



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**EFEITO DO MODO DE PREPARO NA COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DE GRÃOS DE CAFÉ CRU E TORRADO.
RELAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA COM A
QUALIDADE DA BEBIDA**

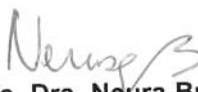
PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Maria Ivone Martins Jacintho**, aprovada pela Comissão Julgadora em 29 de outubro de 2002.

Campinas, 29 de Outubro de 2002.

Maria Ivone Martins Jacintho
Engenheira de Alimentos (UFRuralRJ)

Prof^a. Dr^a. Neura Bragagnolo
Orientadora


Profa. Dra. Neura Bragagnolo
Presidente da Banca

Dissertação apresentada a Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de Mestre em Ciência de Alimentos

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

DE BC
 AMADA TI-UNICAMP
J119e
 EX
 O BC/ 51910
16-837-02
☐ C ☒ D
R\$11,00
 PD

CM00176265-4

1810 - 275752

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
 BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

J119e Jacintho, Maria Ivone Martins
 Efeito do modo de preparo na composição química de grãos de café cru e torrado: relação da composição química com a qualidade da bebida / Maria Ivone Martins Jacintho. – Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador: Neura Bragagnolo
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Café - Torrefação. 2.Café - Pesquisa. 3.Café - Indústria.
 I.Bragagnolo, Neura. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



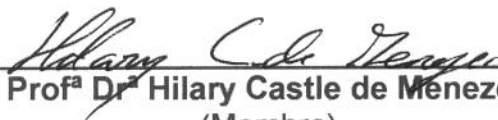
Profª Drª Neura Bragagnolo
(Orientadora)



Drª Terezina de Jesus Garcia Salva
(Membro)



Profª Drª Helena Teixeira Godoy
(Membro)



Profª Drª Hilary Castle de Menezes
(Membro)

*" ...Numa folha qualquer eu desenho um navio de partida
Com alguns bons amigos, bebendo de bem com a vida
De uma América à outra eu consigo passar num segundo
Giro um simples compasso e num círculo eu faço o mundo
Um menino caminha e caminhando chega num muro
E ali logo em frente a esperar pela gente o futuro está
E o futuro é uma astronave que tentamos pilotar
Não tem tempo nem piedade
Nem tem hora de chegar
Sem pedir licença muda a nossa vida
E depois convida a rir ou chorar
Nessa estrada não nos cabe
Conhecer ou ver o que virá
O fim dela ninguém sabe
Bem ao certo onde vai dar
Vamos todos numa linda passarela
de uma aquarela que um dia enfim
Descolorirá ... "*

Aquarela - Toquinho

... – *Ame seu ofício de coração. Persiga fazer o melhor.*

Seja fascinado pelo realizar, que o dinheiro virá como consequência.

Quem pensa só em dinheiro não consegue sequer ser um grande bandido, nem um grande canalha.

Napoleão não invadiu a Europa por dinheiro.

Hitler não matou 6 milhões de judeus por dinheiro.

Michelangelo não passou 16 anos pintando a Capela Sistina por dinheiro.

E, geralmente, só os que pensam nele não o ganham.

PORQUE SÃO INCAPAZES DE SONHAR,

E tudo que fica pronto na vida foi construído antes, na alma.

Nizan Guanaes

Dedico este trabalho...

A minha querida mãe Ivone e a minha querida Tia Norma, verdadeiras entusiastas, que nunca me deixaram desanimar, por mais difícil que estivesse a caminhada, minha profunda admiração.

Ao meu pai José Luiz e a Tia Sandra pelo incentivo, amor, carinho e apoio, em especial ao meu amado papai que foi perfeito na tarefa de educador e amigo, valeu Pai conquistamos mais esta!!!!!!!!!!

Aos meus queridos irmãos Ana Paula (Popola), Dudu, Júnior, João Luiz e Renatinha pela amizade e cumplicidade. Vocês sempre compartilharam dos meus sonhos, me incentivaram e ajudaram, a vocês dedico este trabalho com todo carinho, respeito e amor.

Ao Júnior pela paciência, cumplicidade, amor e amizade, importantíssimos para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!!!!!!!!!!

AGRADECIMENTOS

Obrigado Deus, por mais uma vez me ter permitido alcançar este sonho, em um País com 170 milhões de brasileiros, onde a grande maioria não tem acesso a Educação, onde 70 milhões são semi-analfabetos, onde 50 % vivem abaixo da linha de pobreza, onde 6000 pessoas morrem de fome por ano, onde apenas 10% mais ricos detêm 90% de nossas riquezas, enquanto que os outros 90% são divididos entre os 10% mais pobres. Assim, obrigado por esta oportunidade, por ter me dado saúde, serenidade, paciência e poder desfrutar de tão bons momentos e me mostrando sempre o melhor caminho a seguir.

A minha família que muito se empenhou para que eu pudesse realizar mais este sonho,

A Prof^a Dr^a Neura Bragagnolo pela orientação, pela paciência, por ter sabido entender meus momentos de desânimo e pela disposição com que me acolheu no Mestrado,

A Prof^a Dr^a Helena e a Prof^a Dr^a Hillary pelas sugestões apresentadas durante a correção dissertação que só vieram a enriquecer o presente Trabalho,

A Dr^a Terezina pelas sugestões apresentadas durante a correção da dissertação, pela paciência, carinho, apoio e dedicação durante a parte experimental deste Trabalho, que permitiram meu desenvolvimento profissional e pessoal,

Ao Dr^o Oliveira Guerreiro Filho pela amizade, dedicação e apoio durante a realização deste Trabalho e nas análises estatística dos dados experimentais,

A família Barbosa: Dona Geni, Sandro, Sérgio, Sidnei, Simone, Ana, Jú, Alexandre (Galego), pelo carinho e incentivo,

A FAPESP pelo apoio financeiro dado ao Projeto,

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado,

A Universidade Estadual de Campinas pelas bolsas auxílio oferecidas pelo Serviço de Apoio ao Estudante (SAE), que ajudaram bastante durante o período que estive sem bolsa,

Ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) pela infraestrutura oferecida que permitiram a realização da parte experimental com tranquilidade,

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo embassamento teórico e humano que me permitiram acompanhar o Curso de Mestrado

A Profª Drª Djalva, Profº Drº Carlos Alberto (Shalako) e a Profª Drª Stela pelo incentivo para vir estudar na UNICAMP,

Aos queridos amigos do Mestrado que foram a minha família e com os quais vivi momentos agradáveis, Kelly, Aninha, Fábio Valinhos, Flávio, Sorriso, Sinho, Fer (Ventura), Paty, Patinha, André (Mocréia A10-A), Wander (bijongue A10-A), Valéria, Ana Cláudia, Silvane, Va, Elizete, em especial a grandes amigas Ná (Nádia) e Lú (Luciana). Obrigado amigos pelos bons momentos que compartilhamos !!!!!

Ao pessoal do laboratório de Ciência de Alimentos, Itaciara, Alessandro, Cíntia e Veridiana pelo incentivo, e em especial as grandes amigas Mônica (Mo) e Tatiana (Tati) pelos “agradáveis momentos e boas risadas” que demos no Laboratório.

Aos amigos da Rural Carlinha, Flavinho, Karla (Potássio), Wallace e Carlos Alexandre que me de longe estiveram torcendo muito por mim,

As amigas Carol, Ray e Oranda pelo agradável convívio diário, pelo incentivo e pela amizade;

Ao pessoal da secretaria de Pós-graduação, em especial ao Cosme pela paciência e ao pessoal do Departamento de Ciência de Alimentos) pela atenciosidade,

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

Índice

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1- IMPORTÂNCIA DO CAFÉ E FATORES QUE AFETAM SUA QUALIDADE	3
1. Introdução	3
2. Classificação botânica	7
3. Fruto do café	8
4. Qualidade da bebida.....	9
5. Composição química dos grãos	10
6. Composição química dos grãos crus das espécies <i>C. arabica</i> (arabica) e <i>C. canephora</i> (robusta).....	14
7. Modo de preparo.....	16
8. Torração	19
9. Atributos Sensoriais	21
10. Referências Bibliográficas	25

CAPÍTULO 2 – EFEITO DO MODO DE PREPARO NO PH, NA ACIDEZ TOTAL E NO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE GRÃOS CRUS E TORRADOS DAS ESPÉCIES *C. arabica* E *C. canephora* E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DA BEBIDA _____ 35

Resumo..... 35

CHAPTER 2- EFFECT OF THE SYSTEM OF PREPARATION ON THE PROPERTIES OF PH, TOTAL ACIDITY AND SOLUBLE SOLIDS OF RAW AND ROASTED COFFEE BEANS OF THE SPECIES *C. arabica* AND *C. canephora* AND ITS RELATION TO BEVERAGE QUALITY _____ 36

Summary 36

1. Introdução 38

2. Material e Métodos..... 40

2.1. Materiais 40

2.1.1. Matéria-prima 40

2.1.2. Colheita 40

2.1.3. Preparo dos cafés 41

2.1.4. Secagem 42

2.1.5. Beneficiamento 42

2.1.6. Torração 42

2.1.7. Análise sensorial 42

2.1.8. Preparo das amostras 43

2.2. Métodos..... 43

2.2.1. Determinação da umidade de café cru e torrado	43
2.2.2. Medida de pH em café cru e torrado	43
2.2.3. Acidez total titulável de café cru e torrado	43
2.2.3.1. Café cru.....	43
2.2.3.2. Café torrado.....	44
2.2.4. Determinação do teor de sólidos solúveis em café torrado	44
2.2.5. Análises estatísticas.....	45
3. Resultados e Discussão	45
3.1. Café Cru - Safra de 1999-2000.....	45
3.2. Café Torrado - Safra de 1999-2000	47
3.3. Café Cru - Safra 2000-2001.....	51
3.4. Café Torrado - Safra 2000 - 2001	54
3.5. Correlação entre as análises químicas e a qualidade da bebida	59
3.6. Correlação entre as análises químicas e os atributos sensoriais	61
3.7. Correlação entre os atributos sensoriais e a qualidade da bebida	63
4. Conclusão	65
5. Referências Bibliográficas	67

CAPÍTULO 3 – RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA E A ATIVIDADE DE POLIFENOLOXIDASE EM CULTIVARES DE *C. arabica* E *C. canephora* SUBMETIDAS A DIFERENTES PREPAROS _____ 71

Resumo..... 71

CHAPTER 3 – RELATION BETWEEN SENSORY QUALITY OF THE BEREVAGE AND THE ACTIVITY OF POLYPHENOLOXIDASE IN THE CULTIVARS OF *C. arabica* AND *C. canephora* SUBMITTED TO DIFFERENT METHODS OF PREPARATION _____ 72

Summary 72

1. Introdução 73

2. Materiais e Métodos..... 75

2.1. Materiais 75

2.1.1. Matéria-prima..... 75

2.1.2. Colheita..... 75

2.1.3. Preparo dos cafés 75

2.1.4. Secagem..... 76

2.1.5. Beneficiamento 76

2.1.7. Preparo das amostras 76

2.2. Métodos..... 77

2.2.1. Determinação da atividade da polifenoloxidase..... 77

2.3. Análise sensorial 79

2.4. Análises estatísticas.....	79
3. Resultados e Discussão	79
3.1. Café cru – Safra 1999-2000.....	79
3.2. Café cru – Safra 2000-2001.....	82
4. Conclusão	85
5. Referências Bibliográficas	86
6. Anexos.....	89
6.1. Anexo 1- Escalas de atributos sensoriais.....	89

RESUMO GERAL

A qualidade dos grãos crus e torrados de café é influenciada por fatores genéticos, pelas técnicas de cultivo e colheita, pelo grau de maturação dos frutos, pelo modo de preparo, pela torração e armazenamento. Após a colheita do café, segue-se o seu preparo, que pode ser realizado de três formas: via úmida, via seca e cereja descascado. Os objetivos deste trabalho foram: 1) verificar o efeito do modo de preparo na acidez total titulável e pH de grãos crus de 5 cultivares de *Coffea arabica* (Catuaí, Mundo Novo, Ouro verde, Tupi e Obatã) e de 3 cultivares de *Coffea canephora* (Apoatã, Conilon e Robusta); 2) avaliar o efeito do modo de preparo na acidez total titulável, pH e teor de sólidos solúveis nos grãos torrados das mesmas cultivares; 3) verificar a relação entre a qualidade sensorial da bebida de café e a atividade da polifenoloxidase em cultivares de *C. arabica* e *C. canephora* submetidas aos modos de preparo: via seca, via úmida e cereja descascado. As amostras de café provenientes das safras: 1999-2000 e 2000-2001 colhidas no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O pH foi determinado segundo Mazzafera (1999) e a acidez total titulável e o teor de sólidos solúveis de acordo AOAC (1997). A metodologia utilizada para a análise de polifenoloxidase foi baseada em Mazzafera (2000), modificada no presente trabalho. A análise sensorial dos cafés foi feita pela prova da xícara e a classificação por tipo de bebida e conceito geral. Nos cafés crus o pH variou de 5,8 no *C. canephora* v. Apoatã a 6,18 no *C. canephora* v. Robusta. O maior valor de acidez total no café cru foi verificado café Conilon descascado (231,32 mL NaOH 0,1 N/100 g) e o menor foi no café arábica Obatã natural. O valor de pH dos cafés torrados foi menor que os dos cafés crus, sendo que o café Catuaí despulpado foi o mais ácido (pH 5,02) e o café Mundo Novo foi o menos ácido (pH 5,29). A acidez total nos cafés torrados foi de modo geral, ligeiramente maior que a dos cafés crus. Os valores variaram de 134,78 mL NaOH 0,1N/100g café torrado para o Apoatã descascado a 262,08 mL NaOH 0,1N/100g para o café Obatã descascado. Os teores de sólidos solúveis nos cafés torrados foram maiores nas cultivares de *C.*

canephora (25, 57-30,69%) do que nos cafés arábicas (24,82-29,68%). Não foi verificada relação entre o pH e acidez total titulável ($p < 0,05$) em todas as amostras. O modo de preparo influenciou de forma diferenciada as cultivares estudadas, bem como os valores de pH, acidez total e sólidos solúveis. Os valores de polifenoloxidase variaram de 21200 UPFO/g para o café Mundo Novo descascado a 51000 UPFO/g no café Tupi descascado. As maiores atividades de polifenoloxidase foram observadas nos cafés descascados e as menores nos cafés despulpados. Em geral não houve influência do modo de preparo nas amostras analisadas. Não foi observada relação entre a atividade de polifenoloxidase e a qualidade sensorial das bebidas. Não foi verificada relação entre o pH e acidez total titulável ($p < 0,05$) em todas as amostras. Não foi observada correlação entre os resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados nos grãos de café cru e torrado e os atributos sensoriais. Nas cultivares de café *Canephora* somente o atributo aroma apresentou coeficiente de correlação positivo ($R = 0,73$) e significativo ($p < 0,05$) com o conceito geral. A qualidade da bebida dos cafés de *C. arabica* apresentou bons coeficientes de correlação com aroma ($R = 0,85$) pelo conceito geral, e o gosto doce ($R = 1$) na classificação por tipo de bebida, mostrando que a qualidade da bebidas estudadas está diretamente ligada a doçura e ao aroma da bebida.

INTRODUÇÃO GERAL

Para o Brasil, o café é uma importante fonte de renda e faz com que a cada ano, nosso País quebre seu próprio recorde de produção tornando-o a mais de 150 anos, o maior produtor de café do mundo. Porém, o preço do café brasileiro nos mercados internacionais, ao contrário, não tem acompanhado o crescimento da produção o que desvaloriza o produto brasileiro. Esta desvalorização, em grande parte, é devido à falta de qualidade do produto ofertado aos mercados internacionais.

O Brasil já vem se preocupando com a qualidade do café, porém de agora em diante terá que investir mais em pesquisas, tecnologias agrícolas e industriais para que seu principal produto de exportação ganhe destaque no mundo dos cafés de qualidade.

A qualidade da bebida de café tem sido relacionada à qualidade dos grãos processados, que é influenciada por fatores genéticos, tratos culturais, manejo pré e pós-colheita, entre outros. Há tradicionalmente dois modos de preparo, o via seca e o via úmida. Porém uma metodologia mais recente tem sido empregada, no Brasil, para o processamento dos grãos crus que é o cereja descascado.

Dentre os componentes químicos dos grãos crus, a atividade de polifenoloxidase tem sido relacionada por alguns pesquisadores a qualidade da bebida, os quais consideram que quanto maior a atividade enzimática melhor será a bebida.

A avaliação da qualidade da bebida de café é feita através de análises sensoriais, que são uma importante ferramenta para avaliação da qualidade dos produtos. Tradicionalmente, a avaliação sensorial da bebida de café é feita pela prova da xícara, onde provadores treinados degustam as bebidas e posteriormente as classificam de acordo com padrões pré-estabelecidos na classificação por tipo de bebida que são estritamente mole, mole, apenas mole, dura, rio e riada.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do modo de preparo no pH, acidez total e atividade de polifenoloxidase de grãos crus, bem como, no pH, acidez total e sólidos solúveis de grãos torrados das cultivares das espécies *C. canephora* e *C. arábica* das safras 1999-2000 e 2000-2001.

Com os resultados obtidos espera-se verificar como os modos de preparo afetam algumas propriedades químicas dos grãos crus e torrados, na tentativa de contribuir para a melhoria da qualidade de um produto, que é de suma importância para a economia brasileira.

CAPÍTULO 1- IMPORTÂNCIA DO CAFÉ E FATORES QUE AFETAM SUA QUALIDADE

1. Introdução

O cafeeiro é uma planta originária do continente Africano, de regiões da Etiópia (Cafa e Enária), podendo ser a região de Cafa responsável pelo nome café. Embora o cultivo do café deva ter iniciado por volta do ano 575 DC, sua primeira menção escrita foi feita por Razes, um físico árabe do século X (Amorim & Melo, 1995).

Tão antigas quanto à descoberta do café, são as inúmeras lendas referentes ao início de seu uso. Uma dessas lendas, conta que um pastor da Etiópia, notou que suas cabras se tornavam mais vivas e saltitantes após comerem folhas e frutos de uma planta ali existente. Vendo isto, o próprio pastor por curiosidade passou a comer folhas dessas plantas, notando seu efeito estimulante e tornando-se o pastor mais esperto, inteligente e comunicativo da região. Um monge, vendo o efeito nas cabras e no pastor, preparou uma infusão das folhas que, depois de ingerida, o ajudava a lutar contra o sono pesado e a se manter acordado durante as vigílias. Outros monges passaram a fazer uso da infusão, mas mantiveram o segredo nos conventos por muito tempo, até que chegou ao conhecimento de mercadores que a levaram aos poderosos palacianos, e daí a difundiram junto aos nobres.

A segunda lenda relata que o profeta Maomé encontrava-se com uma enfermidade que o mantinha em constante estado de sonolência e teria recebido a

visita do Anjo Gabriel, que lhe oferecera uma bebida de cor preta e gosto amargo. Após bebê-la durante algum tempo, voltou a ficar lúcido e disposto.

A descoberta do café na Etiópia, e posterior disseminação por várias regiões da Ásia, Europa e das Américas, fizeram com que o mesmo se tornasse, uma das bebidas mais conhecidas, apreciadas e consumidas do mundo, além de ser também, um importante gerador de divisas para a maioria dos países tropicais e em desenvolvimento, como Brasil, Colômbia, México, Etiópia, Costa Rica, entre outros.

Mundialmente, o café é produzido por mais de 50 países (Figura 1) que totalizaram no período de 1991 a 2001 a produção de aproximadamente, 991 milhões de sacas (IOC, 2002).



