

Ricardo Benedetti

Efeito dos Parâmetros de Secagem e do Tempo
de Fermentação na Qualidade do Café



1910001464





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
IBILCE - Câmpus São José do Rio Preto

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**EFEITO DOS PARÂMETROS DE SECAGEM E DO TEMPO
DE FERMENTAÇÃO NA QUALIDADE DO CAFÉ**

RICARDO BENEDETTI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências,
Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de São José
do Rio Preto, para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia e Ciência de Alimentos

**EFEITO DOS PARÂMETROS DE SECAGEM E DO TEMPO
DE FERMENTAÇÃO NA QUALIDADE DO CAFÉ**

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Gomes Vieira

São José do Rio Preto - SP
2005

São José do Rio Preto
2005



RICARDO BENEDETTI

**EFEITO DOS PARÂMETROS DE SECAGEM E DO TEMPO
DE FERMENTAÇÃO NA QUALIDADE DO CAFÉ**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências,
Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José
do Rio Preto, para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia e Ciência de Alimentos.

Orientador: **Profº Dr. José Antônio Gomes Vieira**

T. 1464/06



São José do Rio Preto
2005



4663.932

B462e

13/03/2006

Doação

Autor(a)

50703005

Benedetti, Ricardo.

Efeito dos parâmetros de secagem e do tempo de fermentação na qualidade do café / Ricardo Benedetti – São José do Rio Preto : [s.n.], 2005

76 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: José Antônio Gomes Vieira

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Café - Qualidade. 2. Café - Fermentação. 3. Café - Secagem.. I. Vieira, José Antônio Gomes. II. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 663.932



RICARDO BENEDETTI

**EFEITO DOS PARÂMETROS DE SECAGEM E DO TEMPO
DE FERMENTAÇÃO NA QUALIDADE DO CAFÉ**

**COMISSÃO JULGADORA
DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE**

**Profº Dr. José Antônio Gomes Vieira
(Presidente e Orientador – IBILCE/UNESP)**

**Profº Dr. Evódio Ribeiro Vilela
(2º Examinador – UFLA/Lavras)**

**Profª Drª Vânia Regina Nicoletti Telis
(3º Examinador – IBILCE/UNESP)**

**Profª Drª Regina de Oliveira Moraes Arruda
(4º Examinador – UNG/Guarulhos)**

**Profº Dr. Elizeu Trabuco
(5º Examinador – IBILCE/UNESP)**

São José do Rio Preto, 16 de dezembro de 2005.



DADOS CURRICULARES

RICARDO BENEDETTI

NASCIMENTO: 05/02/1971 – BARRETOS-SP

FILIAÇÃO: Ítalo Benedetti

Maria Carolina Muniz Benedetti

**1993/1997: Curso de Graduação em Licenciatura em Química e
Bacharelado em Química Tecnológica
Fundação Educacional de Barretos-SP**

**2003/2005: Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de
Alimentos - nível de Mestrado
IBILCE/UNESP - Campus São José do Rio Preto-SP**

*Dedico este trabalho à minha esposa Patricia, pelo total apoio,
agradecimento, amor e compreensão nos momentos mais difíceis.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente, e me dar a força necessária para alcançar meus objetivos;

Ao Professor Dr. José Antônio Gomes Vieira, pela incalculável dedicação, amizade e paciência com que me orientou;

Ao Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, pela sua contribuição na realização deste projeto;

Aos Professores integrantes da banca examinadora, Dr. José Antônio Gomes Vieira, Dr^a Regina de Oliveira Moraes Arruda e Dr^a Vânia Regina Nicoletti Toffi, pelas correções e sugestões que enriqueceram o trabalho em realização;

Ao Professor David Ariuvello Barzotto, pelo auxílio nas análises estatísticas;

Aos técnicos Neyton Mayer Filho, João Jesuino Demilio, e Givaldo Vieira dos Santos, pelo auxílio na parte experimental do projeto;

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação, pelos preciosos ensinamentos durante o desenvolvimento do Curso de Mestrado;

À Empresa COCAM - Cia de Café Solúvel e Derivados, através dos profissionais João Aparecido Deridério (Degustador), Adilson Marques de Santana (Gerente de Matéria-prima), e Paulo Márcio Cruz (Gerente de Controle de Qualidade), pela

Dedico este trabalho à minha esposa Patricia, pelo total apoio, incentivo, amor e compreensão nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente, e me dar a força necessária para alcançar meus objetivos;

Ao Professor Dr. José Antônio Gomes Vieira, pela incansável dedicação, amizade e paciência com que me orientou;

Ao Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, pela sua contribuição na realização deste projeto;

Aos Professores integrantes da banca examinadora, Dr. José Antônio Gomes Vieira, Dr^a Regina de Oliveira Moraes Arruda e Dr^a Vânia Regina Nicoletti Telis, pelas correções e sugestões que enriqueceram o trabalho ora realizado;

Ao Professor David Ariovaldo Banzatto, pelo auxílio nas análises estatísticas;

Aos técnicos Neyton Mayer Filho, João Jesuíno Demílio, e Ginaldo Vieira dos Santos, pelo auxílio na parte experimental do projeto;

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação, pelos preciosos ensinamentos durante o desenvolvimento do Curso de Mestrado;

À Empresa COCAM – Cia de Café Solúvel e Derivados, através dos profissionais João Aparecido Dezidério (Degustador), Adilson Marques de Santana (Gerente de Matéria-prima), e Paulo Márcio Cruz (Gerente de Controle de Qualidade), pela colaboração nas análises sensoriais;

Ao Sr. Pedro Taliba, produtor rural do município de Bálamo-SP, pela doação das amostras de café;

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação pela amizade e incentivo constante;

Aos meus pais, Ítalo e Carolina, pelo amor incondicional e pelo empenho com que lutaram pela minha formação;

A Patricia, pelo amor, compreensão e pelo desejo de que eu alcançasse tal objetivo, e principalmente pelo seu companheirismo nos momentos mais difíceis;

A todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho;

"Uma coisa é impossível até que alguém diga
e todos começam a acreditar."

Allen Elwood

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	04
3. REVISÃO DA LITERATURA	04
3.1. Fatores que influenciam a qualidade do café	04
3.1.1. Elaboração	07
3.1.2. Colheita do café	08
3.1.3. Beneficiamento do café	09
3.1.4. Armazenamento do café	11
3.2. Influência da temperatura durante a torrefação do café	12
3.2.1. Características físicas do café	12
3.2.2. Torrefação do café	14
3.2.3. Classificação da torrefação	19
3.2.4. Torrefação do café	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Matéria-prima	18
4.2. Tempo de torrefação	18
4.3. Preparo do	19

“Uma coisa só é impossível até que alguém duvida e acaba provando o contrário.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	04
3. REVISÃO DA LITERATURA	05
3.1 – Fatores que influenciam na qualidade do café	06
3.1.1 – Espécie de café.....	07
3.1.2 – Colheita do fruto	08
3.1.3 – Beneficiamento do grão.....	09
3.1.4 – Café cereja descascado.....	11
3.2. – Relação entre a composição química e a qualidade do café	12
3.2.1 – Constituintes químicos do grão.....	12
3.2.2 – Fermentações do fruto.....	14
3.2.3 – Classificação da bebida.....	16
3.2.4 – Dimensões do grão.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 – Matéria-prima	18
4.2 – Tempos de Fermentação	18
4.3 – Preparo da amostra para secagem.....	19

4.4 – Secagem	19
4.5 – Determinações analíticas	20
4.5.1 – Determinação da umidade inicial (fruto)	20
4.5.2 – Determinação da acidez titulável (grão)	20
4.5.3 – Determinação do pH (grão)	21
4.5.4 – Determinação dos sólidos solúveis (grão)	21
4.5.5 – Análise sensorial - prova de xícara	22
4.6 – Estudo do encolhimento	23
4.7 – Delineamento experimental	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 – Acidez titulável total	26
5.2 – Potencial hidrogeniônico - pH	33
5.3 – Sólidos solúveis	38
5.4 – Prova de xícara	42
5.5 – Estudo do encolhimento	45
6. CONCLUSÕES	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
8. ANEXOS	58

Figura 10 - Valores experimentais e calculados do sistema, empregando-se os valores experimentais, com função de umidade dos frutos de café da variedade Mundo Novo, com massa e densidade.



LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Provadores durante a análise sensorial de prova de xícara	22
Figura 02 – Desenho esquemático de um fruto de café considerado como um esferóide tri-axial oblato e suas dimensões características.....	24
Figura 03 – Teores de acidez titulável total (mL NaOH 0,1 N/100 g) de café com a casca	32
Figura 04 – Teores de acidez titulável total (mL NaOH 0,1 N/100 g) de café descascado	32
Figura 05 – Valores estimados e calculados da área, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café com casca e despulpado, para as diferentes variedades analisadas.	46
Figura 06 – Valores estimados e calculados do volume, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café com casca e despulpado, para as diferentes variedades analisadas.	47
Figura 07 - Valores estimados e calculados da área superficial, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café da variedade Mundo Novo com casca e despulpado.....	48
Figura 08 - Valores estimados e calculados do volume, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café da variedade Mundo Novo com casca e despulpado	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Tipos de processamento de grãos de café	10
Tabela 02 – Teores médios de alguns constituintes químicos do café beneficiado	14
Tabela 03 – Resultados das médias de acidez titulável nas temperaturas de secagem para amostras de café da variedade Mundo Novo	26
Tabela 04 – Resultados das médias de acidez titulável nos tempos de fermentação para amostras de café da variedade Mundo Novo	27
Tabela 05 – Resultados das médias de acidez titulável, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo	28
Tabela 06 – Resultados das médias de acidez titulável, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo	28
Tabela 07 – Resultados das médias de acidez titulável, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho	29
Tabela 08 – Resultados das médias de acidez titulável, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho	30
Tabela 09 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Mundo Novo	33



Tabela 10 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Mundo Novo.....	34
Tabela 11 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuaí Amarelo	34
Tabela 12 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuaí Amarelo	35
Tabela 13 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuaí Vermelho	35
Tabela 14 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuaí Vermelho	36
Tabela 15 – Resultados das médias de sólidos solúveis nas temperaturas de secagem para amostras de café descascado	38
Tabela 16 – Resultados das médias de sólidos solúveis nos tempos de fermentação para amostras de café descascado	39
Tabela 17 – Resultados das médias de sólidos solúveis nas temperaturas de secagem para amostras de café com a casca	39
Tabela 18 – Resultados das médias de sólidos solúveis nos tempos de fermentação para amostras de café com a casca	40



Tabela 19 – Resultados da prova de xícara para amostras de café descascado	43
Tabela 20 – Resultados da prova de xícara para amostras de café com a casca.....	44
Tabela 21 - Valores dos parâmetros das equações 03 e 04 correspondentes aos valores estimados da figura 07.....	49
Tabela 22 - Valores dos parâmetros das equações 03 e 04 correspondentes aos valores estimados da figura 08.....	50

RESUMO

O Brasil sempre ocupou a posição de maior produtor e exportador de café no mundo. Com o decorrer dos anos, entretanto, houve queda de sua participação no comércio internacional, em razão da concorrência entre os diversos países produtores, relativamente a preço e qualidade do produto. Para obter-se café de qualidade, torna-se necessária a utilização de técnicas adequadas de produção, além de práticas convenientes de colheita, processamento e armazenamento. O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos do tempo de fermentação do fruto, da temperatura de secagem e despulpamento na composição química do grão e na qualidade da bebida. Foram utilizadas três variedades de café (Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo e Mundo Novo), comumente cultivadas na região de São José do Rio Preto-SP. Os frutos de café (estágio cereja) foram colhidos e transportados para o laboratório e armazenados em sacos de polietileno trançados à temperatura ambiente durante 0, 24, e 48 horas. Logo após cada período de fermentação, um lote de frutos foi despulpado e outro permaneceu com a casca, sendo levados a um secador mecânico de leito fixo, onde foi realizada a secagem em temperaturas de 40°C e 60°C à velocidade de 1 m/s até o produto atingir 12% de umidade (umidade ideal para armazenagem). Foram avaliados os seguintes parâmetros de qualidade: tamanho do grão (encolhimento), pH, acidez titulável total, sólidos solúveis e análise sensorial da bebida, através da prova de xícara. Os resultados mostraram que as variedades de café estudadas apresentaram uma baixa acidez quando comparadas com as mesmas variedades produzidas em



outras regiões do País. Verificou-se um aumento da acidez no decorrer dos tempos de fermentação. O teor de sólidos solúveis variou entre 29 e 34% para as três variedades, quantidade desejada do ponto de vista do rendimento industrial. Para todas as variedades, os tempos de fermentação e a temperatura de secagem não afetaram a qualidade da bebida, pela prova de xícara. Praticamente todas as amostras foram classificadas como bebida dura. Pelos parâmetros estudados, o café pode ficar estocado até 48 horas e ser seco até 60°C sem prejudicar a qualidade da bebida. A redução da umidade provocou uma diminuição de 15 a 20 % do volume do grão com casca e refletiu na redução de 5 a 10 % na área superficial. O café descascado apresentou menores alterações, inferiores a 5 % de área e volume, indicando uma tendência menos acentuada de encolhimento durante a secagem dos grãos.



