

LUCIANA MARIA VIEIRA LOPES

**AValiação da Qualidade de Grãos Crus e Torrados de
Cultivares de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em 'Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientadora:

Prof^a Rosemary Gualberto F. **A.** Pereira

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2000

A Deus.

Aos meus pais, Tadeu e Ângela,

Aos meus irmãos Cláudia, Thadeu e Elisângela,

Ao meu amado José Marcos,

Aos meus cunhados e cunhadas,

À minha sobrinha Laura

À minha família “Angélico Mendonça”

OFEREÇO

À **Raquel** Luísa, razão de tudo...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as inspirações

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos

Ao Conselho Nacional do Café, pelos recursos concedidos para a realização do trabalho de pesquisa.

À Dra. Rosemary G. F. Alvarenga Pereira pela orientação, compreensão, amizade e incentivo.

Ao Dr. Antônio Nazareno G. Mendes pela orientação, disposição e apoio.

À Dra. Vânia Déa de Carvalho, pelas valiosas sugestões, pela confiança, amizade e a primeira mão estendida.

Ao Dr. Evódio Ribeiro Vilela, pelas sugestões e amizade.

Ao prof. Augusto Ramalho de Moraes, pela sua prestativa atenção na execução das análises estatísticas.

A todos os professores do DCA, que com dedicação dividiram seus conhecimentos conosco.

Ao Técnico Agrícola Mário Ap. Amaral, da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, pela coleta das amostras.

Aos funcionários Samuel e Odair, do Laboratório de Qualidade do Café "Dr. Alcides Carvalho", pelo apoio na execução das análises químicas.

As laboratoristas Tina e Sandra, por todas as orientações na realização das análises e na etapa de torração do café.

Aos estagiários Marcelo e Heloísa pela ajuda na execução das análises.

À Beatriz Angélica pela pronta ajuda na edição deste trabalho.

Às secretárias Gicelda e Andréia pela atenção.

A todos funcionários do DCA.

À minha querida Raquel, pela paciência, entendimento e força.

A todos os meus familiares pela inestimável compreensão e apoio que sempre me dispensaram.

Ao José Marcos, pelo apoio, compreensão e incentivo.

À Dona Rosa, Biá, Analu, Cristina, Gabi e Ricardo, pela torcida, apoio, incentivo, compreensão e carinho.

Ao meu grande amigo Fábio Augusto Cruvinel (Bird), que me ensinou a **gostar** tanto de **café**, e Paula Karina Gava pelo seu contagiante otimismo.

Aos colegas' do DCA: Joelma, Valéria, Karina, Gilvana, Letícia, Alessandro, Cristiane, Maria Alicia, Rossana, Pedro Henrique, Rogério, Simone, Renata, Cristina, Luis, Marcelo, Patrícia Nasser, Alzira, Ellen, Ana Vânia, Alessandra, Nísia e Rodrigo, pelo companheirismo e preciosa convivência.

A todos que contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Importância econômica do café.....	3
2.2. O cafeeiro.....	4
2.3. Qualidade do café.....	5
2.3.1. Critérios de classificação da qualidade do café.....	6
2.3.2. Influência do genótipo na qualidade do café.....	7
2.4. Composição química dos grãos.....	8
2.5. Mudanças nos compostos químicos com a torração.....	19
2.6. Cultivares de café.....	23
3 MATERIAL E METODOS.....	27
3.1 Caracterização do experimento.....	27
3.2 Preparo das amostras.....	28
3.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	29
3.4 Classificação física.....	29
3.4.1 Classificação por tipo.....	29
3.4.2 Classificação por peneira.....	30
3.5 Análises físico-químicas e químicas.....	30
3.5.1 Umidade.....	30
3.5.2 Lixiviação de íons potássio.....	30
3.5.3 Condutividade elétrica.....	30
3.5.4 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	30
3.5.5 Cafeína.....	31

3.5.6 Sólidos solúveis totais.....	31
3.5.7 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	31
3.5.8 Acidez titulável total e pH.....	31
3.5.9 Compostos fenólicos totais.....	31
3.5.10 Extrato etéreo.....	32
3.5.11 Proteína bruta.....	32
3.6 Percentual de redução ou aumento com a torração.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Lixiviação de potássio.....	33
4.2 Condutividade elétrica.....	35
4.3 Atividade da polifenoloxidase.....	37
4.4 Cafeína.....	40
4.5 Sólidos solúveis totais.....	42
4.6 Açúcares totais, não redutores e redutores.....	46
4.7 Acidez titulável total.....	56
4.8 pH.....	59
4.9 Fenólicos totais.....	63
4.10 Extrato etéreo.....	67
4.11 Proteína bruta.....	71
4.12 Classificação por tipo.....	74
4.13 Classificação por peneira.....	77
5 CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXO.....	88

RESUMO

LOPES, Luciana Mana Vieira. Avaliação da qualidade de **grãos crus** e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Lavras: UFLA, 2000, 95p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).*

Com o objetivo de verificar a variação da composição química entre diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. e sua relação com a qualidade da bebida, frutos do cafeeiro de Mundo Novo, Topázio, Catuaí Vermelho e Amarelo, Acaiá Cerrado, Rubi e Icatu Amarelo (LCG 3282 e H 2944), cultivadas na FESP-EPAMIG, município de São Sebastião do Paraíso – MG, foram colhidas em três etapas durante a colheita. Após a secagem e o beneficiamento os grãos crus foram submetidos às análises de lixiviação de potássio, condutividade elétrica, atividade da polifenoloxidase e teor de cafeína, e assim como nos grãos torrados, obtidos por torração clara, avaliou-se o teor de sólidos solúveis totais, açúcares totais, redutores e não redutores, acidez titulável total, pH, fenólicos totais, extrato etéreo, proteína bruta e a variação destes constituintes com a torração. Os resultados demonstraram não existir diferenças entre as cultivares quanto à atividade enzimática, a qual promoveu a classificação de suas bebidas nos padrões Mole a Apenas mole. Para os grãos crus, não foram observadas variações no teor de fenólicos totais e na acidez titulável, no entanto os demais constituintes mostraram-se variáveis entre as cultivares. Na avaliação dos grãos torrados, houve variação para todos os constituintes, demonstrando uma tendência das cultivares Mundo Novo e Rubi a apresentarem maiores teores de açúcares totais, sólidos solúveis e extrato etéreo. Com a torração, a acidez titulável total e o teor de extrato etéreo dos grãos de café sofreram elevações e os demais constituintes foram reduzidos, sendo possível observar ainda, uma variação nestas mudanças entre as distintas cultivares. Concluiu-se que, as cultivares exibiram variações na composição química dos grãos crus e torrados, contudo, não diferiram quanto a atividade da polifenoloxidase

* Comitê Orientador: Dra. Rosemary G. Fonseca Alvarenga Pereira – UFLA (Orientadora), Dr. Antônio Nazareno G. Mendes – UFLA e Dra. Vânia Déa de Carvalho – UFLA.

ABSTRACT

LOPES. Luciana Maria Vieira. Evaluation of the quality of raw and roasted grains of coffee cultivars (*Coffea arabica* L.) Lavras: UFLA, 2000, 95p. (Dissertation – Master in Food Science).¹

With an objective to verify the variation of the chemical composition among different coffee cultivars of the species *Coffea arabica* L. and their relationship with beverage quality, fruits from cultivars in Mundo Novo, Topazio, Catuai Vermelho e Amarelo, Acaia Cerrado, Rubi and Icatu Amarelo (LCG 3282 and H 2944) grown at FESP-EPAMIG, in the municipality of São Sebastião do Paraíso – MG, were collected in three steps during the harvest. After drying and processing, the grains were submitted to a potassium leaching analysis, electric conductivity, polyphenoloxidase **activity** and **caffeine content** as well as in roasted grains obtained by light roasting, an evaluation of the total content of soluble solids, total sugars, both reducing and non reducing, total titrable acidity, pH, total phenolics, ether extracts, crude protein and the variation of these constituents with roasting. The results showed that there are no differences among cultivars as to the enzyme activity which promoted the classification of the beverages to soft and only soft standards. The raw grains, no variations in the contents of total phenolics and titrable acidity, nevertheless, the other constituents presented variations among the cultivars. In the evaluation of roasted grains, there were variations for all the constituents, presenting a trend with the cultivars from Mundo Novo and Rubi, showing increased contents of total sugars, soluble solids and ether extract. With roasting, both total titrable acidity and ether extract content in the **grams** underwent rises while the remaining constituents were reduced, still making it possible to notice, a variation in these changes among distinct cultivars. Concluding that the cultivars exhibit variations in chemical compositions of raw and **toasted** grains, nevertheless there is no difference with polyphenoloxidase activity.

¹ Guidance Committee: Dra. Rosemary G. Fonseca Alvarenga **Pereira** – UFLA (Orientadora), DR. Antônio Nazareno G. Mendes – UFLA e Dra. Vânia Déa de Carvalho – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A globalização da economia propõe um livre mercado, em que os participantes devem ser mais competitivos, oferecendo produtos com qualidade, em quantidade, com bom preço e preocupados com o lado social e o meio ambiente. **A** ascensão permitida à cafeicultura, por esse processo, promoveu **um** amadurecimento dos produtores que buscam, juntamente com a produtividade, controlar os fatores que afetam a qualidade do café produzido no Brasil.

Existe a necessidade de se melhorar a imagem do café brasileiro para que o mesmo seja considerado no mercado internacional, não apenas como um produto de preços baixos, mas também de grande qualidade. **O** mercado de cafés especiais, por exemplo, tem exercido o papel de resgatar o conceito do café de qualidade.

A pesquisa, por outro lado, tem num esforço contínuo procurado buscar melhores condições para assegurar que a qualidade do café não' se perca em nenhuma das etapas de seu processamento. Assim, a fonte da matéria-prima, o cafeeiro, tem sido objeto de ostensivos estudos por parte do melhoramento genético que busca o maior vigor das plantas associado à máxima produtividade. Para tal, diversas linhagens de cultivares de café têm sido desenvolvidas **com** características produtivas e vegetativas importantes, como resistência a pragas e doenças, menor porte da planta, maior relação frutos/ramo, sistema radicular, eficiente, uniformidade de maturação, adaptação climática, entre outras.

As diferenças citadas entre cultivares referem-se apenas às características vegetativas e de produção no **entanto**, toma-se imprescindível conhecer a qualidade de diferentes cultivares, avaliando a composição química dos grãos, pelo grande potencial que esses materiais possuem, capacitando-os a contribuir na produção de cafés especiais.

Com tudo isso, tomou-se objetivo do presente trabalho caracterizar quimicamente grãos crus e torrados de oito cultivares mais plantadas na região Sul de Minas Gerais, provenientes do município de *São* Sebastião do Paraíso, sob as mesmas condições de cultivo, para avaliar **sua** qualidade e possibilitar a complementação dos estudos dos melhoristas do cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica do café

Há 273 anos vegetando em solos brasileiros, o café é tido como um dos mais tradicionais símbolos do país, sendo admirado e consumido de norte a sul. Em estudo realizado pela ABIC (Associação Brasileira das Indústrias do Café), o café foi lembrado em 1997 por 51% dos consumidores questionados e ocupou a quarta posição entre as bebidas mais consumidas, depois da água, refrigerantes e sucos naturais (Qualidade, 1999a).

Dos produtos nacionais exportados, o café verde e solúvel representaram, de janeiro a setembro de 1999, 5,3% do total arrecadado pelo país gerando uma receita de 1,84 bilhões de dólares, tendo abastecido grandes mercados como Alemanha e EUA, os quais juntos, compraram nesse ano, 40% do café exportado pelo Brasil (EUA..., 1999).

A produção estimada para a safra 1999/2000 é de 28,9 milhões de sacas, representando apenas 6,4% a mais do que foi produzido na safra anterior. A Embrapa, (Empresa de Pesquisa Agropecuária Brasileira), cita o efeito do ciclo bianual das lavouras e os períodos de anormalidades climáticas, com altas temperaturas e poucas chuvas, como sendo fatores responsáveis pela produção de 17,43% menor do que o previsto, no início do ano de 1999, ocasião em que se estimou uma colheita no Brasil, na ordem de 35 milhões de sacas (Safra..., 1999). O Estado de Minas Gerais se consolida novamente como o maior produtor respondendo por 51,2% dessa produção, com 13,86 milhões de sacas de café Arábica e 40 mil de Robusta.

As cultivares de café da espécie *Coffea arabica* L., são responsáveis por 80% da produção brasileira na safra 2000 e as cultivares da espécie *Coffea canephora*, por 20%. Espírito Santo é o Estado que mais produz o café robusta,

sendo previstas 2,69 milhões de sacas, seguido de Rondônia com 1,2 milhões para a próxima safra.

O consumo interno brasileiro, estimulado pelo investimento das torrefadoras de café, atingiu a marca de 12 milhões de sacas em 1998, o mesmo volume consumido por todos os outros 49 países produtores, juntos. Assim, o Brasil foi colocado como o segundo mercado consumidor desse produto; depois dos EUA, com perspectivas de igualá-lo na próxima década, com um consumo interno estimado em 15 milhões de sacas (Anuário..., 1998).

2.2 O cafeeiro

O cafeeiro é uma planta perene, dicotiledônea, de porte arbustivo, caule lenhoso, com folhas persistentes e flores hermafroditas. Pertence ao gênero *Coffea* que juntamente com o gênero *Psilanthus*, forma a subtribo Coffeinae, família *Rubiaceae*, a qual inclui mais de 500 gêneros e em torno de 8.000 espécies. O gênero *Coffea* inclui pelo menos 60 espécies, das quais apenas duas são economicamente mais importantes, a *Coffea arabica* L. L., conhecida como café arábica que responde por $\frac{3}{4}$ da produção mundial, e *Coffea canephora* Pierre, comumente descrita como café robusta, que contribui com $\frac{1}{4}$. Estas espécies apresentam diferenças consideráveis em suas características botânicas, genéticas, agrônômicas, químicas e morfológicas.

A espécie *C. arabica* L. se desenvolve bem em altitudes entre 600 e 2200m, com temperatura ótima entre 15 e 24° C, precipitação em torno de 1200 e 2200mm. Possui 44 cromossomos, é tetraplóide, autofértil, multiplicando-se praticamente por autofecundação. O cafeeiro robusta apresenta bom desenvolvimento em altitudes variando de 0 a 800m, condições de alta umidade com temperaturas entre 18 e 26 C, 2200 a 3000mm de precipitação. É uma planta alógama, diplóide e possui 22 cromossomos (Illy e Viani, 1995).

