60	1	2	6227,45	5,103	0,0497	0,9960
60	1	3	6500,28	4,957	0,0498	0,9839
60	2	1	6841,98	4,729	0,0468	0,9884
60	2	2	6675,91	5,522	0,0514	0,9904
60	2	3	7138,10	4,601	0,0484	0,9596
60	3	1	6692,65	4,234	0,0590	0,9638
60	3	2	6652,51	5,604	0,0561	0,9803
60	3	3	6444,61	5,494	0,0554	0,9736
70	1	1	5955,82	9,135	0,0744	0,9925
70	1	2	6563,67	8,066	0,0723	0,9896
70	1	3	7209,03	7,019	0,0630	0,9963
70	2	1	5862,88	8,880	0,0815	0,9938
70	2	2	5429,50	9,722	0,0889	0,9906
70	2	3	5818,67	0,404	0,0793	0,9928
70	3	1	4652,34	11,44	0,0934	0,9804
70	3	2	4923,28	10,19	0,0918	0,9868
70	3	3	5015,08	10,95	0,0792	0,9905
80	1	1	4842,32	15,08	0,1325	0,9933
80	1	2	4799,88	15,26	0,1338	0,9929
80	1	3	5343,29	13,61	0,1300	0,9909
80	2	1	5811,76	13,61	0,1237	0,9911
80	2	2	5637,32	13,50	0,1269	0,9948
80	2	3	5358,31	14,25	0,1343	0,9924
80	3	1	6060,25	13,60	0,1288	0,9916
80	3	2	4637,02	15,23	0,1522	0,9932
00	3	3	4628,64	18,74	0,1432	0,9973

r - Repetição (adimensional).

## APÊNDICE C

QUADRO 1C - Temperatura do Ar de Secagem (T), Intervalo de Revolvimento da Massa de Grão (REV), Fluxo do Ar de Secagem (Q), Temperatura Ambiente (Ta), Volume Especifico do Ar de Secagem (v) para o Cafe Despolpado

T (°C)	REV (h)	r (adim)	Q (m <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )	Ta (°C)	v (m <sup>3</sup> .kg <sup>-1</sup> )
60	1	1	12,44	18,3	0,906
60	1	2	12,22	19,0	0,909
60	1	3	13,00	19,2	0,909
60	2	1	12,88	20,2	0,912
60	2	2	12,44	19,3	0,909
60	2	3	12,88	17,8	0,901
60	3	1	12,77	18,0	0,904
60	3	2	12,55	18,0	0,904
60	3	3	12,77	17,7	0,903
70	1	1	12,77	17,9	0,902
70	1	2	11,55	17,9	0,903
70	2	3	11,66	17,8	0,902
70	2	1	11,55	19,1	0,909
70	2	2	11,77	15,8	0,894
70	2	3	11,22	22,7	0,924
70	3	1	10,33	20,0	0,911
70	3	2	11,66	17,6	0,903
70	3	3	11,55	22,9	0,922
80	1	1	11,88	19,6	0,911
80	1	2	12,22	21,8	0,921
80	1	3	12,11	21,3	0,915
80	2	1	11,22	21,2	0,916
80	2	2	11,88	20,9	0,914
80	2	3	11,88	21,7	0,918
80	3	1	12,11	21,4	0,916
80	3	2	13,11	20,0	0,911
80	3	3	13,00	22,0	0,920

r - Repetição (adimensional).

QUADRO 2C - Temperatura do Ar de Secagem (T), Intervalo de Revolvimento da Massa de Grão (REV), Fluxo do Ar de Secagem (Q), Temperatura Ambiente (Ta), Volume Específico do Ar de Secagem (v) para o Cafe Cereja

T (°C)	REV (min)	r (adim)	Q (m <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )	Ta (°C)	v (m <sup>3</sup> .kg <sup>-1</sup> )
60	1	1	12,44	16,9	0,900
60	1	2	12,77	16,7	0,899
60	1	3	12,88	16,6	0,905
60	2	1	12,77	16,4	0,899
60	2	2	13,33	15,9	0,896
60	2	3	13,00	18,0	0,905
60	3	1	12,66	17,2	0,901
60	3	2	12,88	15,1	0,893
60	3	3	13,55	18,9	0,908
70	1	1	13,00	17,8	0,905
70	1	2	12,88	16,3	0,896
70	2	3	12,77	15,2	0,892
70	2	1	12,55	16,0	0,896
70	2	2	12,44	16,6	0,899
70	2	3	12,66	18,1	0,905
70	3	1	12,11	20,0	0,911
70	3	2	11,66	19,6	0,910
70	3	3	12,11	17,7	0,904
80	1	1	12,77	18,7	0,907
80	1	2	13,00	19,1	0,908
80	1	3	13,22	19,1	0,907
80	2	1	13,33	16,4	0,900
80	2	2	13,22	14,1	0,891
80	2	3	13,11	13,2	0,887
80	3	1	13,77	16,3	0,898
80	3	2	13,11	17,2	0,901
80	3	3	12,22	18,1	0,905

r - Repetição (adimensional)