ABSTRACT

Brazil has ever hold the major position in producing and exporting coffee in the World. Although, during the years, it has lost position in the international trade ranking due to the competition among all other coffee producing countries if it is considered quality and prices. In order to get real good coffee it's necessary to have appropriated techniques, besides convenient harvesting, processing and storing. The aim of this study is to evaluate the effects of the fruit fermentation time, the drying-temperature and pulping in the chemical composition of the beans and beverage quality. Three different kinds of coffee (Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo and Mundo Novo), commonly grown in the region of São José do Rio Preto-SP, were used. The coffee fruits (berry maturation stage) were harvested and then, transported to the lab and stored in braided bags of polyethylene at natural temperature during 0, 24 and 48 hours. Right after each period of fermentation, a group of fruits was pulped and an other one remained with the skin and then both were taken to a mechanical fixed dryer, where the drying was undertaken under temperatures of 40°C and 60°C and at speed of 1m/s until the product had reached 12% of humidity (the ideal humidity to store). The following quality parameters were evaluated: bean size (shrinking), pH, total titrated acidity, soluble solids and sensorial analysis of the beverage by the cup test. The results showed that the different kinds of coffee studied had lower acidity when compared with the same varieties produced in other regions from Brazil. A growing acidity was verified during the fermentation time. The content



of soluble solids varied between 29% and 34% in the three varieties, what is a desirable amount regarding on the beverage quality by cup test. All the samples were classified as according to the parameters studied. The coffee can be stored for up to 48 hours and dried up to 60°C without loss in beverage quality. The reduction in the humidity caused the covered-bean to turn down its volume between 15% and 20% what resulted in 5% to 10% reduction in its surface. The non-covered bean showed less changes, less than 5% in its surface and volume, targeting to a less accentuated trend in shrinking the beans during drying.



1 - INTRODUÇÃO

Café é o nome dado aos frutos do cafeeiro, e também é uma das bebidas mais apreciadas no mundo. Os principais produtores de café são: Brasil, Vietnã, Colômbia, Indonésia e México. São grandes importadores: Estados Unidos, Alemanha, Japão e Itália. O café representa muito mais do que uma bebida agradável; contribui de maneira singular para a expansão da agricultura e também foi fator predominante na história política e econômica do Brasil (Alves, 2002).

O café sempre teve um importante papel no agronegócio brasileiro. Durante muito tempo foi o principal produto na pauta das exportações brasileiras, chegando a representar 70% das exportações. Ainda hoje tem expressividade no balanço do agronegócio, representando em média 20% ao ano das exportações. Em 2001 as exportações de café (incluindo cafés cru, torrado e solúvel) atingiram 23,5 milhões de sacas (40,8 mil sacas de café torrado), apresentando um acréscimo de 17% em 2002 quando alcançou 27,6 milhões de sacas (69 mil sacas de café torrado). A produção brasileira de café em 2001 foi de 3,6 milhões de toneladas, basicamente concentrada no estado de Minas Gerais; 1,7 milhões de toneladas, divididos entre o sul de Minas, voltada para a produção de café robusta, usado na composição dos “blends”, e no Cerrado Mineiro, onde a produção está voltada para o café arábica, considerado de melhor qualidade (Snow et al., 2003).



No Brasil poucos produtos agrícolas têm seus preços baseados em parâmetros qualitativos e dentre eles, destaca-se o café, cujo valor é acrescido significativamente com a melhoria da qualidade, a qual também é um fator limitante para a exportação. Sabe-se que a qualidade final do grão beneficiado é resultante de vários fatores, tais como, condições climáticas antes, durante e após a colheita, adubação, tratamentos fitossanitários, maturação, cuidados na colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e industrialização (moagem e torração).

Do ponto de vista quantitativo, o aroma de café é um dos mais complexos que existe, devido à grande quantidade de componentes químicos presentes. Do ponto de vista do consumidor, a qualidade do café está diretamente ligada ao seu aroma. Partindo disto, pesquisadores em todo mundo realizam estudos buscando desvendar quimicamente o aroma de café.

O Brasil sempre ocupou a posição de maior produtor e exportador de café no mundo. Com o decorrer dos anos, entretanto, houve queda de sua participação no comércio internacional, em razão da concorrência entre os diversos países produtores, relativamente a preço e qualidade do produto. Para obter-se café de qualidade, torna-se necessária a utilização de técnicas adequadas de produção, além de práticas convenientes de colheita, processamento e armazenamento.

Alguns países exportadores de café de qualidade estão utilizando a tecnologia para a produção de café cereja descascado, sistema no qual a polpa dos frutos maduros é retirada e colocada em terreiro para secagem. O café cereja descascado garante melhor qualidade da bebida, agregando valor ao



produto. A realização da secagem do café cereja com e sem casca, utilizando um secador mecânico, pode contribuir de maneira expressiva na qualidade da bebida, pelo fato da temperatura e das condições sanitárias serem controladas, enquanto que, a céu aberto, o pó, insetos, pássaros e roedores são alguns dos importantes problemas que interferem na qualidade da bebida. É também de grande importância avaliar o efeito do tempo de fermentação (ou armazenagem) antes da secagem na qualidade do café, tendo em vista o fato do ensacamento de cafés recém colhidos por longos períodos, dentro da lavoura ou no terreiro a espera da secagem, ser uma prática muito utilizada, principalmente pelo pequeno produtor.

É conhecido que a qualidade do café se encontra estreitamente relacionada aos diversos constituintes físico-químicos e químicos, responsáveis pelo sabor e aroma característicos da bebida. Tais circunstâncias explicam a importância de se conduzir estudos para conhecer os efeitos do tempo de fermentação, do despulpamento do fruto e da temperatura de secagem na qualidade do café, utilizando parâmetros de qualidade como dimensão do grão, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, entre outros, os quais estão correlacionados positivamente com a qualidade da bebida do café.



2 – OBJETIVOS: LITERATURA

Os objetivos deste estudo, utilizando três variedades de café arábica (Catuai Vermelho, Catuai Amarelo e Mundo Novo) colhidos manualmente, colocados para fermentar em três diferentes tempos e desidratados em secador mecânico em duas temperaturas (40°C e 60°C), foram:

- Avaliar os efeitos do tempo de fermentação do fruto na qualidade do grão e da bebida.
- Verificar os efeitos do despulpamento do fruto na qualidade do grão e da bebida.
- Verificar os efeitos da temperatura de secagem do fruto na qualidade do grão e da bebida.



3 – REVISÃO DE LITERATURA

O café é uma das principais atividades agroindustriais do país. Em estudo realizado pela ABIC (Associação Brasileira das Indústrias de Café), o café foi lembrado por 51% dos consumidores questionados e ocupou a quarta posição entre as bebidas mais consumidas, depois da água, refrigerantes e sucos naturais. O café é um dos poucos produtos agrícolas, no Brasil, que tem seu preço associado a parâmetros qualitativos; assim seu valor é acrescido com a melhoria da qualidade (Lopes et al., 2000). A cafeicultura, graças à sua grande expressão no cenário do agronegócio mundial, tem promovido a sua expansão em todas as regiões do país. Regiões consideradas inaptas ao cultivo do café investem em tecnologia, produzindo café com características únicas, recebendo denominações de cafés especiais, com boa aceitação pelo mercado. O aumento da qualidade de um produto pode compensar a falta de alta produtividade, já que o preço do café depende de parâmetros qualitativos. As regiões que produzem menos café têm procurado adaptar-se às diferentes condições de produção, baseadas nos aspectos climáticos, regionais, tecnológicos e econômicos, investindo em tecnologias de processamento, secagem e armazenamento do café. Assim, além do tradicional preparo por via seca, pode-se observar os processos de despulpamento, descascamento, desmucilamento e variações no tipo de secagem do café (Pereira et al., 2000b).

3.1 – Fatores que influenciam na qualidade do café

O café é um dos alimentos mais complexos do ponto de vista de composição química. Não apenas pelo fato do grão conter grande variedade de constituintes químicos, mas, principalmente, devido à interação que ocorre entre esses constituintes durante os estágios de processamento. A maioria dos cafeicultores brasileiros prepara o café por via seca, obtendo-se o chamado café de terreiro. Desse modo, a qualidade pode ser afetada por diversos fatores, entre eles as condições climáticas, região de produção, microrganismos e os cuidados dispensados desde a colheita até o armazenamento. Para evitar prejuízos maiores na safra, e para que o café resulte em um produto de melhor qualidade, recomenda-se, antes do início da colheita, fazer a limpeza e o arruamento do cafeeiro (Cunha et al., 2002).

Existem dois conjuntos de fatores principais que alteram a qualidade do café: a Pré-colheita, onde se enquadram a espécie e a variedade do café, o local de cultivo, a maturação dos grãos, a incidência de microrganismos e o efeito de adubação; e a Pós-colheita, que se referem às fermentações, ao preparo, à secagem, à armazenagem, às misturas e à torração. Após a colheita por derriça no chão, no pano ou por processos mecânicos, o café deve ser conduzido no mesmo dia para secagem, passando antes pela limpeza, que geralmente é feita por meio de lavadores. A lavagem é uma operação importante, tanto no preparo por via úmida quanto por via seca, quando se objetiva eliminar as impurezas, como torrões, paus, terras e folhas. Além de melhorar a qualidade do produto, a

eliminação de impurezas reduzirá o desgaste das máquinas durante as operações de secagem e de beneficiamento. O beneficiamento é uma operação que deve ser realizada pós-colheita, que irá transformar, pela eliminação das cascas e pela separação dos grãos, o fruto seco em grãos de café. O rebeneficiamento é um processo que visa uniformizar o tamanho dos grãos e eliminar os defeitos, melhorando o tipo e classificação comercial do café, conferindo-lhe, conseqüentemente, maior preço (Cunha et al., 2002).

3.1.1 – Espécie de café

O cafeeiro é um arbusto pertencente à família das Rubiáceas e ao gênero *Coffea*. A espécie mais cultivada é a arábica (cerca de 70% do produto comercializado), seguida pela canephora (robusta) e libérica (Alves, 2002). O *Coffea* arábica é procedente das regiões tropicais da Ásia e da África e contribui com os sabores mais delicados à mistura final de variedades, para a obtenção de uma bebida de qualidade. O *Coffea* robusta exige climas quentes, também é procedente da África e da Ásia, e empresta força e sabor à mistura final, para a obtenção de uma boa bebida. O *Coffea* libérica é a espécie menos usada na produção da bebida (Vicente et al., 1996).

A planta da variedade arábica é um arbusto perene, multicaule, de casca cinza e rugosa, que atinge de 2 a 6 metros de altura. Possui folhas opostas, lanceoladas e de cor verde-escura na face superior e esbranquiçada na inferior. As flores são brancas, às vezes róseas, agrupando-se em glomérulos, em número de 3 a 5 na junção das folhas com o caule. Produz um fruto ovóide, que



passa de verde a vermelho quando amadurece, dentro do qual alojam-se duas sementes achatadas e cartilaginosas, envoltas em polpa adocicada. A semente contém, além de cafeína, quantidades variáveis de outras substâncias, como o ácido cafetânico, legumina, glicose, clorogenato de potássio, gorduras, dextrina, matérias azotadas, minerais, celulose, água e óleo essencial (Alves, 2002).

3.1.2 – Colheita do fruto

As plantas de café são arbustos verdes que crescem até uma altura de 2 a 6 metros, mas que em plantações comerciais é podado até ficar com 2 a 3 metros, com a finalidade de facilitar os trabalhos mecânicos e de colheita final. Esta planta produz um fruto com polpa doce e fina, em cujo interior encontram-se duas sementes que são os grãos de café, base para a utilização do produto (Vicente et al., 1996). A boa qualidade do café depende, em grande parte, do sistema de colheita. Os cafés mais famosos do mundo, como os da Colômbia, Costa Rica e El Salvador, são obtidos mediante colheita manual dos frutos completamente maduros, que são posteriormente submetidos à operação de despulpamento. O preparo influi diretamente na qualidade final desse produto. Da colheita ao armazenamento, o preparo envolve várias etapas e a execução racional dessas operações permite a obtenção de um produto que reúne as características de tipo e de bebida exigida durante a fase de comercialização do café torrado e moído (Cunha et al., 2002).

A colheita do café é comparativamente mais difícil de ser executada do que a de outros produtos, em razão do formato da planta, da falta de



uniformidade de maturação e do teor de umidade elevado dos frutos. No Brasil, a colheita manual do café pode ser considerada convencional por ser a mais utilizada, e é realizada predominantemente pelo processo denominado derriça. Este processo consiste em se correr a mão semifechada nos ramos dos cafeeiros, derrubando os frutos no pano, no chão ou em cestos. Com a introdução da mecanização na colheita do café, aumentou a capacidade produtiva da mão-de-obra, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da cultura, para a obtenção de um produto de melhor qualidade e para minimizar os problemas de escassez de mão-de-obra no período da colheita. O sistema de colheita mecanizada não dispensa totalmente o uso de serviço manual, pois a máquina não consegue colher todos os frutos da planta. Os frutos que permanecem após a derriça mecânica, são retirados por meio de uma operação manual denominada “repassse” (Carvalho et al., 2000).

3.1.3 – Beneficiamento do grão

Após a colheita, o fruto é levado para instalações onde os grãos são separados do restante dos seus componentes. São dois os métodos normalmente usados para conseguir essa separação: o método úmido e o método seco.