A maturidade fisiológica da semente, de acordo com Caixeta (1981), Ocorre ao mesmo tempo em que a semente acumula o máximo de matéria *seca*, ou seja, o ponto em que a absorção de substâncias é balanceada pela quantidade de substratos consumidos na respiração. O crescimento do fruto de *café* compreende cinco fases: (1) Fase “chumbinho”- sem crescimento visível; (2) fase de expansão rápida, com endurecimento do endocarpo (pergaminho); (3) formação do endosperma que ocorre durante a parte final da Fase de expansão (endosperma leitoso); (4) endurecimento do endosperma e (5) maturação (Rena e ,Maestri, 1986).

Desde a antese até o fruto verde chegar ao seu tamanho máximo, decorre um período de 4 a 6 meses, e o período de maturação toma dois meses ou mais, dependendo das condições ecológicas e da cultivar.

2.3 Qualidade do café

A qualidade da bebida do café está associada principalmente à **satisfação** dos consumidores na observação da combinação balanceada de sabores e aromas, que se tomam perceptíveis apenas com a torração dos grãos, reação esta dependente das substâncias químicas existentes no *grão* cru, que *são* utilizadas na formação dos compostos responsáveis por esses atributos.

A influência de fatores como a composição química dos *grãos*, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais, os métodos de colheita, processamento e armazenamento, são importantes por afetarem diretamente a qualidade da bebida do café. **A** torração e o preparo da bebida modificam a constituição química dos grãos, no entanto essas alterações *são* dependentes da composição original dos mesmos.

O café é um dos poucos produtos agrícolas, no Brasil, que tem seu preço associado a parâmetros qualitativos; assim seu valor é acrescido com a melhoria da qualidade. (Souza, 1996).

A Associação Brasileira da Indústria de Café, **ABIC** afirma que não só o beneficiamento ou os cuidados na torra e moagem, ou um blend cuidadosamente estudado e controlado, fazem a qualidade da bebida café. A origem genética dos grãos é tão decisiva quanto todos os outros cuidados que permeiam a produção, do pé de café à xícara do consumidor.

2.3.1 Critérios de classificação da qualidade do café

No Brasil, as classificações de qualidade são baseadas no decreto lei nº 27.173 de **1949**, que avaliam as características físicas dos grãos (tipo, cor, peneira) e sensoriais da bebida (prova de xícara). A classificação por tipo é feita através da soma do número de defeitos encontrados em amostras de 300g de café beneficiado, sendo que pela Tabela Oficial Brasileira de Classificação, cada defeito possui sua equivalência e a mesma admite 7 tipos de valores decrescentes de 2 a 8 em termos de qualidade (**IBC, 1977**).

A análise do café por número de defeitos, não é adequada para a comprovação da qualidade, considerando-se o exigente mercado a ser atendido, pois não exprime a qual defeito se refere. Essa classificação sugere qualquer defeito, como, por exemplo, grãos quebrados que não interferem muito no sabor da bebida; no entanto, no caso dos grãos pretos, ardidos ou verdes haveria comprometimento da qualidade. Este é um dos problemas dessa classificação que não especifica o defeito (Classificação..., **1999**).

Na separação por peneiras os grãos são classificados segundo as dimensões dos crivos das peneiras que os retêm, numeradas de 12 a 19 para café chato e de 9 a 13 para café moca, os quais separam as favas em diferentes tamanhos possibilitando uma torração mais uniforme. Isso por que, enquanto na torração de uma “bica corrida” as favas graúdas ficam apenas tostadas, as miúdas já podem estar carbonizadas.

A classificação quanto à bebida é determinada segundo o sabor e aroma que o café apresenta na prova de xícara. Esta prova surgiu no Brasil, no início do século XX e foi adotada pela Bolsa Oficial de Café e Mercadorias de Santos, a partir de 1917. No entanto, até hoje ainda não se estabeleceu um critério uniforme para a sua realização, porque o critério varia de entidade para entidade. No Brasil, utilizam-se os termos bebida estritamente mole para caracterizar aqueles cafés nos quais se observam sabores suavíssimos e adocicados; mole, aqueles nos quais a bebida se caracteriza por apresentar sabor suave, acentuado e adocicado; apenas **mole**, quando o sabor se destaca de forma suave, porém com leve adstringência; bebida dura, com sabor adstringente e gosto áspero; riada com leve sabor de iodoformio ou ácido fênico e, finalmente, a bebida **rio** com um sabor forte e desagradável, lembrando iodoformio ou ácido fênico. Esta diferenciação qualitativa da bebida é realizada por provadores treinados, e tende a ser subjetiva. Cortez (1988) afirma que existe **uma** tendência em se considerar a bebida dura como valorização máxima do café.

2.3.2 Influência do genótipo na qualidade do café

Os projetos de melhoramento genético buscam, através de cruzamentos entre diferentes materiais, a obtenção de novas cultivares com resistência a pragas e doenças, assim como características vegetativas associadas ao máximo vigor e produtividade; contudo, estudos químicos para verificar a qualidade entre as mesmas são relativamente muito escassos.

Com relação as espécies, sabe-se que o café arábica apresenta melhor qualidade e concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídeos e trigonelina, sendo que os cafés robustas considerados como de bebida neutra exibem, geralmente, maiores teores de compostos fenólicos e cafeína. (Illy e Viani, 1995).

Características multigenéticas, segundo Illy e Viani (1995), controlam a qualidade de bebida do café Arábica. No cruzamento interespecífico entre Arábica e Robusta, a qualidade da bebida provém de uma característica dominante, sendo que, em geral, Arábica melhora a qualidade do híbrido (Teixeira, Fazuoli e Carvalho, 1972). Essas considerações realçam o importante papel genético condicionando a seleção de plantas para melhorar a qualidade da bebida. A relação entre a qualidade e germosplasma tem sido identificadas através de características morfológicas, como, por exemplo, genótipos com área foliar reduzida, como Mokka, Blue Mountain e Kona, normalmente produzem cafés de boa qualidade, possivelmente influenciada pelo microclima da própria planta. A redução da área foliar promoverá maior aeração, aumentando a penetração da luz, ‘expondo mais energia durante o amadurecimento do grão cereja, cujo tempo é diminuído reduzindo a umidade e minimizando a fermentação microbiana que Ocorrem nos frutos cerejas demasiadamente maduros. (Illy e Viani, 1995).

Existem correlações estatísticas que mostram haver interações significativas entre a composição química e qualidade apenas quando diversas substâncias ou classes de substâncias são consideradas ímicas, afirmam Illy e Viani (1995), enquanto que a correlação entre componentes específicos e qualidade é geralmente baixa.

2.4 Composição química dos grãos

Os compostos químicos do café cru são utilizados em diversas reações que Ocorrem durante e após a torração, atuando como precursores de substâncias responsáveis pelo “flavor” e a cor dos grãos. Com isso, pode-se afirmar que a composição química do grão cru vai definir as características físicas e organolépticas do café, incrementando o seu valor como produto.

A maturação dos frutos de café marca a obtenção, nos teores ideais, das substâncias que são responsáveis pela expressão do aroma e sabor da bebida. **A** quantidade desses compostos é variável em função do clima, região, altitude, solo, espécie e outros.

O desenvolvimento fisiológico normal **do** grão poderá ser comprometido por ações adversas que ocorrem no fruto, tais como as injúrias causadas pelas invasões microbianas, efeito proveniente da má condução da lavoura. Esses traumatismos desencadeiam anormalidades no metabolismo dos frutos, promovendo a síntese de compostos químicos que são prejudiciais à qualidade.

A polifenoloxidase é uma enzima largamente distribuída na natureza e seu envolvimento com o escurecimento enzimático de frutos e vegetais, tem despertado a atenção de muitos químicos e processadores de alimentos. Esta enzima é intracelular e encontra-se localizada, principalmente, na membrana dos cloroplastos, participando dos processos de respiração, resistência à infecção e na biossíntese de certos constituintes vegetais como os flavonóides e quinonas (Eskin, 1990).

A ativação da polifenoloxidase ocorre durante infecção ou injúrias mecânicas, resultando em formação de quinonas e, conseqüentemente, de polímeros insolúveis que proporcionam uma barreira prevenindo contra a expansão de infecções nas plantas.

As primeiras correlações da qualidade do café e a atividade enzimática da polifenoloxidase foram realizadas por Amorim e Silva (1968), os quais observaram haver maior atividade da enzima em cafés de melhor qualidade, sugerindo a menor ocorrência de degradações das paredes celulares nestes cafés.

A partir do estudo da atividade da polifenoloxidase em 380 amostras de café mediante a bebida previamente classificada, Carvalho et al. (1994) elaboraram uma tabela complementar à prova de xícara (Tabela 1), que

TABELA 1 Atividade da polifenoloxidase (U/min/g de amostra) em cafés previamente classificados pela prova de xícara

Classificação pela prova de xícara	Atividade da Polifenoloxidase (faixa de variação)
Estritamente Mole (extra fino)	superior a 67,66
Mole e Apenas Mole (fino)	62,99 a 67,66
Dura (aceitável)	55,99 a 62,99
Riada e Rio (não aceitável)	inferior a 55,99

FONTE: Carvalho *et al.* (1994).

possibilita enquadrar os cafés nas diferentes classes de bebida segundo a atividade enzimática da polifenoloxidase.

A tabela tem sido usada com eficiência para avaliar a qualidade do café por diversos pesquisadores (Chagas, 1994; Pimenta, 1995; Silva, 1995; Souza, 1996; Pereira, 1997, Granda, 1998), em cujos trabalhos verifica-se que cafés de melhor qualidade exibem maiores valores de atividade da enzima polifenoloxidase.

A colheita de frutos no estágio cereja possibilita a obtenção de grãos de qualidade superior em relação àqueles colhidos verdes, conforme Pimenta (1995). A inclusão de defeitos verdes, ardidos e pretos em café de bebida estritamente mole promove uma acentuada queda na atividade da enzima com eventual perda na qualidade (Pereira, 1997). A fonte K_2SO_4 para adubação potássica apresenta uma melhoria na qualidade quando comparada às fontes KCl e K-Mg como alega Silva (1995). O elevado potencial da Região Sul de Minas, para a produção de cafés finos de bebida mole e apenas mole, foi levantado por Souza (1996) com base na atividade da polifenoloxidase, constatando-se que, aproximadamente 86,5% das amostras de café do Sul de Minas, exibem cafés de bebida dura, mole e estritamente mole.

A atividade enzimática da polifenoloxidase foi verificada por Valência-Aristizabal (1972), entre as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* e entre as variedades Típica, Bourbon, Caturra e Moka. Em relação às espécies foi observada uma acentuada diferença na atividade enzimática que foi maior em *C. canephora*; contudo, as diferenças encontradas para as variedades da mesma espécie foram pequenas, tendo a variedade Típica apresentado valores ligeiramente menores.

As atividades específicas das espécies foram apontadas por Oliveira et al. (1976) por diferirem entre si e decrescerem na ordem de *C. dewerei*, *C. canephora*, *C. arabica* (í o s imaturos), *C. liberica* e *C. arabica* (grãos cerejas); contudo, diferenças entre as cultivares Mundo Novo, Bourbon Amarelo e Catuaí não foram observadas.

O grão de café possui vários tipos de compostos fenólicos e os mais importantes, devido a quantidade encontrada no **grão**, segundo Amorim (1972), são os ácidos clorogênicos. Estes ácidos, de acordo com Dentan (1985), ocorrem na superfície do grão associados com a graxa cuticular e também no citoplasma, ao lado da parede celular do endosperma no parênquima.

Os **compostos** fenólicos, principalmente os ácidos clorogênico e caféico, exercem uma ação protetora, antioxidante dos aldeídos e, em geral, são considerados produtos secundários em plantas. Contudo, como a concentração destes compostos em cafés é muito maior que na maioria das plantas, outras funções, além do controle dos níveis de ácido indol acético, são citadas por Clifford (1985).

A presença desses compostos no café em quantidades maiores que aquelas verificadas para determinada espécie, é associada à desvalorização da qualidade (Amorim, 1972). As enzimas e os compostos fenólicos (principal substrato) encontram-se compartimentalizados em células intactas; entretanto, tão logo ocorra a desorganização interna da célula, promovida pelas injúrias, a

enzima e o substrato interagem 'produzindo quinonas reativas, as quais subseqüentemente reagem com as proteínas e outras enzimas, promovendo a sua inativação (Araújo, 1990).

Essas informações explicam por que os teores de ácido clorogênico em café de bebida mole (Amorim, 1972) são menores em relação aos cafés de bebida rio, riada e dura. Em outro trabalho, Amorim *et al.* (1974) sugerem que o teor desse ácido é mais elevado em cafés 'de qualidade mais baixa como resultado do ataque do fungo *Fusarium sp*, indicando que os danos mecânicos e químicos induzem à produção de maiores quantidades de compostos fenólicos.

O teor de ácido clorogênico é variável entre espécies e local de cultivo como mostra o trabalho de Smith (1963), que cita valores de 6,81% em cafés Arábica do Kênia e 6,94% em Arábica tipo Santos, 10,09% em *Coffea canephora* de Uganda e 9,39% do Zaire.

A variação do teor de ácido clorogênico, em genótipos da espécie *Coffea arabica* L.. resistentes à ferrugem, principal doença do cafeeiro, foi estudada por Carelli, Lopes e Mônaco (1974). As diferenças encontradas entre os genótipos não puderam indicar uma relação entre a resistência à doença e o teor de ácido clorogênico. No mesmo trabalho, o maior teor desse ácido observado na variedade Cera de grãos amarelos, em relação a Mundo Novo de grãos verdes, foi associado à variação da coloração dos grãos, concordando com Northmore (1966) o qual apontou o ácido como sendo o responsável pela coloração verde-azulado do café do Kênia. O grão verde, segundo Pierpoint (1969), pode surgir como um resultado da interação de o-quinonas, formadas através da oxidação de ácidos clorogênicos ou caféico, L-glutamina e histidina. O autor sugeriu que o estudo da cor do grão deverá ser feito levando-se em conta as transformações enzimáticas e suas interações com aminoácidos ou com os elementos minerais.

Considerando ainda a relação de estado de organização do sistema de membranas do grão cru com a qualidade, o teste de condutividade elétrica do

exsudato dos grãos demonstra que quanto pior a qualidade da bebida, maiores serão os valores determinados (Prete, 1992). **O** autor estudou o efeito do genótipo do café sobre o teste de condutividade elétrica, e observou que as diferenças encontradas poderiam ser atribuídas a distintas composições químicas e diferentes velocidades de deterioração.