## APÊNDICE D

QUADRO 1D - Temperatura do Ar de Secagem (T), Intervalo de Revolvimento da Massa de Grão (REV), Tempo de Secagem (t), Peso Inicial (Pi), Umidade Inicial (Ui) e Umidade Final (Uf) para o Café Despolpado

T (°C)	REV (h)	r (adim)	t (min)	Pi (kg)	Ui (% bu)	Uf (% bu)
60	1	1	1020	29,00	51,63	13,41
40	1	2	1020	29,60	53,39	15,87
40	1	3	900	29,75	49,12	13,86
40	2	1	900	26,80	48,72	12,58
40	2	2	900	26,50	48,96	12,74
40	2	3	900	27,65	50,20	14,20
60	3	1	1020	29,55	53,28	14,25
40	3	2	1020	30,00	53,96	14,21
40	3	3	1020	30,00	53,80	15,75
70	1	1	720	28,50	54,56	17,30
70	1	2	840	28,50	50,94	11,80
70	2	3	840	28,50	51,60	11,35
70	2	1	780	28,50	53,16	16,88
70	2	2	040	28,50	52,25	11,97
70	2	3	900	28,50	51,56	12,13
70	3	1	840	28,50	48,60	15,33
70	3	2	840	28,50	50,87	11,55
70	3	3	840	28,50	51,03	12,00
80	1	1	720	29,00	52,96	10,01
80	1	2	440	29,00	55,27	14,43
80	1	3	440	29,00	55,26	15,53
80	2	1	720	29,00	53,12	12,34
80	2	2	440	29,00	53,97	13,44
80	2	3	440	29,00	53,99	11,69
80	3	1	720	29,00	55,04	12,24
80	3	2	400	27,00	54,59	13,72
80	3	3	440	29,00	56,00	11,45

r = Repetição (adimensional).

OUADRO 2D - Temperatura do Ar de Secagem (T), Intervalo de Revolvimento da Massa de Grão (REV), Tempo de Secagem (t), Peso Inicial (Pi), Umidade Inicial (Ui) e Umidade Final (Uf) para o Café Cereja

T (°C)	REV (h)	r (adim)	t (min)	Pi (kg)	Ui (% bu)	Uf (% bu)
60	1	1	1260	23,55	51,18	12,23
60	1	2	1200	23,80	51,76	12,03
60	1	3	1260	23,10	53,47	12,26
40	2	1	1380	23,40	54,71	12,41
60	2	2	1200	23,20	52,76	12,33
60	2	3	1380	22,95	53,96	14,44
60	3	1	960	21,90	43,70	12,24
60	3	2	1140	22,85	50,51	11,30
60	3	3	1200	22,75	52,51	12,52
70	1	1	840	22,55	48,81	10,86
70	1	2	900	22,35	49,73	11,88
70	2	3	960	22,35	49,79	12,67
70	2	1	780	22,25	47,21	10,33
70	2	2	720	21,95	46,84	10,59
70	2	3	840	22,30	48,178	10,55
70	3	1	660	22,50	45,18	11,56
70	3	2	660	21,65	43,68	11,65
70	3	3	720	22,95	48,85	15,24
80	1	1	480	21,55	43,20	11,30
80	1	2	480	21,80	43,199	12,03
80	1	3	540	21,70	44,55	11,20
80	2	1	540	21,72	44,28	12,17
80	2	2	540	22,08	45,54	11,58
80	2	3	540	22,20	47,23	11,25
80	3	1	540	21,30	43,189	10,81
80	3	2	420	21,60	42,65	12,14
80	3	3	480	22,20	45,51	11,70

r = Repetição (adimensional)

## APÊNDICE E

QUADRO 1E - Temperatura do Ar de Secagem (T), Intervalo de Revolvimento da Massa de Grão (REV) e Peso do Café Beneficiado

T (°C)	REV (h)	r (adim)	Peso do Café Beneficiado (kg)	
			Despolpado	Cereja
60	1	1	23,10	9,05
60	1	2	23,56	9,33
60	1	3	22,14	9,37
60	2	1	21,73	9,79
60	2	2	20,96	9,94
60	2	3	21,40	9,69
60	3	1	23,18	8,98
60	3	2	21,42	9,72
60	3	3	23,28	10,38
70	1	1	22,22	11,50
70	1	2	22,84	10,89
70	1	3	22,62	11,26
70	2	1	22,28	10,39
70	2	2	22,73	10,50
70	2	3	22,72	10,58
70	3	1	22,16	11,32
70	3	2	22,38	10,09
70	3	3	22,55	11,83
80	1	1	23,81	10,86
80	1	2	22,75	10,99
80	1	3	22,73	11,02
80	2	1	22,54	11,02
80	2	2	23,65	10,94
80	2	3	22,70	11,54
80	3	1	23,58	11,02
80	3	2	20,91	9,59
80	3	3	22,28	13,49

r = Repetição (adimensional).