- Método úmido: a polpa é separada mediante máquinas, depois de o fruto ter ficado mergulhado em água durante um período que pode chegar a ser de até setenta e duas horas. Em seguida são realizados a lavagem e descascamento em máquinas, ficando os grãos complementares limpos.



- Método seco: Os frutos são secos ao sol e descascados em máquinas, ficando os grãos igualmente limpos.

Nessas instalações os grãos de café são classificados, ensacados e enviados aos diversos mercados do mundo inteiro. A partir deste café é possível então produzir inúmeras variações, como o café verde ou cru, café torrado em torrefação, café descafeinado, extrato solúvel de café, e extrato solúvel de café descafeinado, conforme mostra a Tabela 01.

*TABELA 01 – Tipos de processamento de grãos de café.

Tipo de Café	Processamento
Café verde (cru)	Café em grão, desprovido de cascas externas, sem ter sido submetido a qualquer outro processo de elaboração ou tratamento.
Café torrado natural	Produto obtido ao se submeter o café verde ou cru à ação do calor, de maneira que o mesmo adquira a cor, o aroma e as demais qualidades características.
Café torrado em torrefação	Produto que resulta da adição de açúcar ao processo de queima, antes de o processo terminar.
Café descafeinado	Café cru, tostado ou torrado, que foi separado da maior parte de sua cafeína; conterá no máximo 0,1% de cafeína.
Extrato solúvel de café	Produto em pó granulado, solúvel em água, obtido por meio de uma parcial ou total evaporação da infusão de café torrado; conterá no máximo 2,5% de cafeína e 4% de umidade.
Extrato solúvel de café descafeinado	Produto em pó granulado, solúvel em água, obtido por meio de uma parcial ou total evaporação da infusão de café descafeinado torrado; conterá no máximo de 0,3% de cafeína e 4% de umidade.

Fonte: Vicente et al., 1996.



3.1.4 – Café cereja descascado

Entre as diversas alternativas hoje praticadas para o preparo de café em nosso País, um novo método está se disseminando, principalmente entre os pequenos produtores: o da tecnologia do café cereja descascado, visando proporcionar “um sistema de preparo de café de qualidade”. Em contraste com os bem conhecidos processos do café “natural” e “lavado”, esta técnica está baseada no despolpamento mecânico da fruta madura com intuito de remover a maior parte da polpa mole envoltória, mantendo, porém, intocada a camada exposta de mucilagem que recobre o grão durante a secagem mecânica por ar quente. Em virtude da necessidade de posterior preservação, seja do fruto integral “café natural” ou do café cereja descascado, os grãos devem ser secos dentro do intervalo de 11 a 13% b.u. (base úmida). A vantagem de secar os grãos de café descascados ao invés do “café natural” reside em uma redução de 25% na umidade a ser removida. Apesar desta e das demais vantagens proclamadas em favor da tecnologia do café cereja descascado, persistem ainda algumas dificuldades tecnológicas. Entre estas prevalece a necessidade de manter o produto abaixo de um nível limite de temperatura, requerendo assim que, a temperatura do ar de secagem seja controlada em um máximo de 40°C, de modo a preservar a qualidade final da bebida do café. Como uma consequência, o material pode ser danificado pelo longo período necessário de secagem, que pode se estender por 16 a 45 horas, dependendo do produto e das condições operacionais (Cunha et al., 2003).



3.2. – Relação entre a composição química e a qualidade do café

3.2.1 – Constituintes químicos do grão

O grão de café apresenta uma grande diversidade de compostos químicos que, durante e após a torração, são utilizados em reações químicas originando importantes componentes do aroma e sabor da bebida. Dependendo da constituição química, poderão ser formados compostos desejáveis e indesejáveis, com características de sabor e aroma perceptíveis. A composição química do grão de café pode variar em função do clima, região, altitude, solo, espécies, entre outros. Com relação às espécies, sabe-se que o café arábica apresenta concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídios e trigonelina, sendo considerado de melhor qualidade, enquanto o café robusta, considerado de bebida neutra, exibe, geralmente, maiores teores de compostos fenólicos e cafeína. Linhagens de café que apresentem variação na composição química podem apresentar diferenças nas características sensoriais da bebida do café (Pereira et al., 2000a).

A influência de fatores como a composição química dos grãos, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais, os métodos de colheita, processamento e armazenamento, são importantes por afetarem diretamente a qualidade da bebida do café. A torração e o preparo da bebida modificam a constituição química dos grãos. No entanto, essas alterações são dependentes da composição original dos mesmos. Uma maior quantidade de sólidos solúveis é desejada tanto pelo ponto de vista do rendimento industrial, quanto pela sua



contribuição para assegurar o corpo da bebida, sendo interessante a utilização de cultivares que apresentem maior conteúdo desta fração, propiciando a obtenção de bebida de boa qualidade. Durante a torração, estes sólidos sofrem diminuições, como consequência da perda de ácidos orgânicos e da volatilização de alguns compostos no processo pirolítico de torração (Lopes et al., 2000).

A intensidade da acidez da bebida varia predominantemente em função das condições climáticas durante a colheita e secagem, do local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos. Frutos secos na árvore e cerejas maduras processadas tradicionalmente apresentam pH mais ácido, para as cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo, respectivamente, confirmando diferenças entre cultivares conduzidas sob as mesmas condições. A distinção entre os ácidos voláteis e não voláteis do café é desejável, pois os ácidos orgânicos são quimicamente estáveis e os aldeídos podem ser oxidados a ácidos, assim como o ácido clorogênico, quando aquecido, quebra-se em ácido caféico e quínico, sendo estas, algumas das principais mudanças que ocorrem na bebida do café. (Lopes et al., 2000).

Carvalho et al., citado por Pimenta et al. (2000), verificaram haver diferenças marcantes entre teores de acidez titulável em cafés de diferentes qualidades de bebida, encontrando valores médios de 211,2, 235,5, 218,3, 250,4, 272,2 e 284,5 mL de NaOH/100g de amostra para café de bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio, respectivamente, ressaltando, portanto, a importância da utilização desta acidez como parâmetro de qualidade.



A Tabela 02 apresenta os teores médios de alguns constituintes químicos do café beneficiado.

TABELA 02 - Teores médios de alguns constituintes químicos do café beneficiado:

Constituinte	% em peso	Constituinte	% em peso
Água	8 - 12	Sólidos solúveis	24 - 31
Carboidratos	20 - 25	Açúcares totais	5 - 10
Lipídios	10 - 18	Açúcares redutores	0 - 5
Minerais	2,5 - 4,5	Ácido clorogênico	2 - 8,4
Proteínas	9 - 16	Cafeína	0,6 - 1,5

Fonte: Chagas, 1994.

3.2.2 – Fermentações do fruto

Os principais ácidos do café são o málico e o cítrico que são responsáveis por uma acidez desejável, proporcionando o sabor ácido característico do produto. Nos frutos de café podem ocorrer diferentes tipos de fermentações, alterando assim a acidez, sabor, aroma e cor destes frutos. Os açúcares presentes na mucilagem, quando na presença de microrganismos, ou sob condições anaeróbicas, são fermentados produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico, sendo que a partir destes dois últimos ácidos, já se observa prejuízo acentuado na qualidade. Em cafés maduros, quando amontoados, observa-se uma sucessão de fermentações favorecidas pelas

condições de anaerobiose. A princípio ocorre a fermentação alcoólica, caracterizada pelo cheiro de álcool etílico, passando depois para a fermentação acética com odor de vinagre. O manejo inadequado levará a uma fermentação butírica, caracterizada pelo cheiro desagradável e constitui um dos principais fatores de deterioração do café e de má qualidade de suas bebidas (Carvalho Júnior et al., 2000).

Muitos são os fatores ligados à qualidade da bebida do café e estes vão desde as influências externas como umidade, temperatura, tipo de solo, e outros, até a presença de microrganismos responsáveis por fermentações e podridões que alteram o gosto da bebida, passando ainda pela colheita e preparo do café. Os processos de fermentação e podridão que ocorrem durante a secagem, são também responsáveis pela má qualidade da bebida do café. As transformações químicas que ocorrem no grão de café, conduzindo a uma qualidade de bebida inferior, são de natureza enzimática, sendo as enzimas constituintes do próprio grão ou de microrganismos que contaminam o fruto quando os grãos apresentam umidade elevada, o que facilita a multiplicação dos microrganismos e conseqüente aumento destas enzimas. Qualquer fator ambiental que altere a estrutura da membrana, por exemplo, os ataques de insetos, infecções por microrganismos, alterações fisiológicas e danos mecânicos, provocam uma rápida deterioração dos grãos de café, pois uma vez rompida a membrana celular, ocorre um maior contato entre as enzimas e os compostos químicos presentes intra e extracelular no grão, provocando desta forma reações químicas que modificam a composição original do café e em conseqüência as propriedades sensoriais das infusões que



são preparadas com esse tipo de café, proporcionando assim uma bebida de sabor desagradável (Carvalho Júnior et al., 2000).

3.2.3 – Classificação da bebida

De acordo com Garruti & Conagin, citado por Chagas (1994), a classificação da bebida por ser:

- Estritamente mole – bebida de sabor suavíssimo e adocicado.
- Mole – bebida de sabor suave acentuado e adocicado.
- Apenas mole – bebida de sabor suave, porém com leve adstringência.
- Dura – bebida com sabor adstringente e gosto áspero.
- Riada – bebida com leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico.
- Rio – bebida com sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio e ácido fênico.

3.2.4 – Dimensões do grão

Juntamente com a umidade, as dimensões, o volume e a área superficial são parâmetros utilizados para determinar as condições de secagem e armazenagem de grãos e cereais e, conseqüentemente, possibilitar a predição de perdas de qualidade do produto até o momento de sua comercialização. Alguns autores indicam ser a desconsideração do fenômeno de alteração volumétrica durante o processo de desidratação uma das principais fontes de erros no desenvolvimento de modelos matemáticos para simular o processo de secagem de produtos agrícolas (Brooker et al., 1992; Lang & Sokhansanj, 1993).



4 - MATERIAL A remoção de água diminui a tensão exercida pelo líquido nas paredes celulares do produto, provocando uma contração volumétrica do material (Fortes & Okos, 1980). Segundo Weber (1995), uma massa de grãos de trigo com umidade inicial de 20% base úmida, submetida à secagem até se atingir a umidade de 12% b.u., terá seu volume reduzido em 14,5% de seu volume original. Para as mesmas condições, uma massa de grãos de arroz em casca sofrerá uma redução de aproximadamente 12,3% de seu volume inicial. Já Vilela (1977), verificou uma redução de 34% do volume inicial de frutos de café, variedade Mundo Novo, quando submetidos à secagem em silo-piloto para redução da umidade de 67% b.u. para 19% b.u., o que afetou significativamente a massa específica aparente e a área superficial do produto.

O tamanho do grão de café é considerado como parâmetro de qualidade. O estudo do encolhimento é de grande importância para um melhor entendimento do processo de secagem. Alguns autores têm admitido que o decréscimo do volume durante a secagem seja equivalente ao volume removido de umidade. Ao estudarem a secagem de alimentos, verificaram que dentre as dificuldades ou problemas encontrados durante a secagem, tem-se a complexidade da composição e a estrutura do alimento (Lozano et al., 1983).



4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Matéria-prima

A espécie de café utilizada foi a *Coffea* Arábica, variedades Catuai Vermelho, Catuai Amarelo e Mundo Novo, fornecidas por um produtor rural do município de Bálsamo-SP, região de São José do Rio Preto-SP. A colheita foi realizada no período de abril e maio de 2004.

Os frutos foram colhidos manualmente no estágio de maturação tipo cereja e transportados para o laboratório do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos – IBILCE – UNESP. O café no estágio de maturação cereja garante melhor qualidade da bebida, agregando valor ao produto.

4.2 – Tempos de Fermentação

No laboratório, os frutos de café foram acondicionados em sacos de polietileno trançado, à temperatura ambiente, durante três períodos (tempos) diferentes, para que se procedesse a fermentação. Os tempos de fermentação foram sequencialmente: tempo 01 – logo após a colheita, tempo 02 – vinte e quatro horas após a colheita e tempo 03 – quarenta e oito horas após a colheita.

Neste período do ano, a temperatura ambiente encontrava-se na média de 27°C.



4.3 – Preparo da amostra para secagem

Após os referidos tempos de fermentação, os frutos foram separados em lotes de dois quilos e submetidos a uma lavagem com utilização de uma peneira. Em seguida um lote de amostras foi descascado e outro lote permaneceu com a casca. Após estes procedimentos, os lotes foram levados ao secador com utilização de bandejas perfuradas.

4.4 – Secagem

A secagem foi conduzida em velocidade de 1,0 m/s e em temperaturas de 40°C e 60°C, até o produto atingir 12% de umidade (teor de umidade ideal para armazenagem). O controle da umidade foi realizado através de pesagens sucessivas.

O secador utilizado foi de leito fixo, composto por uma seção de controle de velocidade do ar, seção de aquecimento e compartimento de secagem.

Após a secagem as amostras foram colocadas em sacos plásticos que foram selados, identificados e armazenados em temperatura de refrigeração para evitar posteriores alterações oxidativas incontroláveis. As amostras foram retiradas do refrigerador apenas no momento das análises.