O principal íon lixiviado, que influencia na medida da condutividade elétrica, tem sido reportado ser o potássio, presente na membrana do grão de café. Assim, quanto maior a injúria sofrida pelo grão, uma maior quantidade de ions potássio é translocada para o meio líquido. **Amorim** (1978) observou haver maior lixiviação desses ions em grãos dos piores cafés admitindo que estes sofreram maiores degradações e, conseqüentemente, maiores alterações na membrana celular.

A cafeína talvez seja um dos componentes químicos mais estudados, devido aos seus efeitos fisiológicos, principalmente como estimulante. Ocorre livre no citoplasma, complexada com o clorogenato de potássio, o qual é pouco solúvel encontrando nesta forma alguma mobilidade entre os tecidos (**Baumman et al.**, 1993 citado por **Illy e Viani**, 1995).

A espécie *Coffea arabica* L. é citada por **Charrier e Berthaud** (1975), como sendo a segunda espécie a apresentar maiores teores de cafeína (0,7 a 2,2% MS), seguida por *C. congensis* (0,98 a 1,36% MS) e *C. eugenioides* (0,29 a 0,513% MS). A espécie que contém maior teor de cafeína é *Coffea canephora* (1,5 a 3% MS). Estes resultados demonstram uma alta variabilidade e marcantes diferenças interespecíficas e exibem uma ação preponderante do genótipo sobre a produção desse alcalóide.

Uma forte relação entre o teor de cafeína e ácido clorogênico foi indicada por **Hamidi e Wanner** (1964), devido a ambos poderem ocorrer naturalmente como clorogenato de potássio e também que o complexo ácido clorogênico/cafeína pode ser formado no processo de extração na proporção de

1:1 ou 2:1. Os teores de cafeína e ácido clorogênico investigados por Carelli, Lopes e Mônaco (1974), em *C. canephora* e *C. salvatrix* comprovaram a teoria, já que a primeira espécie apresentou maiores teores de ambos os constituintes e a segunda os menores valores.

A respeito do sabor amargo do café, a quantidade de cafeína presente é citada como responsável por 10% de seu amargor; no entanto o teor de cafeína não tem efeito direto na qualidade sensorial conforme, Illy e Viani (1995). Acredita-se que à medida que a inter relação entre os componentes da planta ou do grão do café for melhor conhecida, a quantidade de cafeína presente em uma variedade específica poderá vir a ser um índice de qualidade.

A espécie *C. bengalensis*, por não produzir cafeína é indicada como material a ser utilizado em experimentos de manipulação genética usando técnicas de biologia molecular e cultura de tecidos para obtenção de plantas de café que produzam frutos livres desse composto (Sreenath, 1997).

Os conteúdos de sólidos solúveis são importantes do ponto de vista do rendimento industrial, sendo relevante o conhecimento da espécie de maior conteúdo desses sólidos, pelas informações que podem ser prestadas ao **setor** industrial e aos trabalhos de melhoramento genético.

Existe uma variação no teor de sólidos solúveis entre diferentes espécies e cultivares. A espécie Robusta conforme Moraes *et al.* (1973/74), apresenta valores entre 26,07 e 30,6%, ao passo que para a espécie Arábica os valores se situam entre 23,85 e 27,31% e o híbrido Icatu apresenta resultados em torno de 26,81 a 28,65%. A diferença da espécie Robusta para a Arábica é, segundo Sivetz e Desrosier (1979), em torno de 2% a mais.

A cultivar Catuaí avaliada pela OIC (1992), quanto ao teor de sólidos solúveis presentes em grãos com diferentes estádios de maturação, apresentou os teores de 27,48; 30,72; 29,56 e 29,27% em grãos bóa, verde e cereja (processados via seca) e cereja descascado, respectivamente. Para a cultivar

Mundo Novo, foram observados os valores de 28,97; 32,67; 30,36 e 31,88% na mesma ordem de tipos de grãos.

A associação desses compostos não voláteis com a formação do corpo da bebida é considerado, por Shankaranarayana *et al.* (1974) como sendo de suma importância na qualidade.

Os **grãos** crus de café contêm sacarose e uma série de polissacarídeos (arabinogalactana, galactomanana e celulose). Os teores de polissacarídeos totais nos **grãos** crus citados por Abraham (1992) indicam uma variação de **44** a 55% para o **café** Arábica e 37 a 47% para o Robusta. A sacarose é encontrada nos valores de 6 a 8% e 5 a 7%, respectivamente **para** arábica e robusta. Os açúcares redutores podem variar de 0,1 a 1% em arábica e 0,4 a 1% em robusta. Arábicas podem conter maiores teores de polissacarídeos, embora menores quantidades sejam liberadas na bebida. O polissacarídeo, segundo Maier e Krausse (1977), é um importante agente ligante do aroma.

O híbrido Icatu apresentou 9,46% de açúcares totais, enquanto Arábica e Robusta, 9,51 e 7,67%, respectivamente, em trabalhos realizados por Sabbagh, Yokomizo e Faria (1977).

Os açúcares estão associados com a qualidade, como cita Shankaranarayana *et al.* (1974), por estarem juntamente com os aminoácidos e as proteínas correlacionados com a origem de **vários** voláteis em cafés torrados.

Grãos oriundos de frutos cerejas das cultivares Mundo Novo e Catuaí, avaliados pela Unidade Técnica da OIC (1992), apresentaram maior teor de carboidratos totais quando comparados aos grãos de frutos imaturos. O teor de sacarose foi maior nos **grãos** de frutos cerejas descascados para a cultivar Catuaí e nos de cerejas preparados via seca para a cultivar Mundo Novo. Este trabalho evidencia as diferenças que podem ocorrer no teor de açúcares em consequência das distintas fases de maturação, processamento do **café** e ainda entre cultivares de uma mesma espécie.

Uma diminuição progressiva no teor de açúcares totais e não redutores, em seqüência para grãos com defeito verde, ardido e preto, encontrada por Pereira (1997) foi associada à utilização destes compostos em processos fermentativos que levaram provavelmente à deterioração desses grãos.

Os lipídeos constituem a maior fração em grãos crus de cafés sendo encontrados em tomo de **14 a 16%** no café Arábica e de **9 a 13%** no Robusta, segundo Rhagavan e Ramalakshmi (1998).

O óleo do café, de acordo com Amorim (1978), localiza-se principalmente no citossol e apresenta-se na forma de gotículas em todas as regiões da semente, sendo melhor distribuído nos bordos externos em cafés de melhor qualidade.

Uma mudança na estrutura das membranas, causada por injúrias, ativa as lipases pela absorção de água, ocasionando o aumento da quantidade de ácido graxo livre e a diminuição dos insaponificáveis do óleo com o desaparecimento dos esteróides (Jordão et al., 1969; Ching, 1972 citados por Amorim, 1978).

Diferenças observadas no teor de ácidos graxos livres, menor em Arábica (**1,0-1,5%**) do que em Robustas (**1,0-2,7%**) segundo Speer, Sehat e Montag (1993), foram atribuídas ao processamento e armazenamento inadequado do café Robusta, propiciando a hidrólise de ésteres. Na avaliação da OIC (1992) a cultivar Catuaí apresentou maiores teores de lipídeos em relação a Mundo Novo, para os mesmos tratamentos.

Os teores de lipídeos totais mostraram variações entre cultivares e anos de colheitas consecutivas, conforme Illy e Viani (1995), tendo sido maior no primeiro ano avaliado e menor, no entanto constantes, nos dois últimos anos. Em relação ao primeiro ano, a cultivar Laurina apresentou o menor teor e Icatu o maior, tendo as cultivares Caturra, Catimor, Catuaí Vermelho, Mundo Novo apresentado em média resultados semelhantes.

As cultivares Acaia e Mundo Novo, quando comparadas, apresentam respectivamente 46,9 e 54,1% de ácido linoléico, que predominou como o ácido graxo presente em maior quantidade no grão (Illy e Viani, 1995).

A acidez em muitos alimentos e bebidas é o fator chave na formação e nas propriedades do flavor. No caso do café, Sivetz e Desrosier (1979) afirmam que a acidez aparente ou livre acidez, chamada pH, é importante por ser perceptível ao sabor. A acidez desejável, segundo provadores tradicionais do café, pode ser confundida com o azedume por alguns leigos, que é indesejável e também é um indicativo de falhas no processamento dos grãos (Northmore 1969). A nota azeda, proveniente de uma avaliação sensorial, é associada a uma mistura de ácidos, álcoois e ésteres produzidos principalmente por fermentações microbianas.

A intensidade da acidez da bebida varia predominantemente em função das condições climáticas durante a colheita e secagem, do local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos (Chagas, 1994; Leite, 1991; Granda, 1998 e Pimenta, 1995).

Frutos secos na árvore e cerejas maduras processadas tradicionalmente apresentaram pH mais ácido, em seqüência para as cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo, confirmando diferenças entre cultivares conduzidas sob as mesmas condições (OIC, 1992).

A distinção entre os ácidos voláteis e não voláteis do café é desejável pois os ácidos orgânicos são quimicamente estáveis e os aldeídos podem ser oxidados a ácidos, assim como o ácido clorogênico, quando aquecido, quebra-se em ácido caféico e quínico. Estas são as principais mudanças que ocorrem na bebida do café. Cada aumento e mudança são também acompanhados por alterações detectáveis no sabor.

As proteínas originam vários compostos voláteis e não voláteis responsáveis pelo sabor e aroma do café torrado fornecendo, também, nitrogênio

para a pirólise. Clifford (1985) não observaram diferenças no teor de proteína entre Arábicas e Robustas, e afirmam que alguma diferença significativa encontrada poderia ser atribuída a distintos métodos de processamento. **O** teor de proteína total de *grãos* crus em cafés Arábicas do Brasil ($N_{total} \times 6,35$) é em tomo de 16%.

O armazenamento do grão do café propiciou um declínio na concentração de proteína, que foi associado por Walkowski (1981) citado por Clifford (1985) com a atividade da polifenoloxidase.

Em cafés de melhor qualidade as proteínas extraídas apresentaram, segundo Amorim et al. (1975), em análise com eletroforese em gel a pH 7, cargas negativas, e as extraídas de cafés de qualidade inferior, cargas positivas. **Isto** foi associado ao fato de que nos cafés de **boa** qualidade, que contem maiores quantidades de polifenoloxidase, ocorreu durante a extração das proteínas a oxidação de uma grande quantidade de fenólicos produzindo quinonas, que se ligaria às proteínas e aminoácidos, aumentando, assim, sua carga negativa. Nos cafés de qualidade inferior, o menor teor da enzima e, portanto, de quinonas, faria com que as proteínas e aminoácidos permanecessem com carga positiva.

Amostras de *grãos* bóia, verde e cereja processados via seca, e cereja descascado das cultivares Catuaí e Mundo Novo, foram avaliadas pela OIC (1992). **Os** resultados apresentados mostraram diferenças ente as cultivares e **os** estádios de maturação, tendo sido encontrados os maiores teores protéicos na cultivar Mundo Novo e nos frutos colhidos verdes.

Os minerais possuem importante papel no desenvolvimento de plantas e sementes, fazendo parte das estruturas de carboidratos, lipídeos e proteínas (Sivetz e Desrosier, 1979).

O estado nutricional do cafeeiro, interagindo com o local de cultivo e variedade do café, influencia na composição mineral do grão e na quantidade de

compostos orgânicos, como celulose, hemicelulose, óleos, trigonelina, ácido clorogênico, compostos nitrogenados etc. (Amorim e Silva, 1968).

A composição mineral de sementes das variedades Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo e Mundo Novo, estudadas por Malavolta *et al.* (1963) foi: 1,7% N; 0,10% P; 1,53% K; 0,27% Ca; 0,15% Mg; 0,12% S; 16,0 ppm B; 15,0 ppm Cu; 60,0 ppm Fe; 20,0 ppm Mn; 0,05 ppm Mo; 12 ppm Zn, denotando uma predominância dos elementos potássio e nitrogênio.

O alto teor de cobre em Robustas (11,0 – 32,7 mg/kg MS) em relação ao Arábica (< 0,5 mg/kg MS), segundo Quijano-Rico e Spettel (1973), poderia estar associado à sua grande resistência a pragas.

Elementos de transição poderiam agir como catalisadores durante a torração, embora algumas reações desejáveis de catálise ainda não sejam conhecidas. O teor de cinzas em grãos crus são variáveis em torno de 4%, com o potássio equivalendo a 40% do total. O teor de cinzas pode ser usado como um indicador do rendimento do grão cru, o que é importante para a indústria de cafês solúveis (Clifford, 1985).

2.5 Mudanças nos compostos químicos com a torração

O processo de torração é uma das etapas mais importantes para o desenvolvimento do sabor e aroma do café, que são conferidos por **compostos** voláteis e não voláteis, presentes nos **grãos** antes e/ou após a torração e depois dela. Durante esse processo, **os grãos** sofrem algumas reações químicas importantes, que **são** necessárias à formação da qualidade sensorial, assim **como** ocorrem mudanças físicas que podem variar de uma espécie a **outra** e também entre cultivares, devido a outros fatores, como por exemplo o grau de torração.

A sacarose, entre **os** açúcares solúveis do café, é quem sofre a maior degradação no processo de torração, sendo rapidamente transformada em produtos caramelizados, responsáveis pela cor de torrado do café. Inicialmente

sofre uma desidratação seguida de hidrólise a açúcares redutores, devido à elevação de temperatura na pirólise, os açúcares redutores são desidratados, polimerizados e parcialmente degradados a compostos orgânicos voláteis, água e gás carbônico (Sivetz, 1963). A sacarose tende a se degradar proporcionalmente ao grau de torração, sendo que na escura proporciona o aparecimento das pentoses como arabinose e ribose (Sabbagh, Yokomizo e Faria, 1977).

Alguns produtos da pirólise reagem com proteínas e a degradação desses produtos forma outras substâncias. O perfil de compostos voláteis do café torrado, segundo Hassan (1970) e Tressl *et al.* (1982), citados por Clifford (1985), depende em parte da relação açúcares:aminoácidos no café cru.

Os açúcares redutores, presentes em pequenas quantidades, sofrem também um decréscimo durante o processo da torração. Kroplien (1974), observou ser possível que a severidade do processo cause o aparecimento de açúcares ausentes na forma livre do grão em, através da hidrólise parcial de polissacarídeos existentes na matéria original.