Figura 1. Principais regiões do mundo produtoras de café

Durante estes 10 anos, países como Brasil, Colômbia, Indonésia e Vietnã, se destacaram como maiores produtores, sendo a produção brasileira de aproximadamente 275 milhões de sacas, correspondendo a 28% do total.

A história do café se confunde com a do Brasil, desde a sua chegada há 273 anos pelas mãos de Francisco Melo Palheta. Seu cultivo e produção foram sinônimos de progresso, quer seja pela importância como fonte de renda, quer seja pelo desbravamento e desenvolvimento do interior do País, pela construção de rodovias e estradas de ferro, pelo incentivo a imigração, pela geração de empregos na indústria e campo e pelo desenvolvimento do setor agrícola.

Desde 1810, o Brasil tem sido o maior produtor mundial de café e até 1940 era responsável por metade da produção mundial (Menezes, 1990). Até os dias de hoje, o Brasil se mantém como maior produtor, mesmo tendo atravessado muitas crises na produção, queda nas exportações e desvalorização do preço das sacas no mercado. A crescente demanda na produção de cafés suaves por países como Colômbia, México e Costa Rica, também agravou mais a situação brasileira, pois este tipo de café tem maior aceitação que o café oferecido pelo Brasil, e alcança nos mercados internacionais preços superiores.

A produção de café no Brasil abrange as regiões sudeste, norte, centro oeste e nordeste, porém alguns estados como Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Bahia se destacam como principais produtores. Segundo a Companhia Brasileira de Abastecimento (CONAB, 2002), a safra de café brasileira estimada para o 2º semestre de 2002 será de 44,69 milhões de sacas beneficiadas

Pela Tabela 1, observa-se que o estado de Minas Gerais é o maior produtor de café do Brasil. Deterá, aproximadamente 50% do total de sacas

beneficiadas previstas para safra 2002/2003, correspondendo a um total de 22.715 milhões de sacas beneficiadas.

Tabela 1. Produção de sacas beneficiadas de café em alguns estados do Brasil.

Estados	Produção (milhões de sacas beneficiadas)		
	Arábica	Robusta	Total
Minas Gerais	22.675	40	22.715
Espírito Santo	2.500	6.400	8.990
São Paulo	5.560	-	5.560
Paraná	1.950	-	1.950
Bahia	1.890	490	2.380
Rondônia	-	1.960	1.960
Mato Grosso	50	350	400
Pará	-	290	290
Rio de Janeiro	250	15	265
Outros	60	120	180
TOTAL	34.935	9.755	44.690

Fonte: CONAB, 2002.

O estado do Espírito Santo é o maior produtor de café robusta (*Coffea canephora* var. Conilon). Atualmente, segundo a estimativa da CONAB para a Safra 2002/2003, o Espírito Santo responderá por 66% da produção brasileira da variedade, colocando o Brasil como segundo maior produtor mundial de Conilon.

Segundo Thomaziello et al. (2000), o estado de São Paulo é o 3º produtor brasileiro, com volume de produção, o que poderia colocá-lo entre um dos dez maiores produtores mundiais. Responde por 75% das exportações brasileiras de café e torra 37% do café consumido no país em cerca de 250 indústrias. O consumo do produto no estado, por ano é de 3.500 mil sacas beneficiadas.

Assim se percebe, a importância da produção de café para economia brasileira, e a necessidade de aliar produtividade e qualidade, para que o café brasileiro não seja sinônimo de baixa qualidade frente aos mercados internacionais. Para isso, é necessário desenvolver, implementar e melhorar as etapas que estão direta e indiretamente envolvidas no processamento do café, como o manejo e tratos culturais, as tecnologias de preparo, o melhoramento genético das cultivares e tecnologias industriais, para tornar o café brasileiro um produto de melhor qualidade e competitivo.

2. Classificação botânica

O cafeeiro é uma planta perene, dicotiledônea, de porte arbustivo ou arbóreo, de caule lenhoso, folhas persistentes e flores hermafroditas, pertencentes ao gênero *Coffea* que, juntamente com o gênero *Psilanthus*, forma a subtribo *Coffeinae*, família *Rubiaceae* (Berthaud & Charrier, 1988).

Mais de 80 espécies do gênero *Coffea* são conhecidas, sendo a *Coffea arabica* (arábica) e a *Coffea canephora* (robusta) as mais importantes. Estas espécies respondem respectivamente por cerca de 75% e 24% da produção mundial de café, e são as variedades mais cultivadas em todo o mundo (Pandey et al., 2000).

A espécie *C. arabica* é originária do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia. A faixa de altitude correspondente é entre 1000 e 2000 metros. Atualmente esta espécie se distribui amplamente por regiões de altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas, entre 18 e 21°C, como as do continente americano e algumas regiões da África (Berthaud & Charrier, 1988).

A espécie *C. canephora* tem origem numa extensão geográfica mais ampla, numa faixa de região ocidental e central-tropical e subtropical do continente africano. Sua origem e diversidade se estendem por vasta região da África, desde a Libéria até o Sudão Anglo-Egípcio, com grande concentração na região do Congo Belga (Berthaud & Charrier, 1988).

3. Fruto do café

Café cereja é uma denominação genérica atribuída ao fruto do café quando ele está maduro. O fruto, neste estágio, é constituído de um exocarpo (casca), um mesocarpo externo (polpa), e mesocarpo interno (mucilagem), e um endocarpo fibroso (pergaminho), que protegem a semente (Figura 2) (Avallone et al., 2001).

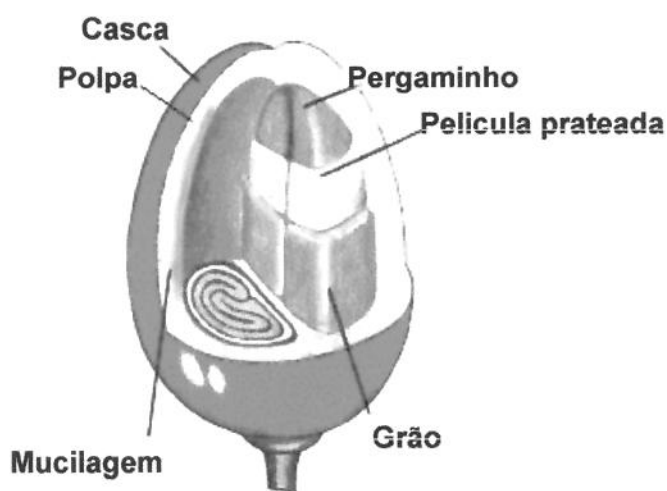


Figura 2. Corte longitudinal do fruto do café

A mucilagem do café está presente somente no fruto maduro (Carvalho et al., 1997). Possui de 1 a 3 mm de espessura, e é composta, por 33% de pectinas, 30% de açúcares redutores e 17% de fibras e cinzas. Seus açúcares são solúveis em água, mas as pectinas são insolúveis e estão fortemente aderidas ao pergaminho do grão (Mhuru, 1995).

As enzimas endogêneas do fruto do café são as pectinases, as celulases, e as xilanases, que favorecem a qualidade da bebida, tendo em vista que promovem a degradação de compostos quimicamente complexos e importantes no processo fermentativo do café. Estas enzimas são sintetizadas juntamente com as substâncias pécticas e açúcares que formarão a polpa e mucilagem do fruto (Amorim & Melo, 1995; Carvalho et al., 1997).

O grau de maturação do fruto do café está relacionado à qualidade da bebida (Amorim & Melo, 1995), pois as melhores bebidas de café são obtidas quando se processa o fruto do café no estágio de maturação cereja. Isto se explica pelo fato de ser o estágio cereja a fase correspondente ao ponto ideal de maturação dos frutos, no qual a casca, polpa e semente encontram-se com a composição química adequada a proporcionar ao fruto seu máximo de qualidade (Carvalho et al., 1997; Costa & Chagas, 1997). A quantidade desses compostos varia em função de fatores como clima, região, altitude, solo, espécie (Pimenta et al., 2000).

4. Qualidade da bebida

A qualidade do grão e da bebida de café é influenciada por diversos fatores pré e pós-colheita. Dentre os fatores pré-colheita são destacados as características genéticas (Guyot et al., 1995), o local de cultivo (Carvalho et al.,

1997), o estágio de maturação dos grãos (Pimenta et al., 2000), a incidência de microrganismos e o efeito de adubações (Carvalho et al., 1997).

Em relação aos fatores pós-colheita, se destacam o modo de preparo (Guyot et al., 1995), os processos de armazenamento do café beneficiado e a torração dos grãos (Amstalden et al., 2001).

Algumas técnicas utilizadas após colheita, como separação de frutos em seus diferentes estágios de maturação, e o despulpamento dos frutos maduros, têm-se mostrado eficientes na melhoria da qualidade da bebida do café (Leite & Carvalho, 1994).

5. Composição química dos grãos

Vários componentes químicos do café cru e torrado têm sido relacionados com a qualidade de sua bebida. Dentre os componentes químicos mais freqüentemente estudados se destacam a atividade da enzima polifenoloxidase (Amorim & Silva, 1968; Carvalho et al., 1997), o teor e tipo de açúcar, o teor de ácidos clorogênicos (Trugo, 2001), a trigonelina (Trugo & Macrae, 1989), os sólidos solúveis (Nunes & Coimbra, 2001), os ácidos carboxílicos (Maier et al., 2000) e os aminoácidos (Feldman et al., 1969).

Os teores e tipos de açúcares presentes nos grãos de café são importantes, pois estes compostos, além de conferirem doçura à bebida, também participam de reações importantes durante a torração, como a Reação de Maillard. Os carboidratos são precursores de vários ácidos como ácido fórmico, acético, glicólico e láctico (Maier et al., 2000), e especificamente, os polissacarídeos

contribuem para características organolépticas da bebida de café, como corpo (Nunes & Coimbra, 2001).

Os componentes solúveis em água, como proteínas, sacarose, ácidos clorogênicos, trigonelina e cinzas, que constituem de 70-80% dos sólidos, bem como as frações insolúveis em água, reagem durante o processo da torração para formar novos compostos voláteis e não voláteis, que são importantes para qualidade da bebida de café (Lopes, 2000).

De Maria et al. (1996) verificaram a relação entre as frações solúveis do café cru e os compostos voláteis formados durante a torração, e concluíram que, estas frações originam cerca de 30 compostos voláteis importantes para o aroma do café.

Nunes & Coimbra (2001) caracterizaram os sólidos solúveis de alto peso molecular em café cru e torrado da espécie arábica, e concluíram que para ambos, os polissacarídeos são encontrados em maior quantidade, predominado principalmente arabinogalactanas no grão cru e galactomanas no grão torrado.

Além da importância como precursores de sabor, uma maior quantidade de sólidos solúveis é desejada tanto do ponto de vista do rendimento industrial, quanto da sua contribuição para assegurar o corpo da bebida, sendo interessante à utilização de cultivares que apresentem maior conteúdo desta fração, que propiciam uma bebida de boa qualidade (Lopes, 2000).

Vários ácidos como cítrico, acético, málico, fórmico, ácido quínico, ácido fosfórico e os ácidos clorogênicos estão presentes naturalmente nos grãos de café cru. Em geral estes ácidos correspondem à cerca de 11% dos componentes dos

grãos crus. Fatores como origem, espécie de café, condições de crescimento dos cafeeiros, modo de preparo e tipo de torração podem influenciar no teor de ácidos presentes nos grãos de café (Fuse, 1997).

Ácido clorogênico (ACG) é uma denominação atribuída a um grupo de compostos que quimicamente são definidos como ésteres de ácido quínico com um ou mais resíduos de ácidos cinâmicos. Este grupo é o maior representante dos ácidos hidrocinâmicos nos alimentos (Clifford, 2000). De maneira geral os ácidos clorogênicos, nas plantas, possuem função de controlar os níveis do hormônio ácido indol acético. Segundo Clifford et al. (1985) os níveis de ácido indol acético aparentemente controlam o estímulo de crescimento com ou sem necrose, a indução e suspensão da dormência e a biossíntese de etileno. Porém no café como estas substâncias são encontradas em quantidades superiores à de outros alimentos, acredita-se que estes compostos possuam funções adicionais como inibir o ataque de insetos e pássaros, proteger contra microrganismos, precursor na biossíntese de lignina, formação de pigmentos verdes, entre outros. (Menezes, 1990).

Os sub-grupos de ácidos clorogênicos mais importantes presentes nos grãos de café são: o ácido cafeoilquínico, dicafeoilquínico, feruloilquínico e o p-cumaroilquínico. Clifford (2000) estima que um copo de 200 mL da bebida de café arábica oferece de 70 – 200 mg de ACG e de café robusta de 70-300 mg de ACG.

Segundo Sivetz (1972), a acidez do grão cru do café é afetada por vários fatores, incluindo a botânica, altitude, tipo de processamento dos grãos e a idade dos grãos.

O café contém uma série de enzimas, porém na literatura encontram-se mais trabalhos a respeito da relação entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida de café.

Polifenoloxidase (1,2-benzenodiol: oxigênio oxidoreductase; EC 1.10.13.1) é uma enzima que contém Cu^{2+} em seu centro ativo, e também é conhecida como catecol oxidase, catecolase, difenol oxidase, o-difenolase, fenolase e tirosinase (Amorim & Melo, 1995). São amplamente distribuídas na natureza, presentes em algumas bactérias e fungos, em muitas plantas, alguns artrópodes e em todos os mamíferos (Whitaker, 1995). Estas enzimas são as principais responsáveis pelo escurecimento enzimático em frutas e vegetais *in natura*, implicando na perda de cor, das características organolépticas, da qualidade nutricional, e consequente redução do valor comercial dos alimentos. O grau de escurecimento depende da natureza e quantidade de compostos fenólicos endógenos, da presença de oxigênio, de substâncias redutoras, íons metálicos, pH e temperatura (Carbonaro & Mattera, 2001). A quantidade de polifenoloxidase depende da espécie, da cultivar, da maturidade e da idade das plantas (Duangmal & Apenten, 1999). Nas plantas, a polifenoloxidase pode apresentar-se parcialmente ou completamente inativa, dependendo da espécie de planta (Shin et al., 1997).

A polifenoloxidase catalisa o-hidroxilação de monofenóis (ação cresolase) e a oxidação de o-difenóis a o-quinonas (ação catecolase) consumindo oxigênio molecular (Mazzafera, 2000). Estas o-quinonas são instáveis, e posteriormente polimerizam-se em pigmentos marrons, vermelhos e pretos denominados melanoidinas (Duangmal & Apenten, 1999).

Existem estudos que sugerem que a atividade da polifenoloxidase nos grãos de café pode ser considerada um parâmetro para determinação da qualidade

da bebida. A primeira correlação entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida foi feita por Amorim e Silva em 1968, que verificaram que os compostos fenólicos do café, principalmente os ácidos clorogênico e caféico, exercem uma ação protetora (antioxidante) sobre os aldeídos. Quando ocorre qualquer tipo de dano à membrana celular do grão de café, fazendo com que a enzima polifenoloxidase seja liberada, esta atua sobre os substratos, diminuindo a ação oxidante destes sobre os aldeídos (Carvalho et al., 1997). Os aldeídos então, são facilmente oxidados, produzindo compostos que posteriormente conferiram sabores desagradáveis à bebida de café. Muitos fatores associados à redução da qualidade da bebida, como tratamentos culturais, modo de preparo dos grãos, o tempo e as condições de estocagem, também podem ser associados a baixas atividades da polifenoloxidase (Mazzafera, 2000).

A ação da enzima sobre o substrato acontece no momento em que ocorre qualquer tipo de injúria, provocada por ataque de insetos, doenças e danos mecânicos. Os danos mecânicos são considerados os maiores responsáveis pela ruptura das membranas que provoca a desorganização celular (Mazzafera, 2000). Uma vez rompida a estrutura da membrana há um contato maior entre as enzimas e os componentes químicos, o que provoca reações com modificações na composição e conseqüentemente na qualidade dos grãos (Carvalho et al., 1997).

6. Composição química dos grãos crus das espécies *C. arabica* (arábica) e *C. canephora* (robusta)

A composição química do café cru depende principalmente da espécie e da variedade do café, porém outros fatores como tratamentos agrícolas, estágio de maturação dos frutos e condições de armazenamento, também devem ser considerados.

Com relação às espécies e a qualidade da bebida, sabe-se que o café arábica apresenta concentrações mais elevadas de sacarose, lipídeos e trigonelina, sendo considerado de melhor qualidade, enquanto os cafés robustas são tidos como cafés de menor qualidade e com maiores teores de compostos fenólicos e cafeína (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química (%), em base seca de grãos de café crus

Componentes	Arábica	Robusta
Cafeína	1,2	2,2
Trigonelina	1,0	0,7
Cinzas	4,2	4,4
Ácidos:		
Clorogênico total	6,5	10,0
Alifáticos	1,0	1,0
Quínico	0,4	0,4
Açúcares:		
Sacarose	8,0	4,0
Redutores	0,1	0,4
Polissacarídeos	44,0	48,0
Lignina	3,0	3,0
Pectina	2,0	2,0
Proteínas	11,0	11,0
Aminoácidos livres	0,5	0,8
Lipídeos	16,0	10,0

Fonte: Encyclopedia of Food Science, Technology and Nutrition, 1993

Vários componentes químicos do café cru têm sido empregados para diferenciar as espécies de café, ou ainda para caracterizar regiões de origem, dentre eles temos lipídeos (Martín et al., 2001), esteróis (Carrera et al., 1998), cafeína (Martín et al., 1998; Clifford, 1991), trigonelina (Mazzafera, 1991), terpenos (Urgert, 1995), ácidos clorogênicos (Andrade et al., 1998), aminoácidos e polifenóis (Martín et al., 1998).

Andrade et al. (1998) avaliaram o teor de ácidos fenólicos em cafés crus das variedades arábica e robusta de diferentes regiões geográficas, e observaram que o teor de ácido 3,4-dimetoxicinânico e de ácido ferúlico (HACs) nas amostras de café robusta é maior do que nas de café arábica, concluindo que o monitoramento do teor de HACs nos grãos de café cru pode ser utilizado para definição da autenticidade comercial das variedades de café e eventualmente para caracterização da origem geográfica das variedades.

Ky et al. (2001) determinaram teores de sacarose, trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos em *C. arabica* e *C. canephora* de diferentes regiões geográficas, e verificaram diferenças no teor de ácidos clorogênicos, sacarose e nos alcalóides. O total de ácidos clorogênicos, sacarose e alcalóides do *C. canephora* foi de 20% em base seca, enquanto que para *C. arabica* foi 16%.

7. Modo de preparo

Há tradicionalmente dois modos de preparo do café, o via seca e a via úmida, que diferem entre si na complexidade de processamento (Mhuru, 1995) e na qualidade do grão de café cru obtido, que está diretamente ligada, a qualidade da bebida final. Mais recentemente foi colocada em prática no Brasil, uma tecnologia de preparo alternativa, e intermediária aos processos tradicionais denominada cereja descascado.