4.5 – Determinações analíticas

4.5.1 – Determinação da umidade inicial (fruto)

A umidade inicial dos frutos de café foi determinada pelo método de estufa, $103 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 72 horas, em três repetições.

A umidade inicial é calculada pela fórmula:

$$\% \text{ umidade} = \frac{\text{gramas de amostra dessecada} \times 100}{\text{gramas de amostra úmida}}$$

4.5.2 – Determinação da acidez titulável (grão)

Determinada por titulação com NaOH 0,1 N e expressa em mL de NaOH 0,1 N por 100g de amostra (AOAC, 1990).

O método consiste em pesar 10 g de amostra em erlenmeyer. Adicionar 75 mL de solução de álcool etílico e agitar. Tampar e deixar em repouso por 16 horas, agitando ocasionalmente. Filtrar através de papel de filtro, transferir alíquota do filtrado (25 mL para café cru) para um béquer, diluir em 100 mL com água destilada e titular com solução de hidróxido de sódio 0,1 N usando potenciômetro até $\text{pH} = 8,1$.

A acidez titulável é calculada pela fórmula:

$$\text{Acidez total (mL NaOH 0,1 N/100 g)} = \frac{\text{mL NaOH 0,1 N} \times 100}{\text{gramas de amostra}}$$



4.5.3 – Determinação do pH (grão)

Determinado com a utilização de pHmetro (AOAC, 1990).

O método consiste em pesar 10 g de amostra em erlenmeyer. Adicionar 75 mL de solução de álcool etílico e agitar. Tampar e deixar em repouso por 16 horas, agitando ocasionalmente. Filtrar através de papel de filtro, transferir alíquota do filtrado (25 mL para café cru) para um béquer e diluir em 100 mL com água destilada. Imergir o eletrodo do pHmetro na solução e realizar a leitura do pH.

4.5.4 – Determinação dos sólidos solúveis (grão)

Determinado através do teor de sólidos solúveis em grão de café (AOAC, 1990).

O método consiste em pesar 10 g de amostra em erlenmeyer de 500 mL, adicionar 200 g de água destilada e tarar. Deixar em ebulição por 5 minutos sob agitação e esfriar. Repor a água destilada até a tara inicial e filtrar para erlenmeyer de 300 mL. Pipetar 25 mL do filtrado para cápsula de porcelana previamente tarada, evaporar em banho-maria e secar em estufa a 105°C até peso constante.

Os sólidos solúveis são calculados pela fórmula:

$$\% \text{ sólidos solúveis} = \frac{\text{gramas de sólidos} \times 100 \times 200}{\text{gramas de amostra} \times 25}$$



4.5.5 – Análise sensorial - prova de xícara

A análise sensorial utilizada foi a “prova de xícara”, realizada por três profissionais treinados (Figura 01), do laboratório de controle de qualidade da Empresa COCAM – Cia de Café Solúvel e Derivados, localizada no município de Catanduva-SP.

A “prova de xícara” foi realizada com base na escala de classificação da bebida citada no item 3.2.3.



FIGURA 01 – Provadores durante a análise sensorial de prova de xícara.

4.6 – Estudo do encolhimento

O estudo do encolhimento foi realizado através da variação do volume e da área superficial do grão durante a secagem.

O volume e a área superficial do fruto foram determinados, com dez repetições para cada tratamento, pelas medições dos três eixos ortogonais do fruto do café, considerando-se o fruto um esferóide tri-axial oblato (Figura 02), aplicando-se as equações 01 e 02 propostas por Mohsenin (1970).

$$V = \frac{\pi a b c}{6} \quad (01)$$

$$A = \frac{\pi a^2}{2} + \pi \frac{[(b+c)/4]^2}{\varepsilon} * \ln \left(\frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon} \right) \quad (02)$$

Em que

$$\varepsilon = \left\{ 1 - \left[\frac{((b+c)/2)^2}{a^2} \right] \right\}^{1/2}$$

V = volume do grão (m³).

A = área superficial do produto (m²).

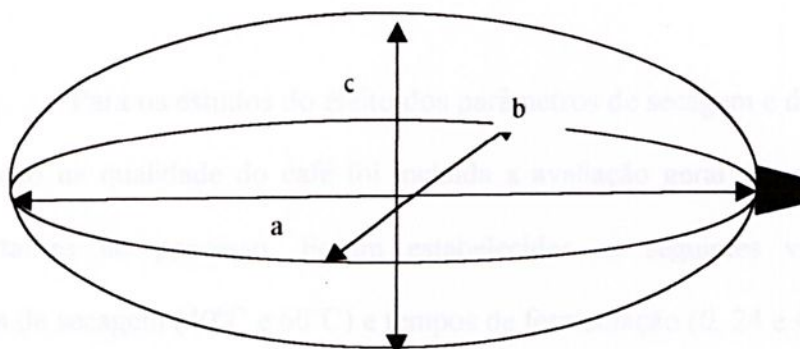


FIGURA 02 – Desenho esquemático de um fruto de café considerado como um esferóide tri-axial oblato e suas dimensões características.

Os dados foram submetidos à análise de regressão e seleção do modelo matemático que melhor representasse a relação entre as variáveis estudadas. Os modelos matemáticos, adequados para a descrição da relação das variáveis estudadas em função do teor de umidade dos frutos, são:

$$Y = \beta + \beta_1.X \text{ (descascado)} \quad (3)$$

$$Y = \beta + \beta_1.X + \beta_2.X^2 \text{ (com casca)} \quad (4)$$

Em que:

Y = representa os valores das propriedades físicas, área superficial e volume;

X = variável umidade, decimal base seca;

β = constante de regressão;

β_1, β_2 = coeficientes de regressão.

4.7 – Delineamento experimental

Para os estudos do efeito dos parâmetros de secagem e do tempo de fermentação na qualidade do café foi incluída a avaliação geral das variáveis mais importantes no processo. Foram estabelecidas as seguintes variáveis: temperaturas de secagem (40°C e 60°C) e tempos de fermentação (0, 24 e 48 horas após a colheita). Os resultados obtidos nas determinações analíticas foram submetidos à análise de variância para determinar a influência das variáveis sobre a composição química do grão e na qualidade da bebida. O experimento foi realizado em um esquema fatorial 2x3 com duas temperaturas de secagem (40°C e 60°C) e três tempos de fermentação (0, 24 e 48 horas). As análises de variância foram obtidas através do programa STATISTICA. Para comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 03 – Resultados das médias de análise química (g/100g) nas temperaturas de secagem para amostras de 0, 24 e 48 horas de fermentação

Temperatura de secagem	Amostras fermentadas 0h	Amostras fermentadas 24h e 48h
40°C	69,7743 g	87,0733 g
60°C	69,6000 g	78,9200 g

Valores em negrito indicam diferenças estatísticas significativas (p < 0,05) pelo teste de Tukey.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Acidez titulável total

Os Anexos 01 e 06 apresentam os resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável da variedade Mundo Novo. Como observado nestes anexos, não houve interação significativa, o que indica que os fatores temperaturas de secagem e tempos de fermentação agem de modo independente sobre a acidez titulável para a variedade Mundo Novo.

A Tabela 03 mostra que para a variedade Mundo Novo descascado houve um aumento da acidez com a elevação da temperatura de secagem, com diferença significativa entre as temperaturas. Para mesma variedade com a casca, mesmo não ocorrendo diferença significativa, a acidez diminuiu com a elevação da temperatura de secagem.

TABELA 03 – Resultados das médias de acidez titulável (mL NaOH/100g) nas temperaturas de secagem para amostras de café da variedade Mundo Novo.

Temperaturas de secagem	Mundo Novo descascado	Mundo Novo com casca
40°C	66.8744 b	82.0733 a
60°C	69.6000 a	78.9289 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.



Com relação aos tempos de fermentação, verifica-se na Tabela 04 que para variedade Mundo Novo descascado ocorreu um aumento da acidez, com diferença significativa, com o aumento do tempo de fermentação. Nestas mesmas condições, para esta variedade com a casca, houve também um aumento da acidez com o decorrer do tempo de fermentação, com diferença significativa no tempo de 48 h em relação aos demais tempos.

TABELA 04 – Resultados das médias de acidez titulável (mL NaOH/100g) nos tempos de fermentação para amostras de café da variedade Mundo Novo.

Tempos de fermentação	Mundo Novo descascado	Mundo Novo com casca
00 h	65.7217 b	77.6700 b
24 h	68.0817 ab	77.5150 b
48 h	70.9083 a	86.3183 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A Tabela 05 mostra que para variedade Catuaí Amarelo descascado, apenas no tempo de fermentação 24 h ocorreu diferença significativa para as médias de acidez, entre as temperaturas de secagem. É interessante observar que para esta variedade de café descascado ocorreu maior acidez na secagem realizada a 40°C nos três tempos de fermentação, destacando-se o tempo de 24 h, onde a acidez apresentou-se a mais elevada.

TABELA 05 – Resultados das médias de acidez titulável (mL NaOH/100g), para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	63.5200 a	87.1033 a	77.9867 a
60°C	61.3167 a	68.2367 b	73.8967 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Verificando a Tabela 06, quando o café Catuai Amarelo foi submetido à secagem com a casca, ocorreu diferença significativa para as médias de acidez, entre as temperaturas, nos tempos de 24 h e 48 h. Nos três tempos de fermentação a acidez apresentou-se elevada quando a temperatura de secagem foi de 60°C, indicando que para esta variedade de café com casca, o aumento da temperatura de secagem não interferiu na degradação dos ácidos.

TABELA 06 – Resultados das médias de acidez titulável (mL NaOH/100g), para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	70.1233 a	60.3733 b	61.6333 b
60°C	71.3833 a	69.4933 a	75.4733 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na secagem realizada com o Catuai Vermelho descascado, os dados contidos na Tabela 07 indicam que no tempo de fermentação 00 h a acidez

é maior na temperatura de 60°C, com diferença significativa entre as temperaturas. No maior tempo de fermentação também ocorreu diferença significativa entre as duas temperaturas, mas a acidez foi menor em 60°C. No tempo de fermentação de 24 h não houve diferença significativa para as médias de acidez. Observa-se que independente da temperatura de secagem, ocorreu um aumento da acidez com o decorrer do tempo de fermentação.

TABELA 07 – Resultados das médias de acidez titulável (mL NaOH/100g), para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	55.6600 b	66.9833 a	83.9600 a
60°C	65.0933 a	67.2933 a	72.9533 b

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Quando o Catuai Vermelho foi submetido à secagem com a casca no tempo de fermentação 00 h, na temperatura de 40°C a acidez foi superior em relação à de 60°C, com diferença significativa, onde pode ter ocorrido degradação dos ácidos com o aumento da temperatura. Nos tempos de fermentação subsequentes não houve diferença significativa entre as temperaturas. Entre os três tempos de fermentação a menor acidez foi constatada em 24 h e na temperatura de 60°C, conforme indica a Tabela 08.



TABELA 08 – Resultados das médias de acidez titulável (mL NaOH/100g), para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuaí Vermelho.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	77.6700 a	68.5533 a	70.1267 a
60°C	67.6100 b	64.4633 a	75.1567 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os teores encontrados nas variedades estudadas nesta região ficaram abaixo dos encontrados por Pimenta et al. (2000), que em trabalho realizado com café da variedade Catuaí Vermelho, colhido através de derriça no pano, em estágio médio de maturação (cerejas, verdes e secos), mantido ensacado por diferentes tempos antes da secagem em terreiro de cimento, observaram que os cafés que não permaneceram ensacados apresentaram um menor teor de acidez titulável, aumentando os teores em ordem crescente quando se aumentou o tempo de amontoa dos frutos ensacados em 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias.

Já Sholz et al. (2000), quando avaliou a composição química de variedades de cafés, colhidos manualmente, secos em local sombreado e armazenados sob refrigeração, verificou teores médios de acidez titulável de 1,48 mL/g, 1,53 mL/g e 1,45 mL/g, respectivamente para as variedades de Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo e Mundo Novo, valores estes superiores aos encontrados neste trabalho. Este fato pode ser justificado considerando que na secagem em terreiro, as fermentações continuam ocorrendo, mesmo de uma forma mais lenta, em comparação com a desidratação mecânica. Pereira et al. (2000b),



em trabalho para avaliar a composição química de cafés arábica e conilon, produzidos em Rondônia, submetidos a diferentes tipos de pré-processamento (via seca e descascado), utilizando frutos cereja e uma mistura de frutos, e dois tipos de terreiros (suspenso e alvenaria), verificaram que a acidez titulável total variou entre os tratamentos, demonstrando uma tendência do terreiro de alvenaria em promover um aumento da acidez do café.

Os dados encontrados nesta pesquisa também ficaram abaixo da faixa de 211,2 mL NaOH/100g de amostra para cafés de melhor qualidade (cafés de bebida estritamente mole) a 284,5 mL NaOH/100g de amostra para cafés de pior qualidade (bebida rio), proposta por Carvalho et al., citado por Pimenta et al. (2000), que atribui esta maior acidez em cafés de pior qualidade às fermentações ocorridas nos grãos devido aos microrganismos ou à condições de aerobiose.

Como as condições de cultivo e de colheita foram idênticas para todas as variedades, as diferenças de acidez encontradas podem ser atribuídas possivelmente às características próprias de cada variedade ou devido à utilização, neste trabalho, de apenas frutos maduros, tempos de fermentação menores e secador mecânico, uma vez que não foram encontrados, através de revisão de literatura, trabalhos realizados nesta região para que os dados pudessem ser comparados.