QUADRO 1 Teores de alguns constituintes de grãos crus e torrados das espécies Arábica e Robusta:

Constituinte(%)	Grãos crus		Grãos torrados	
	Arábica	Robusta	Arábica	Robusta
Caféina	0,9 - 1,2	1,6 - 2,5	1,0 - 1,3	1,7 - 2,4
Trigonelina	1,0 - 1,2	0,7 - 1,0	0,5 - 1,0	0,3 - 0,7
Cinzas	3,0 - 4,2	4,0 - 4,4	3,0 - 4,5	4,0 - 6,0
Ácido clorogênico	5,5 - 8,0	7,0 - 10,0	2,2 - 4,5	3,8 - 4,6
Outros ácidos	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	1,0 - 2,4	1,0 - 2,6
Sacarose	6,8 - 8,0	5,0 - 7,0	0	0
Açúcares redutores	0,1 - 1,0	0,4 - 1,0	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3
Polissacarídeos	44,0 - 55,0	37,0 - 47,0	24,0 - 39,0	25,0 - 37,0
Proteínas	11,0 - 13,0	11,0 - 13,0	13,0 - 15,0	13,0 - 15,0
Lipídeos	14,0 - 16,0	9,0 - 13,0	14,0 - 20,0	11,0 - 16,0
Sólidos solúveis	23,8 - 27,3	26,8 - 30,1	26,0 - 30,0	28,0 - 32,0

FONTE: Rhagavan e Ramalakshmi (1998)

Os açúcares redutores e açúcares totais, carboidratos solúveis, sofrem degradação proporcional ao grau de torração segundo Sabbagh, Yokomizo e Faria (1977). Os autores observaram também uma redução em ordem decrescente de Robusta para o híbrido Icatu e Arábica, a qual foi associada ao menor tamanho do grão da primeira variedade, por facilitar a transmissão do calor para o seu interior, resultando em uma degradação rápida dos açúcares.

Durante a torração, os polissacarídeos são decompostos resultando em diversos ácidos orgânicos, os quais contribuem para a acidez da bebida do café, uma importante qualidade sensorial. Os ácidos reportados por Clifford e Wilson (1985), são o cítrico, málico, láctico, quínico, piruvíco, acético, oxálico, tartárico, propiônico, butírico, valérico.

Os **compostos** fenólicos são gradualmente decompostos, com formação de voláteis do aroma e materiais poliméricos (melainodinas) e liberação de CO₂. O ácido clorogênico é altamente hidrolizado a ácido caféico e ácido quínico; porém, os seus sabores, são mais amargos e adstringentes do que ácidos, pois seu grupo cíclico é um fenol. Um grande número de compostos fenólicos tem sido identificado em café torrado e alguns deles são originados dos ácidos clorogênicos (Menezes, 1994).

A cafeína ao contrário do ácido clorogênico, é bastante estável durante a torração, tendo frações mínimas sublimadas a 176 °C que ficam acumuladas nas pilhas de café torrado. Pictet e Rehacek (1982), citados por Menezes (1994), sugerem que a relação entre o teor de cafeína e ácido clorogênico poderá ser usada para monitorar a severidade da torração, já que a cafeína se mantém relativamente constante e o ácido progressivamente menor.

A fração de sólidos solúveis de grãos torrados sofre variações conforme o tipo de café e o grau de torração, bem como pelo tipo de moagem. A ruptura das células do grão do café, afirma Sivetz (1963), aumenta a velocidade de extração e o rendimento desses compostos, e torrações escuras aumentam em até

1% o teor dos sólidos devido a ressolubilização de celuloses, carboidratos e desnaturação de proteínas.

A espécie *Coffea Canephora* apresenta conteúdos de sólidos solúveis maiores que o da espécie *C. arabica*, em grãos torrados; contudo, valores estatisticamente iguais entre amostras das duas espécies, observados por Moraes et al. (1973/74), corresponderam a graus menores de torração para a primeira espécie e maiores para a segunda.

O maior teor de sólidos encontrados em Robusta tem sido associado a seu maior potencial em liberar maiores quantidades de carboidratos em relação ao Arábica, apesar das menores quantidades encontradas **no grão** cru, sendo um fato de grande importância para a indústria de **cafés** solúveis (Clifford e Wilson, 1985).

Os triglicerídeos do grão do café são pouco afetados pela torração, exceto por uma pequena hidrólise e decomposição com liberação de ácidos graxos e formação de produtos **voláteis**, causados possivelmente pela oxidação. Muitos lipídeos são retidos nas estruturas celulares do **grão**, onde o CO₂ formado a partir da decomposição de carboidratos os protege contra oxidações. Contudo, em torrações mais escuras, muitas células sofrem rupturas e o óleo pode migrar para a superfície do grão onde ficará susceptível às oxidações atmosféricas (Illy e Viani, 1995).

As proteínas desnaturam-se em temperaturas inferiores à da pirólise, havendo, durante a torração, hidrólise das ligações peptídicas das moléculas protéicas com liberação de carbonilas e aminas (Sivetz, 1979). Hidroxiaminoácidos como a serina e a treonina durante a torração reagem com açúcares para formar pirazinas e piridinas e seus derivados. Apenas traços de aminoácidos livres ocorrem em cafés torrados, segundo Abraham e Shankaranayana (1990) citado por Raghavan e Ramalakshmi (1998).

Não existem mudanças significativas nos minerais durante a torração e maioria dos elementos são extraídos durante o preparo da bebida doméstica e na extração comercial (Illy e Viani, 1995).

2.6 Cultivares de café

As variedades ou cultivares de *café* são definidas por um conjunto de características vegetativas e produtivas, com boa uniformidade, assim como determinadas particularidades que levam, também no conjunto, a uma diferenciação entre elas.

As características vegetativas, ligadas ao crescimento das plantas e de suas partes e as características produtivas, relacionadas ao processo de floração e frutificação, representam as principais características que podem ser observadas nos cafeeiros para efeito de seleção e de escolha (Matiello e Almeida, 1997).

A cultivar Mundo Novo teve origem na seleção de plantas individuais, a partir de 1943, denominada primeiramente de **Sumatra** de Mundo Novo, devido à sua origem no cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho. As plantas de Mundo Novo apresentam porte **alto** (3,0m em média) bom vigor, folhagem abundante e bem equilibrada com a produção de frutos brotação variando de acordo com a linhagem, com broto roxo ou verde, frutos vermelhos com maturação considerada média a uniforme. *São* também caracterizadas pela elevada produção de café beneficiado, grãos de tamanho médio a grande com cerca de **90%** de **grão** tipo chato.

Algumas progênes de Mundo Novo, como a **CP-474**, apresentaram sementes de maior tamanho e percentual elevado de classificação em peneiras altas (17 e acima); assim, a partir dessas plantas foi selecionada a cultivar Acaiá que no dialeto guarani significa “frutos com sementes grandes”. Acredita-se que este fenótipo tenha sido herdado da cultivar **Sumatra**. Em Minas Gerais, em 1995, foi lançada uma cultivar derivada da Acaiá, a **MG 1474**, denominada

Acaiaá Cenado, adaptada a diferentes condições ambientais do estado. Possui características vegetativas semelhantes às de Mundo Novo, como boa produção de café beneficiado e rusticidade, maturação uniforme e frutos vermelhos.

A partir da hibridação artificial de Caturra Amarelo (C-476-11) x Mundo Novo (CP-374-19), selecionaram-se através de uma variação do método genealógico, progênies com porte baixo. Caracterizados por serem vigorosos e muito produtivos, deu-se a denominação de Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo aos descendentes desses cafeeiros. **O** termo Catuaí em guarani tem o significado “muito bom”. A principal característica é possuir internódios curtos, o que lhe confere porte baixo (2,0 a 2,4m), o qual facilita o manejo da lavoura, simplificando sobretudo a colheita. A **ramificação** secundária é abundante, e as folhas novas são verdes mais claras e as adultas mais escuras e brilhantes. Em relação a Mundo Novo, as progênies de Catuaí têm maturação de frutos mais tardia e mais desuniforme.

A cultivar Icatu foi obtida a partir de uma hibridação interespecífica, realizada entre a cultivar Robusta de *Coffea canephora* e Bourbon Vermelho de *Coffea arabica* L. com o objetivo de transferir alelos de resistência à ferrugem, principal doença do cafeeiro, para a espécie *Coffea arabica* L.. Cafeeiros selecionados foram retrocruzados com cafeeiros da cultivar Mundo Novo, e avaliados para a produção. Da mesma forma outros retrocruzamentos foram realizados para Mundo Novo, com objetivo de manter o fenótipo para caracteres como qualidade de bebida, produção, aspecto vegetativo e outros. A cultivar Icatu, dada à sua origem, se assemelha muito a Mundo Novo podendo ser considerada como um melhoramento desta, em que a tolerância da ferrugem foi introduzida. Possui porte alto (em tomo de 3,0m), a ramificação secundária produtiva é abundante e a coloração das folhas, quando novas, é variável, de verde, bronze claro até o bronze escuro. **A época** de florescimento é normal, semelhante a Mundo Novo; contudo, a maturação dos frutos é bastante variável

entre as progênies, possibilitando o escalonamento de colheita. A qualidade de bebida mostra-se semelhante à das variedades comerciais de **café Arábica**, possuindo, entretanto, teor intermediário de sólidos solúveis (27-29%). Em Minas Gerais, realizou-se a seleção das melhores progênies que receberam a denominação Icatu Vermelho MG 2942 e Icatu Amarelo MG 2944 e 3282, sendo esta última considerada a progênie mais precoce em termos de **maturação** (Mendes e Guimarães, 1996).

A cultivar **Catuaí**, embora muito **produtiva**, *apresenta, em algumas* condições de plantio e manejo, reduzido vigor vegetativo após elevadas produções. Com o objetivo de diversificar as **características** da cultivar **Catuaí** e selecionar formas mais produtivas, mais vigorosas, mais precoces e uniformes, quanto à maturação de frutos, plantas de **Catuaí Vermelho** foram retrocruzadas com **Mundo Novo**, o que resultou na obtenção da cultivar **Rubi**. **O** material selecionado e lançado em Minas Gerais possui porte baixo, excelente produtividade e elevado vigor vegetativo, não exibindo **depauperamento** precoce após elevadas produções. A maturação dos frutos, que são vermelhos, é intermediária entre as cultivares **Catuaí** e **Mundo Novo**, em época e uniformidade. **As** folhas, quando novas, são predominantemente de cor bronze escuro, marcador genético **que** a difere de **Catuaí**. **A** seleção **MG-1192** de **Rubi** é indicada para o Sul de Minas, onde foi avaliada e selecionada (EPAMIG, [1994?]).

A cultivar **Topázio** é proveniente do cruzamento da cultivar **Catuaí Amarelo** com seleções da **Mundo Novo**, realizado da mesma forma para a cultivar **Rubi**, tendo características semelhantes a esta, diferindo apenas na coloração dos frutos, que são amarelos. **As** seleções **MG-1190** e **MG-1189** da **Topázio** são indicadas para todas as regiões cafeeiras de Minas Gerais (EPAMIG, [1998?]).

A escolha da cultivar a ser plantada em função dos, fatores edafoclimáticos, é uma das primeiras decisões tornadas ao iniciar o **plantio** do café, pois a boa planta vem da boa semente, Contudo, a qualidade do produto final é influenciada por um conjunto de fatores que se interage durante as fases pré-colheita, colheita e pós-colheita.

3 MATERIALE MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

Foram avaliadas oito cultivares de café da espécie *Coffea arabica* L., pertencentes ao ensaio elite de melhoramento genético, coordenado pelo Departamento de Agricultura/UFLA e cultivadas na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso da EPAMIG, localizada no município de São Sebastião do Paraíso, na região Sul de Minas Gerais.

O sistema de cultivo adotado foi o de livre crescimento, com espaçamento de 3,5 x 1m. As condições de cultivo foram as recomendadas para a cultura do cafeeiro, para a região, sendo que todas as plantas receberam os mesmos tipos de tratamentos culturais.

Para o experimento foram colhidos, em três repetições, 15 litros de café da roça de cada cultivar, na safra 1998/1999, em três épocas durante o período de colheita, distantes entre si de aproximadamente 45 dias (1ª colheita: 28/05; 2ª colheita: 15/07/1998 e 3ª colheita: 31/08/1998).

A seca do café foi realizada em terreiro de concreto. Após a secagem, separou-se cada amostra, evitando-se a mistura entre cultivares e proporcionando melhores manuseios. O período de seca para cada época de colheita foi de 21, 18 e 15 dias para a 1ª, 2ª e 3ª colheitas respectivamente, diferenças devido a condições climáticas.

As amostras foram transportadas, em coco, de cada etapa de colheita, para o Laboratório de Grãos e Cereais – DCA/UFLA, onde foram devidamente armazenadas. O beneficiamento das mesmas foi realizado em função das etapas de análise, objetivando melhor proteção dos grãos durante o armazenamento.

Cabe ressaltar que foram tomados todos os cuidados necessários para assegurar a qualidade durante a fase pós-colheita e no decorrer da experimentação.

As cultivares e respectivas linhagens utilizadas no experimento *estão* apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 Cultivares e linhagens de café (*Coffea arabica* L.) provenientes da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso-MG. UFLA, Lavras, 2000.

CULTIVAR	LINHAGEM
1 - Mundo Novo	LCMP-376-4
2 - Topázio	MG 1189
3 - Catuaí Vermelho	CH-2077-2-5-99
4 - Catuaí Amarelo	CH-2077-2-5-62
5 - Açaíá Cerrado	MG 1474
6 - Rubi	MG 1192
7 - Içatu Amarelo	LCG-3282
8 - Içatu Amarelo	H-2944

3.2 Preparo das amostras

O experimento avaliou amostras de grãos crus e torrados e o percentual de aumento ou redução de alguns constituintes após a torração

Após o beneficiamento, procedeu-se *então* à análise de umidade e à classificação quanto ao tipo e peneira. Para as análises de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, em tomo de 100g de grão cru foram reservados.

Para as avaliações químicas os grãos crus foram moídos em moinho marca Tecnal, modelo T 650, e peneirados em peneira de 20 mesh. Na avaliação da atividade da polifenoloxidase, acidez titulável total, e medição do pH, em

especial, cuidou-se para que a extração fosse imediata à moagem, para não haver alterações no material.

Os grãos torrados foram obtidos a partir da torração clara ou americana, utilizando-se torrador da marca Probat, tipo BRZ 6, procedendo-se em seguida à moagem dos grãos e passagem em peneira de 20 mesh, armazenando-os em vidros cobertos por papel alumínio, evitando contato ~~com~~ a luz.

A partir do percentual de umidade, os dados foram expressos em matéria seca (MS).