O modo de preparo via seca é realizado em países como Brasil e Etiópia, e produz cafés denominados naturais ou coco. Após a colheita, os grãos crus são colocados para secar em terreiro até atingirem a umidade 11-12%. A fermentação ocorre naturalmente pela ação dos microrganismos e de enzimas secretadas no meio, que degradam a polpa e a mucilagem do fruto. Durante a secagem, a

Este tipo de processamento começa com uma seleção cuidadosa dos frutos, onde somente cafés cerejas são processados, pois este estágio de maturação permite o despulpamento mecânico do fruto. Os frutos selecionados passam pelo processo de lavagem, onde os frutos com densidade inferior são separados por flotação. Após a lavagem os frutos são despolpados restando apenas a mucilagem e o pergaminho aderidos aos grãos. A operação seguinte ao despulpamento é a retirada da mucilagem do café (Leite & Carvalho, 1994) realizada em tanques especiais, e pode ser feita por processos mecânicos, por fermentação e/ou, por meios químicos, através principalmente da aplicação de álcalis (Leite & Carvalho, 1994; Cortez, 2001). Durante a fermentação, a mucilagem dos grãos de café é naturalmente degradada pela microflora natural ou contaminantes dos frutos, e por enzimas endógenas do fruto ou produzidas pelos microrganismos. A textura da mucilagem é modificada, passando de viscosa e escorregadia, para aquosa e fluida (Avallone et al., 2001). Após a fermentação, os grãos são secos ao sol ou em secadores, e armazenados.

A fermentação prolongada ou falta de fermentação podem levar a formação de sabor de cebola na bebida de café devido à presença do ácido propiônico (Mhuru, 1995). Quando controlada, a fermentação da mucilagem confere atributos positivos à bebida de café, devido à formação de ácidos como acético e lático, que aumentam a acidez desejável, em cafés despolpados.

Guyot et al. (1995) afirmam que o modo de preparo via úmida promove o aumento da acidez e do aroma, e também, a diminuição do corpo e do amargor da bebida.

O modo de preparo cereja descascado caracteriza-se por ser uma tecnologia de preparo intermediária entre o preparo por via seca e por via úmida,

desenvolvida no Brasil e que origina cafés denominados cerejas descascados. Consiste em despolar os frutos de café, no estágio de maturação cereja, e secar em terreiros e secadores sem retirar a mucilagem. Comparado à via seca, este processo apresenta as vantagens, pois livre da casca o café seca mais rápido, possibilitando uma redução da fermentação indesejável, além de reduzir o espaço necessário para a secagem (Cortez, 1996). Análogo ao preparo por via úmida, o emprego de somente frutos cerejas contribui para a melhoria da qualidade. Cortez & Menezes (1995) avaliaram cafés preparados desta forma e concluíram que eles têm qualidade superior à dos preparados por via seca, devendo-se considerar, porém, que estes últimos não se constituíram apenas de café cereja.

8. Torração

O grão de café cru não possui sabor típico da bebida de café. O aroma característico do grão cru é devido à presença de traços de metoxipirazinas que estão presentes em concentrações aproximadas de 10 ppb (Flament, 1993). Czerny & Grosch (2000), avaliaram os constituintes mais importantes do aroma de grãos crus de café arábica, e concluíram ser o 3-isobutil-2-metoxipirazina o composto mais importante dos 21 compostos aromáticos isolados.

O sabor típico da bebida de café é principalmente, resultado dos compostos produzidos durante a torração do café (Menezes, 1990). Assim, componentes não voláteis do café cru são importantes por sua participação como precursores de sabor, incluindo a formação de aroma. Este grupo de compostos pode ser dividido em substâncias de alto peso molecular, como proteínas e polissacarídeos, e baixo peso molecular como cafeína, trigonelina, ácido nicotínico, sacarose e ácidos clorogênicos (Trugo & Macrae, 1989).

Reações de condensação entre grupamentos aminados e grupos carbonilas, caramelização da sacarose e reações degradativas de trigonelina, ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos, são apenas alguns exemplos de reações e compostos envolvidos no processo.

Durante o processo de torração a sacarose é extensivamente degradada, sofrendo inicialmente desidratação seguida de hidrólise, que origina açúcares redutores que servem de substrato para a Reação de Maillard sendo precursores importantes de compostos de sabor como maltol, furanos e melanoidinas (Trugo, 2001). Os açúcares redutores também são desidratados, polimerizados e parcialmente degradados a compostos orgânicos voláteis, água e gás carbônico (Carvalho et al., 1997).

As proteínas também são afetadas pela torração, sendo que alguns aminoácidos participam ativamente na geração de compostos voláteis como pirazinas via Reação de Maillard, degradação de Strecker ou pirólise de hidro-aminoácidos. O teor de aminoácidos como arginina, cisteína, lisina e serina, diminui no processo, enquanto que aminoácidos como alanina, ácido glutâmico, glicina e leucina aumentam com a torração (Feldman et al., 1969). Durante a torração, diminuem também, os teores de ácidos clorogênicos (Trugo, 2001), cafeína, trigonelina (Clifford, 1975) e de ácidos voláteis e não voláteis (Trugo, 2001).

Durante a torração ocorre o decréscimo dos teores dos ácidos cítrico, málico e dos ácidos clorogênicos, e o aumento dos teores de ácido quínico, em virtude da degradação dos ácidos clorogênicos (Maier et al., 2000).

Os ácidos orgânicos do café torrado também podem ser formados através da degradação de carboidratos como sacarose, arabinose e arabinogalactanas. A sacarose é o principal carboidrato do café cru (Menezes, 1990), e sua degradação promove a formação dos quatro principais ácidos alifáticos do café torrado: o ácido fórmico, acético, glicólico e láctico (Maier et al., 2000).

A degradação dos ácidos clorogênicos durante a torração origina um importante composto não volátil, o ácido quínico. Este ácido pode estar presente em concentrações de até 200 ppm na bebida de café torrado e moído (Hughes & Thorpe, 1987). O excesso de ácido quínico tem sido associado ao gosto azedo indesejável, quando o café é submetido à torração muito forte.

Sabbagh & Yokomizo (1976) verificaram que na torração média (15% de perda de peso) os cafés arábica e robusta se tornam mais ácidos, enquanto que para torração branda (12% de perda de peso) e torração escura (17% de perda de peso) as amostras se tornaram menos ácidas. Analogamente o mesmo foi constatado para a acidez titulável, onde os maiores valores de acidez foram encontrados em amostras que sofreram torração média.

Sabbagh & Yokomizo (1976), Redgwell et al. (2002) verificaram que o teor de polissacarídeos degradado durante a torração branda (clara) é menor (12 a 24 %) que o teor degradado (35 - 40%), durante torração forte (escura) ou seja, houve o aumento da degradação dos polissacarídeos com o aumento do grau de torra.

9. Atributos Sensoriais

Os gostos ácido e amargo, as sensações de adstringência e corpo constituem parâmetros importantes na avaliação sensorial da qualidade da bebida

de café. Compostos como os ácidos clorogênicos, a cafeína, a trigonelina, os polissacarídeos, os oligossacarídeos, os ácidos carboxílicos e o ácido fosfórico, possuem um papel importante para a presença destes atributos.

No café, o amargor, geralmente é atribuído a cafeína, porém ela contribui apenas com apenas 10% do total do gosto amargo do café (Voilley, 1982). A concentração de cafeína nas bebidas de café está na faixa de 1000 a 2000 mg/L café, ou seja quase 10 vezes superior ao seu valor de threshold (78 – 155 ppm) (McCarthy & McCamey, 1990). Assim outras classes de compostos presentes no café como aminoácidos e peptídeos, aminas alifáticas, amidas e tioamidas, pirazinas, ésteres e lactonas (Rouseff, 1990) e ácidos clorogênicos como 3-o-cafeoil-4-o-feruloíquinico e 3-o-feruloi-1-4-o-cafeoilquinico e seus produtos de degradação, também podem ser responsáveis por esta percepção.

A acidez perceptível é bastante afetada pelo grau de torração do café (Griffin & Blanch, 2001), e está associada a compostos doadores de prótons. O ácido fosfórico é tido como o principal responsável pela acidez perceptível da bebida de café (Clarke, 1986), por ser um ácido inorgânico e contribuir mais para acidez que os ácidos orgânicos como cítrico, láctico, acético, que são mais fracos. Segundo Maier et al. (2000), as bebidas de café arábica são mais ácidas (pH 4,85 – 5,15) que de café Robusta (pH 5,25 – 5,40), assim como os cafés processados por via úmida são mais ácidos que os processados por via seca (Cortez, 1996). O pH da bebida de café geralmente não apresenta correlação com a acidez total titulável, devido à presença de vários ácidos orgânicos no café e também a efeitos tamponantes (Clifford, 1985).

O corpo é classificado como uma sensação bucal associada à viscosidade sentida na cavidade bucal (Mendes, 1999). Volleiy (1982) verificou que não há

relação entre a sensação de corpo e a viscosidade medida instrumentalmente, e também em relação ao teor de sólidos solúveis. Esta sensação é função da presença de macromoléculas, como polissacarídeos e relacionada a baixos níveis de compostos fenólicos adstringentes (Menezes, 1990; Mendes, 1999).

A sensação de adstringência está relacionada à formação de complexos entre os compostos fenólicos do café e as proteínas salivares e/ou mucopolissacarídeos, onde ambos precipitam ou promovem mudanças conformacionais que diminuem a capacidade de lubrificação salivar (Lawless & Lee, 1993), resultando na sensação de "secura na boca". No café os ácidos dicafeoilquínicos estão especificamente relacionados à adstringência e notas metálicas da bebida (Ohiokpehai, 1982; De Maria, 2000).

Menezes (1990) relata que a maioria dos compostos adstringentes contém pelo menos dois resíduos de 1,2 hidroxifenol, e que quanto maior o teor destes resíduos maior o efeito adstringente. A precipitação destes compostos pode ser impedida, e o efeito adstringente diminuído, por qualquer outro composto que se ligue ao complexo formado pelo fenol adstringente e a proteína salivar aumentando sua carga líquida.

Clarke (1986) e Mendes (1999) afirmam que bebidas adstringentes geralmente são mais associadas à variedade Robusta do que a variedade Arábica, e também, a grãos imaturos, devido a elevados teores de ácidos dicafeoilquínicos.

O aroma do café torrado chama atenção pela diversidade de compostos que o compõem. Atualmente mais de 1000 constituintes voláteis já foram identificados, englobando classes de compostos, como hidrocarbonetos, aldeídos, ácidos carboxílicos, furanos, cetonas, pirazinas, pirróis, compostos sulfurados,

lactona e fenóis (Flament, 1993). Muito se têm caminhado neste campo, graças ao avanço instrumental, que tem permitido, o isolamento e identificação de um número cada vez maior de compostos voláteis do aroma de café torrado.

Após a torração do café segue-se a sua classificação e avaliação da qualidade das bebidas de café, feitas por meio de avaliações sensoriais. A prova da xícara é a técnica mais tradicional utilizada para avaliar e classificar a bebida de café quanto à sua qualidade. Nesta etapa avalia-se o sabor do café por meio de atributos sensoriais como aroma, acidez, corpo, doçura e amargor, bem como características indesejáveis como gosto azedo, adstringência, gosto químico e gosto ardido. Diferentemente dos métodos instrumentais, como análises químicas e/ou físico-químicas que também são aplicados na avaliação da qualidade de um produto, a análise sensorial é classificada como um método de avaliação subjetivo, onde são utilizados os sentidos humanos, que estão sujeitos às condições ambientais, ao estado de saúde do provador e as suas preferências pessoais. Estes parâmetros podem influenciar consciente ou inconscientemente nos resultados (Moreira, 1985).

Muito se tem discutido a respeito do sistema de classificação da bebida de café, porém até hoje, a bebida de café é classificada como: estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, rio, rio zona. Segundo Cortez (1996) estas denominações foram originárias das descrições soft, hard e parte de uma denominação de cafés despulpados. As denominações riada, rio e rio zona originaram-se da grande incidência de cafés com “sabor de iodofórmio” do estado do Rio de Janeiro.

Uma possível correlação da composição química dos grãos com a qualidade da bebida poderia ser uma boa alternativa para evitar que a

classificação da bebida ficasse somente a cargo dos degustadores encarregados pela prova da xícara, e muitos estudos já vem sendo realizados com este objetivo (Monaco, 1958; Trugo & Macrae, 1989; Carvalho et al., 1994; Nunes & Coimbra, 2001), porém nenhum ainda apresentou uma solução efetiva para o problema.

Assim, alguns atributos sensoriais já vem sendo adotados, para que a descrição sensorial do café fique mais refinada, e segundo Coelho (2000), a Organização Internacional do Café, utiliza uma descrição de atributos sensoriais para bebida de café, designando para sabor/aroma características como animal, borracha, caramelo, cereal/malte, chocolate, cinzas, frutas/citrus, grama/mato/ervas, madeira, nozes, queimado/fumaça, químico/medicinal, ranço/podre, tabaco, terra e vinho, enquanto que para gosto descreve: amargo, azedo, doce e salgado e ainda as características de corpo, cobertura na língua, adstringência, ardido/acre e picante correspondendo às sensações bucais.

10. Referências Bibliográficas

AMORIM, H. e MELO, M. Enzymes in coffee. In: FOX, P.F. **Food Enzymology**. London: Elsevier Applied Science, 1995. v :2, p.186 - 210 .

AMORIM, H. V. e SILVA, O.M. Relationship between the polyphenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. **Nature**, v.219, n. 5152, p. 381-382, 1968.

AMSTALDEN, L. C.; LEITE, F.; MENEZES, H. C. Identificação e quantificação de voláteis de café através de cromatografia gasosa de alta resolução/espectrometria de massas empregando um amostrador automático de "headspace". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p.123-128, 2001.

ANDRADE, P. B.; LEITAO, R.; SEABRA, R. M.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. Development of an HPLC/diode-array detector method for simultaneous determination of seven hydroxycinnamic acids in green coffee. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v.20, n.13, p. 2023-2030, 1997.

AVALLONE, S.; GUIRAUD, P.; GUYOT, B.; OLGUIN, E.; BRILLOUET, J. M. Fate of mucilage cell wall polysaccharides during coffee fermentation. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.48, n.7, p. 184-194, 2001.

BAREL, M.; JACQUET, L. Coffee quality: its causes, appreciation and improvement. **Plantations, Recherche, Développement**, v.1, n.1, p. 10 - 14, 1994.

BERTHAUD, J. e CHARRIER, A. Genetic resources of Coffea. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee Agronomy**, 1988. v.4. p. 205-255.

CARRERA, .F.; LEON-CAMACHO, M.; PABLOS, F.; GONZALEZ, A.G. Authentication of green coffee varieties according to their sterolic profile. **Analytica Chimica Acta**, v. 370, n. 2-3, 1998.

CARVALHO, V.D., CHAGAS, S.J.D., CHALFOUND, S.M., BOTREL, N., JUSTE, E.S.G. Relação entre a composição físicoquímica e química do grão beneficiado e

a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.

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

CLARKE, R.J. The flavour of coffee. In: CLARKE, R.J. The flavor of beverages - **Food Flavour**. Amsterdam: Elsevier, 1986. Parte b, p. 1-44.

CLIFFORD, M. N. Chlorogenic acids and other cinnamates - nature, occurrence and dietary burden, absorption and metabolism. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, n. 3, p. 1033 -1043, 2000.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: Clifford, M. N.; Wilson, K. C. **Coffee: Botany, biochemistry and production of beans and beverage**. Eds Croom Helm, 1985. v.1. p. 305-374

CLIFFORD, M. N. The composition of green and roasted coffee beans. **Process Biochemistry**, p.13 - 19, 1975.

CLIFFORD, M.N. e RAMIREZMARTINEZ, J.R. Phenols and caffeine in wet - processed coffee beans and coffee pulp. **Food Chemistry**, v.40, n.1, p.35-42, 1991.

COELHO, K. F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos**. Lavras, 2000. 96p.

Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, UFLA.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Disponível em:** www.conab.org.br. Acesso em: 16 agos. 2002.

CORTEZ, J. G e MENEZES, H. C. A new method for green coffee bean processing and some flavour characteristics of the beverages. In: 16 th Internationl Scientific Colloquiun on Coffee, 1995, Kyoto, **ASIC**, p.267-277.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. Piracicaba, 2001. Tese (Doutor em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, (ESALQ).

CORTEZ, J.G. **Melhoramento da qualidade do café brasileiro: Influência de sistemas de produção e processamento sobre algumas características da bebida**. Campinas, 1996. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

COSTA, L.; CHAGAS, S.J.R. Gourmets - Uma alternativa para o mercado de café. **Informe Agropecuário** - EPAMIG, Belo Horizonte, v.18, n.187, p. 63-67,1997.

CZERNY, M.; GROSCH, W. Potent odorant of raw Arabica coffee. Their changes during roasting. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p.868-872, 2000.

DE MARIA C. A. B.; TRUGO, L. C. ; NETO, F. R. A., MOREIRA, R. F. A.; ALVIANO, C. S. Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. **Food Chemistry**, v.55, n.3, p. 203-207, 1996.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A; TRUGO, L. C. Componentes voláteis de café torrados. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v.23, n.2, p. 54-59, 2000.

DUANGMAL, K.; APENTEN, R.K.O. A comparative study of poyphenoloxidasas from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). **Food Chemistry**, v.64, p. 351-359, 1999.

FELDMAN, J.R.; RYER, W.S.; KUNG, J.T. Importance of nonvolatile compounds to the flavor of coffee. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.17, n.4, p.733 - 739, 1969.

FLAMET, J.A. Common chemical sense in food flavor. In: ACREE, T.E. e TERANISHI, T. **Flavor Science-Sensible Principles and techniques**. Washington: American Chemical Society, 1993. v. 1, p. 260-280.

FUSE, T.; KUSU, F.; TAKAMURA, K. Determination of acidity of coffee by flow injection analysis whit electrochemical detection. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, n.1, p. 2124-2127, 1997.

GRIFFIN, M. J. e BLAUCH, D. N. Determination of the relationship between phosphate concentration and perceived acidity in coffee. **Disponível em:** < www.Coffeeresearch.org/articles >. Acesso: 30 jul. 2002.

GUYOT, B.; GUEULE, D.; ASSEMAT, S.; TCHANA, E.; POMATHIOS, L. Influence du mode de préparation du café vert robusta sur la composition chimique et ses qualités organoleptiques. In: 16 th International Scientific Colloquium on Coffee, 1995, Kyoto. **ASIC**, p 267-277.

HUGHES, W. J. e THORPE, T. M. Determination of organics acids and sucrose in roasted coffee by capillary gas chromatography. **Journal of Food Science**, v.52, n.4, p. 1078-1083, 1987.

IOC - International Coffee Organization. **Disponível em:** <www.ioc.org>. Acesso: 25 jul. 2002.

KY, C.L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v.75, n.2, p. 223-230, 2001.

LAWLESS, H. T. e LEE, B. C. Common chemical sense in food flavor. In: ACREE, T.E. e TERANISHI, T. **Flavor Science-Sensible Principles and techniques**. Washington: American Chemical Society, 1993. v. 1, p. 260-280.

LEITE, I. P. e CARVALHO, V. D. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n. 2, p. 299- 308, 1994.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras, 2000. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Lavras, UFLA.

MAIER, H. G.; GINZ, M.; BALZER, H. H.; BRADBURY, A. G. W. Formation of aliphatic acids by carbohydrate degradation during roasting coffee. **European Food Research and Technology**, v.211, p.404-410, 2000.

MARTÍN, .M. J.; PABLO, S. F.; GONZALEZ, A. G. Discrimination between arabica and robusta green coffee varieties according to their chemical composition. **Talanta**, v.46, n.6, p. 1259-126, 1998.

MARTÍN, M. J.; PABLOS, F.; GONZALEZ, A. G.; VALDENEbro, M. S.; LEON-CAMACHO, M. Fatty acid profiles as discriminant parameters for coffee varieties differentiation. **Talanta**, v.54, n.2, p. 291-297, 2001.

MAZZAFERA, P. e ROBISON, S. P. Characterization of polyphenoloxidase in coffee. **Pytochemistry**, v.55, p. 285-296, 2000.