As Figuras 03 e 04 mostram a variação dos teores de acidez titulável total no decorrer dos três tempos de fermentação.

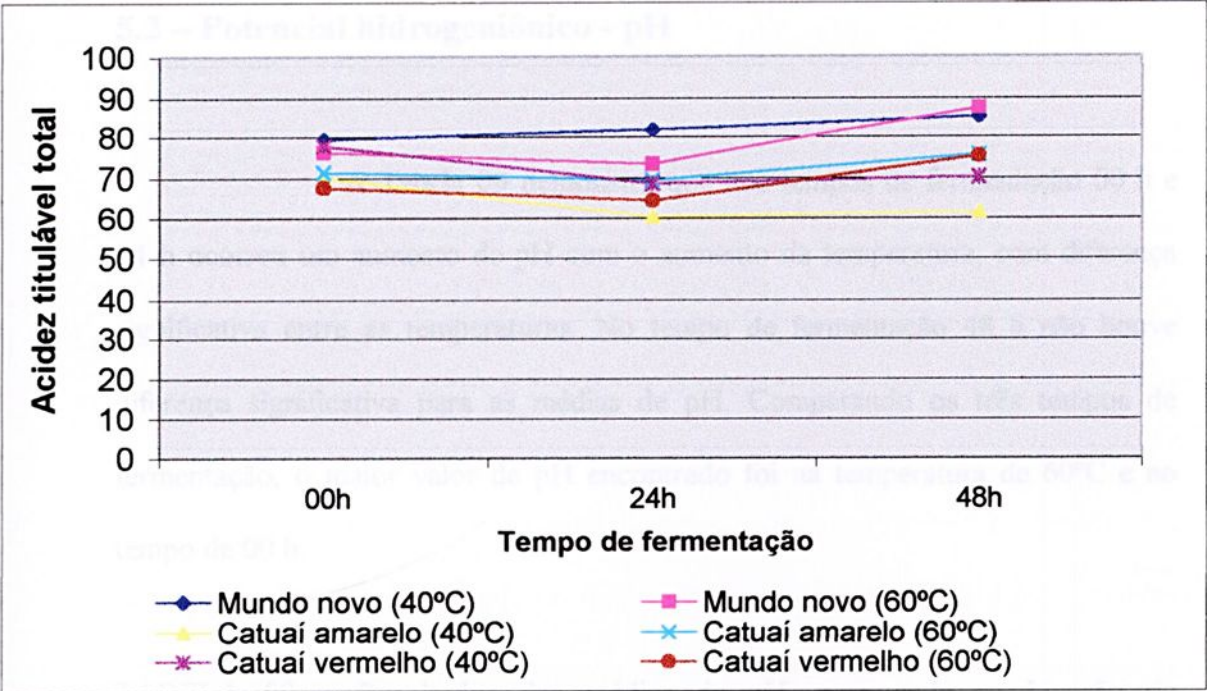


FIGURA 03 – Teores de acidez titulável total das variedades de café com a casca.

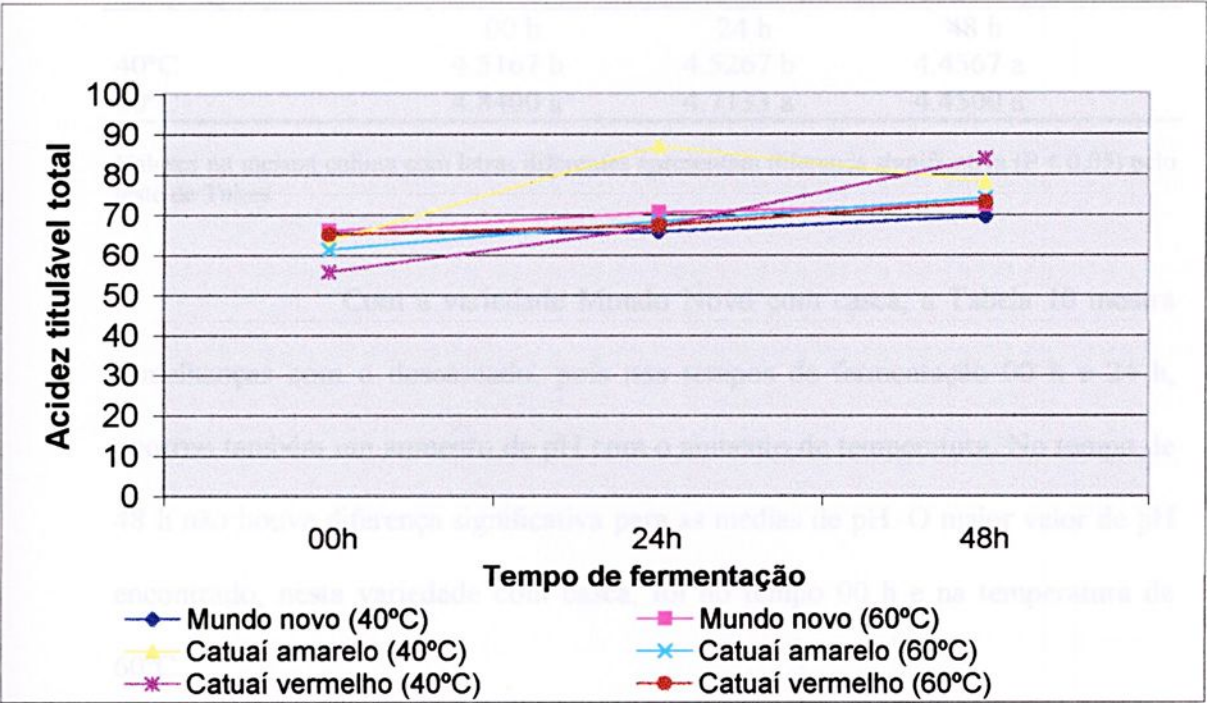


FIGURA 04 – Teores de acidez titulável total das variedades de café descascado.

5.2 – Potencial hidrogeniônico - pH

A Tabela 09 demonstra que nos tempos de fermentação 00 h e 24 h ocorreu um aumento de pH com o aumento da temperatura, com diferença significativa entre as temperaturas. No tempo de fermentação 48 h não houve diferença significativa para as médias de pH. Comparando os três tempos de fermentação, o maior valor de pH encontrado foi na temperatura de 60°C e no tempo de 00 h.

TABELA 09 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Mundo Novo.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	4.5167 b	4.5267 b	4.4567 a
60°C	4.8400 a	4.7133 a	4.4500 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Com a variedade Mundo Novo com casca, a Tabela 10 mostra semelhanças com o descascado, pois nos tempos de fermentação 00 h e 24 h, ocorreu também um aumento de pH com o aumento de temperatura. No tempo de 48 h não houve diferença significativa para as médias de pH. O maior valor de pH encontrado, nesta variedade com casca, foi no tempo 00 h e na temperatura de 60°C.

TABELA 10 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Mundo Novo.

Temperaturas de secagem	Tempo de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	4.7567 b	4.6167 b	4.6467 a
60°C	4.9733 a	4.8567 a	4.6167 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O Catuai Amarelo descascado, conforme a Tabela 11, apresentou maior valor de pH no tempo 00 h e na temperatura 40°C. Ocorreu diferença significativa nos três tempos de fermentação, entre as temperaturas de secagem. É interessante observar que comparando os tempos de fermentação 00 h e 48 h, ocorreu queda no valor de pH, indicando produção de ácidos no decorrer da fermentação.

TABELA 11 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	4.8433 a	4.5300 b	4.5133 b
60°C	4.7967 b	4.7367 a	4.6533 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 12 indicam que quando o Catuai Amarelo foi desidratado com a casca ocorreu diferença significativa para as médias de pH,

entre as temperaturas de secagem, nos três tempos de fermentação. O maior valor de pH ocorreu na temperatura de 40°C e no tempo de 48 h. O menor pH foi obtido à temperatura de 60°C e com tempo de fermentação de 48 h.

TABELA 12 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	4.7000 b	4.8433 a	4.8767 a
60°C	4.8300 a	4.7300 b	4.6500 b

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Observa-se na Tabela 13 que a variedade Catuai Vermelho descascado não apresentou diferença significativa para as médias de pH, entre as temperaturas de secagem, nos tempos de fermentação 00 h e 24 h. Apenas ocorreu diferença significativa no tempo de 48 h. Com o aumento do tempo de fermentação ocorreu um decréscimo nos valores de pH.

TABELA 13 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	4.7933 a	4.5833 a	4.4033 b
60°C	4.7733 a	4.5967 a	4.5900 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A Tabela 14 mostra que na secagem realizada com o Catuai Vermelho com casca, os maiores valores de pH foram encontrados no tempo de 24 h, não havendo diferença significativa entre as temperaturas neste tempo de fermentação.

TABELA 14 – Resultados das médias de pH, para cada combinação de temperaturas de secagem x tempos de fermentação, para amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho.

Temperaturas de secagem	Tempos de fermentação		
	00 h	24 h	48 h
40°C	4.8000 b	4.9533 a	4.9033 a
60°C	4.8833 a	4.9300 a	4.7233 b

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Pereira et al. (2001), em avaliação da composição química de café arábica da região Sul de Minas Gerais, próximo ao município de Lavras-MG, encontrou valores de pH que variaram entre 5,82 e 5,94, valores estes acima dos encontrados neste trabalho. Segundo estes mesmos autores, o potencial hidrogeniônico não se tem mostrado uma análise química consistente para grãos crus associados com a qualidade da bebida, mas que sua variação é de grande importância para o acompanhamento do processo de torração, no qual ocorre a formação de ácidos.

Ao pesquisar a composição química de cafés arábica e conilon provenientes respectivamente de Minas Gerais e Espírito Santo, Pádua et al. (2001) constatou que as bebidas classificadas como mole e dura apresentaram



menores valores de pH (5,75 e 5,63 respectivamente), enquanto as bebidas rio e conilon apresentaram maiores valores (5,84 e 5,79 respectivamente). Estes valores também ficaram acima dos apresentados neste trabalho, onde as bebidas foram classificadas como dura, com exceção da variedade Catuaí Vermelho, após 24 h de fermentação, desidratado com a casca a 40°C, que apresentou a classificação de bebida mole.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com a faixa recomendada por Sivetz & Desrosier, citado por Fernandes et al. (2001), que é de 4,95 a 5,20.

TABULA 10 - Resultados das análises de pH das bebidas nos tempos de 40°C e 60°C para as variedades de café descafé.

Temperatura de secagem	Mundo Novo	Catuaí Amarelo	Catuaí Vermelho
40°C	5,8231 ± 0,0011	5,7133 ± 0,0011	5,8200 ± 0,0011
60°C	5,6967 ± 0,0011	5,6000 ± 0,0011	5,5750 ± 0,0011

Valores em média ± desvio padrão (n = 10) obtidos após 24 horas de fermentação e 24 horas de desidratação a 40°C e 60°C.

5.3 – Sólidos solúveis

Os Anexos de 23 a 28 apresentam os resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis das três variedades estudadas. Como observado nestes anexos, não houve interação significativa, o que indica que os fatores temperaturas de secagem e tempos de fermentação agem de modo independente sobre os sólidos solúveis para três variedades.

Com relação aos dados apresentados nas Tabelas 15 e 16, verifica-se que nas três variedades de café ocorreu diferença significativa para as médias de sólidos solúveis, entre as temperaturas de secagem e entre os tempos de fermentação, quando o fruto foi submetido à secagem sem a casca. Na secagem realizada a 60°C, o Mundo Novo apresentou uma quantidade alta de sólidos solúveis em relação às demais variedades. O mesmo comportamento foi verificado, para esta variedade, quando o tempo de fermentação foi de 00 h.

TABELA 15 – Resultados das médias de sólidos solúveis nas temperaturas de secagem para amostras de café descascado.

Temperaturas de secagem	Mundo Novo	Catuai Amarelo	Catuai Vermelho
40°C	30.2233 b	30.7133 a	32.6200 a
60°C	33.6667 a	30.2600 b	31.5750 b

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

TABELA 16 – Resultados das médias de sólidos solúveis nos tempos de fermentação para amostras de café descascado.

Tempos de fermentação	Mundo Novo	Catuai Amarelo	Catuai Vermelho
00 h	34.4325 a	31.8050 a	33.6175 a
24 h	32.2250 b	30.3075 b	32.0275 b
48 h	29.1775 c	29.3475 c	30.6475 c

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Quando as amostras de café foram desidratadas com casca, ocorreu diferença significativa para as médias de sólidos solúveis, entre as temperaturas, apenas para variedade Mundo Novo, conforme indica a Tabela 17. Esta variedade apresentou uma maior quantidade de sólidos solúveis, na temperatura de 60°C, em relação às demais variedades. Este comportamento também foi verificado para o café descascado.

TABELA 17 – Resultados das médias de sólidos solúveis nas temperaturas de secagem para amostras de café com a casca.

Temperaturas de secagem	Mundo Novo	Catuai Amarelo	Catuai Vermelho
40°C	29.6967 b	29.4233 a	29.3983 a
60°C	31.1067 a	29.8483 a	29.3317 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Pela Tabela 18 verifica-se que não ocorreu diferença significativa, entre os três tempos de fermentação, nas três variedades de café desidratadas com a casca. Entretanto, o Mundo Novo, nos três tempos de

fermentação apresentou uma maior quantidade de sólidos solúveis em relação às demais variedades.