3.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 9 repetições (3 amostragens x 3 épocas durante a colheita) e dois tipos de amostras (grãos crus e torrados), constituindo um experimento com 8 cultivares, 9 repetições, 2 tipos de amostras.

Os dados foram avaliados pelo software Estat, sendo submetidos ao Teste de Tukey ao nível de 1% de significância.

3.4 Classificação física

3.4.1 Classificação por tipo

A classificação por tipo foi realizada através da **soma** do número de defeitos encontrados em 300g de amostras de café beneficiado, onde cada defeito recebeu sua equivalência, conforme a Tabela Oficial Brasileira de Classificação, (IBC, 1977), tendo sido considerados apenas os defeitos ardidos, verdes, pretos, concha, chocho e **mal** granado.

3.4.2 Classificação por peneira

A partir de 500g de amostra, classificaram-se os grãos segundo as dimensões dos crivos das peneiras que os retêm, numeradas de 12 a 19 para café **chato**, constituindo as seguintes classes: peneiras 17 e acima, peneiras 15 e 16, peneiras 12, 13 e 14 e fundo de peneira (impurezas). Cada classe foi expressa em base percentual.

3.5 Análises físico-químicas e químicas

3.5.1 Umidade

O teor de umidade dos grãos foi determinado em estufa a **105 °C**, durante 24 horas.

3.5.2 Lixiviação de ions potássio

A determinação da quantidade de potássio lixiviado foi realizada em fotômetro de chama Digimed NK- 2002 após 3,5 horas de embebição dos grãos, segundo metodologia proposta por Prete (1992).

3.5.3 Condutividade elétrica

Determinada através do método adaptado de Loeffler *et al.* (1988).

3.5.4 Atividade enzimática da polifenoloxidase

A obtenção do extrato enzimático foi feita **através** da adaptação do processo de extração descrito por Draetta e Lima (1976). Pesados 5 g do grão cru, adicionaram-se, a seguir, 40 ml de tampão fosfato de potássio 0,1 M pH 6,0 agitando-o por 5 min; todo material utilizado foi mantido gelado. **Após** agitação, as amostras foram submetidas à filtração a vácuo utilizando-se papel Whatman

nº 1. A atividade enzimática foi determinada pelo método descrito por Ponting e Josling (1948), utilizando-se extrato de amostra sem DOPA como branco.

3.5.5 Cafeína

Avaliada segundo método colorimétrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.5.6 Sólidos solúveis totais

Determinados em refratômetro de bancada Abbe modelo 2 WAJ, conforme normas da AOAC (1990).

3.5.7 Açúcares totais, redutores e não redutores

Extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

3.5.8 Acidez titulável total e pH

Determinada por titulação com NaOH 0,1 N de acordo com técnica descrita pela AOAC (1990) e expressa em ml de NaOH 0,1 N por 100 **gramas** de amostra. A partir do mesmo extrato o pH foi medido utilizando-se peagâmetro marca DIGIMED-DMPH-2.

3.5.9 Compostos fenólicos totais

Foram extraídos pelo método de Goldstein e Swain (1963) utilizando metanol (50%) como extrator e identificados pelo método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

3.5.10 Extrato etéreo

Obtido por extração com éter etílico em aparelho do tipo Soxhlet, segundo AOAC (1990).

3.5.11 Proteína Bruta

Determinada pelo método Micro-Kjedahl, conforme procedimento da AOAC (1990).

3.6 Percentual de redução ou aumento com a torração

Avaliado para as análises de sólidos solúveis totais, açúcares redutores, não redutores e totais, acidez titulável total, pH, extrato etéreo, proteína e fenólicos totais, por terem sido realizadas nas amostras de *grãos* crus e torrados. Os resultados foram obtidos pela diferença entre os dados dos grãos **crus** pelos dados dos grãos torrados. Quando a resposta obtida foi maior que zero, considerou-se que ocorreu redução do *composto* e nos valores menores **que** zero que havia ocorrido aumento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Lixiviação de potássio

Os resultados apresentados na Figura 1, Tabelas 1 e Anexo IA, mostram haver diferenças significativas entre os valores de lixiviação de potássio (ppm) dos grãos das diferentes cultivares de café.

A maior lixiviação de potássio ocorreu nos grãos das cultivares Icatu Amarelo (H 2944), Mundo Novo, e Acaiaí Cerrado e menor nos grãos de Topázio, Rubi e Icatu Amarelo (LGC 3282). Catuaí Vermelho e Amarelo apresentaram resultados intermediários para esta variável,

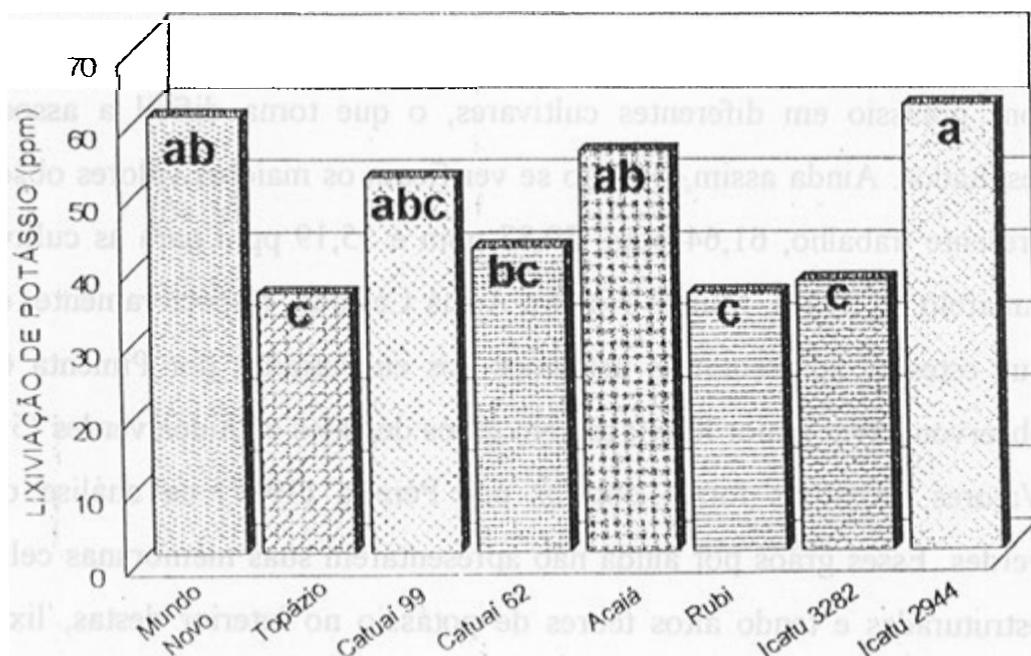


FIGURA 1 Valores médios de lixiviação de potássio (ppm) de grãos de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 1 Valores médios de lixiviação de potássio de grãos de diferentes cultivares de café *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivares	Lixiviação de K ⁺ (ppm)
Mundo Novo	59,87 a
Topázio	35,51 c
Catuaí Vermelho	51,53 abc
Catuaí Amarelo	41,84 bc
Acaiá Cerrado	55,19 ab
Rubi	35,51 c
Icatu Amarelo (LGC 3282)	37,21 c
Icatu Amarelo (H2944)	61,46 a
C.V. (%)	24,16

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não foram encontrados estudos comparativos quanto à lixiviação de ions potássio em diferentes cultivares, o que torna difícil a associação dos resultados. Ainda assim, quando se verificam os maiores valores observados no presente trabalho, 61,64 ppm, 59,87 ppm e 55,19 ppm para as cultivares Icatu Amarelo (H2944), Mundo Novo e Acaiá Cerrado, respectivamente, constata-se que estes se apresentaram próximos aos encontrados por Pimenta (1995) que observou haver maior lixiviação em grãos de cafés colhidos verdes (59,19 ppm). Valores próximos foram obtidos por Pereira (1997) na análise de defeitos verdes. Esses grãos por ainda não apresentarem suas membranas celulares bem estruturadas e tendo altos teores de potássio no interior destas, lixiviam com maior intensidade seus solutos citoplasmáticos no meio líquido.

Assim, pelas diferenças encontradas para esta variável e, considera-se haver uma possível influência das épocas amostradas sobre o estudo da lixiviação de potássio, sugerindo que os diferentes estádios de maturação dos grãos, principalmente os verdes, poderiam ter afetado de forma diferenciadas as cultivares de café estudadas

4.2 Condutividade elétrica

Através dos resultados apresentados na Figura 2, Tabelas 2 e do Anexo 1A, para a condutividade elétrica ($\mu\text{S/g}$) dos grãos das diferentes cultivares de café avaliadas, observam-se diferenças significativas entre os tratamentos.

As cultivares Icatu Amarelo (H 2944), Mundo Novo e Acaia Cerrado apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica e Topázio, Rubi e Icatu Amarelo (LGC 3282) os menores. As cultivares Catuai Vermelho e Amarelo apresentaram resultados intermediários.

Os resultados obtidos demonstram haver uma relação positiva com a lixiviação de potássio, relatada anteriormente, observando-se que a maior condutividade elétrica foi encontrada em grãos que sofreram maior lixiviação de potássio. Esse resultado corrobora com o de Prete (1992), que relata ser o íon

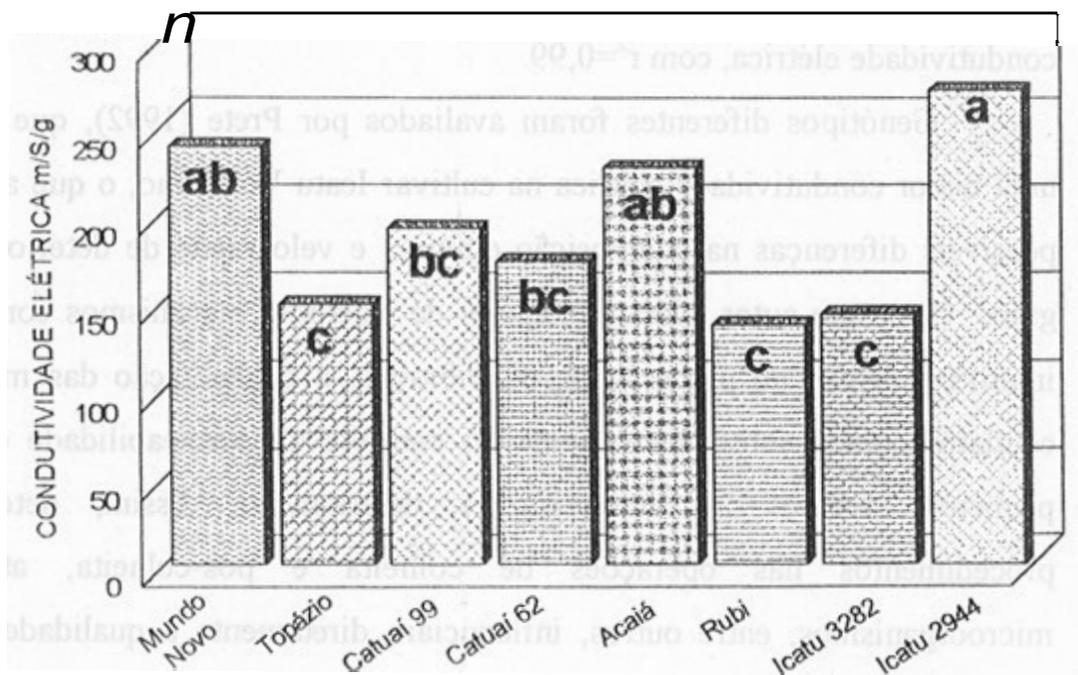


FIGURA 2 Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S/g}$) de grãos de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 2 Valores médios de condutividade elétrica de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Condutividade elétrica $\mu\text{S/g}$	
Mundo Novo	239,19	ab
Topázio	149,18	c
Catuaí Vermelho	192,25	bc
Catuaí Amarelo	173,13	bc
Acaiá Cerrado	227,05	ab
Rubi	137,58	c
Icatu Amarelo (LGC 3282)	143,63	c
Icatu Amarelo (H2944)	271,66	a
C.V (%)	23,53	

*médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

potássio o íon lixiviado em maior quantidade e que apresenta relação com a condutividade elétrica, com $r^2=0,99$.

Genótipos diferentes foram avaliados por Prete (1992), que observou uma maior condutividade elétrica na cultivar Icatu Vermelho, o que associou a possíveis diferenças na composição química e velocidade de deterioração dos grãos. O mesmo autor relata que apesar de existirem mecanismos complexos e interdependentes no processo de deterioração, a degeneração das membranas celulares com a subsequente perda do controle da permeabilidade é um dos primeiros eventos a caracterizar a deterioração. Assim, determinados procedimentos nas operações de colheita e pós-colheita, ataque de microorganismos, entre outros, influenciam diretamente a qualidade do café, tendo em vista as modificações que tais injúrias podem promover no grão. Desta forma, os melhores cafés seriam provenientes de melhores condições de cultivo e processamento.

Considerando-se que quanto maior a gravidade dos danos celulares, maior a facilidade de penetração e difusão da água, e considerando-se que os

tratamentos foram os mesmos para as cultivares estudadas (tipos de colheita, secagem, beneficiamento) observa-se haver uma variação na composição química da membrana celular dos **grãos** avaliados. **Assim**, as cultivares que tiveram seus grãos com maiores valores para a **condutividade** elétrica, apresentam essa variação química associada a **uma** menor rigidez da membrana **celular**, e que, devido a uma maior susceptibilidade às injúrias, tiveram uma **translocação** facilitada e sobretudo maior de ions citoplasmáticos para o meio liquido.

4.3 Atividade da polifenoloxidase

A Figura 3, Tabela 3 e Anexo IA apresentam a atividade da polifenoloxidase (U/min/g de amostra) determinada em **grãos** crus de diferentes cultivares de café.