MAZZAFERA, P. Trigonelline in coffee. **Phytochemistry**, v.30, n. 7, p. 2309-2310, 1991.

MCCARTHY, D.A e MCCAMEY, J. R. Coffee bitterness. In: ROUSEFF, R.L. **Bitterness in Food and Beverages**. Amsterdam: Elsevier, 1990. v.1, p.169-180

MENDES, L. C. **Otimização do processo de torração do café robusta (*Coffea Canephora* v. Conilon) para a formulação de blends com café arábica (*Coffea***

arabica). Campinas, 1999. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

MENEZES, H. C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café**. Campinas, 1990. Tese (Título de Doutor em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

MHURU, J.K. Notes on coffee processing procedures and their influence on quality. **Kenya Coffee**, v.60, n.710, p.2131-2135, 1995.

MONACO, L. C. Qualidade da bebida. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 12 jul. 1958. Suplemento Agrícola, p. 13-15.

MOREIRA, J.M.B. Controle de qualidade na Indústria alimentar/A concepção moderna. Ed. **Secretaria de Tecnologia Industrial/MIC**. Série documento-19. Brasília, 1985.

NUNES, M. N.; COIMBRA, M. A. Chemical characterization of the high molecular weight material extracted with hot water from green and roasted arabica coffee. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v 49, p. 1773-1782, 2001.

OHIOKPEHAI, O., BRUMEN, G., CLIFFORD, M. N. The chlorogenic acids content of some peculiar green coffee beans and the implications for coffee beverage quality. In: 10th Int. Scientific Colloquium on Coffee, 1982, Salvador, **ASIC**. Paris, p.177-186.

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; POONAM, N.; BRAND, D.; MOHAN, R.; ROUSSOS, S. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. **Biochemical Engineering Journal**, v. 6, p. 153 - 162, 2000.

PIMENTA, C. J., COSTA, L., CHAGAS, S. J. R. C. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estágios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento de Viçosa - Especial**, v. 1, p. 23 - 30, 2000.

REDGWELL, J.R., TROVATO, V., CURTI, D., FISCHER, M. Effect of roasting on degradation and structural features of polysaccharides in Arabica coffee beans. **Carbohydrate Research**, v.337, p. 421-431, 2002.

ROUSEFF, R. L. Bitterness in food products. An overview. In: ROUSEFF, L. R. **Bitterness in Food and Beverages**. Amsterdam: Elsevier, 1990. v.1, p.1-12, 1990.

SABBAGH, N.K., YOKOMIZO, Y. Efeito de torração sobre algumas propriedades químicas de cafés arábica e robusta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.7, p.147-161, 1976.

SHIN, R.; FRODERMAN, T.; FLURKEY, W. H. Isolation and characterization of mung bean leaf polyphenoloxidase. **Phytochemistry**, v.45, n.1, p.15-21, 1997.

SILVA, C. F.; SCHWAN R. F.; DIAS, E. S.; WHEALS, A. E. Microbial diversity during maturation and natural processing, of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v.60, n.2, p.251-260, 2000.

SIVETZ, M. How the acidity affects the coffee flavor . **Food Technology**, v. 26, n.5, p 70 - 76, 1972.

THOMAZZIELO R. A., TOLEDO FILHO, J. A., LORENA NETO, B. Café de São Paulo. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, p. 1469-1472, 2000.

TRUGO, L. C. Café - Composição química e potencial nutracêutico. In.: MERCADANTE, A.Z.; BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.O.; PEREIRA, J.L.; PASTORE, G.M. **Ciência de Alimentos - Avanços e Perspectivas**, 2001, v. 2, capítulo 55, p. 206-208.

TRUGO, L.C.; MACRAE, R. Application of high performance liquid chromatography to the analysis of some non-volatile coffee components. **Archivos Latino americanos de Nutricion**, v.39, n.1, p. 60-64, 1989.

URGERT, R., VANDERWEG, G., KOSMEIJERSCHUIL, T. G., VANDEBOVENKAMP, P., HOVENIER, R., KATAN, M.B. Levels of cholesterol - elevating diterpenes cafestol e kahweol in various coffee brews. **Journal of Agriculture and Food chemistry**, v.43, n.8, p. 2167-2172, 1998.

VOILLEY, A.; SAUVAGEOT, F.; SIMATOS, D.; WOJCIK, G. Influence of some processing conditions on the quality of coffee brew. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.5, n. 3, p. 135-143, 1982.

WHITAKER, J.R. Polyphenoloxidase. In: Wong, D.W.W. **Food enzymes: structure and mechanism**. New York: Chapman & Hall, 1995. v. 2, p. 95-112.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DO MODO DE PREPARO NO pH, NA ACIDEZ TOTAL E NO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE GRÃOS CRUS E TORRADOS DAS ESPÉCIES *C. arabica* E *C. canephora* E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DA BEBIDA

Resumo

A qualidade dos grãos de café crus e torrados é influenciada por fatores genéticos, pelas técnicas de cultivo e colheita, pelo grau de maturação dos frutos, pelo modo de preparo, pela torração e armazenamento. Após a colheita do café segue-se o modo de preparo, que pode ser realizado de três formas: via úmida, via seca e cereja descascado. Os objetivos deste trabalho foram 1) verificar o efeito do modo de preparo na acidez total titulável e pH de grãos crus de 5 cultivares de *Coffea arabica* (Catuaí, Mundo Novo, Ouro Verde, Tupi e Obatã) e de 3 cultivares de *Coffea canephora* (Apoatã, Conilon e Robusta) referentes às safras 1999-2000 e 2000-2001, 2) verificar o efeito do modo de preparo na acidez total titulável, pH e teor de sólidos solúveis dos mesmos cafés torrados e 3) verificar a relação dos parâmetros físicos-químicos avaliados com a qualidade da bebida. O pH foi determinado segundo Mazzafera (1999) e a acidez total e teor de sólidos solúveis segundo AOAC (1997). A análise sensorial dos cafés foi feita pela prova da xícara, e a classificação por tipo de bebida e conceito geral. Nos cafés crus o pH variou de 5,8 no *C. canephora* v. Apoatã a 6,08 no *C. canephora* v. Robusta. A acidez total do café cru foi maior no café Conilon descascado (231,32 mL NaOH 0,1 N/100 g café cru) e menor no café arábica Obatã natural. O valor de pH dos cafés torrados foi menor que os dos cafés crus, sendo que o café Catuaí despulpado foi o mais ácido (pH 5,02) e o café Mundo Novo foi o menos ácido (pH 5,29). A acidez total nos cafés torrados foi de modo geral, ligeiramente maior que a dos cafés crus. Os valores variaram de 134,78 mL NaOH 0,1N/ 100g no café Apoatã descascado a 262,08 mL NaOH 0,1N/100g no café Obatã descascado. Os teores de sólidos

solúveis nos cafés torrados foram maiores nas cultivares de *C. canephora* (25,57-30,69%) do que nos cafés arábicas (24,82-29,68%). Não foi verificada relação entre o pH e acidez total titulável ($p < 0,05$) em todas as amostras. Não foi observada correlação entre os resultados dos parâmetros físico-químicos avaliadas nos grãos de café cru e torrado e os atributos sensoriais. Nas cultivares de café *Canephora* somente o atributo aroma apresentou coeficiente de correlação positivo ($R = 0,73$) e significativo ($p < 0,05$) com o conceito geral. A qualidade da bebida dos cafés *C. arabica* apresentou bons coeficientes de correlação com aroma ($R = 0,85$) pelo conceito geral e gosto doce ($R = 1$) na classificação por tipo de bebida, mostrando que a qualidade da bebida destas cultivares está diretamente ligada a doçura e ao aroma da bebida.

CHAPTER 2- EFFECT OF THE SYSTEM OF PREPARATION ON THE PROPERTIES OF pH, TOTAL ACIDITY AND SOLUBLE SOLIDS OF RAW AND ROASTED COFFEE BEANS OF THE SPECIES *C. arabica* AND *C. canephora* AND ITS RELATION TO BEVERAGE QUALITY

Summary

The quality of raw and roasted beans is influenced by genetic factors, by cultivation and harvesting techniques, by the degree of maturation of the fruits, by the method of preparation, roasting and storage. After harvesting of the coffee, the following step is the preparation, which can be carried out in three ways: wet processing, dry processing and unfermented dry processing. The objective of this study was 1) to verify the effect of the method of preparation on the total acidity and pH of five cultivars of *Coffea arabica* and three cultivars of *Coffea canephora* of both the raw, 2) to verify the effect of the method of preparation on the total acidity, pH and on the soluble solids of the roasted beans, 3) to verify the relation of the

physical and chemical parameters evaluated whit beverage sensory quality. The pH was determined according to Mazzafera (1999) and total acidity and soluble solids according to AOAC. The sensory analysis of the coffees was carried out by cup test and the classification by the type of beverage and overall score. In the raw coffee, the pH varied from 5.8 in *Coffea canephora* v. Apoatã to 6.08 in *Coffea canephora* v. Robusta. The total acidity in the raw coffee was greatest in the wet unfermented Conillon coffee (231.32 mL 0.1N NaOH/100g raw coffee) and lowest in the dry processed Obatã coffee. The pH value was lower in the roasted coffee samples than in the raw samples, the wet processed Catuaí being the most acid (pH 5.20) and the Mundo Novo coffee the least acid (pH 5.29). In general, the total acidity of the roasted coffee was slightly higher than that of the raw samples. The values varied from 134.78 mL 0.1N NaOH/ 100g roasted coffee to 262.08 mL 0.1N NaOH/100g for wet unfermented Obatã coffee. The levels of soluble solids in the roasted coffee were greater in the cultivars of *Coffea canephora* (25.57-30.69%) than in the cultivars of *Coffea arabica* (24.82-29.68%). No relation was verified ($p < 0.05$) for any sample between the pH and total titrable acidity. The method of preparation influenced the cultivars studied in various ways, such as the values of pH, total acidity and soluble solids. No correlation was observed between the physical and chemical parameters of the raw and roasted beans and beverage quality of the *Canephora* cultivars, only the attribute of aroma presented a positive coefficient of correlation ($R = 0.73$) with overall score, which was shown to be significant ($p < 0.05$). The quality of the *C. arabica* beverage showed good correlation coefficients between aroma ($R = 0.85$) and the overall score and between sweet taste ($R = 1$) and the beverage classification, showing that the beverage quality of the cultivars studies was directly related to beverage sweetness.

1. Introdução

No Brasil são cultivados cafés das espécies *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café robusta), porém na maioria das regiões cafeeiras, predomina o cultivo da espécie arábica, que abrange um total de 75% da produção.

O café arábica origina bebidas que são tidas como menos amargas e de sabor mais acentuado que as de café robusta, sendo este um dos fatores, que as tornam mais apreciadas e mais caras (Ky et al., 2001). Apesar de menos cultivada mundialmente, a espécie robusta se caracteriza por apresentar plantas fortes, com raízes vigorosas, alta produtividade, rusticidade e vigor, além de ser resistente a pragas e nematóides, que normalmente atingem a espécie arábica. Mais adequada do que a espécie arábica para cultivo em regiões de clima predominantemente úmido e quente, ela fornece uma bebida com características próprias, menos apreciadas do que os arábicas, constituindo, no entanto, num importante componente de "blends" de café, particularmente de cafés solúveis.

Para as duas espécies de café, após a colheita os frutos podem ser submetidos aos preparos de via seca, via úmida ou cereja descascado. A escolha do melhor sistema de colheita e modo de preparo varia em função das condições climáticas de cada região de produção (Menezes, 1990), que também influenciam na qualidade da bebida.

O modo de preparo predominante no Brasil é o via seca (Varnam & Sutherland, 1994; Souza, 2000), porém recentemente, o preparo do café pelo sistema cereja descascado tem sido aplicado, e tem se mostrado uma alternativa para a produção de bebidas de qualidade, quando o tratamento dos grãos é

conduzido de maneira correta. Neste modo de preparo os frutos cerejas são colhidos, despulpados e colocados para secar ao sol, ou em secadores, para minimizar o risco de fermentações indesejáveis, até umidade de 11%. Os cafés produzidos por este método são denominados cerejas descascados.

Outro sistema bastante utilizado em muitas regiões cafeeiras do mundo e que origina bebidas de melhor qualidade é o via úmida (Varnan & Sutherland, 1994). Este sistema é utilizado na maioria dos países produtores de café arábica, menos no Brasil e na Etiópia, e produz cafés denominados lavados ou despulpados (Brando, 1994). Geralmente os frutos submetidos a este método originam bebidas classificadas como bebida suave mole ou estritamente mole.

O preparo por via seca difere do via úmida, na homogeneidade dos frutos colhidos e processados. Os cafés despulpados são oriundos de frutos maduros colhidos “a dedo”, o que garante que a bebida não será afetada pela presença de grãos sobremaduros (passas) e imaturos (verdes), que conferem à bebida, características como dureza, sabor azedo e elevada adstringência que depreciam sua qualidade. Somando-se a estes fatores, os grãos maduros fornecem bebidas de melhor qualidade, pois eles possuem quantidades ideais de precursores importantes para o sabor do café torrado (Pimenta et al., 1997).

Após o preparo, segue-se o beneficiamento dos grãos crus e a torração. Nela os grãos secos são aquecidos a mais de 200°C (Amstalden et al., 2001), temperatura suficiente, para desencadear nos grãos, um processo dinâmico de degradação e formação de inúmeros compostos voláteis e não voláteis, que serão responsáveis pela cor aroma e sabor de café torrado, e também para promover mudanças na estrutura e na textura do grão. Baltes (1979) relata que há diferenças de comportamento das espécies arábica e robusta no desencadeamento das reações responsáveis pela formação de sabor durante a torração, sendo necessário um estudo mais aprofundado do ponto ideal de torra do café robusta.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos três modos de preparo: o via seca, via úmida e o cereja descascado no pH, acidez total titulável de grãos crus, bem como no pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis de grãos torrados e moídos, de cafés das cultivares *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, referentes as safras 1999-2000 e 2000-2001.

2. Material e Métodos

2.1. Materiais

2.1.1. Matéria-prima

Foram estudadas as cultivares de *Coffea canephora* Apoatã, Conilon e Robusta e as cultivares *Coffea arabica* Catuaí Vermelho IAC 81, Obatã, Tupi, Ouro Verde e Mundo Novo. As oito cultivares foram plantadas e preparadas no Núcleo Experimental do Instituto Agrônômico de Campinas.

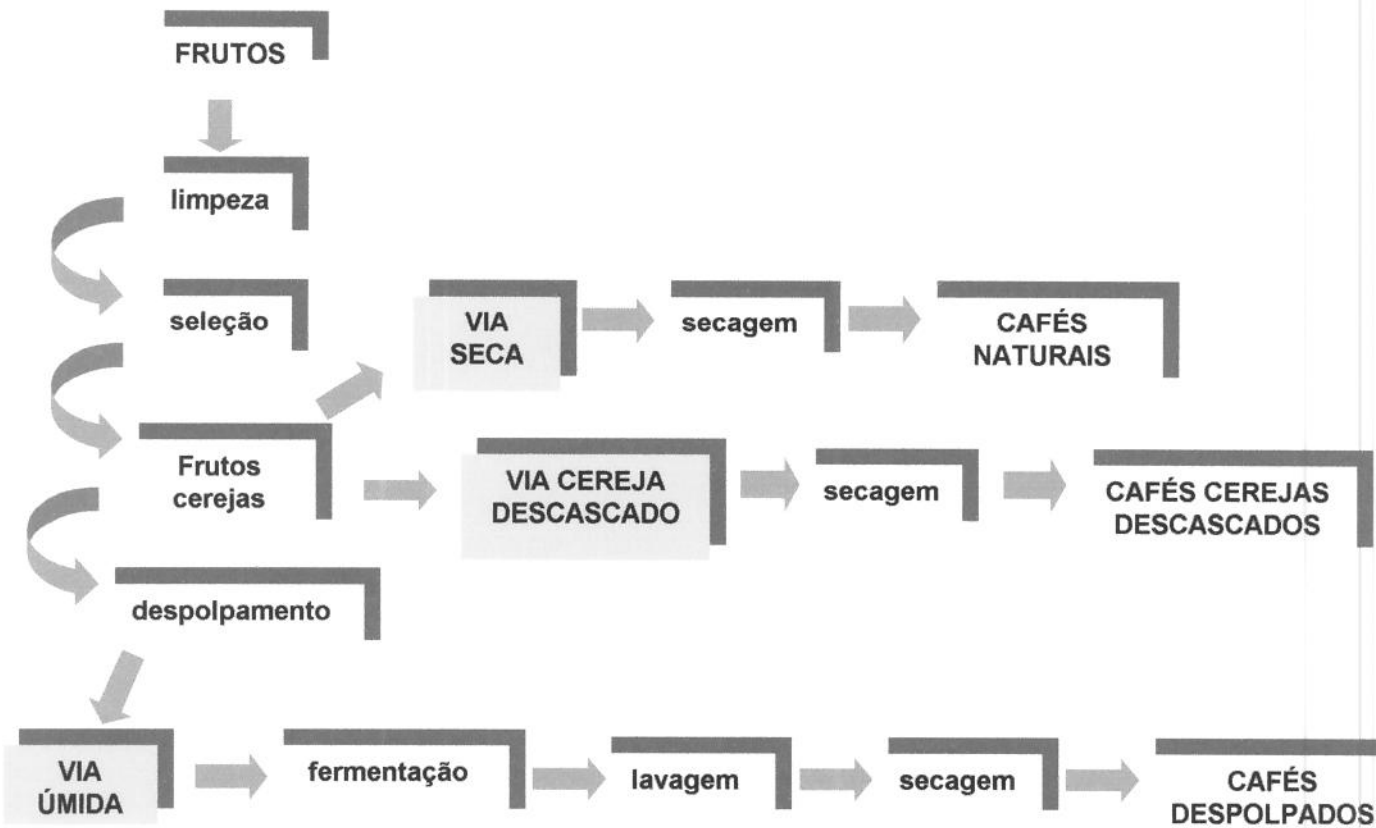
As cultivares Apoatã, Conilon e Catuaí Vermelho IAC 81 foram colhidas na safra de 1999-2000, e as cultivares Robusta, Obatã, Tupi, Ouro Verde e Mundo Novo, foram colhidas na safra de 2000-2001.

2.1.2. Colheita

A colheita dos frutos de todas as cultivares estudadas foi feita por derriça de pano, após a limpeza para retirar sujidades como pedras, terra, paus e folhas.

2.1.3. Preparo dos cafés

Os frutos maduros da espécie *Coffea canephora* e *Coffea arabica* foram submetidos aos tratamentos de via seca, via úmida e cereja descascado, resultando em café natural, café despulpado e cereja descascado, respectivamente (Fluxograma 1). Para todos os modos de preparo, foram escolhidos somente frutos cerejas vermelhos e sem injúrias, que foram separados manualmente dos frutos em outro estágio de maturação, passas, secos e podres. Foram feitas três repetições para cada preparo de cada café, e em cada repetição foram empregados 10 Kg de frutos selecionados.



Fluxograma 1. Esquema simplificado dos modos de preparo das amostras de café estudadas

2.1.4. Secagem

A secagem dos cafés nos diferentes processos de preparo foi feita ao sol, em bandejas de madeira e com fundo de tela até umidade de no máximo 11%. Os cafés foram revolidos durante todo o período de secagem. Ao final do dia, as bandejas eram recolhidas e armazenadas em ambiente seco e arejado, este procedimento foi realizado diariamente durante o período de secagem.