TABELA 18 – Resultados das médias de sólidos solúveis nos tempos de fermentação para amostras de café com a casca.

Tempos de Fermentação	Mundo Novo	Catuai Amarelo	Catuai Vermelho
00 h	30.7875 a	29.6975 a	29.3175 a
24 h	30.4150 a	29.6925 a	29.3000 a
48 h	30.0025 a	29.5175 a	29.4775 a

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos no presente trabalho estão próximos aos encontrados por Lopes et al. (2000), que ao analisar o teor de solúveis de alguns dos cultivares de café da região Sul de Minas Gerais, verificaram que as variedades Mundo Novo, Catuai Vermelho, Catuai Amarelo, Acaiá Cerrado e Icatu Amarelo apresentaram os maiores teores nos grãos crus, enquanto Topázio e Rubi mostraram menores valores para essa variável; e que os teores de sólidos solúveis encontrados para as diferentes cultivares ficaram na faixa de variação de 24 a 31% para os grãos crus. Pádua et al. (2001) também encontraram valores de sólidos solúveis dentro da faixa de 24 a 31% em cafés arábica e conilon provenientes respectivamente de Minas Gerais e Espírito Santo. Já Pereira et al. (2001), em avaliação da composição química de café arábica da região Sul de Minas Gerais, próximo ao município de Lavras-MG, constataram teores de sólidos solúveis totais entre 28,80 e 29,44 %, com valor médio de 29,12%.



Andrade et al. (2001), em trabalho realizado em amostras de café da variedade Mundo Novo, colhidas no município de Espírito Santo do Pinhal-SP, submetidos a diferentes tipos de processamento (cereja descascado desmucilado, cereja, bóia, semi-desmucilado e cereja descascado) e secos em terreiros de alvenaria, verificaram que os teores de sólidos solúveis totais encontravam-se na faixa de variação de 24 a 31%, e que o café cereja descascado apresentou os maiores teores, o que também foi verificado neste trabalho, pois comparando os valores das médias de sólidos solúveis das três variedades de café da região de São José do Rio Preto-SP, observa-se uma maior quantidade destes compostos quando a secagem é realizada com os frutos descascados. Segundo estes mesmos autores, apesar de estatisticamente o café cereja descascado apresentar valores diferentes dos demais tratamentos, houve proximidade entre os valores, não havendo comportamento diferente em relação aos sólidos solúveis.

Os resultados obtidos no presente trabalho estão próximos aos encontrados por Lopes et al. (2000), Pádua et al. (2001), Pereira et al. (2001) e Andrade et al. (2001), que destacam que uma maior quantidade de sólidos solúveis totais é desejada, tanto do ponto de vista do rendimento industrial como da contribuição para assegurar o corpo da bebida.



5.4 – Prova de xícara

A classificação sensorial usada foi a “prova de xícara”, baseada em uma escala, da melhor para a pior bebida, em: Estritamente Mole, Mole, Apenas Mole, Dura, Riada, Rio. As características organolépticas referentes a esta classificação foram propostas por Garruti & Conagin, citado por Chagas (1994).

A variedade Catuaí Vermelho, após 24 h de fermentação, desidratado com a casca a 40°C, apresentou a classificação de bebida mole. As demais amostras foram classificadas como bebida dura. Segundo Cortez, citado por Pereira et al. (2000a), existe uma tendência em considerar a bebida dura como valorização máxima do café, e assim, a prova de xícara, nos moldes em que é realizada, pode ser considerada um teste subjetivo, incapaz de descrever com fidelidade as características organolépticas da bebida. Os resultados da prova de xícara obtidos neste trabalho são apresentados nas Tabelas 19 e 20.

O resultados da análise sensorial estão de acordo com Carvalho Júnior et al. (2000), onde a classificação da bebida baseada na prova de xícara indicou não haverem diferenças entre as amostras submetidas a diferentes tempos de fermentação, classificando todas como bebida dura. Pimenta et al. (2000), em experimento realizado com a variedade Catuaí Vermelho, mantido ensacado por diferentes tempos antes da secagem, verificaram que a avaliação da bebida através da prova de xícara também não detectou diferença entre os diferentes tempos de amontoa, classificando todas as amostras de café como bebida dura,



caracterizando assim, a grande subjetividade e tendências à valorização máxima do café como bebida dura.

Os resultados apresentados na prova de xícara neste trabalho confirmam algumas observações sobre a tendência ainda existente de se adotar a bebida dura como valorização máxima para o café, dificultado as avaliações em trabalhos de pesquisa, as quais necessitam de resultados mais precisos. Porém, a análise sensorial é imprescindível, já que o café possui centenas de compostos químicos e alguns deles, mesmo em quantidades reduzidas, podem interferir no sabor e aroma da bebida.

TABELA 19 – Resultados da prova de xícara para amostras de café descascado.

Variedades de café	Tempos de fermentação	Temperaturas de secagem	Resultado das análises
Mundo Novo	00 h	40°C	Bebida dura
Mundo Novo	24 h	40°C	Bebida dura
Mundo Novo	48 h	40°C	Bebida dura
Mundo Novo	00 h	60°C	Bebida dura
Mundo Novo	24 h	60°C	Bebida dura
Mundo Novo	48 h	60°C	Bebida dura
Catuai Amarelo	00 h	40°C	Bebida dura
Catuai Amarelo	24 h	40°C	Bebida dura
Catuai Amarelo	48 h	40°C	Bebida dura
Catuai Amarelo	00 h	60°C	Bebida dura
Catuai Amarelo	24 h	60°C	Bebida dura
Catuai Amarelo	48 h	60°C	Bebida dura
Catuai Vermelho	00 h	40°C	Bebida dura
Catuai Vermelho	24 h	40°C	Bebida dura
Catuai Vermelho	48 h	40°C	Bebida dura
Catuai Vermelho	00 h	60°C	Bebida dura
Catuai Vermelho	24 h	60°C	Bebida dura
Catuai Vermelho	48 h	60°C	Bebida dura

TABELA 20 – Resultados da prova de xícara para amostras de café com a casca.

Variedades de café	Tempos de fermentação	Temperaturas de secagem	Resultado das análises
Mundo Novo	00 h	40°C	Bebida dura
Mundo Novo	24 h	40°C	Bebida dura
Mundo Novo	48 h	40°C	Bebida dura
Mundo Novo	00 h	60°C	Bebida dura
Mundo Novo	24 h	60°C	Bebida dura
Mundo Novo	48 h	60°C	Bebida dura
Catuaí Amarelo	00 h	40°C	Bebida dura
Catuaí Amarelo	24 h	40°C	Bebida dura
Catuaí Amarelo	48 h	40°C	Bebida dura
Catuaí Amarelo	00 h	60°C	Bebida dura
Catuaí Amarelo	24 h	60°C	Bebida dura
Catuaí Amarelo	48 h	60°C	Bebida dura
Catuaí Vermelho	00 h	40°C	Bebida dura
Catuaí Vermelho	24 h	40°C	Bebida mole
Catuaí Vermelho	48 h	40°C	Bebida dura
Catuaí Vermelho	00 h	60°C	Bebida dura
Catuaí Vermelho	24 h	60°C	Bebida dura
Catuaí Vermelho	48 h	60°C	Bebida dura

5.5 – Estudo do encolhimento

Observa-se nas Figuras 05 e 06 que a área superficial diminui com a redução da umidade dos frutos de café, acompanhando o comportamento do volume. Segundo Mcminn & Magee (1997), tal fato ocorre em consequência das modificações estruturais associadas às alterações celulares do produto, devido à retirada de água durante o processo de secagem. A desidratação dos grãos reduz os espaços intercelulares e entre constituintes, modificando as suas dimensões e, por conseguinte, o seu volume, reduzindo a área da superfície do produto e fazendo com que os espaços anteriormente ocupados por água sejam agora completados pela matéria seca do grão. Verifica-se, ainda nessas figuras, que a variedade Mundo Novo apresentou maiores alterações de área e volume, indicando uma tendência mais acentuada de encolhimento durante a secagem dos seus frutos.

A secagem de produtos agrícolas com alta umidade inicial, como os frutos de café, é acompanhada de uma significativa redução de volume, pelo qual o produto sofre alterações em suas dimensões e formas originais.

Zogzas et al. (1997) observaram que o encolhimento de produtos vegetais durante a secagem não é função exclusiva da umidade, mas também depende das condições do processo e da geometria do produto, uma vez que materiais biológicos porosos, quando desidratados, contraem-se diferentemente nas direções longitudinais, tangenciais e radiais (Fortes & Okos, 1980).



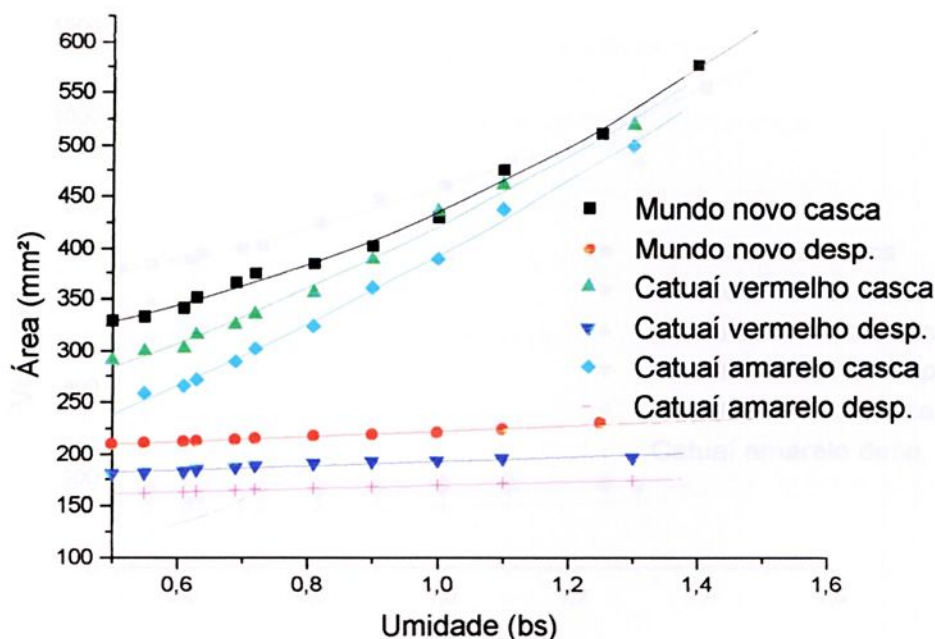


FIGURA 05 – Valores estimados e calculados da área, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café com casca e despulpado, para as diferentes variedades analisadas.

As figuras 07 e 08 mostram o efeito do tempo de fermentação no estudo de encolhimento para a variedade Mundo Novo, por apresentar maiores alterações, conforme verificado anteriormente. O grão de café com casca, cujos frutos apresentam uma maior percentagem de desidratação, apresenta alterações mais significativas de suas características físicas, área superficial e volume em relação ao grão despulpado. O mesmo comportamento é verificado quando se analisa o efeito do tempo de fermentação. A esta hora, os grãos apresentam alterações mais significativas, comparado aos tempos de 24 e 48 horas.

Verifica-se também nas Figuras 07 e 08, para todos os tempos de fermentação, que a redução da umidade dos frutos de café com casca, de

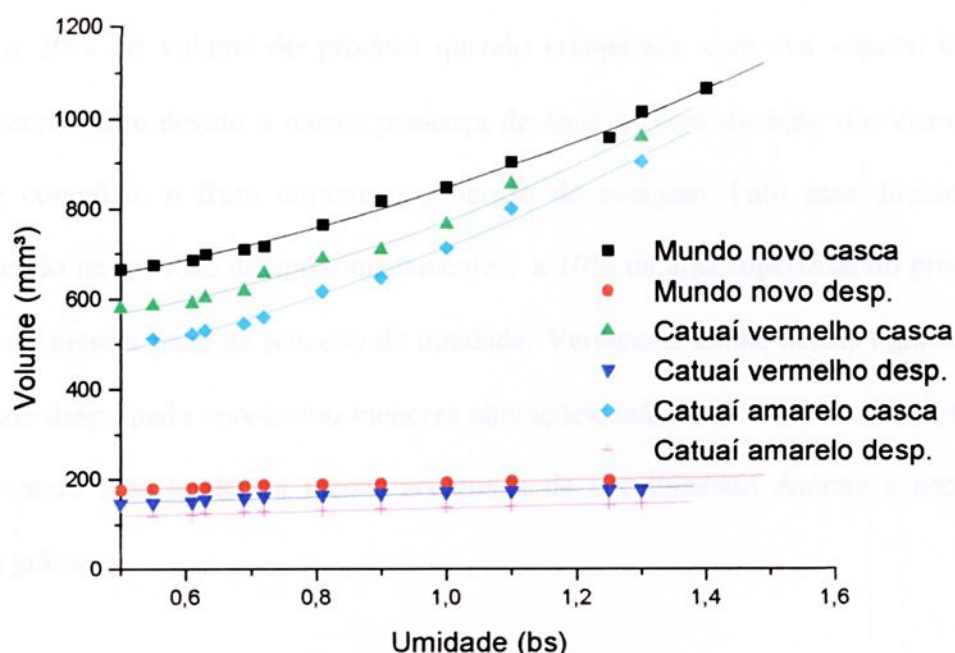


FIGURA 06 – Valores estimados e calculados do volume, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café com casca e despulpado, para as diferentes variedades analisadas.