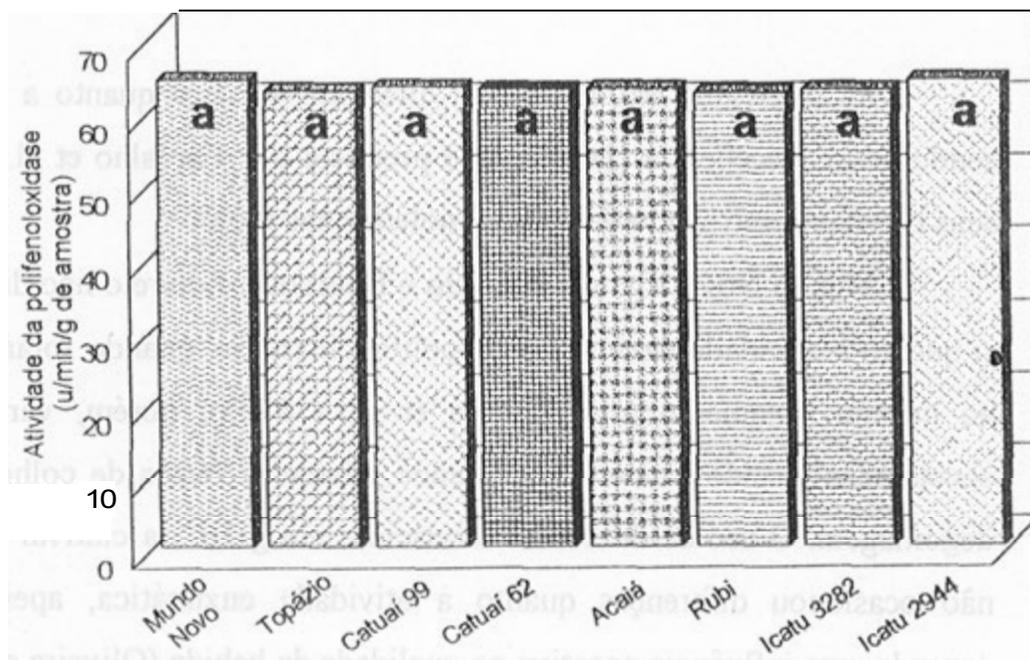


FIGURA 3 Atividade enzimática da polifenoloxidase (U/min/g de amostra) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 3 Atividade enzimática da polifenoloxidase (u/min/g de amostra) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Atividade enzimática da polifenoloxidase
Mundo Novo	64,40 a
Topázio	62,85 a
Catuaí Vermelho	63,48 a
Catuaí Amarelo	63,24 a
Acaíá Cerrado	63,27 a
Rubi	62,64 a
Icatu Amarelo (LGC 3282)	63,05 a
Icatu Amarelo (H2944)	65,49 a
C.V (%)	3,68

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As cultivares estudadas não diferiram entre si quanto a essa enzima; sendo assim, recebem a classificação proposta por **Carvalho** et al. (1994), para suas bebidas como sendo de padrão mole/apenas mole.

Mundo Novo, Catuaí Amarelo e Bourbon Amarelo não diferiram entre si quanto à atividade enzimática da polifenoloxidase, quando foram submetidas ao mesmo tratamento por Oliveira *et al.* (1976b); porém, variações foram constatadas quando foram considerados diferentes locais de colheita e tipo de degomagem. O uso de diferentes inseticidas em grãos da cultivar Mundo Novo não ocasionou diferenças quanto à atividade enzimática, apesar de terem causado uma influência negativa na qualidade da bebida (Oliveira *et al.* 1979a).

A atividade da polifenoloxidase em café de bebida estritamente mole após inclusão de grãos defeituosos foi avaliada por Pereira (1997). A autora observou que quantidades maiores que 2,88% de defeito verde, 5% dos defeitos ardido e preto proporcionam a redução na qualidade do café estritamente mole”

para mole e apenas mole. Estes grãos defeituosos possuem origem na colheita de frutos no estágio de maturação verde, e frutos que tiveram permanência prolongada na planta ou no chão (defeitos ardidos e pretos).

Cafés originados de frutos colhidos no estágio cereja foram classificados pela atividade enzimática como sendo de bebida estritamente mole, os colhidos seco/passa e verde cana apresentaram-se como de bebida mole e apenas mole (Pimenta, 1995). O trabalho ressalta que à medida que ocorre o processo de maturação dos **frutos**, a atividade da polifenoloxidase tem seu valor aumentado.

Amostras despulpadas da cv Mundo Novo colhidas em Pindamonhangaba, Piracicaba e Campinas foram avaliadas por Oliveira et al. (1979). Os valores de atividade enzimática obtidos para os diferentes locais foram 65,58, 55,48 e 72,83 u/min/g de amostra, respectivamente. Contudo, quando se verificou a atividade enzimática de amostras de Bourbon Amarelo, colhidas nos mesmos locais citados acima, observou-se que a **localidade** Pindamonhangaba apresentou os maiores valores para a atividade enzimática (68,40), seguido de Campinas (66,33) e Piracicaba (60,37 u/min/g de amostra). **Estes** dados evidenciam as diferenças que existem para a atividade enzimática entre diferentes genótipos e que tais variações podem estar também associadas à influência da interação entre o genótipo e o ambiente.

As cvs Mundo Novo, Icatu Amarelo (H 2944) e Acaiá Cenado, apresentaram os maiores valores de lixiviação de ions potássio (Tabela 1) e condutividade elétrica (Tabela 2), tendo suas qualidades sido depreciadas em função desses parâmetros. No entanto, a atividade da polifenoloxidase **indica** que apesar dessas cultivares terem sofrido maiores efeitos das injúrias que ocorreram ao **grão** de **café**, estas ainda apresentam boa qualidade de bebida. Tais observações levam a crer que a qualidade de bebida dessas cultivares, assim como das demais, poderá ser melhorada monitorando-se *os fatores* que as prejudicam, propiciando condições favoráveis para a expressão das melhores

características das diferentes cultivares. A exemplo, observa-se haver diferenças na qualidade, com melhoria da mesma, quando se utiliza a fonte sulfato de potássio na adubação do cafeeiro, para a adubação potássica (Silva, 1995).

A região Sul de Minas é considerada, segundo Camargo, Santinato e Cortez (1992), como sendo produtora de cafés de bebida mole, onde a fermentação da polpa do café se encerra nas fases alcoólica e acética, sendo um benefício para a qualidade do produto. Esta afirmação pode ser comprovada no presente estudo, pelos padrões de bebida apresentados pelas cultivares que são originadas do município de *São* Sebastião do Paraíso, localidade pertencente à região.

Tais resultados comprovam que a qualidade de bebida de diferentes Cultivares poderá variar em função das diferenças entre os componentes químicos do grão, e, contudo, sofrer efeito das condições ambientais, tratos culturais, colheita e processamento aos quais *são* submetidos.

4.4 Cafeína

Os teores de cafeína dos *grãos* crus das diferentes cultivares estudadas estão apresentados na Figura 4 e Tabela 4 e Anexo 1A. Observa-se haver uma pequena variação entre os teores de cafeína das cultivares.

As cultivares que apresentaram o maior teor de cafeína foram Catuaí Vermelho, Acaiá Cerrado, Rubi, Icatu Amarelo (LCG 3282) e (H 2944) e Mundo Novo, Topázio e Catuaí Amarelo demonstraram os menores valores.

Os teores médios de cafeína obtidos no presente trabalho **confirmam** os encontrados para o café arábica, que variam entre 0,6 a 1,5%, segundo Tango (1971), Clifford (1975) e Njoroge (1987) citados por Pimenta (1995). Os conteúdos médios indicados por Illy e Viani (1995) para as cultivares Catuaí Vermelho e Mundo Novo **são** respectivamente 1,34 e 1,11% MS, que são **mais** elevados quando comparados aos encontrados no presente trabalho.

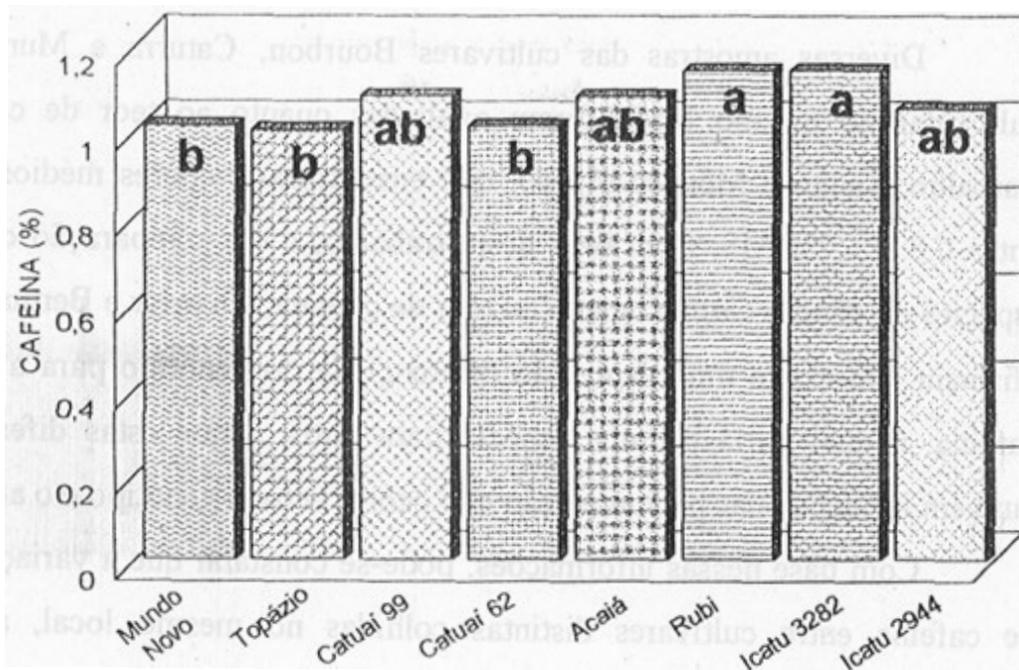


FIGURA 4 Teores médios de cafeína de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 4 Teores médios de cafeína (% na MS) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Cafeína (% MS)
Mundo Novo	1,01 b
Topázio	1,00 b
Catuaí Vermelho	1,08 ab
Catuaí Amarelo	1,01 b
Acaiaá Cenado	1,08 ab
Rubi	1,14 a
Icatu Amarelo (LGC 3282)	1,14 a
Icatu Amarelo (H2944)	1,05 ab
C.V (%)	6,07

* médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, em nível de 1% de probabilidade

Diversas amostras das cultivares Bourbon, Caturra e Mundo Novo, cultivadas no mesmo local, foram avaliadas quanto ao teor de cafeína por Carvalho, Tango e Mônaco (1965), que encontraram valores médios variáveis entre 0,8 a 1,2% MS. Com base neste trabalho, e em comparação **com** outras espécies do gênero *Coffea* quanto ao teor de cafeína, Charrier e Berthaud (1975) afirmam que existe uma expressão diferenciada do genótipo para a síntese de cafeína, a qual varia de uma espécie para **outra** e que estas diferenças **são** também influenciadas pela interação que ocorre entre o genótipo e o ambiente.

Com base nessas informações, pode-se constatar que a variação do teor de cafeína entre cultivares distintas colhidas no mesmo local, apresentam diferenças devido à influência do genótipo sobre a síntese desse alcalóide, sugerindo que para um mesmo local, mediante a escolha da cultivar, diferentes preferências do consumidor poderiam ser atendidas na obtenção de maiores ou menores teores deste estimulante.

4.5 Sólidos solúveis totais

O teor médio de sólidos solúveis totais. (%MS) de grãos crus e torrados de diferentes cultivares de café, e o percentual de redução de sólidos solúveis com a torração estão apresentados nas Figuras 5, 6 e 7 e Tabelas 5 e Anexo 2A.

Os resultados encontrados situam-se na faixa de variação citada para o cafeeiro arábica que é de 24 a 31% para o grão cru, com teor de umidade entre 11 a 13% (Pimenta, 1995) e aproximam-se também dos 34,55% (MS), valor dado por Esteves e Oliveira (1973) em **grãos** crus dessa espécie cultivados em Angola.

Os resultados apresentados demonstram também a existência de diferenças significativas entre os teores de sólidos solúveis totais dos grãos crus e torrados das cultivares estudadas e na **redução** desta fração com a torração.

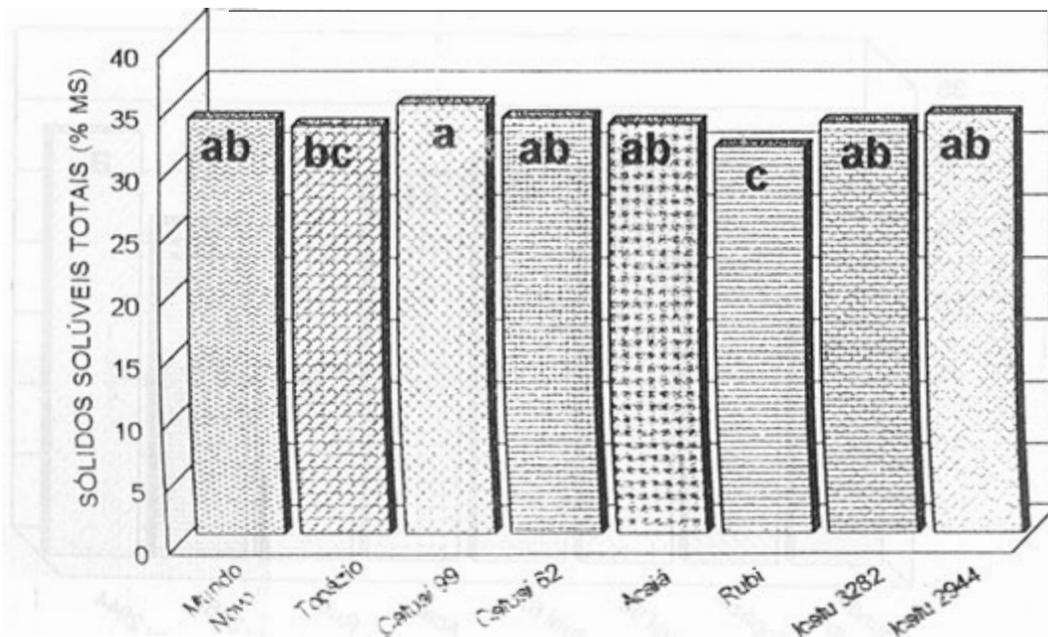


FIGURA 5 Teores médios de sólidos solúveis totais (% MS) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