2.1.5. Beneficiamento

Os grãos secos foram recolhidos, pesados e mantidos em sacos de papel em sala a temperatura de 21°C até o beneficiamento. Para o beneficiamento do café, separou-se os grãos quebrados e mocas dos chatos que foram classificados e estocados em sacos de papel acondicionados em latas armazenadas à 21°C.

2.1.6. Torração

Os grãos crus foram submetidos à torração média, conforme sugerido e feito, pela Empresa Café Toledo. Quantidades iguais de cada repetição (data de colheita) de café cru foram misturadas e torradas.

2.1.7. Análise sensorial

A avaliação sensorial das bebidas de café foi feita de acordo com as normas da Empresa (Café Toledo) através da prova da xícara, e a bebida classificada por tipo de bebida e classificação por conceito geral.

2.1.8. Preparo das amostras

Grãos de café cru e torrado foram moídos em moinho da marca Foss-Tecator refrigerado com água gelada, e peneirados em peneira de 0,5 mm (ABNT 35, Tyler 32).

2.2. Métodos

2.2.1. Determinação da umidade de café cru e torrado

Pesaram-se 5 g de grãos de café cru ou torrado, que foram colocados em placas de Petri, e mantidos em estufa a $105 \pm 1^\circ\text{C}$ até peso constante (Clarke, 1985; MARA, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de massa.

2.2.2. Medida de pH em café cru e torrado

A medida do pH das amostras de café cru e torrado foi feita de acordo com Mazzafera (1999). 2,25 g de amostra foram misturados com 50 mL de água a 80°C . Após resfriamento foi feita a leitura do pH em potenciômetro.

2.2.3. Acidez total titulável de café cru e torrado

2.2.3.1. Café cru

A acidez total titulável dos grãos de café cru foi determinada de acordo com a metodologia da AOAC (1997). A 10 g de grão cru moído foram adicionados a 75 mL de etanol p.A a 80% em água. As amostras foram mantidas por 16 horas na solução alcoólica com agitação ocasional e, então, filtradas em papel de filtro

comum. A 25 mL do filtrado foram adicionados 100 mL de água destilada e 3 gotas de solução alcóolica de fenolftaleína. A titulação do filtrado diluído foi feita até o ponto de viragem tomado em pH 8,2, com solução de NaOH 0,1 N padronizado. Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1N/100g de café cru.

2.2.3.2. Café torrado

A determinação de acidez titulável de café torrado, teve como base o método da AOAC (1997), porém foram feitas modificações na quantidade de amostra tomada para análise. Tomaram-se 5g de amostra de café torrado e moído, a que foram adicionados 37,5 mL de etanol p.A a 80% em água. As amostras de café moído foram mantidas por 16 horas na solução alcoólica com agitação ocasional e, então, filtradas em papel de filtro comum. A 10 mL do filtrado foram adicionados 100 mL de água destilada e 3 gotas de solução alcóolica de fenolftaleína. A titulação do filtrado diluído foi feita até o pH 8,2, com solução de NaOH 0,05 N padronizada. Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1N/100g de café torrado.

2.2.4. Determinação do teor de sólidos solúveis em café torrado

Realizado de acordo com o método da AOAC (1997). 10 g de café torrado e moído foram colocados em erlenmeyer de 500 mL ao qual se adicionaram 200 mL de água destilada. Depois de pesado, o erlenmeyer foi aquecido em bico de bunsen, e mantido em fervura por exatamente 5 minutos. Depois de resfriado, o peso do erlenmeyer foi retornado ao inicial com água destilada. 25 mL do extrato filtrado foram transferidos para placa de Petri, e colocados em estufa a 105°C até de peso constante. O resíduo da secagem foi pesado, e os resultados foram expressos como porcentagem da massa seca de café torrado.

2.2.5. Análises estatísticas

A análise de variância dos dados obtidos nas análises dos cafés de diferentes cultivares foi feita segundo o modelo fatorial inteiramente casualizado $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, onde α = efeito do cultivar ou material genético; β = efeito do modo de preparo e $\alpha\beta$ = efeito da interação entre as cultivares ou material genético e modo de preparo. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Newman–Keuls a 5%.

3. Resultados e Discussão

3.1. Café Cru - Safra de 1999-2000

A cultivar Catuaí (*Coffea arabica*) teve seus valores médios de pH influenciados pelo modo de preparo sendo que, o café cereja descascado foi o mais ácido (Tabela 1).

Tabela 1. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g café cru) e seus respectivos valores de F de grãos crus da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 (*C. arabica*) submetida à três modos de preparo

Modo de Preparo	pH	ATT**
Natural	5,97 ± 0,046 a	175,71 ± 24,06 a
Despolpado	5,98 ± 0,042 a	172,55 ± 23,12 a
Cereja descascado	5,89 ± 0,049 b	189,56 ± 21,02 a
D.P.	0,01	11,00
CV (%)	0,80	20,90
Teste F	6,65***	0,95 ns

* Médias obtidas de 6 repetições

**Valores em base seca

***Teste F significativo a 5% de probabilidade; ns= Teste F não significativo

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls, 5%)

CV (%) = coeficiente de variação; D.P. = Desvio Padrão

Os valores de pH do café natural e despulpado não diferiram entre si. Observou-se que os cafés crus da cultivar Catuaí foram ligeiramente menos ácidos que os cafés crus das cultivares de café robusta (Tabela 2). Maier et al. (2000) relata que geralmente os cafés da espécie *C. arabica* são mais ácidos que os cafés da espécie *C. canephora*.

A acidez total titulável da cultivar Catuaí não foi influenciada pelo modo de preparo (Tabela 1), uma vez que as médias para os cafés natural, despulpado e descascado não diferiram estatisticamente entre si.

Em relação às cultivares de café robusta (*C. canephora*) referentes à safra 1999-2000 verificou-se que as elas responderam de forma semelhante ao efeito do modo de preparo sobre, os parâmetros químicos determinados (Tabela 2).

A cultivar Conilon foi ligeiramente mais ácida que a cultivar Apoatã tanto para os valores de pH quanto para os valores de acidez total titulável (Tabela 2).

Tabela 2. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g) em café cru das cultivares Apoatã e Conilon (*C. canephora*) submetidas à três modos de preparo

Modo de Preparo	Cultivar			
	Apoatã		Conilon	
	pH	ATT**	pH	ATT**
Natural	5,94 ± 0,002 a	220,15 ± 16,74 a	5,87 ± 0,109 a	231,06 ± 18,77 a
Despulpado	5,96 ± 0,026 a	206,39 ± 4,91 a	5,81 ± 0,136 a	214,69 ± 19,56 a
Cereja Descascado	5,94 ± 0,027 a	218,73 ± 4,47 a	5,83 ± 0,030 a	231,32 ± 10,11 a
Média	5,95	215,09	5,84	225,27
D.P.	0,036	11,35	0,102	15,92
CV(%)	0,62	5,28	1,76	7,07

*Médias obtidas de 6 repetições

**Valores em base seca

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls, 5%)

D.P. = Desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação

Pela análise da Tabela 3 observa-se que a interação entre os parâmetros cultivar e modo de preparo (C*MP) não foi significativo, logo não influenciou nas médias de pH e acidez total titulável das cultivares de café robusta.

Tabela 3. Valores de F encontrados nas análises de variância realizadas com os valores de pH e acidez total titulável (ATT) em café cru das cultivares Apoatã e Conilon (*C. canephora*) submetidas a três modos de preparo

Fonte de variação	pH	ATT
Cultivar (C)	18,70*	5,46 *
Modo de Preparo (MP)	0,23 NS	4,91 *
C*MP	0,77 NS	0,05 NS

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; NS= Teste F não significativo

3.2. Café Torrado - Safra de 1999-2000

Os grãos torrados de café Catuaí apresentaram como café mais ácido o café despulpado, que diferiu estatisticamente dos demais cafés (Tabela 4). Os cafés com menores médias de acidez titulável, ou seja, os menos ácidos foram o descascado e o natural.

Os grãos torrados da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 apresentaram pH dentro da faixa descrita pela literatura (pH 4,9-5,2) para cafés arábicas de qualidade (Sivetz, 1972; Mendes, 1999). Os valores de acidez total titulável ficaram bem abaixo do valor médio determinado por Lopes (2000) para a cultivar Catuaí Vermelho que foi de 306,29 mL de NaOH/100g café torrado. Os valores de pH foram mais influenciados pela torração que a acidez total titulável, pois apresentaram uma redução em relação aos valores de pH dos grãos crus (Tabela 4). Este comportamento não foi observado por Lopes (2000), que apresentou aumento de 30,71% nos valores de acidez total após a torração dos grãos crus da cultivar Catuaí vermelho. O teor sólidos solúveis se aproximou bastante dos valores apresentados por Lopes (2000) para a cultivar Catuaí Vermelho que foi de 25,11%.

Pela análise do valor de F (Tabela 4) verifica-se que o modo de preparo influenciou a acidez total titulável da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81. O pH e o teor de sólidos solúveis não foram influenciados pelo modo de preparo.

Tabela 4. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g café torrado) e sólidos solúveis (SS, %), e seus respectivos valores de F em cafés torrados da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 (*C. arabica*) submetida a três modos de preparo

Modo de Preparo	pH	ATT**	SS
Natural	5,06 ± 0,01 a	174,42 ± 5,51 b	24,82 ± 0,09 a
Despolpado	5,02 ± 0,02 a	194,17 ± 7,41 a	24,9 ± 0,014 a
Cereja Descascado	5,04 ± 0,00 a	165,40 ± 7,25 b	24,9 ± 0,12 a
Média	5,04	178,00	24,87
D.P.	0,015	6,76	0,12
CV(%)	0,30	3,80	0,50
Teste F	4,90 ns	11,68***	0,29 ns

* Médias obtidas de 2 repetições

**Valores em base seca

***Teste F significativo a 5% de probabilidade; NS= Teste F não significativo

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente (Newman-Keuls 5%)

D.P = Desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação

Os grãos torrados apresentaram um comportamento contrário ao grão cru, sendo que os valores de acidez total variaram em relação ao modo de preparo, porém o mesmo não foi observado para o pH. Na torração dos grãos crus ocorre um processo dinâmico de degradação e formação de inúmeros compostos voláteis e não voláteis. Os ácidos clorogênicos são bastante degradados e originam os ácidos fenólicos, caféico e quínico. Somado-se a isso, vários ácidos voláteis são formados pela degradação dos demais ácidos orgânicos presentes, e também, pela degradação de carboidratos como sacarose, glicose, frutose e arabinose servem de via para formação de ácidos como láctico, fórmico, acético. Segundo Maier (2000) a maior fração de acidez dos grãos torrados pode ser atribuída à

formação dos ácidos fórmico, acético, glicólico e láctico. Os resultados das transformações que ocorrem durante a torração servem para alterar a acidez final e o pH dos grãos torrados.

Após a torração, as cultivares de café robusta, apresentaram comportamento diferenciado com relação aos parâmetros químicos avaliados (Tabela 5). A cultivar Conilon apresentou comportamento diferente da Apoatã para as análises de pH e acidez titulável. A acidez total titulável dos cafés Conilon foi influenciada pelo modo de preparo, e as médias destes cafés diferiram entre si. Mendes (1999) obteve valores menores de acidez total titulável em cafés naturais da cultivar Conilon (105-120 mL NaOH 0,1 N/100g café), o qual pode ser atribuído a diferença no grau de torração. Em relação aos cafés torrados da cultivar Apoatã, as médias de acidez total titulável não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 5).

Quanto aos valores de pH observou-se que o café despulpado Apoatã foi o mais ácido (pH = 5,11) e o café descascado apresentou pH intermediário ao café natural e despulpado (Tabela 5). Em relação aos cafés da cultivar Conilon, eles não diferiram estatisticamente. Os cafés robustas apresentaram pH dentro da faixa (pH 5,0 – 5,8) citada por Mendes (1999) para cafés *Canephora*.

Os cafés natural e despulpado apresentaram os maiores valores de sólidos solúveis, os quais não diferiram significativamente entre si (Tabela 5). O café descascado diferiu estatisticamente das demais e apresentou o menor valor (28,30%).

O teor de sólidos solúveis dos cafés Apoatã foi influenciado pelo modo de preparo sendo significativamente maior no café descascado (27,05%), e diferindo estatisticamente dos demais cafés (Tabela 5).

Tabela 5. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g café torrado) e sólidos solúveis (SS, %), e seus respectivos valores de F em cafés torrados cultivares Apoatã e Conilon (*C. canephora*) submetidas à três modos de preparo

Modo de preparo	Conilon			Apoatã		
	pH	ATT **	SS**	pH	ATT **	SS**
Natural	5,24 ± 0,01 a	139,14 ± 2,56 b	29,64 ± 0,08 a	5,24 ± 0,01a	206,79 ± 2,77 a	25,61 ± 0,0
Despolpado	5,24 ± 0,01a	154,65 ± 7,95 a	29,90 ± 0,11 a	5,11 ± 0,01 c	178,76 ± 5,40 a	25,57 ± 0,0
Cereja Descascado	5,23 ± 0,01 a	163,85 ±16,84a	28,30 ± 0,12 b	5,15 ± 0,01 b	134,78 ± 5,05 a	27,05 ± 0,5
Média	5,24	142,86	27,75	5,17	183,14	26,08
D.P.	0,01	14,58	1,28	0,004	20,14	0,26
CV(%)	0,1	10,21	0,99	0,1	11,00	1,00

* Médias obtidas de 2 repetições

**Valores em base seca

Médias com letras iguais nas mesmas linhas e colunas, não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls, 5%)

D.P. = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação

Os valores de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho foram semelhantes aos apresentados por Veneziano & Fazzioli (2000) para cafés naturais *Canephora* da cutlivar Conilon (28,9%), enquanto que para Apoatã os teores de sólidos solúveis foram inferiores (31,20%).

A Tabela 6 mostra que os valores de pH e acidez total titulável das cultivares Apoatã e Conilon foram afetados pelo modo de preparo e pela interação entre estas duas variáveis, pois seus respectivos valores de F, foram significativos à $p \leq 5\%$. O mesmo não pode ser afirmado para o teor de sólidos solúveis que foi afetado somente pela variável cultivar e pela interação entre a cultivar e o modo de preparo (C*MP).

Tabela 6. Valores de F encontrados nas análises de variância realizadas com os valores de pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis (SS) de cafés torrados Apoatã e Conilon (*C. Canephora*)

Fonte de variação	pH	ATT	SS
Cultivar (C)	294,00*	70,26*	742,27*
Modo de Preparo (MP)	92,67*	8,67*	0,98 ns
C*MP	86,00*	8,20*	237,87*

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; ns= Teste F não significativo

3.3. Café Cru - Safra 2000-2001

Analisando-se isoladamente os valores de pH das cultivares de café arábica (*C. arabica*) verifica-se que as cultivares responderam de maneira distinta ao efeito do modo de preparo (Tabela 7).

A cultivar Mundo Novo apresentou diferença significativa entre os valores de pH dos cafés, sendo o café despulpado o menos ácido. O café natural Mundo Novo foi mais ácido seguido do café descascado. Os cafés da cultivar Ouro verde se mostraram menos susceptíveis aos efeitos do modo de preparo, e os cafés desta cultivar, não apresentaram diferença estatística entre as médias do pH (Tabela 7). A cultivar Tupi também apresentou diferença significativa entre as médias de pH dos cafés, onde a média do café Tupi natural foi a maior e não diferiu estatisticamente da média do café despulpado diferindo apenas, da média do café cereja descascado. A média de pH do café despulpado não diferiu da média do café cereja descascado que foi tido como o mais ácido (Tabela 7). A cultivar Obatã apresentou comportamento diferenciado em relação às demais cultivares de café arábica, e o café mais ácido desta cultivar foi o despulpado.

Tabela 7. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL de NaOH 0,1N/100g café cru) para grãos crus das cultivares de *C. arabica* submetidas a três modos de preparo

	Cultivar	Modo de preparo		
		Natural	Despulpado	Cereja Descascado
PH	Mundo Novo	5,94 ± 0,01d	6,03 ± 0,01 a	5,99 ± 0,02 bc
	Ouro Verde	6,00 ± 0,02 b	6,01 ± 0,05 ab	6,00 ± 0,02 b
	Tupi	5,98 ± 0,03 bc	5,96 ± 0,03 cd	5,94 ± 0,01 d
	Obatã	5,93 ± 0,01 d	5,89 ± 0,01 e	5,92 ± 0,02 d
	Média	5,96	5,97	5,96
	D.P.	0,005	0,008	0,019
	CV (%)	0,10	0,14	0,33
ATT**	Mundo Novo	154,87 ± 3,24 b	143,18 ± 2,48 c	136,03 ± 2,45 d
	Ouro Verde	155,30 ± 2,66 b	130,13 ± 2,95 e	145,20 ± 2,00 c
	Tupi	161,60 ± 3,01 a	137,57 ± 3,78 d	152,17 ± 1,90 b
	Obatã	99,37 ± 4,05 g	146,13 ± 2,32 c	102,88 ± 2,90 f
	Média	142,18	139,25	134,07
	D.P.	11,48	10,23	14,47
	CV (%)	8,08	7,35	10,80

* Médias obtidas de 6 repetições

**Valores em base seca

Médias com letras iguais na mesma linha e coluna não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls, 5%)

D.P = Desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação

Entre os cafés naturais as cultivares que apresentaram menor pH foram a Obatã e a Mundo Novo, enquanto que entre os cafés despulpados o Obatã foi o mais ácido (pH = 5,89). Ente os cafés cerejas descascados os mais ácidos foram os cafés das cultivares Tupi e Obatã.

Com relação à acidez total titulável das cultivares de café arábica observou-se que os cafés naturais apresentaram as maiores médias, exceto para a cutlivar Obatã (Tabela 7). A cultivar Mundo Novo teve como café mais ácido o natural seguido do despulpado e do cereja descascado. O mesmo comportamento não foi evidenciado na cultivar Ouro Verde, que teve como café mais ácido o

natural seguido do cereja descascado e do despulpado. A cultivar Tupi apresentou o mesmo comportamento da cultivar Ouro Verde. O café Obatã natural foi o menos ácido seguido do cereja descascado e do despulpado.

Observou-se que a acidez total titulável foi mais susceptível ao efeito do modo de preparo, e as médias dos cafés das cultivares estudadas variaram mais que as médias de pH (Tabela 7). Entre os cafés naturais o café mais ácido foi Tupi (161,60 mL de NaOH/100g café cru), enquanto que entre os cafés despulpados os mais ácidos foram das cultivares Mundo Novo e Obatã. Entre os cafés cerejas descascados o café mais ácido foi o da cultivar Obatã.

Os valores de acidez total foram menores do que os apresentados por Lopes (2000) para cafés crus arábicas que variou de 198,42 a 224,06 mL de NaOH 0,1N/100g, variando em função do tipo de cultivar.

Os valores de pH e acidez total titulável foram influenciados pelo tipo de cultivar e pela interação cultivar e modo de preparo (Tabela 8).

Tabela 8. Valores de F encontrados nas análises de variância realizadas para os valores de pH e acidez total titulável (ATT) para grãos crus das cultivares de *C. arabica*

Fonte de variação	pH	ATT
Cultivar (C)	53,23*	18,68 *
Modo de Preparo (MP)	2,35 ns	1,35 ns
C*MP	10,13*	13,42*

* Teste F significativo a 5% de probabilidade; ns= Teste F não significativo

Pela avaliação da Tabela 9 verifica-se que o modo de preparo influenciou os valores de pH e acidez total titulável da cultivar Robusta. O café despulpado foi

o que apresentou menor pH sendo o mais ácido, seguido do café cereja descascado e do natural.