As figuras 07 e 08 mostram o efeito do tempo de fermentação no estudo do encolhimento para a variedade Mundo Novo, por apresentar maiores variações, conforme verificado anteriormente. O grão de café com casca, cujos frutos apresentam uma maior parcela de mucilagem, apresentaram alterações mais significativas de suas características físicas, área superficial e volume em relação ao grão despulpado. O mesmo comportamento é verificado quando se analisa o efeito do tempo de fermentação. À zero hora, os grãos apresentam alterações mais significativas, comparado aos tempos de 24 e 48 horas.

Verifica-se também nas Figuras 07 e 08, para todos os tempos de fermentação, que a redução da umidade dos frutos de café com casca, de

aproximadamente 1,07 para 0,2 base seca, promoveu uma diminuição de cerca de 15 a 20% do volume do produto quando comparado com seu volume inicial, provavelmente devido à menor presença de água e reestruturação dos elementos que compõem o fruto durante o processo de secagem. Fato esse diretamente refletido na redução de aproximadamente 5 a 10% da área superficial do produto, para a mesma faixa de redução de umidade. Verifica-se ainda, nessas figuras, que o café despulpado apresentou menores alterações, inferior a 5% de área e volume, indicando uma tendência menos acentuada de encolhimento durante a secagem dos grãos.

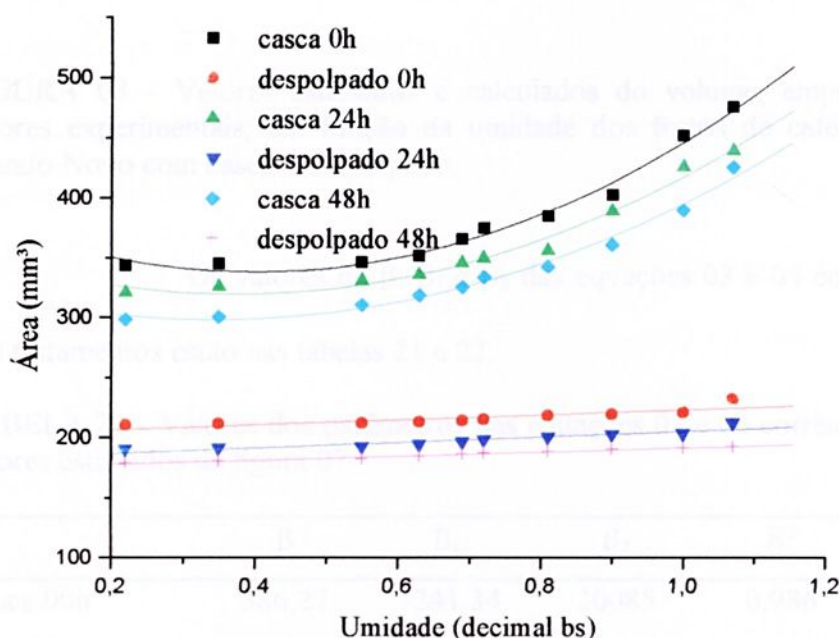


FIGURA 07 - Valores estimados e calculados da área superficial, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café da variedade Mundo Novo com casca e despulpado.

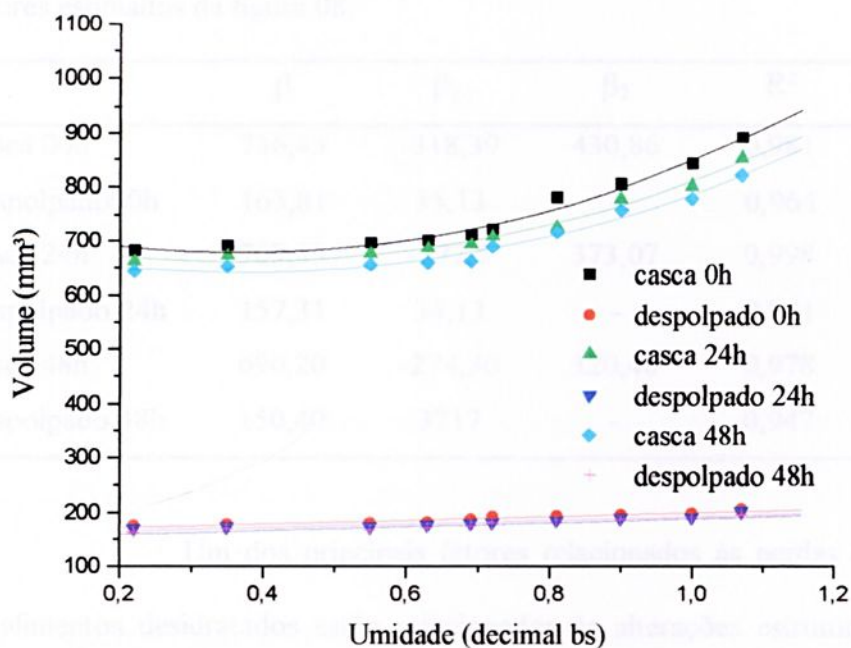


FIGURA 08 - Valores estimados e calculados do volume, empregando-se os valores experimentais, em função da umidade dos frutos de café da variedade Mundo Novo com casca e despulpado.

Os valores de β , β_1 e β_2 das equações 03 e 04 correspondentes aos tratamentos estão nas tabelas 21 e 22.

TABELA 21 - Valores dos parâmetros das equações 03 e 04 correspondentes aos valores estimados da figura 07.

	β	β_1	β_2	R^2	SD
Casca 00h	386,27	-241,34	30085	0,986	6,24
Despulpado 00h	202,07	20,79	-	0,915	2,49
Casca 24h	353,82	-187,12	250,33	0,988	6,23
Despulpado 24h	181,82	23,01	-	0,949	2,74
Casca 48h	324,57	-155,72	225,52	0,985	5,58
Despulpado 48h	173,77	17,32	-	0,996	0,666

TABELA 22 - Valores dos parâmetros das equações 03 e 04 correspondentes aos valores estimados da figura 08.

	β	β_1	β_2	R^2	SD
Casca 00h	736,43	-318,39	430,86	0,981	11,77
Despolpado 00h	163,81	35,13	-	0,964	3,10
Casca 24h	709,33	-272,5	373,07	0,998	8,90
Despolpado 24h	157,31	34,13	-	0,941	3,83
Casca 48h	690,20	-274,30	320,40	0,978	10,50
Despolpado 48h	150,40	3717	-	0,947	3,61

Um dos principais fatores relacionados às perdas de qualidade de alimentos desidratados estão relacionados às alterações estruturais causadas pelo encolhimento durante a secagem.

Agrawal et al. (1972) observaram que, para a maioria dos produtos agrícolas, muitas das soluções para este problema são obtidas assumindo-se formas geométricas de um esferóide ou elipsóide composto por três dimensões características, que são os eixos de maior, médio e menor diâmetro.

Mudanças nas características dimensionais dos produtos, em virtude de desidratação, são relatadas como as principais causas das alterações das principais propriedades físicas de produtos agrícolas (Bala & Woods, 1984).

Trabalhos realizados por Agrawal et al. (1972) constataram que o fruto do café apresenta um esferóide oblato, e que a redução da umidade afetou as dimensões características do produto para as variedades Catuai Vermelho, Catuai Amarelo e para a espécie Conilon, indicando não serem desprezíveis as variações das dimensões do fruto ao longo do processo de secagem.



6 - CONCLUSÕES

Baseado no estudo realizado pode-se concluir que:

01 – Todas as variedades estudadas apresentaram uma baixa acidez quando comparadas com as mesmas variedades produzidas em outras regiões do País.

02 – A acidez aumenta com a fermentação dos grãos, tanto para grãos com casca e descascado, mas sem prejudicar a qualidade da bebida.

03 – O teor de sólidos solúveis variou entre 29 e 34% para as três variedades, quantidade desejada, tanto do ponto de vista do rendimento industrial como da contribuição para assegurar o corpo da bebida.

04 – A temperatura de secagem não afetou o teor de sólidos solúveis, exceto para a variedade Mundo Novo, onde a 60°C proporcionou um aumento dos sólidos solúveis.

05 – Para todas as variedades, os tempos de fermentação e a temperatura de secagem não afetaram a qualidade da bebida, pela prova de xícara. Praticamente todas as amostras foram classificadas como bebida dura.

06 – Pelos parâmetros estudados, o café pode ficar estocado até 48 horas e ser seco até 60°C sem prejudicar a qualidade da bebida.

07 – A redução da umidade provocou uma diminuição de 15 a 20% do volume do grão com casca e refletiu na redução de 5 a 10% na área superficial. O café descascado apresentou menores alterações, inferiores a 5% de



área e volume, indicando uma tendência menos acentuada de encolhimento durante a secagem dos grãos.

08 – As expressões ajustadas nesse trabalho para estimar a área superficial e o volume, em função da umidade, representaram de forma satisfatória o fenômeno de encolhimento dos frutos do café.



7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAWAL, K. K.; CLARY, B. L.; SCHROEDER, E. W. Mathematical models of penaut pod geometry. **ASAE**, St. Joseph, 1972, 30p.

ALVES, M. G. O café. **Duas Rodas Acontece**, Jaraguá do Sul, v. 3, n. 12, p. 8-9, abr./maio 2002.

ANDRADE, E.; PEREIRA, R.; VILELA, T. Composição química do café sob diferentes processamentos. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001, Vitória. Disponível em:

<<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2005.

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

BALA, B. K.; WOODS, J. L. Simulation of deep bed malt drying. **Journal Agricultural Engineering Research**, New York, v. 30, n. 3, p. 235-244, 1984.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI, 1992. 450p.

CARVALHO JÚNIOR, C.; PIMENTA, C. J.; BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R. Atividade da polifenoloxidase de grãos de café (*Coffea arabica* L.), submetidos a diferentes tempos de fermentação. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000. p. 730-732.



CARVALHO, L. T.; QUEIROZ, D. M.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Desenvolvimento de uma derriçadora portátil para colheita de café. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000. p. 1109-1111.

CHAGAS, S. J. R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994, 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais.

CUNHA, C. M. O.; TELES, M. M.; VILLELA, M. L. R.; VELLOSO, S. M. O.; ABRANTES, S. M. P. Investigação físico-química e microscópica de contaminantes em amostras de café torrado e moído comercializado no varejo. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 99, p. 61-69, 2002.

CUNHA, M. I.; CANTO, M. W.; MARSAIOLI JÚNIOR, A. Secagem de café cereja descascado por ar quente e microondas. **Cien. Tecnol. Aliment.**, v. 23, n. 3, p. 381-385, 2003.

FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G.; NERY, F.; PINTO, N. A. V. Caracterização da composição química de arábica e conillon. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001, Vitória. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2005.

FORTES, M.; OKOS, M. R. Changes in physical properties of corn during drying. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph v. 32, n. 4, p. 1004-1008, 1980.

LANG, W.; SOKHANSANJ, S. Bulk volume shrinkage during drying of wheat and canola. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v. 16, n. 4, p. 305-314, 1993.



LOPES, L. M. V.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Teor de sólidos totais, acidez titulável e pH de grãos crus e torrados de sete cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e suas variações com o processo de torração. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000. p. 748-751.

LOZANO, J. E., ROTSTEIN, E.; URBICAIN, M. J. Shrinkage, porosity and bulk density of foodstuffs at changing moisture contents. **Journal of Food Science**, v. 48, p. 1497-1502, 1983.

MCMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Physical characteristics of dehydrated potatoes – part 1. **Journal of Food Engineering**, London, v. 33, n. 1-2, p. 37-48, 1997.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Science, 1970. v. 1, 734 p.

PÁDUA, F. R.; PEREIRA, R.; FERNANDES, S. Polifenóis, Ph e acidez de diferentes espécies de café. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001, Vitória. Disponível em:
<<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2005.

PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; *et al.* Avaliação da composição química de café no Sul de Minas. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001, Vitória. Disponível em:
<<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2005.



PEREIRA, R. G. F. A.; LOPES, L. M. V.; CORREIA, M. A.; MENDES, A. N. G. Avaliação da qualidade sensorial de 15 linhagens de café (*Coffea arabica* L.), cultivadas na região sul de Minas Gerais. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000a. p. 641-642.

PEREIRA, R. G. F. A.; VILELA, T. C.; LOPES, L. M. V. Avaliação da composição química de cafés arábica e conilon, produzidos em Rondônia-RO e submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000b. p. 638-640.

PIMENTA, C. J.; CARVALHO JÚNIOR, C.; VILELA, E. R. Atividade da polifenoloxidase, lixiviação de potássio, acidez titulável e qualidade de bebida do café (*Coffea arabica* L.), mantido ensacado por diferentes tempos antes da secagem. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000. p. 631-634.

SCHOLZ, M. B. S.; PRETE, C. E. C.; CRUDI, E.; MAGRI, T. B. Composição química de variedades de café (*Coffea arabica*). In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café Minasplan, 2000. p. 673-677.

SNOW, J. G. M.; LUCCAS, V.; LEITE, R. F. Tecnologias alternativas para a utilização do café. **Food Ingredients**, v. 4, n. 23, p. 62-65, 2003.