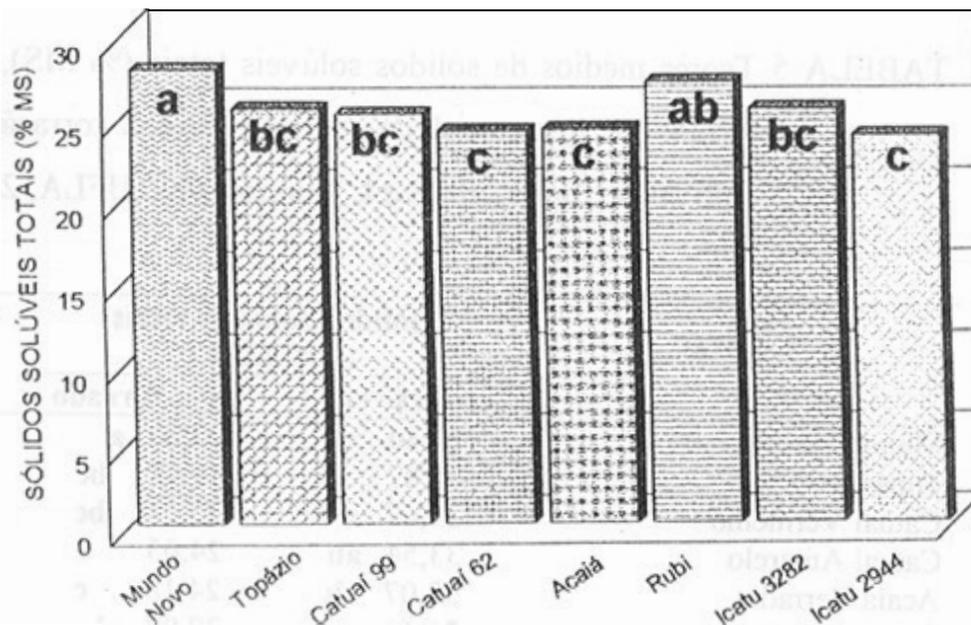


FIGURA 6 Teores médios de sólidos solúveis totais (% MS) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

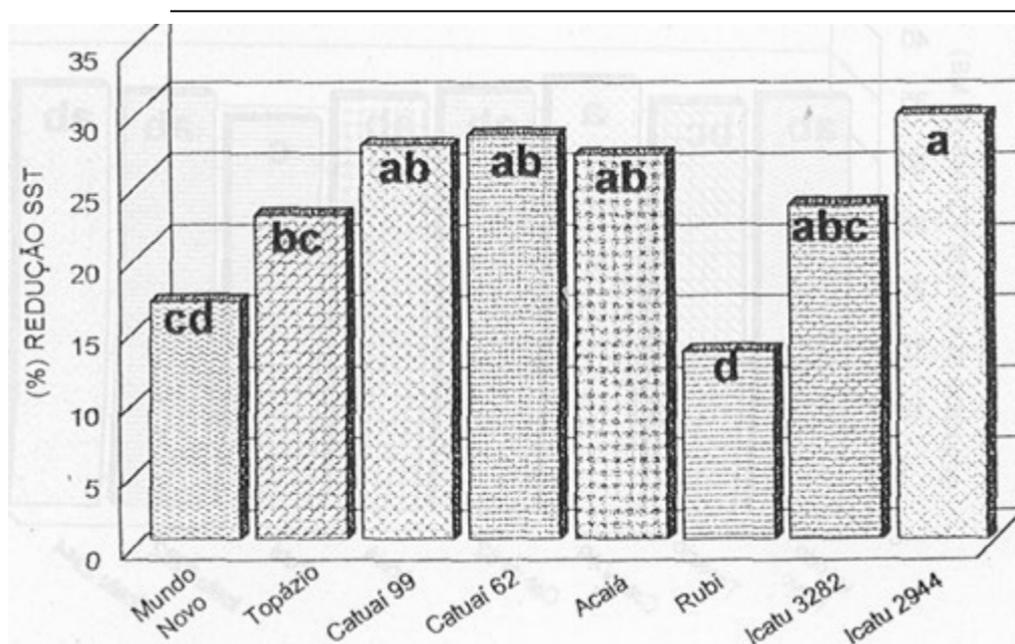


FIGURA 7 Percentual de redução de sólidos solúveis totais após a torração, de grãos de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA S Teores médios de sólidos solúveis totais (% MS), de grãos crus e torrados e percentual de redução com a torração, de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Sólidos Solúveis totais (% MS)		Redução com a torração ("h)	
	Grão cru	Grão torrado		
Mundo Novo	33,44 ab	27,89 a	16,60	cd
Topázio	32,87 bc	25,43 bc	22,63	bc
Catuai Vermelho	34,67 a	25,11 bc	27,56	ab
Catuai Amarelo	33,54 ab	24,05 c	28,28	ab
Acaia Cerrado	33,07 ab	24,18 c	26,87	ab
Rubi	31,16 c	27,07 ab	13,11	d
Icatu Amarelo (LGC 3282)	33,15 ab	25,40 bc	23,36	abc
Icatu Amarelo (H 2944)	33,82 ah	23,77 c	29,71	a
C.V.(%)	3,48	5,79	21,88	

* médias seguidas pela mesma letra na *coluna*, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As cultivares Mundo Novo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Acaiaí Cerrado, Icatu Amarelo (LGC 3282) e Icatu Amarelo (H 2944) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis no *grão* cru expressos em matéria seca, enquanto Topázio e Rubi mostraram menores valores para essa variável.

O teor médio de sólidos solúveis encontrado para a cultivar Mundo Novo é mais elevado quando comparado aos 28,33% MS citados por Illy e Viani (1995) e 29,56% em cerejas lavados observados pela OIC (1992). Estas diferenças podem ser atribuídas aos distintos locais de cultivo e possivelmente às linhagens utilizadas.

Observando-se o *grão* torrado, as cultivares Mundo Novo e Rubi apresentaram *os* maiores teores e Catuaí Amarelo, Acaiaí Cerrado e Icatu Amarelo (H 2944), os menores valores. Catuaí Vermelho e Icatu Amarelo (LGC 3282) se postaram intermediariamente entre *os* maiores e menores valores.

Mundo Novo apresentou o conteúdo dessa fração próximo ao citado por Moraes *et al.* (1973/74) que relataram 28,02% de sólidos solúveis na MS dessa cultivar.

Uma maior quantidade de sólidos solúveis é desejada tanto pelo ponto de vista do rendimento industrial, assim como pela *sua* contribuição para assegurar o *corpo* da bebida, sendo interessante a utilização de cultivares que apresentem maior conteúdo desta fração, propiciando a obtenção da boa qualidade de bebida.

Contudo, quando se observam as modificações que ocorrem durante a torração, verifica-se um comportamento diferenciado entre as distintas cultivares, com diminuições significativas para todas. Rubi seguida pela cultivar Mundo Novo, apresentaram as menores perdas de sólidos solúveis totais, sendo que a maior perda ocorreu na Icatu Amarelo (H 2944). Estas diminuições são relatadas por Sabbagh e Yokomizo (1976), como conseqüência da perda de

ácidos orgânicos e da volatilização de alguns compostos no processo pirolítico de torração.

Assim, sugere-se avaliar o teor de sólidos solúveis no café torrado, para comercialização, visando a definir a melhor cultivar a ser utilizada, pois é com o preparo da bebida, pela extração com água quente, que *os* sólidos solúveis são retirados por um processo que é uma combinação de extração e dissolução. Considerando os maiores teores e sobretudo a importância para o rendimento industrial, as cultivares Rubi e Mundo Novo apresentam grandes perspectivas para este fim.

4.6 Açúcares **Totais**, não redutores e redutores

Os resultados obtidos para os teores de açúcares totais (% MS) no grão cm e torrado e a perda desses açúcares após a torração, *estão* representados pelas Figuras 8, 9 e 10 e são apresentados nas Tabela 6 e **Anexo 3 A**.

Os teores de açúcares totais encontrados nas cultivares Mundo Novo e Icatu Amarelo (H 2944) são bem próximos aos encontrados em **grãos** de cafés classificados como Arábica Mole que apresentaram 9,14% destes carboidratos citados por Sabbagh e Yokomizo (1976). Apesar desta observação, Amorim (1972) cita observa que esses componentes não influenciam diretamente as classificações por qualidade da bebida. Em controvérsia, Sivetz (1963) afirma que *os* açúcares são os principais substratos para a obtenção de aromas e sabores desejáveis no café torrado.

Os valores mais elevados de açúcares podem indicar a presença de uma maior quantidade de frutos nos estádios cereja e seco/passa conforme Pimenta (1995), representando um potencial de melhor qualidade para o café.

Os teores de açúcares totais das cultivares estudadas demonstram que apesar de existirem diferenças estatísticas significativas, todas se mostram materiais promissores para obtenção de um café de boa qualidade, desde que *os*

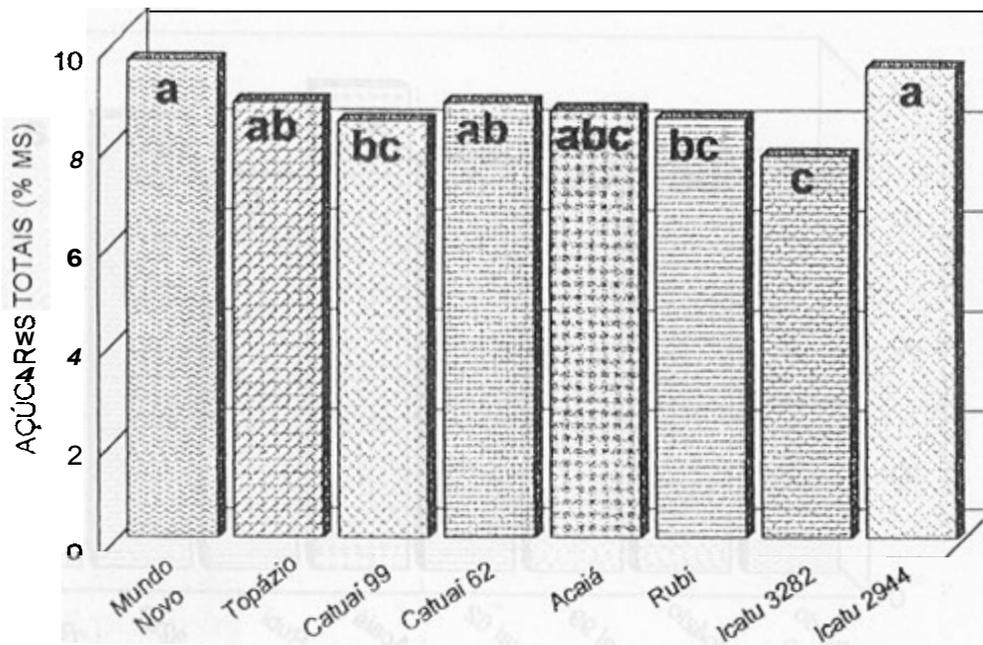


FIGURA 8 Teores médios de açúcares totais de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. .Lavras-MG, UFLA, 2000.

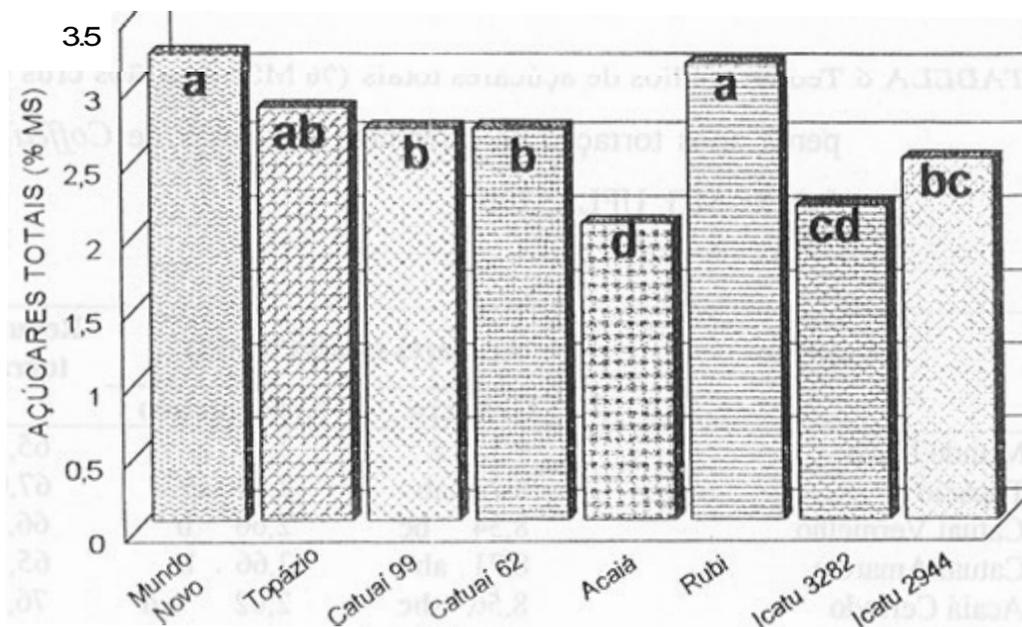


FIGURA 9 Teores médios de açúcares totais (% MS) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. .Lavras-MG, UFLA, 2000.

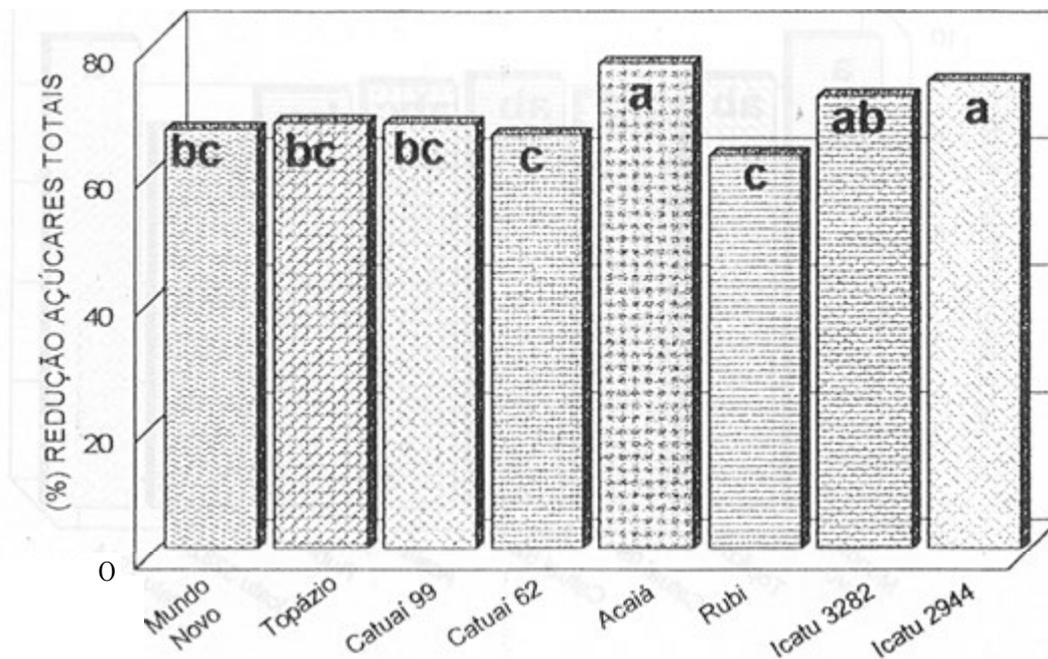


FIGURA 10 Valores médios da redução de açúcares totais após a torração, de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 6 Teores médios de açúcares totais (% MS) de grãos crus e torrados e perda após torração de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

cultivar	Açúcares totais (% MS)		Redução com a torração (%)
	Grão cm	Grão torrado	
Mundo Novo	9,55 a	3,20 a	65,89 bc
Topázio	8,72 ab	2,80 ab	67,05 bc
Catuai Vermelho	8,34 bc	2,66 b	66,81 bc
Catuai Amarelo	8,71 ab	2,66 b	65,10 c
Acaiá Cerrado	8,56 abc	2,02 d	76,28 a
Rubi	8,41 bc	3,14 a	61,87 c
Icatu Amarelo (LGC 3282)	7,67 c	2,14 cd	71,25 ab
Icatu Amarelo (H2944)	9,44 a	2,46 bc	73,64 a
C.V.(%)	7,96	10,42	5,84

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

demais fatores sejam controlados. **A** presença de grãos defeituosos, segundo Pereira (1997), propicia a diminuição dos teores de açúcares totais, e diferentes regiões de cultivo poderão modificar o teor desses compostos de acordo com Leite (1991).