Tabela 9. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g café cru) e seus respectivos valores de F para a café cru da cultivar Robusta (*C. canephora*) submetida à três modos de preparo

Modo de Preparo	pH	ATT**
Natural	6,08 ± 0,01a	171,78 ± 4,69 a
Despolpado	5,88 ± 0,01 c	172,78 ± 3,14 a
Cereja Descascado	5,99 ± 0,04 b	149,87 ± 4,57b
D.P.	0,02	9,02
CV(%)	0,40	5,5
Teste F	119,07**	12,33**

Médias obtidas de 6 repetições;

**Valores em base seca

**Teste F significativo a 5% de probabilidade

Médias com letras iguais e na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls, 5%)

D.P. = Desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação

Em relação à acidez total titulável, os cafés mais ácidos foram o natural e o despolpado, que não diferiram entre si.

Para os cafés crus da safra 1999-2000 e 2000-2001 não foi observado um comportamento definido entre o pH, acidez total titulável em função do modo de preparo.

3.4. Café Torrado - Safra 2000 - 2001

Os cafés torrados da safra 2000-2001 foram mais ácidos que os respectivos cafés crus, em relação acidez total e aos valores de pH. O mesmo foi observado por Lopes (2000).

Avaliando-se isoladamente o efeito do modo de preparo sobre as cultivares estudadas, observa-se que para as cultivares Ouro Verde, Tupi e Obatã os cafés de menor pH foram os despulpados, enquanto para a cultivar Mundo Novo o café cereja descascado foi o mais ácido (Tabela 10). Geralmente os cafés despulpados apresentam maior acidez devido aos ácidos carboxílicos formados na fermentação da mucilagem (Zuluaga, 2000).

Em relação aos valores de pH apresentados pelos cafés arábica da safra 2000 -2001, o café mais ácido foi o da cultivar Tupi entre os cafés naturais torrados, enquanto que entre os despulpados, os mais ácidos foram os cafés das cultivares Ouro Verde e Tupi. O café Tupi cereja descascado foi o mais ácido entre os cafés cerejas descascados estudados (Tabela 10).

A maioria das amostras analisadas encontram-se dentro da faixa de pH (4,90 – 5,20) para bebidas de qualidade prevista por Sivetz (1972). O autor salienta que valores de pH acima de 5,20 tornam a bebida amarga, enquanto que abaixo de 4,90 as tornam ácida, entretanto os cafés Mundo Novo natural, despulpado e descascado, Ouro Verde natural e descascado e Obatã cereja descascado apresentaram valores de pH acima de 5,20 e não apresentaram gosto amargo indesejável.

Isoladamente, as cultivares de café arábica apresentaram comportamento diferenciado e responderam de forma diferente ao efeito do modo de preparo, sobre a acidez total titulável (Tabela 10). As médias dos cafés cerejas descascados foram as maiores em todas as cultivares estudadas. Para a cultivar Mundo Novo a média do café cereja descascado foi a maior, e diferiu das médias dos demais cafés desta cultivar. Na cultivar Tupi a média do café cereja descascado não diferiu da média do café despulpado, e na cultivar Ouro Verde, a média do café cereja descascado não diferiu da média do café natural. A cultivar

Obatã apresentou como cafés mais ácidos os cerejas descascados, que diferiram estatisticamente dos demais (Tabela 10).

Tabela 10. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g café torrado) e sólidos solúveis (SS,%) para cultivares de *C. arabica* submetidas a três modos de preparo

Análises	Cultivar	Modo de preparo		
		Natural	Despolpado	Cereja Descascado
PH	Mundo Novo	5,29 ± 0,00 a	5,26 ± 0,01 b	5,23 ± 0,01 c
	Ouro Verde	5,26 ± 0,01 b	5,14 ± 0,01 g	5,22 ± 0,01 cd
	Tupi	5,18 ± 0,00 e	5,15 ± 0,01 g	5,16 ± 0,01 f
	Obatã	5,20 ± 0,00 d	5,18 ± 0,01 e	5,22 ± 0,01 cd
	Média	5,23	5,21	5,18
	D.P.	0,0052	0,0052	0,0051
	CV(%)	0,01	0,01	0,01
ATT**	Mundo Novo	195,79 ± 6,04 g	211,31 ± 0,00 f	220,65 ± 0,31 d
	Ouro Verde	220,46 ± 2,43 e	198,70 ± 1,93 g	224,86 ± 2,43 e
	Tupi	231,27 ± 1,87 d	257,53 ± 2,02 ab	259,22 ± 0,36 a
	Obatã	252,15 ± 2,73 b	243,26 ± 2,75 c	262,08 ± 2,21 a
	Média	214,69	227,70	224,92
	D.P.	23,61	21,83	33,71
	CV(%)	11,00	9,59	15,00
SS**	Mundo Novo	28,07 ± 0,45 b	26,21 ± 0,04 cd	26,66 ± 0,03 c
	Ouro verde	26,10 ± 0,30 cde	25,34 ± 0,40 e	24,73 ± 0,19 f
	Tupi	26,26 ± 0,15 cd	29,68 ± 0,19 a	26,46 ± 0,39 c
	Obatã	26,00 ± 0,04 cde	26,77 ± 0,30 c	25,51 ± 0,23 de
	Média	26,96	27,00	25,83
	D.P.	0,53	0,40	0,23
	CV(%)	2,00	1,5	0,90

* Médias obtidas de 2 repetições

**Valores em base seca

Médias com letras iguais na mesma linha e coluna, não diferem entre si estatisticamente (Newman–Keuls, 5%)

D.P. = Desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação

Com relação aos valores de acidez total titulável dos cafés arábica da safra 2000-2001, o café Obatã natural foi o mais ácido entre os cafés naturais, enquanto que entre os cafés despulpados o mais ácido foi o café Tupi despulpado. Entre os cafés cerejas descascados os mais ácidos foram os das cultivares Tupi e Obatã (Tabela 10).

Os teores de sólidos solúveis das cultivares de café arábica também variaram entre os cafés estudados (Tabela 10). Avaliando isoladamente o teor de sólidos solúveis de cada cultivar verifica-se que o café natural Mundo Novo e Ouro Verde apresentaram maior teor de sólidos solúveis nos cafés naturais, porém na cultivar Ouro Verde, a média do café natural Ouro Verde não diferiu significativamente da média do café despulpado. A cultivar Tupi apresentou maior teor de sólidos solúveis no café despulpado, valor este que foi o maior encontrado em todos cafés arábica da safra 2000-2001. O café Obatã despulpado foi o que apresentou maior média de sólidos solúveis, que não diferiu estatisticamente da média do café natural. A média do café natural Obatã também não diferiu estatisticamente da média do café cereja descascado, que apresentou o menor teor de sólidos solúveis (Tabela 10). A variação do teor de sólidos solúveis em função do tipo de cultivar foi observada no presente trabalho, bem como a variação em função do modo de preparo. O teor de sólidos solúveis é importante principalmente do ponto de vista de rendimento industrial. Este parâmetro químico pode variar em função do tipo e espécie e cultivar de café (Fernandes, 2001).

As variáveis cultivar, modo de preparo e a interação entre elas influenciaram os valores de acidez total titulável e teor de sólidos solúveis das cultivares de *C. arabica* da safra 2000-2001 (Tabela 11). O pH foi influenciado apenas pelo tipo de cultivar e pela interação entre cultivar e modo de preparo (C*MP).

Tabela 11. Valores de F encontrados nas análises de variância realizadas com os valores de pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis (SS) para grãos torrados das cultivares de *C. arabica*

Fonte de variação	PH	ATT	SS
Cultivar (C)	194,28*	462,99*	71,35*
Modo de Preparo (MP)	98,55NS	97,13*	39,32*
C*MP	32,00*	36,53*	38,16*

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; NS= Teste F não significativo

Para os cafés da espécie *C. canephora*, representado pela cultivar Robusta, observou-se que o modo de preparo influenciou apenas a acidez total titulável e o teor de sólidos solúveis (Tabela 12).

O valor de pH não foi influenciado pelo modo de preparo e esteve um pouco abaixo da variação de pH (5,20-5,25) relatada por Maier et al. (2000) para bebidas de café da espécie *C. canephora*.

Tabela 12. Valores* de pH, acidez total titulável (ATT, mL NaOH 0,1N/100g café torrado) e sólidos solúveis (SS, %), e seus respectivos valores de F para a cultivar Robusta (*C. canephora*) submetida à três modos de preparo

Modo de Preparo	Análises		
	pH	ATT**	SS**
Natural	5,18 ± 0,01 a	191,49 ± 2,76 b	30,24 ± 0,29 a
Despolpado	5,22 ± 0,01 a	202, 00 ± 2,75 a	29,24 ± 0,28 b
Descascado	5,19 ± 0,01 a	206,10 ± 2,46 a	30,69 ± 0,33 a
Média	5,19	198,80	30,05
D.P.	0,005	2,58	0,30
CV(%)	0,1	1,3	1,0
Teste F	9,33 ns	16,03***	12,50***

* Médias obtidas de 2 repetições

**Valores em base seca

***Teste F significativo a 5% de probabilidade; NS= Teste F não significativo

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente (Newman–Keuls, 5%)

CV (%) = coeficiente de variação

Os valores médios encontrados por Pereira et al. (2000a) para acidez total (base úmida) de cafés robustas torrados variaram de 133 a 225 mL NaOH 0,1N/100g de café torrado, valores que se convertidos para base seca (140 a 236,84 mL NaOH 0,1N/100g de café torrado) englobam os valores encontrados para a cultivar Robusta.

O teor de sólidos solúveis foi maior nos cafés natural e descascado, e as médias para estes cafés, não diferiram significativamente. Os teores de sólidos solúveis determinados por Pereira et al. (2000b) para o café robusta (31,42 a 31,72%), se aproximaram dos valores determinados no presente trabalho.

Geralmente a espécie *C. canephora* apresenta maior teor de sólidos solúveis que a espécie *C. arabica*, e esta diferença pode ser superior a 2% (Lopes, 2000). Foi observado no presente trabalho, que a cultivar Robusta apresentou teores de sólidos solúveis superiores aos das cultivares de café arábica, e que esta diferença foi de 3,57%.

3.5. Correlação entre as análises químicas e a qualidade da bebida

Não existiu um comportamento definido para variação dos valores de pH, acidez total e sólidos solúveis das amostras estudadas em função do modo de preparo e da qualidade da bebida (Tabela 13).

Os parâmetros químicos avaliados nas cultivares de café *Canephora* das duas safras estudadas, não demonstraram coeficientes de correlação significativos ($p < 0,05$) com a qualidade da bebida de café, tanto para a avaliação por conceito geral quanto para a avaliação por tipo de bebida (Tabela 13).

Tabela 13. Coeficientes de correlação (R) entre os parâmetros químicos e qualidade da bebida para cultivares de *C. canephora*

Análises químicas	Avaliações sensoriais	
	Conceito geral	Tipo de bebida
pH café cru	-0,36	0,36
Acidez café cru	0,08	-0,05
pH café torrado	-0,14	-0,17
Acidez café torrado	0,01	-0,09
Sólidos solúveis	0,15	0,64

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto-não significativos

Entre as análises químicas determinadas neste capítulo para as cutlivaes de *Canephora* das safras 1999-2000 e 2000-2001, os únicos coeficientes de correlação significativos ($p < 0,05$) foram observados entre o pH dos cafés crus e o teor de sólidos solúveis ($R = 0,81$) e uma correlação negativa entre a acidez do café cru e a do café torrado ($R = -0,69$) (Tabela 14). Mesmo sendo significativos os coeficientes foram muito baixos, o que demonstra que não houve uma boa correlação entre os parâmetros químicos avaliados e a qualidade da bebida.

Tabela 14. Coeficientes de correlação (R) entre os parâmetros químicos das cultivares de *C. canephora*

Análises Químicas	pH café cru	Acidez café cru	pH café torrado	Acidez café torrado
pH café cru				
Acidez café cru	-0,43	-	-	-
pH café torrado	0,34	0,24	-	-
Acidez café torrado	0,19	-0,69	0,02	-
Sólidos solúveis	0,81	-0,50	0,38	0,01

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto-não significativos

Para as cultivares de *C. arabica* estudadas (Safrá 1999-2000 e 2000-2001), também não foi observada relação entre os parâmetros químicos avaliados e a qualidade da bebida avaliada por conceito geral ou por tipo de bebida. E entre os parâmetros químicos avaliados e os modos de preparo (Tabela 15).

Tabela 15. Coeficientes de correlação entre os parâmetros químicos e qualidade da bebida para cultivares de *C. arabica*

Parâmetros químicos	Avaliações sensoriais	
	Conceito geral	Tipo de bebida
pH café cru	0,19	0,24
Acidez café cru	-0,27	-0,04
pH café torrado	0,1	0,24
Acidez café torrado	0,35	0,09
Sólidos solúveis	-0,28	-0,31

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto-não significativos

Para os cafés arábicas, os coeficientes de correlação significativos foram entre a acidez café cru e o pH do café torrado ($R = -0,53$) e entre acidez café cru e a acidez do café torrado ($R = -0,71$). Em ambos os casos acima mencionados, os valores dos coeficientes de correlação não foram considerados bons, pois os valores foram considerados muito baixos.

Tabela 16. Coeficientes de correlação (R) entre os parâmetros químicos das cultivares de *C. arabica*

	pH café cru	Acidez café cru	pH café torrado	Acidez café torrado
Acidez café cru	-0,00	-	-	-
pH café torrado	0,24	-0,53	-	-
Acidez café torrado	-0,16	-0,71	0,44	-
Sólidos solúveis	-0,11	-0,20	0,40	0,44

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto-não significativos

3.6. Correlação entre as análises químicas e os atributos sensoriais

Avaliando os coeficientes de correlação entre os atributos sensoriais e os parâmetros químicos apresentados na Tabela 17, observa-se que para as cultivares de *C. canephora* o único coeficiente que foi significativo ($p < 0,05$) foi observado entre o teor de sólidos solúveis e o atributo corpo ($R = 0,69$). O corpo é uma sensação bucal de difícil definição relacionada à presença de

macromoléculas, como polissacarídeos e relacionada a baixos níveis de compostos fenólicos adstringentes (Menezes, 1990; Mendes, 1999). Volleiy (1982) verificou que não houve relação entre a sensação de corpo e a viscosidade medida instrumentalmente e também em relação ao teor de sólidos solúveis.

Tabela 17. Coeficientes de correlação (R) entre os atributos sensoriais e os parâmetros químicos para as cultivares de *C. canephora* das safras 1999-2000 e 2000-2001

Atributos sensoriais	Parâmetros químicos				
	Café cru		Café torrado		
	pH	Acidez total titulável	pH	Acidez total titulável	Sólidos solúveis
Aroma	-0,18	0,44	0,00	0,42	0,06
Corpo	0,42	-0,39	0,01	0,24	0,69
Acidez	-0,01	0,30	0,59	-0,48	-0,05
Amargor	0,00	0,18	0,48	-0,42	-0,07

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto-não significativos

No presente trabalho, não foi observada relação entre acidez sensorial e a acidez determinada analiticamente e instrumentalmente. O mesmo foi observado por Mendes (1999) para cafés da cultivar Conilon. Woodman (1985) encontrou uma pequena correlação entre os valores de pH e acidez sensorial, porém no presente trabalho isso não foi observado, pois os coeficientes não foram significativos ($p < 0,05$).

As cultivares de *C. arabica* das safras estudadas apresentaram um maior número de correlações entre seus atributos químicos e sensoriais (Tabela 18) Entre os parâmetros químicos e os atributos sensoriais foi observada uma correlação positiva entre o amargor e a acidez total do café cru ($R = 0,71$) e entre o amargor e a acidez total do café torrado ($R = - 0,71$). O pH do café torrado também apresentou correlação negativa ($R = - 0,77$) com o amargor. Porém, de forma geral, as correlações observadas entre os atributos químicos foram consideradas

baixas, mesmo sendo significativas, pois se tratam de correlações entre parâmetros químicos.

Tabela 18. Coeficientes de correlação (R) entre os atributos sensoriais e os parâmetros químicos para as cultivares de *C. arabica* das safras 1999-2000 e 2000-2001

Atributos sensoriais	Parâmetros químicos				
	Café cru		Café torrado		
	pH	Acidez total titulável	pH	Acidez total titulável	Sólidos solúveis
Aroma	0,33	-0,37	0,33	0,38	-0,01
Doce	0,23	-0,06	0,23	0,12	-0,29
Corpo	0,38	0,35	0,38	-0,10	0,21
Acidez	0,07	-0,2	0,07	0,48	0,16
Amargor	-0,19	0,71	-0,77	-0,71	-0,35

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto-não significativos

3.7. Correlação entre os atributos sensoriais e a qualidade da bebida

Os atributos sensoriais corpo, acidez e amargor não apresentaram qualquer tipo de correlação com a qualidade da bebida das cultivares de *C. canephora* estudadas. Somente o atributo aroma apresentou um coeficiente de correlação positivo ($R = 0,73$) e significativo ($p < 0,05$) com o conceito geral, (Tabela 19) O valor do coeficiente de correlação de 0,73 pode ser considerado satisfatório, tendo em vista que estamos tratando de correlações entre atributos sensoriais, que estão sujeitos a variações elevadas devido a sua subjetividade mesmo se tratando de provadores treinados. Assim os cafés de melhor qualidade possuíram obrigatoriamente maior aroma. Guyot (1995) obteve um bom coeficiente de correlação ($R = 0,89$) entre o atributo aroma e a qualidade da bebida de cafés robusta (*C. canephora*). O mesmo autor, também correlacionou a composição química de cafés robustas com seus atributos, e obteve uma boa correlação entre intensidade de aroma e acidez sensorial ($R = 0,86$), entre aroma e amargor ($R = -0,85$) e entre corpo e aroma ($R = -0,77$), porém o mesmo não foi observado no presente trabalho.

Tabela 19. Coeficientes de correlação (R) entre os atributos sensoriais e a qualidade da bebida das cultivares de *C. canephora*

Atributos sensoriais	Aroma	Corpo	Acidez	Amargor
Aroma	-	-	-	-
Corpo	0,50	-	-	-
Acidez	-0,07	-0,15	-	-
Amargor	0,01	-0,11	0,53	-
Conceito geral	0,73	0,47	-0,29	0,00
Tipo de Bebida	0,38	0,61	-0,06	-0,35

Coeficientes de correlação em vermelho - significativos ($p < 0,05$), em preto - não significativos

Com relação aos atributos sensoriais e a qualidade da bebida (Tabela 20) para os cafés de *C. arabica*, os atributos aroma e gosto doce se destacaram não só por serem significativos ($p < 0,05$), mas também por apresentarem elevados valores de correlação. O atributo aroma apresentou boa correlação, com os dois parâmetros de avaliação sensorial, porém a melhor correlação ($R = 0,85$) foi com o conceito geral, significando que para este parâmetro de avaliação sensorial as melhores bebidas possuem mais aroma.

Tabela 20. Coeficientes de correlação (R) entre os atributos sensoriais e a qualidade da bebida das cultivares de *C. arabica*

	Aroma	Doce	Corpo	Acidez	Amargor
Aroma	-	-	-	-	-
Doce	0,74	-	-	-	-
Corpo	0,23	0,38	-	-	-
Acidez	0,41	-0,09	0,05	-	-
Amargor	-0,74	-0,42	-0,05	-0,29	-
Conceito geral	0,85	0,75	0,06	0,34	-0,39
Tipo de Bebida	0,72	1,00	0,37	-0,10	-0,47

Coeficientes de correlação em vermelho- significativos ($p < 0,05$), em preto- não significativos

O atributo gosto doce apresentou bons coeficientes de correlação com os dois parâmetros de avaliação sensorial sendo que, o melhor coeficiente de correlação foi observado entre os parâmetros gosto doce e tipo de bebida ($R =$

1,00), demonstrando que a qualidade da bebida das cultivares de *C. arabica* estudadas está diretamente ligada doçura da bebida.