VICENTE, M. A.; CENZANO, I.; VICENTE, J. M. **Manual de Indústrias dos Alimentos**. Varela, São Paulo, p. 505-509, 1996.



VILELA, E.R. **Secagem de café em terreiro e silo com energia solar.**, 1977. 107 p. Dissertação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

WEBBER, E.A. **Armazenagem agrícola.** La Salle, Porto Alegre, 1995. 395p.

ZOGZAS, N.P.; MAROULIS, Z.B.; KOURIS, D.M. Densities, shrinkage and porosity of some vegetables during air drying. **Drying Technology**, New York, v.12, n. 7,p. 1653-1666, 1997.



7 - ANEXOS

ANEXO 01 – Resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável de amostras de café descascado da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	33.4289	33.4289	6.1390 *
B	02	80.9223	40.4612	7.4305 **
AXB	02	12.5502	6.2751	1.1524 ^{NS}
(Tratamentos)	05	126.9014	25.3803	
Resíduo	12	65.3437	5.4453	
Média geral		68.2372		
Desvio padrão		2.3335		
Coefficiente de Variação		3.4197		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 02 – Resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável de amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	316.5128	316.5128	21.6295 **
B	02	836.9620	418.4810	28.5977 **
AXB	02	249.7880	124.8940	08.5349 **
(Tratamentos)	05	1403.2629	280.6526	
Resíduo	12	175.6005	14.6334	
Média geral		72.0100		
Desvio padrão		3.8254		
Coefficiente de Variação		5.3123		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 03 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de acidez titulável de amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	7.2820	7.2820	0.4976 ^{NS}
A d. B (T_2)	01	533.9267	533.9267	36.4869 **
A d. B (T_3)	01	25.0922	25.0922	1.7147 ^{NS}
(A d. B)	03	566.3008		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 04 – Resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável de amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.7980	0.7980	0.2098 ^{NS}
B	02	1001.4224	500.7112	131.6487 **
AXB	02	314.5479	157.2739	41.3510 **
(Tratamentos)	05	1316.7683	263.3537	
Resíduo	12	45.6407	3.8034	
Média geral		68.6572		
Desvio padrão		1.9502		
Coefficiente de Variação		2.8405		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 05 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de acidez titulável de amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	133.4817	133.4817	35.0955 **
A d. B (T_2)	01	0.1441	0.1441	0.0379 ^{NS}
A d. B (T_3)	01	181.7201	181.7201	47.7785 **
(A d. B)	03	315.3459		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 06 – Resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável de amostras de café com a casca da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	44.4939	44.4939	1.9531 ^{NS}
B	02	304.6327	152.3164	6.6859 [*]
AXB	02	85.7605	42.8803	1.8822 ^{NS}
(Tratamentos)	05	434.8872	86.9774	
Resíduo	12	273.3802	22.7817	
Média geral		80.5011		
Desvio padrão		4.7730		
Coefficiente de Variação		5.9291		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo (P > 0,05).

^{*} Significativo (P < 0,05).

^{**} Significativo (P < 0,01).

ANEXO 08 – Resultados da análise de variância das temperaturas de secagem dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de acidez titulável de amostras de café com a casca da variedade Caturra Amarello.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A ₁ B ₁ (T ₁)	01	11.3815	11.3815	0.5604 ^{NS}
A ₂ B ₁ (T ₂)	01	124.7616	124.7616	34.5385 ^{**}
A ₃ B ₁ (T ₃)	01	287.3184	287.3184	79.6782 ^{**}
A ₄ B ₁	03	814.3514		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação

T₁ = 10 horas; T₂ = 24 horas; T₃ = 36 horas.

^{NS} Não significativo (P > 0,05).

^{*} Significativo (P < 0,05).

^{**} Significativo (P < 0,01).

ANEXO 07 – Resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável de amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	293.3042	293.3042	81.3382 **
B	02	103.6336	51.8168	14.3697 **
AXB	02	121.1572	60.5786	16.7995 **
(Tratamentos)	05	518.0950	103.6190	
Resíduo	12	43.2718	3.6060	
Média geral		68.0800		
Desvio padrão		1.8989		
Coefficiente de Variação		2.7893		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 08 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de acidez titulável de amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	2.3814	2.3814	0.6604 ^{NS}
A d. B (T_2)	01	124.7616	124.7616	34.5985 **
A d. B (T_3)	01	287.3184	287.3184	79.6782 **
(A d. B)	03	414.4614		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 09 – Resultados da análise de variância para as determinações de acidez titulável de amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	41.5872	41.5872	2.4590 ^{NS}
B	02	150.4302	75.2151	4.4473 *
AXB	02	173.2617	86.6309	5.1223 *
(Tratamentos)	05	365.2791	73.0558	
Resíduo	12	202.9489	16.9124	
Média geral		70.5967		
Desvio padrão		4.1125		
Coefficiente de Variação		5.8253		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 10 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de acidez titulável de amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	151.8054	151.8054	8.9760 *
A d. B (T_2)	01	25.0922	25.0922	1.4837 ^{NS}
A d. B (T_3)	01	37.9513	37.9513	2.2440 ^{NS}
(A d. B)	03	214.8489		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 11 – Resultados da análise de variância para as determinações de pH de amostras de café descascado da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.1267	0.1267	154.0608 **
B	02	0.1636	0.0818	99.4932 **
AXB	02	0.0825	0.0412	50.1554 **
(Tratamentos)	05	0.3728	0.0746	
Resíduo	12	0.0099	0.0008	
Média geral		4.5839		
Desvio padrão		0.0287		
Coefficiente de Variação		0.6255		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 12 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de pH de amostras de café descascado da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	0.1568	0.1568	190.7230 **
A d. B (T_2)	01	0.0523	0.0523	63.5676 **
A d. B (T_3)	01	0.0001	0.0001	0.0811 ^{NS}
(A d. B)	03	0.2092		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 13 – Resultados da análise de variância para as determinações de pH de amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.0450	0.0450	114.0845 **
B	02	0.1867	0.0934	236.6761 **
AXB	02	0.0517	0.0259	65.5775 **
(Tratamentos)	05	0.2834	0.0567	
Resíduo	12	0.0047	0.0004	
Média geral		4.6789		
Desvio padrão		0.0199		
Coeficiente de Variação		0.4245		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 14 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de pH de amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	0.0033	0.0033	8.2817 *
A d. B (T_2)	01	0.0641	0.0641	162.4225 **
A d. B (T_3)	01	0.0294	0.0294	74.5352 **
(A d. B)	03	0.0967		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 15 – Resultados da análise de variância para as determinações de pH de amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.0162	0.0162	83.3143 **
B	02	0.2565	0.1283	659.6571 **
AXB	02	0.0369	0.0185	94.9714 **
(Tratamentos)	05	0.3097	0.0619	
Resíduo	12	0.0023	0.0002	
Média geral		4.6233		
Desvio padrão		0.0139		
Coefficiente de Variação		0.3016		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 16 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de pH de amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	0.0006	0.0006	3.0857 ^{NS}
A d. B (T_2)	01	0.0003	0.0003	1.3714 ^{NS}
A d. B (T_3)	01	0.0523	0.0523	268.8000 **
(A d. B)	03	0.0531		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 17 – Resultados da análise de variância para as determinações de pH de amostras de café com a casca da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.0910	0.0910	248.2424 **
B	02	0.1639	0.0819	223.4697 **
AXB	02	0.0671	0.0336	91.5606 **
(Tratamentos)	05	0.3220	0.0644	
Resíduo	12	0.0044	0.0004	
Média geral		4.7444		
Desvio padrão		0.0191		
Coefficiente de Variação		0.4036		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 18 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de pH de amostras de café com a casca da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	0.0704	0.0704	192.0455 **
A d. B (T_2)	01	0.0864	0.0864	235.6364 **
A d. B (T_3)	01	0.0013	0.0013	3.6818 ^{NS}
(A d. B)	03	0.1582		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 19 – Resultados da análise de variância para as determinações de pH de amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.0221	0.0221	27.7552 **
B	02	0.0020	0.0010	1.2797 ^{NS}
AXB	02	0.0996	0.0498	62.7063 **
(Tratamentos)	05	0.1237	0.0247	
Resíduo	12	0.0095	0.0008	
Média geral		4.7717		
Desvio padrão		0.0282		
Coefficiente de Variação		0.5907		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 20 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de pH de amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	0.0253	0.0253	31.9091 **
A d. B (T_2)	01	0.0193	0.0193	24.2517 **
A d. B (T_3)	01	0.0771	0.0771	97.0070 **
(A d. B)	03	0.1217		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 21 – Resultados da análise de variância para as determinações de pH de amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.0072	0.0072	10.7107 **
B	02	0.0545	0.0273	40.5702 **
AXB	02	0.0526	0.0263	39.1488 **
(Tratamentos)	05	0.1144	0.0229	
Resíduo	12	0.0081	0.0007	
Média geral		4.8656		
Desvio padrão		0.0259		
Coefficiente de Variação		0.5329		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).

ANEXO 22 – Desdobramento da interação das temperaturas de secagem, dentro de cada de tempo de fermentação, para as determinações de pH de amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A d. B (T_1)	01	0.0104	0.0104	15.4959 **
A d. B (T_2)	01	0.0008	0.0008	1.2149 ^{NS}
A d. B (T_3)	01	0.0486	0.0486	72.2975 **
(A d. B)	03	0.0598		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

T_1 = 00 hora; T_2 = 24 horas; T_3 = 48 horas.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 23 – Resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis de amostras de café descascado da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	35.5696	35.5696	238.9094 **
B	02	55.7005	27.8502	187.0607 **
AXB	02	0.6623	0.3312	2.2243 ^{NS}
(Tratamentos)	05	91.9324	18.3865	
Resíduo	06	0.8933	0.1489	
Média geral		31.9450		
Desvio padrão		0.3859		
Coefficiente de Variação		1.2079		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 24 – Resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis de amostras de café descascado da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.6165	0.6165	8.2682 *
B	02	12.2712	6.1356	82.2835 **
AXB	02	0.4045	0.2023	2.7124 ^{NS}
(Tratamentos)	05	13.2923	2.6585	
Resíduo	06	0.4474	0.0746	
Média geral		30.4867		
Desvio padrão		0.2731		
Coefficiente de Variação		0.8957		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 25 – Resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis de amostras de café descascado da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	3.2761	3.2761	17.0993 **
B	02	17.6712	8.8356	46.1168 **
AXB	02	1.8402	0.9201	4.8024 ^{NS}
(Tratamentos)	05	22.7875	4.5575	
Resíduo	06	1.1496	0.1916	
Média geral		32.0975		
Desvio padrão		0.4377		
Coefficiente de Variação		1.3637		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 26 – Resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis de amostras de café com a casca da variedade Mundo Novo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	5.9643	5.9643	35.0257 **
B	02	1.2335	0.6168	3.6220 ^{NS}
AXB	02	0.9061	0.4530	2.6604 ^{NS}
(Tratamentos)	05	8.1039	1.6208	
Resíduo	06	1.0217	0.1703	
Média geral		30.4017		
Desvio padrão		0.4127		
Coeficiente de Variação		1.3573		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 27 – Resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis de amostras de café com a casca da variedade Catuai Amarelo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.5419	0.5419	3.2664 ^{NS}
B	02	0.0841	0.0420	0.2534 ^{NS}
AXB	02	0.6846	0.3423	2.0634 ^{NS}
(Tratamentos)	05	1.3105	0.2621	
Resíduo	06	0.9953	0.1659	
Média geral		29.6358		
Desvio padrão		0.4073		
Coeficiente de Variação		1.3743		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 28 – Resultados da análise de variância para as determinações de sólidos solúveis de amostras de café com a casca da variedade Catuai Vermelho.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A	01	0.0133	0.0133	0.1523 ^{NS}
B	02	0.0765	0.0383	0.4371 ^{NS}
AXB	02	0.2448	0.1224	1.3979 ^{NS}
(Tratamentos)	05	0.3347	0.0669	
Resíduo	06	0.5254	0.0876	
Média geral		29.3650		
Desvio padrão		0.2959		
Coefficiente de Variação		1.0077		

A = Temperaturas de secagem; B = Tempos de fermentação.

^{NS} Não significativo ($P > 0,05$).

* Significativo ($P < 0,05$).

** Significativo ($P < 0,01$).



ANEXO 29 – Resultados das médias de umidade inicial, para amostras de café descascado, logo após a colheita.

Variedades de café	Temperaturas*	Umidade (%)
Mundo Novo	40°C	44.3450
Mundo Novo	60°C	44.6300
Catuai Amarelo	40°C	48.3100
Catuai Amarelo	60°C	51.1350
Catuai Vermelho	40°C	45.3500
Catuai Vermelho	60°C	44.5800

*Temperatura de secagem que o lote de café foi submetido após a determinação da umidade.

ANEXO 30 – Resultados das médias de umidade inicial, para amostras de café com a casca, logo após a colheita.

Variedades de café	Temperaturas*	Umidade (%)
Mundo Novo	40°C	32.4750
Mundo Novo	60°C	30.9750
Catuai Amarelo	40°C	35.8150
Catuai Amarelo	60°C	39.0100
Catuai Vermelho	40°C	35.2950
Catuai Vermelho	60°C	34.4250

*Temperatura de secagem que o lote de café foi submetido após a determinação da umidade.