Também foram observadas, correlações significativas entre o gosto doce e o aroma ($R = 0,74$), e entre o aroma e o gosto amargo ($R = - 0,74$) sugerindo que um gosto doce mais acentuado da bebida de café contribui para maior exalação de aroma, enquanto que o menor amargor da bebida de café contribui para maior exalação de aroma.

4. Conclusão

- O efeito do modo de preparo se reflete de forma diferente sob as cultivares de uma mesma espécie, este comportamento foi observado para as cultivares estudadas nas safras de 1999-2000 e 2000-2001;
- O modo de preparo influenciou somente os valores de pH dos grãos crus da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81. O mesmo comportamento não foi observado para as cultivares Apoatã e Conilon, que não apresentaram efeito do modo de preparo sobre o pH e acidez total titulável dos cafés estudados. Para cafés torrados da safra 1999-2000, o teor de sólidos solúveis não variou com o tipo de café, se mostrando mais estável ao efeito do modo de preparo;
- Os valores de pH dos grãos torrados das cultivares de *C. arabica* e *C. canephora* da safra 1999-2000 variaram mais com a torração do que os valores de acidez total titulável;
- Os valores de pH e acidez total titulável de cafés crus da safra 2000-2001 foram bastante influenciados pelo modo de preparo;

- As cultivares de safra 2000 -2001 apresentaram uma maior variação dos valores de pH e acidez total titulável com a torração, em relação aos cafés da safra 1999-2000. E para estes cafés os parâmetros químicos avaliados variaram bastante após a torração;
- Não foi possível estabelecer um comportamento definido entre as propriedades avaliadas nos cafés cru e torrado das cultivares de *C. arabica* e *C. canephora* (safra 1999-2000 e 2000-2001), com os modos de preparos estudados;
- Não existiu um comportamento definido para variação dos valores de pH, acidez total e sólidos solúveis das cultivares estudadas (Safra 1999-2000 e 2000-2001) em função do modo de preparo e da qualidade da bebida, o que sugere que os parâmetros químicos avaliados nos grãos de café crus e torrados não apresentaram boa correlação com o modo de preparo e a qualidade da bebida;
- Os parâmetros químicos avaliados nos grãos crus e torrados das cultivares de café estudadas (Safra 1999-2000 e 2000-2001), não apresentaram uma boa correlação com os atributos sensoriais avaliados no presente trabalho;
- Os atributos sensoriais corpo, acidez e amargor não apresentaram qualquer tipo de correlação com a qualidade da bebida das cultivares de *C. canephora* estudadas. Somente o atributo aroma apresentou um coeficiente de correlação positivo ($R = 0,73$) e significativo ($p < 0,05$) com o conceito geral;
- Com relação aos atributos sensoriais e a qualidade da bebida dos cafés de *C. arabica* (Safra 1999-2000 e 2000-2001), os atributos aroma e gosto doce se destacaram por apresentarem elevados valores de correlação. O atributo

aroma apresentou bons coeficientes de correlação, com os dois parâmetros de avaliação sensorial, porém a melhor correlação ($R = 0,85$) foi com o conceito geral, significando que para este parâmetro de avaliação sensorial as melhores bebidas possuem mais aroma. O gosto doce apresentou melhor correlação ($R = 1$) com a classificação por tipo de bebida, mostrando que a qualidade da bebida das cultivares de *C. arabica* estudadas está diretamente ligada a doçura da bebida.

5. Referências Bibliográficas

AMSTALDEN, L.C., LEITE, F., MENEZES, H.C. Identificação e quantificação de voláteis de café através de cromatografia gasosa de alta resolução/ espectrometria de massas empregando um amostrador automático de "headspace". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 123-128, 2001.

AOAC - **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists. Cunniff, P. (ed), Washington, 1997.

BALTES, W. Rösteffeme auf die Kaffeezusammensetzung. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 8^o, Abidijan, 1977. Resumos. Paris: **ASIC**, 1979. p. 85-96.

BRANDO, C. H. J. Métodos de colheita e pós-colheita para preservação da qualidade do produto em cultivos com alta densidade. In: **Simpósio Internacional sobre Café Adensado**, Londrina, PR, 1994.

CLARKE, R.J. Water and mineral contents. In: Clarke, R. J. & Macrae, R. **Coffee: Chemistry**, v.1, Elsevier Applied Science Publishers Ltd. London, p. 42-82, 1985.

FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; PINTO, N. A. V. D.; NERY, F. C. Polifenóis, sólidos totais, açúcares totais, redutores e não redutores em grãos de cafés arábica e conilon. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2001: Vitória, ES.

GUYOT, B.; GUEULE, D.; ASSEMAT, S.; TCHANA, E.; POMATHIOS, L. Influence du mode de préparation du café vert robusta sur la composition chimique et ses qualités organoleptiques. In: 16th International Scientific Colloquium on Coffee, 1995, Kyoto. **ASIC**, p. 267-277.

KY, C. - L., LOUARN, J., DUSSERT, S., GUYOT, B., HAMON, S., NOIROT, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v.75, n. 2, p. 223-230, 2001.

LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras, 2000. Título (Mestre em Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Lavras (UFLA).

MARA. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Manual de Análises de Sementes**, cap. 7, p. 183 - 190, 1992.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. **Food Chemistry**, v. 64, p. 547- 554, 1999.

MENDES, L.C. **Otimização do processo de torração do café robusta (*Coffea canephora* Conilon) para a formulação de blends com café arábica (*Coffea arabica*)**. Campinas, 1999. Dissertação (Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café.** Campinas, 1990. Tese (Título de Doutor em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

PEREIRA, R. G. F. A, VILLELA, T. C., LOPES, L. M. V. Avaliação química de misturas em diferentes proporções de café arábica (*Coffea arabica* L.), bebida mole, e Conilon (*Coffea canephora* Pierre). In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2000a, Poços de Caldas, MG.

PEREIRA, R. G. F. A, VILLELA, 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: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2000b, Poços de Caldas, MG.

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

SIVETZ, M. How the acidity affects the coffee flavor . **Food Technology**, v. 26, n. 5, p. 70 - 76, 1972.

SOUZA, S. M. C. Produção de café com qualidade, II - Colheita, preparo e qualidade do café. Lavras: **Epamig** - CRSM. 4p. (Circular técnica; n.118), 2000.

VARMAN, A. H. e SUTBERLAND, J.P. **Berevages -Technology, Chemistry and Microbiology**. v. 2, Chapman & Hall, ed. 1, p. 191-255, 1994.

VENEZIANO, W. e FAZUOLI, L. C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2000, Poços de Caldas, MG.

VOILLEY, A.; SAUVAGEOT, F.; SIMATOS, D.; WOJCIK, G. Influence of some processing conditions on the quality of coffee brew. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.5, n. 3, p. 135-143, 1982.

WOODMAN, M.N. The acids of coffee. In: Clarke, R. J. & Macrae, R. **Coffee: Chemistry**, v.1, Elsevier Applied Science Publishers Ltd. London, p. 140-182, 1985.

ZULUAGA VASCO, J.. Procesamiento de frutos de café por via humeda y generacion de subproductos. In: **Seminário Internacional sobre Biotecnologia na Agroindústria Cafeeira**, 2000, Londrina, PR.

CAPÍTULO 3 – RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA E A ATIVIDADE DE POLIFENOLOXIDASE EM CULTIVARES DE *C. arabica* E *C. canephora* SUBMETIDAS A DIFERENTES PREPAROS

Resumo

A qualidade do café pode ser avaliada através da quantificação de compostos como cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos e a atividade de polifenoloxidase. O objetivo deste trabalho foi verificar a relação entre a qualidade sensorial da bebida e a atividade da polifenoloxidase em cultivares de *C. arabica* e *C. canephora* submetidas a três modos de preparo: via seca, via úmida e cereja descascado. Foram utilizadas cinco cultivares de *C. arabica* (Catuaí, Mundo Novo, Ouro verde, Obatã e Tupi) e três de *C. canephora* (Apoatã, Conilon e Robusta). A metodologia utilizada para a análise de polifenoloxidase foi a de Mazzafera (2000) modificada no presente trabalho. A análise sensorial dos cafés foi feita pela prova da xícara e a classificação por tipo de bebida e conceito geral. Os valores de polifenoloxidase variaram de 21200 UPFO/g para o café Mundo Novo descascado a 51000 UPFO/g no café Tupi descascado. As maiores atividades de polifenoloxidase foram observadas nos cafés descascados e as menores nos cafés despulpados. Em geral não houve influência do modo de preparo nas amostras analisadas. O preparo por via úmida foi o que conferiu melhor qualidade às bebidas seguidos do preparo cereja descascado. Não foi observada relação entre a atividade de polifenoloxidase e a qualidade sensorial das bebidas.

CHAPTER 3 – RELATION BETWEEN SENSORY QUALITY OF THE BEVERAGE AND THE ACTIVITY OF POLYPHENOLOXIDASE IN THE CULTIVARS OF *C. arabica* AND *C. canephora* SUBMITTED TO DIFFERENT METHODS OF PREPARATION

Summary

The quality of coffee can be evaluated from the quantification of compounds such as caffeine, trigonelline, chlorogenic acid and polyphenoloxidase. The objective this study was verify the relation between the sensory quality of the beverage and polyphenoloxidase activity of *C. arabica* and *C. canephora* cultivars, submitted to three preparations methods: dry, wet and unfermented preparation. Five cultivars of *C. arabica* (Catuaí, Mundo Novo, Ouro Verde and Obatã) and three of *C. Canephora* (Apoatã, Conillon and Robusta) were used. A modification of the method of Mazzafera (2000) was used for the analysis of polyphenoloxidase. The sensory analysis of the coffees was carried out by cup test and the classification by the type of beverage and overall score. The values for polyphenoloxidase varied from 21200 PPOU/g for wet unfermented Mundo Novo coffee to 51000 PPOU/g for wet unfermented Tupi coffee. The greatest values for the activity of polyphenoloxidase were observed for wet unfermented coffees and the lowest for the wet processed coffees. In general, no influence of the method of preparation on these values was observed. Wet processing was that which conferred the best quality on the beverages, followed by wet unfermented processing. No relation was observed between the activity of polyphenoloxidase and beverage sensory quality.

1. Introdução

A relação da atividade da polifenoloxidase com a qualidade da bebida de café tem sido alvo de muitos estudos (Amorim & Melo, 1991; Carvalho et al., 1994; Lopes, 2000; Pimenta et al., 2000), desde que Amorim e Silva em 1968, demonstraram que a atividade enzimática poderia ser utilizada como “identificador bioquímico” na distinção de espécies de café, quanto à qualidade de sua bebida. Em geral, estes autores verificaram que é possível relacionar a atividade da polifenoloxidase com a qualidade da bebida de café, pois cafés com maior atividade enzimática possuem melhor qualidade.

A análise de polifenoloxidase é basicamente dividida em duas etapas: a extração e a reação enzimática. A etapa de extração é geralmente simples, e consiste em misturar a amostra com tampão a baixa temperatura. No entanto, dois problemas podem dificultar o processo de extração da polifenoloxidase: a dificuldade em se obter a solubilização total da enzima e a oxidação de compostos fenólicos antes e durante a extração (Rocha et al., 2001). O primeiro problema está relacionado a casos nos quais a polifenoloxidase continua inativa, mesmo após a ruptura do tecido celular. Neste caso, a ativação da enzima ocorre após tratamentos com proteases, detergentes, sulfato de amônio (Mazzafera, 2000) e sulfato dodecil de sódio (Jiménez & Garcia-Carmona, 1996). O segundo problema está relacionado à oxidação dos compostos fenólicos e formação de quinonas, durante e após a extração da polifenoloxidase, devido à ação enzimática. É essencial que este problema seja sanado, para que não haja diminuição da atividade enzimática. Vários métodos têm sido desenvolvidos para prevenir a reação dos compostos fenólicos com a polifenoloxidase, incluindo o uso de agentes que adsorvem os fenóis como polivinilpolipirrolidona solúvel ou insolúvel. Após a extração segue-se a etapa de determinação enzimática propriamente dita.

Os métodos para determinar a atividade da polifenoloxidase dependem do tipo de reação que está sendo catalisada pela enzima, ou seja, se ela está atuando como cresolase, na hidroxilação de monofenóis a difenóis, ou como catecolase, na oxidação de difenóis a o-quinonas (Figura 1) (Whitaker, 1995).

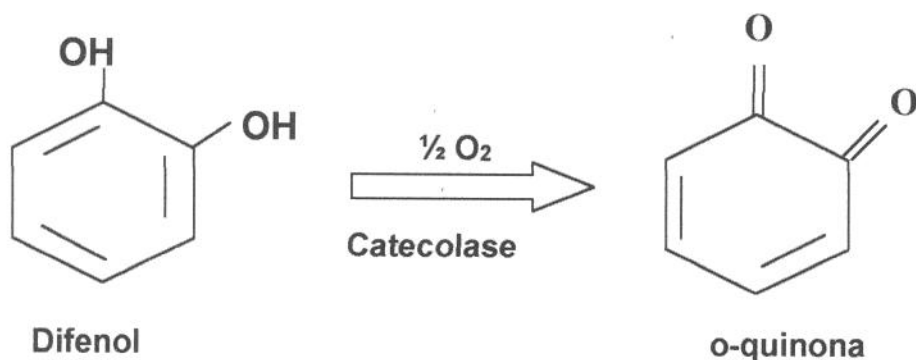


Figura 1. Reação enzimática da catecolase

A determinação da atividade da polifenoloxidase como catecolase, pode ser feita, por métodos manométricos, polarimétricos, cronométricos e espectrofotométricos (Nicolas et al., 1994). Nos métodos espectrofotométricos a reação enzimática é acompanhada por um determinado intervalo de tempo sob um comprimento de onda específico, e se mede a variação de absorbância devido à ação da enzima sobre o substrato.

Em café, geralmente a determinação da atividade da polifenoloxidase é determinada por métodos espectrofotométricos (Fujita & Tono, 1995; Menezes, 1990; Mazzafera, 1999), porém alguns trabalhos utilizam métodos manométricos, onde se mede a atividade enzimática através do consumo de oxigênio durante a reação (Whitaker, 1994; Mazzafera, 2000).

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

2.1.1. Matéria-prima

Foram estudadas as cultivares de *Coffea canephora* Apoatã, Conilon e Robusta e as cultivares *Coffea arabica* Catuaí Vermelho IAC 81, Obatã, Tupi, Ouro Verde e Mundo Novo. As oito cultivares foram plantadas e preparadas no Núcleo Experimental do Instituto Agrônômico de Campinas.

As cultivares Apoatã, Conilon e Catuaí Vermelho IAC 81 foram colhidas na safra de 1999-2000, e as cultivares Robusta, Obatã, Tupi, Ouro Verde e Mundo Novo, foram colhidas na safra de 2000-2001.

2.1.2. Colheita

A colheita dos frutos de todas cultivares estudadas foi feita por derriça de pano, e após a limpeza dos frutos para retirar sujidades mais pesadas como pedras, paus e folhas fez-se a seleção dos frutos quanto ao estágio de maturação.

2.1.3. Preparo dos cafés

Os frutos maduros da espécie *Coffea canephora* e *Coffea arabica*, foram submetidos aos tratamentos de via seca, via úmida e cereja descascado, resultando em café natural, café despulpado e cereja descascado, respectivamente. Para todos os modos de preparo, foram escolhidos somente frutos cerejas vermelhos e sem injúrias, que foram separados manualmente dos frutos em outros estágios de maturação como os passas, secos e podres. Foram

feitas três repetições para cada preparo de cada café, e em cada repetição foram empregados 10 Kg de frutos selecionados.

2.1.4. Secagem

A secagem dos cafés nos diferentes processos de preparo foi feita ao sol em bandejas de madeira e com fundo de tela até umidade de no máximo 11%. Os cafés foram revolvidos durante todo o período de secagem. Ao final do dia, as bandejas eram recolhidas e armazenadas em ambiente seco e arejado, este procedimento foi realizado diariamente durante o período de secagem.

2.1.5. Beneficiamento

Os grãos secos foram recolhidos, pesados e mantidos em sacos de papel em sala a 21°C até o beneficiamento. Para o beneficiamento do café, separou-se os grãos quebrados e mocas dos chatos, que foram classificados e estocados em sacos de papel acondicionados em latas armazenadas a 21°C.

2.1.7. Preparo das amostras

Grãos de café crus foram moídos em moinho da marca Foss-Tecator refrigerado com água gelada, e peneirados em peneira de 0,5 mm (ABNT 35, Tyler 32).

2.2. Métodos

2.2.1. Determinação da atividade da polifenoloxidase

Empregou-se inicialmente, a metodologia proposta por Mazzafera (2000), porém procedeu-se uma série de modificações devido à necessidade de se aumentar a atividade enzimática. Foram feitos vários ensaios, combinando-se as variáveis: massa de café, ácido ascórbico e polivinilpirrolidona (PVPP), para se determinar a melhor relação entre elas, chegando-se ao seguinte procedimento de extração: a 500 mg de café cru moído foram adicionados 500 mg de PVPP e 10 mL de solução tampão fosfato pH 7. A extração da enzima foi feita sob refrigeração à 10°C em geladeira por 10 minutos, com agitação magnética.

A determinação da atividade da polifenoloxidase foi baseada na metodologia proposta por Mazzafera (2000) e análogo à etapa de extração, procedeu-se modificações no tipo e nas proporções de substrato, extrato enzimático e solução tampão utilizados na reação enzimática, para obter a melhor relação entre as concentrações destas variáveis. A metodologia proposta por Mazzafera (2000), propõe que a medida da atividade seja feita por meio do consumo de oxigênio durante a reação enzimática, porém optou-se pela determinação por métodos espectrofotométricos.

Vários ensaios foram feitos para se determinar qual o melhor intervalo de tempo a ser tomado para o cálculo da atividade. A curva da Figura 2 representa o comportamento da polifenoloxidase observado em 300 segundos (5 minutos) de reação enzimática.

O segmento da curva em vermelho foi o intervalo de tempo escolhido (18-78 segundos) para se calcular a atividade enzimática (Figura 3), pois é o segmento da curva que apresenta mais linearidade ($R^2 = 0,9923$), para todas as amostras

foram tomados segmentos com valores de $R^2 \geq 0,99$. De posse do valor do coeficiente angular (a), procedeu-se o cálculo da atividade enzimática.

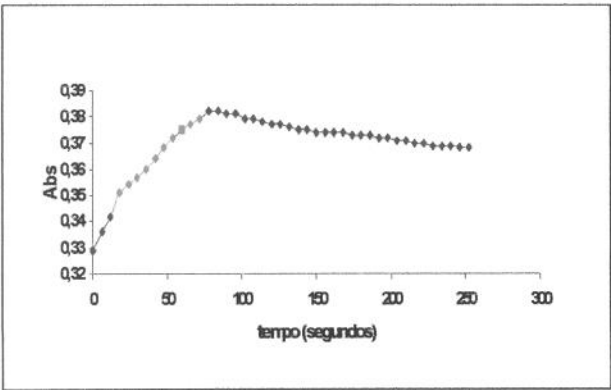


Figura 2. Efeito do tempo de reação na variação de absorbância

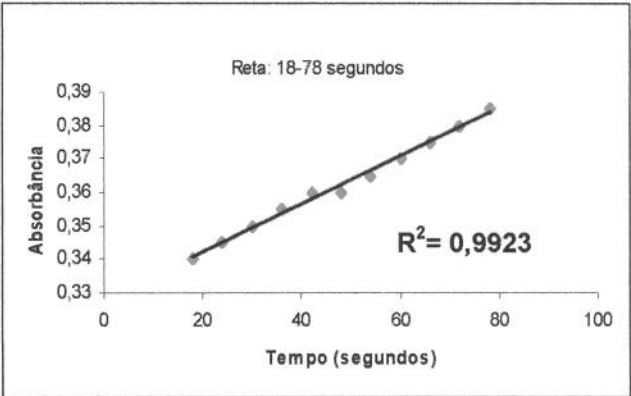


Figura 3. Segmento de reta selecionado para cálculo da atividade da polifenoloxidase

Também se observou qual a melhor temperatura de reação (Figura 4), concluindo-se que a temperatura ideal de reação seria de 36°C.

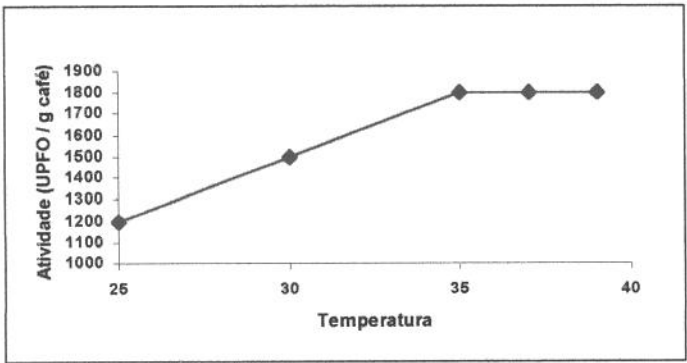


Figura 4. Efeito da temperatura na atividade da polifenoloxidase

Após os ensaios chegou-se a seguinte metodologia para determinação da atividade da polifenoloxidase: a reação enzimática foi realizada utilizando-se como

substrato uma solução de 4-metilcatecol 0,2 M em solução tampão citrato-fosfato a 0,1 M pH 5,0. A medida da atividade enzimática foi realizada tomando-se 2,8 mL de substrato, 0,1 mL de tampão citrato fosfato 0,1 M pH 5 e 0,1mL de extrato enzimático. A reação enzimática foi feita à 36°C e acompanhada por 5 minutos. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como o aumento de 0,001 unidade de absorbância a 420 nm em 1 minuto.

2.3. Análise sensorial

A avaliação sensorial das bebidas de café foi feita com provadores treinados da Empresa Café Toledo através da prova da xícara, e a bebida classificada por tipo de bebida e classificação por conceito geral.

2.4. Análises estatísticas

A análise de variância dos dados obtidos nas análises dos cafés de diferentes cultivares foi feita segundo o modelo fatorial inteiramente casualizado $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, onde α = efeito da cultivar ou material genético; β = efeito do modo de preparo e $\alpha\beta$ = efeito da interação entre os cultivares ou material genético e modo de preparo. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Newman – Keuls a 5%.

3. Resultados e Discussão

3.1. Café cru – Safra 1999-2000

A cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 (*C. arabica*) não apresentou influência do modo de preparo na atividade de polifenoloxidase (Tabela 1). A qualidade sensorial das bebidas de café foi afetada pelo modo de preparo, sendo o valor de

F significativo para os parâmetros conceito geral e tipo de bebida (Tabela 1). O café Catuaí despulpado apresentou melhor bebida e o café natural foi o de menor qualidade, nas duas avaliações. Apesar do conceito geral apresentar a mesma classificação para as bebidas de cafés despulpado e descascado, estas foram caracterizadas como mole e apenas mole, respectivamente.

Tabela 1. Valores de atividade de polifenoloxidase (Unidade PFO/ g café cru) e avaliações sensoriais para café da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 submetido a três modos de preparo

Modo de Preparo	Polifenoloxidase**	Avaliação sensorial***		
		Conceito geral	Notas Classificação Da bebida	Classificação da bebida
Natural	28200 ± 4724 a	8,40 ± 1,52 b	5,20 ± 1,30 b	Apenas mole
Despulpado	27500 ± 8854 a	10,06 ± 0,55 a	8,40 ± 0,55 a	Mole
Cereja Descascado	28700 ± 1583 a	10,06 ± 0,45 a	6,20 ± 0,55 b	Apenas mole
CV(%)	20,90	10,00	13,00	-
Teste F	0,06ns	8,34*	18,27*	-

*Teste F significativo à 5% de probabilidade; ns = Teste F não significativo

** Médias obtidas de 6 repetições

*** Médias obtidas de 5 provadores

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls 5%).

O modo de preparo influenciou a atividade de polifenoloxidase dos cafés da cultivar Apoatã. O café com a maior atividade foi o Apoatã descascado, que apresentou média equivalente a 39.900 UPFO/g de café cru sendo estatisticamente diferente das médias dos demais café (Tabela 2). O café Conilon não apresentou diferença significativa na atividade enzimática entre as médias dos cafés submetidos a diferentes preparos, e apresentou também, menor atividade enzimática que os cafés da cultivar Apoatã.

Tabela 2. Valores de atividade de polifenoloxidase* (Unidade PFO/g café cru) e avaliações sensoriais para as cultivares Apoatã e Conilon (*C. canephora*) submetidas a três modos de preparo**

	Cultivar	Modo de preparo		
		Natural	Despoldado	Cereja Descascado
Polifenoloxidase	Apoatã	23850 ± 6126 b	29400 ± 5184 b	39900 ± 6761 a
	Conilon	23400 ± 1469 b	22800 ± 4569 b	23567 ± 5098 b
Conceito Geral	Apoatã	5,80 ± 0,84 d	8,00 ± 0,71 b	10,00 ± 0,00 a
	Conilon	6,40 ± 0,45 cd	8,80 ± 0,45 b	7,00 ± 1,00 c
Notas Classificação bebida	Apoatã	3,00 ± 0,00 e	7,00 ± 0,00 c	8,00 ± 1,00 b
	Conilon	5,80 ± 0,55 d	9,60 ± 0,55 ab	8,20 ± 0,86 a
Classificação bebida	Apoatã	Gosto estranho	Médio gosto Robusta	Médio gosto Robusta
	Conilon	Forte gosto Robusta	Fraco gosto Robusta	Médio gosto Robusta

* Médias obtidas de 6 repetições

**Médias obtidas de 5 provadores

Médias com letras iguais na mesma coluna e linha não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls, 5%)

Para as cultivares de café *Canephora*, as avaliações sensoriais estiveram de acordo quanto a pior bebida que foram as de café natural. As melhores bebidas foram as de cafés despoldado e cereja descascado, de acordo com os dois tipos de avaliação (Tabela 2).

As bebidas da safra 1999-2000 foram de boa qualidade e isentas de características indesejáveis como gosto químico, azedo e ardido e odores estranhos. O único café que não apresentou boa qualidade foi o Apoatã natural (Tabela 2).

A Tabela 3 demonstra que a atividade de polifenoloxidase e as avaliações sensoriais foram influenciadas pelo modo de preparo, pela cultivar e pela interação entre modo de preparo e cultivar (C*MP).

Tabela 3. Valores de F encontrados nas análises de variância realizadas para atividade de polifenoloxidase, conceito geral e classificação de bebida para cafés *Canephora*: Apoatã e Conillon

Fonte de variação	Polifenoloxidase	Conceito geral	Classificação bebida
Cultivar (C)	36,02*	4,74*	71,27*
Modo de Preparo (MP)	6,12*	40,96*	131,55*
C*MP	5,26*	25,41*	14,27*

Teste F significativo a 5% de probabilidade

3.2. Café cru – Safra 2000-2001

As cultivares Ouro Verde, Tupi e Obatã não apresentaram diferença significativa na atividade de polifenoloxidase, e a cultivar Mundo Novo foi a única que apresentou diferença significativa entre as médias de atividade de polifenoloxidase dos seus cafés, devido ao efeito do modo de preparo (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de atividade de polifenoloxidase* (Unidade PFO/ g café cru) e avaliações sensoriais** para as cultivares *C. arabica* submetidas a três modos de preparo

	Cultivar	Modo de preparo		
		Natural	Descascado	Despolpado
Polifenoloxidase	Mundo Novo	22800 ± 2343 e	21200 ± 1307 e	26600 ± 10707 cde
	Ouro Verde	32400 ± 5739 bc	36000 ± 3587 bc	38333 ± 5957 bc
	Tupi	32500 ± 3203 bcd	51100 ± 8851 a	25600 ± 8108 de
	Obatã	32400 ± 6679 bcd	36000 ± 5195 bc	38333 ± 12959 b
Conceito Geral	Mundo Novo	6,80 ± 1,64 d	12,20 ± 0,45 a	11,00 ± 0,71 ab
	Ouro Verde	11,00 ± 1,87 ab	11,20 ± 0,45 ab	11,40 ± 1,52 ab
	Tupi	8,40 ± 2,30 cd	9,40 ± 1,34 bc	12,60 ± 1,52 a
	Obatã	9,40 ± 0,89 bc	11,00 ± 1,00 ab	11,60 ± 0,55 ab
Classificação bebida	Mundo Novo	6,00 ± 2,12 abc	9,00 ± 0,00 a	8,00 ± 1,22 b
	Ouro Verde	8,00 ± 1,22 ab	6,00 ± 0,00 bc	8,80 ± 1,64 a
	Tupi	4,60 ± 1,14 c	4,80 ± 1,30 c	8,20 ± 2,28 ab
	Obatã	4,80 ± 0,84 c	7,40 ± 1,34 ab	8,40 ± 1,34 ab
Classificação bebida	Mundo Novo	Apenas mole	Mole	Mole
	Ouro Verde	Mole	Apenas Mole	Mole
	Tupi	Apenas mole	Apenas mole	Mole
	Obatã	Apenas mole	Mole	Mole

* Médias obtidas de 6 repetições; ** Médias obtidas de 5 provadores
Médias com letras iguais na mesma coluna e linha, não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls 5%)

O café com maior atividade foi o Tupi cereja descascado, e o de menor média foi o café despulpado. Apesar de possuir maior valor de atividade, a cultivar Tupi cereja descascado foi classificado com bebida apenas mole, enquanto que o despulpado foi classificado como mole.

De maneira geral, os preparos por via seca (cafés naturais) originaram as bebidas com menores médias pelos dois tipos de avaliação sensorial (Tabela 4). Porém todas as bebidas de café natural foram classificadas como apenas mole, com exceção, do café Ouro Verde natural que foi classificado como mole. Estas boas notas de classificação dos cafés estudados demonstram que o emprego de apenas frutos cerejas, no processamento por via seca, contribuíram para a melhoria da qualidade da bebida (Pimenta et al., 2000).

A Tabela 5 mostra que a atividade de polifenoloxidase das cultivares de café arábica foram influenciadas apenas pelo modo de preparo e pela interação entre modo de preparo e cultivar (C*MP). Em relação às avaliações sensoriais, o conceito geral foi influenciado pelo modo de preparo e pela interação entre cultivar e preparo, enquanto que a classificação por bebida foi afetada pela cultivar, pelo preparo e pela interação entre eles (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de F encontrados nas análises de variância realizadas para atividade de polifenoloxidase (UPFO/g), conceito geral e classificação de bebida para cafés *C. arabica*

Fonte de variação	UPFO	Conceito geral	Classificação bebida
Cultivar (C)	18,682*	2,59 NS	5,57*
Modo de Preparo (MP)	1,35 NS	23,45*	16,84*
C*MP	13,426*	5,76*	4,93*

Teste F significativo a 5% de probabilidade; NS= Teste F não significativo

A atividade de polifenoloxidase nos cafés da cultivar Robusta (*C. canephora*) não apresentou diferença significativa entre os modos de preparo como pode ser verificado na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de atividade de polifenoloxidase (Unidade PFO/g café cru) e avaliações sensoriais para a cultivar Robusta (*C. canephora*) submetida a três modos de preparo

Modo de Preparo	Polifenoloxidase**	Avaliação sensorial***		
		Conceito geral	Notas de classificação da bebida	Classificação da bebida
Natural	28800 ± 7572 a	6,60 ± 0,89 b	7,40 ± 0,84 b	Médio gosto de Robusta
Cereja Descascado	34000 ± 5739 a	7,60 ± 1,52 b	8,00 ± 0,71b	Médio gosto de Robusta
Despolpado	28600 ± 4260 a	13,20 ± 0,45 a	10,40 ± 1,52 a	Fraco gosto de Robusta
CV(%)	19,7	11,50	12,40	-
Teste F	3,11 NS	57,52	8,97*	-

* Teste F significativo, 5% de probabilidade; NS= Teste F não significativo

** Médias obtidas de 6 repetições

*** Médias obtidas de 5 provadores

Médias com letras iguais na mesma coluna e linha não diferem entre si estatisticamente (Newman – Keuls 5%).

A avaliação sensorial das bebidas do café robusta demonstrou que a melhor bebida foi obtida, quando se submeteu a cultivar ao preparo cereja descascado (Classificação por bebida) e ao preparo via úmida (Conceito geral).

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de correlação entre a atividade da polifenoloxidase e as avaliações por conceito geral e tipo de bebida, e pode-se concluir que no presente trabalho, a atividade de polifenoloxidase não apresentou correlação com a qualidade sensorial. Os coeficientes encontrados não foram significativos ($p < 0,05$).

Os resultados obtidos no presente trabalho, não estão de acordo com alguns autores (Amorim & Melo, 1991; Carvalho et al., 1994; Lopes, 2000; Pimenta et al., 2000), que relacionam a atividade da polifenoloxidase a qualidade da bebida de café. Carvalho et al. (1994) relacionou a qualidade da bebida à atividade de polifenoloxidase, e verificou equivalência entre a classificação por tipo de bebida e a atividade de polifenoloxidase, onde as melhores classificações foram dadas às bebidas com maiores atividades enzimáticas. Por outro lado, Vitorino et al. (2001) avaliaram a atividade de polifenoloxidase em amostras de café arábica de diferentes qualidades e concluíram que a atividade de polifenoloxidase não foi um bom parâmetro para a avaliação da qualidade da bebida de café.

Tabela 7. Valores dos coeficientes de correlação (R) da atividade da polifenoloxidase com a qualidade sensorial

	Polifenoloxidase/Classificação por Bebida	Polifenoloxidase/Conceito geral
Cultivares C. arabica (todas)	-0,29	0,00
Cultivares C. canephora (todas)	0,22	0,38

*Valores em preto-não significativos a $p < 0,05$

4. Conclusão

- De modo geral, o modo de preparo não influenciou a atividade da polifenoloxidase das cultivares estudadas da safra 1999-2000 e 2000-2001.
- Não foi observada relação entre a qualidade da bebida e a atividade de polifenoloxidase nos grãos de café cru da safra de 1999-2000 e 2000-2001.
- A atividade de polifenoloxidase das cultivares de café estudadas não serviu como um bom parâmetro de avaliação de qualidade das bebidas de café,

tanto pela avaliação de conceito geral quanto pela classificação sensorial da bebida.

5. Referências Bibliográficas

AMORIM, H. e MELO, M. Enzymes in coffee. In: Fox, P.F. **Food Enzymology**. Elsevier Applied Science, v. 2, 1991.

AMORIM, H. V. e SILVA, O.M. Relationship between the polyphenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. **Nature**, v. 219, n. 5152, p. 381-382, 1968.

CARVALHO, V.D., CHAGAS, S.J.D., CHALFOUND, S.M., BOTREL, N., JUSTE, E.S.G. Relação entre a composição físicoquímica e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.

FUJITA, S. e TONO, T. Difference spectra spectrophotometry for polyphenoloxidase assay. In: **Enzymatic Browning and Its Prevention**. Lee, C.Y. and Whitaker, J.R. American Chemical Society, p. 188-199, 1995.

JIMÉNEZ, M. e GARCIA-CARMONA, F. The effect of sodium dodecyl sulphate on polyphenol oxidase. **Phytochemistry**, v. 42, n. 6, p. 1503-1509, 1996.

LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (Coffea arabica L.)**. Lavras, 2000. Dissertação (Título de Mestre em Ciência de Alimentos), UFLA.

MAZZAFERA, P. Characterization of polyphenol oxidase in coffee. **Phytochemistry**, v. 55, n. 4, p. 285-296, 2000.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. **Food Chemistry**, v. 64, n. 4, p. 547-554, 1999.

MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café**. Campinas, 1990. Tese (Título de Doutor em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

NICOLAS, J.J.; FORGET-RICHARD, F.C.; GOUPY, P. M.; AMIOT, M. JJ.; AUBERT, S. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.34, n.2, p. 109-157, 1994.

PIMENTA, C. J., MORAES, A. L. L., VILELA, T. C. Atividade da polifenoloxidase, composição centesimal, peso e qualidade de bebida de grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco, submetido a diferentes tempos de armazenamento. In: **26º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras** Marília, SP, 2000. p. 20-25.

ROCHA, A.M.C.N., MORAIS, A.M.M.B. Characterization of polyphenoloxidase (PPO) extracted from 'Jonagored' apple. **Food Control**, v.12, n. 2, p.85-90, 2001.

VITORINO, P. F. P. G, ALVES, J. D., CHAGAS, S. J. R., BÁRTHOLO, G. F. Seria a atividade da polifenoloxidase um bom indicador da qualidade da bebida do café? In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. 2001, Vitória, ES. p. 4-6.

WHITAKER, J. R. Polyphenoloxidase. In: **Principles of Enzymology for the Food Sciences**. Ed 2. Marcel Dekker Inc. p. 543-556. 1994.

WHITAKER, J.R. Polyphenoloxidase. In: Wong, D.W.W. **Food enzymes: structure and mechanism**. New York: Chapman & Hall, 1995.

6. Anexos

6.1. Anexo 1- Escalas de atributos sensoriais

Tabela A.1. Escalas dos atributos sensoriais e das avaliações das bebidas estudadas

Aromas	Estranho	Mau	Regular	Bom	
	1- 1,99	2- 5,99	6- 10,99	11-12	
Bebida (C. arabica)	Gosto estranho	Apenas mole	Mole	Estritamente mole	
	1- 2,99	3- 6,99	7-9,99	10-12	
Bebida (C. canephora)	Gosto estranho	Fraco gosto de Robusta	Médio gosto de Robusta	Forte gosto de Robusta	
	1-3,99	4-6,99	7-8,99	9-12	
Doce (C. arabica)	Não-detectado	Pouco doce	Doce	Muito doce	
	0- 2,99	3- 6,99	7- 9,99	10- 12	
Adstringência	Não-detectado	Leve	Regular	Forte	
	0- 2,99	3- 6,99	7- 9,99	10-12	
Ardido	Forte	Regular	Leve	Não-detectado	
	0- 2,99	3- 6,99	7- 9,99	10- 12	
Gosto químico	Muito forte	Forte	Fraco	Não-detectado	
	0-2,99	3- 6,99	7-9,99	10-12	
Corpo	Fraco	Semi-encorpado	Encorpado		
	1-4,99	5- 8,99	9-12		
Acidez	Baixa	Normal	Alta		
	1-4,99	5- 8,99	9-12		
Azedo	Forte	Regular	Não-detectado		
	0-2,99	3- 6,99	7-12		
Amargo	Normal		Forte		
	1- 6,99		7-12		
Conceito Geral	Mau	Regular	Regular/Bom	Bom	Muito bom
	1-4,99	5-7,99	8-9,99	10-11,99	12-14