Nos grãos de café torrados, verificam-se diferenças entre as cultivares destacando-se Mundo Novo, Topázio e Rubi com os maiores teores, e Icatu Amarelo (LGC 3282) e Acaiá Cerrado com os menores. **As** cultivares Catuai Vermelho e Amarelo assim como Icatu Amarelo (H 2944), apresentaram valores intermediários.

Com a torração, os teores de açúcares totais dos *grãos* de café sofrem reduções elevadas, diminuindo significativamente; contudo, estas modificações dependem do tipo de torração. Nas cultivares avaliadas essas perdas mostraram comportamento diferenciado. Acaiá Cerrado e Icatu Amarelo (H 2944), que apresentaram **os** maiores teores de açúcares totais no *grão* cru e os menores no grão torrado, sofreram maior degradação destes carboidratos na torração. Contudo, os grãos da cultivar Rubi, que apresentaram menores teores, quando no grão cru, tiveram uma degradação menor, e em relação às demais cultivares apresentaram maior teor no grão torrado. **O** híbrido Icatu (LCG 3282), demonstrou também maiores perdas, apesar de apresentar os menores teores no grão cru e torrado. **As** demais cultivares tiveram o mesmo comportamento, porém, valores intermediários entre os maiores e menores percentuais de redução.

Esses resultados podem demonstrar, considerando-se que a torração do café degrada açúcares, utilizando-os em reações como **a** de Maillard, que as cultivares que apresentam maiores teores de açúcares no grão torrado e, portanto, vão propiciar a formação de bebidas com maior doçura, atributo sensorial desejável.

Os teores de açúcares não redutores de grãos crus e torrados de café de diferentes cultivares e a redução com a torração são apresentados nas Figuras 11, 12 e 13 e nas Tabelas 7 e Anexo 4A.

Os maiores teores de açúcares não redutores do grão cru, foram observados nas cultivares Mundo Novo, Topázio, Catuaí Amarelo, Acaiá Cerrado e Icatu Amarelo (H2944), sendo o menor valor correspondente à Icatu Amarelo (LCG 3282). Grãos crus provenientes de frutos totalmente maduros das cultivares Mundo Novo e Catuaí Amarelo, cultivadas na região de Apucarana PR, alcançaram teores médios de sacarose equivalente a 6,07 e 5,09% respectivamente, segundo a OIC (1992), possibilitando inferir que os teores de 8,15 e 7,49% encontrados nos grãos crus do presente trabalho, respectivamente para ambas as cultivares, devem-se possivelmente à influência das distintas regiões de cultivo. As cultivares Rubi e Catuaí Vermelho apresentaram teores intermediários. A determinação desse constituinte no **grão** torrado apresentou diferenças quando comparadas ao grão cru. Mundo Novo, Topázio, Catuaí Amarelo mantiveram os maiores teores; contudo, os **grãos** torrados da cultivar Rubi apresentaram também teores mais elevados, ao passo que Acaiá Cenado, e os híbridos Icatu Amarelo (H2944) e 3282 destacaram-se pelos menores teores. Acaiá Cenado e Icatu Amarelo (H2944) apresentaram uma tendência em sofrer maiores reduções destes açúcares com a torração, demonstrando que as cultivares comportam-se de forma distinta, em relação ao teor destes açúcares.

A sacarose, durante a torração, tende a se degradar com o aumento no grau de torração, chegando mesmo a desaparecer dependendo da severidade do processo conforme Sabaggh, Yokomizo e Faria (1974), os quais observaram a ocorrência desse evento em grãos torrados de cafés Arábica, Robusta e no híbrido Icatu.

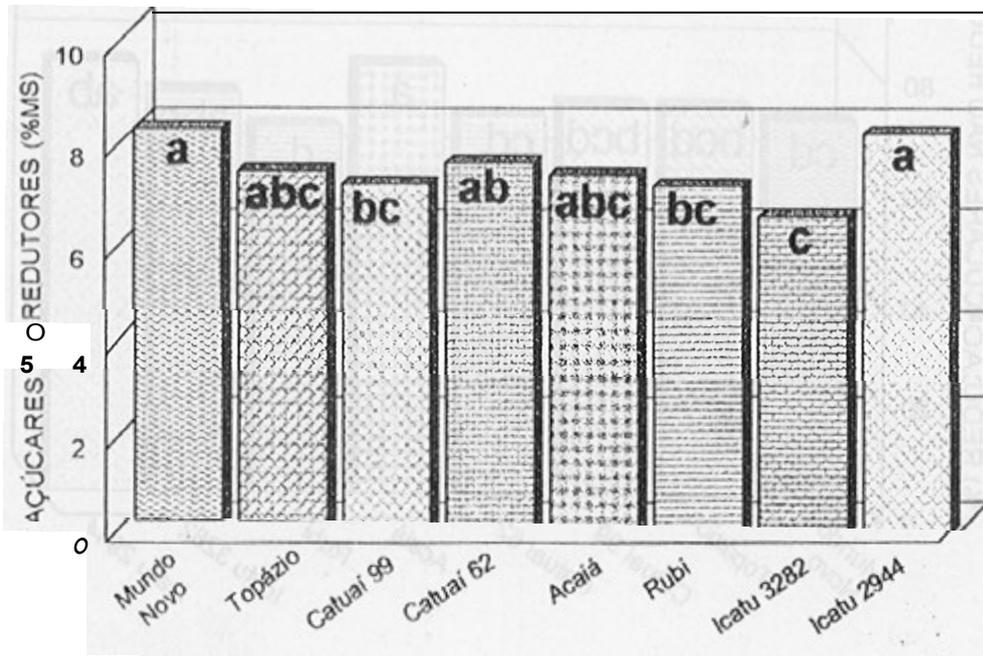


FIGURA 11 Teores médios de açúcares não redutores de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

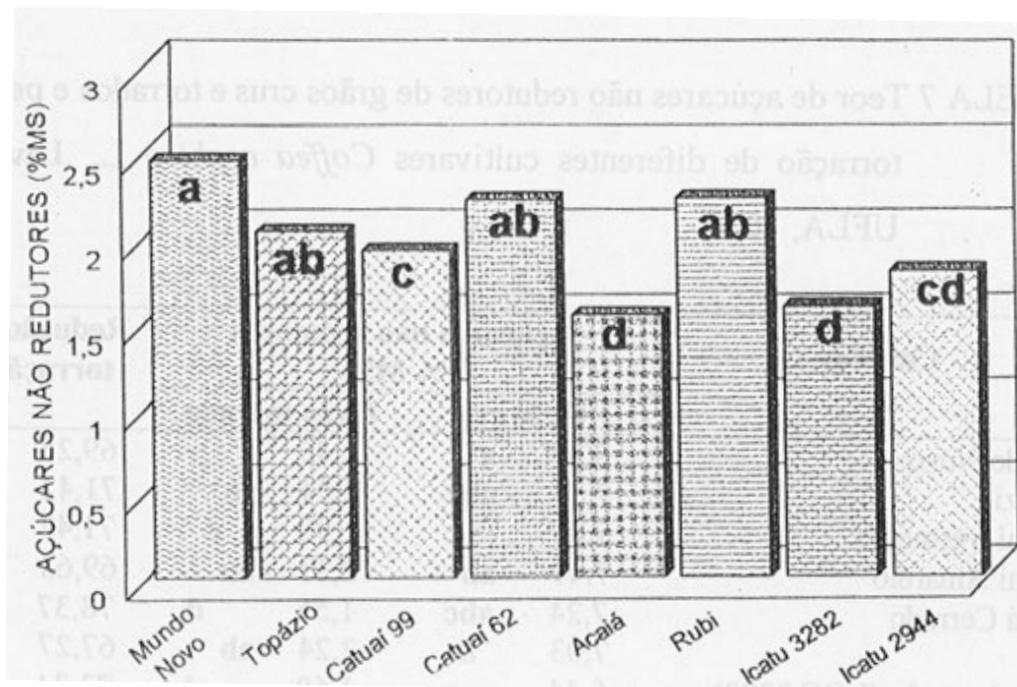


FIGURA 12 Teores médios de açúcares não redutores de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

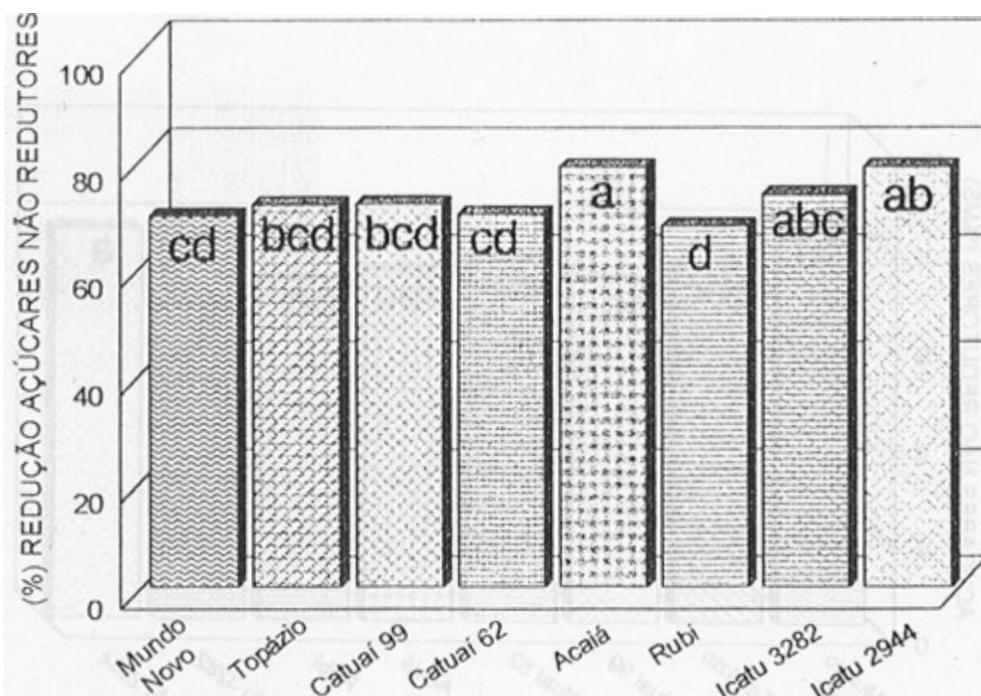


FIGURA 13 Valores médios da perda de açúcares não redutores com a torração de grãos de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 7 Teor de açúcares não redutores de grãos crus e torrados e perda após torração de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Açúcares não redutores (% MS)				Redução com a torração (%)	Letra
	Grão cru		Grão torrado			
Mundo Novo	8,15	a	2,46	a	69,22	cd
Topázio	7,33	abc	2,04	ab	71,42	bcd
Catuai Vermelho	7,07	bc	1,93	c	71,47	bcd
Catuai Amarelo	7,49	ab	2,23	ab	69,63	cd
Acaia Cerrado	7,24	abc	1,55	d	78,37	a
Rubi	7,03	bc	2,24	ab	67,27	d
Icatu Amarelo (LGC 3282)	6,44	c	1,60	d	73,34	abc
Icatu Amarelo (H2944)	8,06	a	1,81	cd	77,29	ab
C.V.(%)	8,94		9,22		5,51	

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os teores médios encontrados para os açúcares redutores dos grãos crus e torrados de diferentes cultivares de café e o percentual de perda após a torração estão representados nas Figuras 13, 14 e 15 e apresentados nas Tabelas 8 e Anexo 5A .

Diferenças significativas quanto ao teor de açúcares redutores dos grãos crus e torrados foram obtidas, contudo, as cultivares tenderam a apresentar o mesmo comportamento para essa variável. O menor teor foi observado em Catuaí Amarelo e o maior em Topázio, embora as cultivares tenham mostrado estatisticamente o mesmo resultado. Apesar da variação na perda desses açúcares com a torração, comportamento similar foi observado no *grão* torrado.

Os resultados obtidos para *o grão* cm apresentam-se na faixa de 0,1 a 1%, citada por Abraham (1992) . Diversos fatores encontram-se relacionados ao teor desses açúcares. O menor valor encontrado para açúcares redutores em grãos crus por Chagas (1994) foi atribuído a condições adversas, como injúrias mecânicas, microbianas e fermentativas, sofridas pelos frutos, já que a maior quantidade desses açúcares é encontrada na mucilagem e constitui-se de substratos para fermentações e desenvolvimento de fungos. Pimenta (1995) observou que ocorreu um aumento gradativo nos teores de açúcares à medida que a maturação dos frutos de café vai se intensificando, atingindo o valor máximo no cereja, e ainda, que quando os frutos secam na própria planta e perdem sua mucilagem, os teores de açúcares diminuem sendo metabolizados por via anaeróbica com produção de álcool e ácidos.

A presença dos diversos monossacarídeos, segundo Sabbagh, Yokomizo e Faria (1974), em uma certa proporção poderia servir para classificar o tipo do café verde. Afirmam também que os açúcares redutores degradam-se com a torração, na seguinte ordem crescente, Robusta, Icatu e Arábica, devido ao pequeno tamanho dos grãos, que facilita a transmissão do calor para o seu interior, resultando em uma degradação rápida dos açúcares.

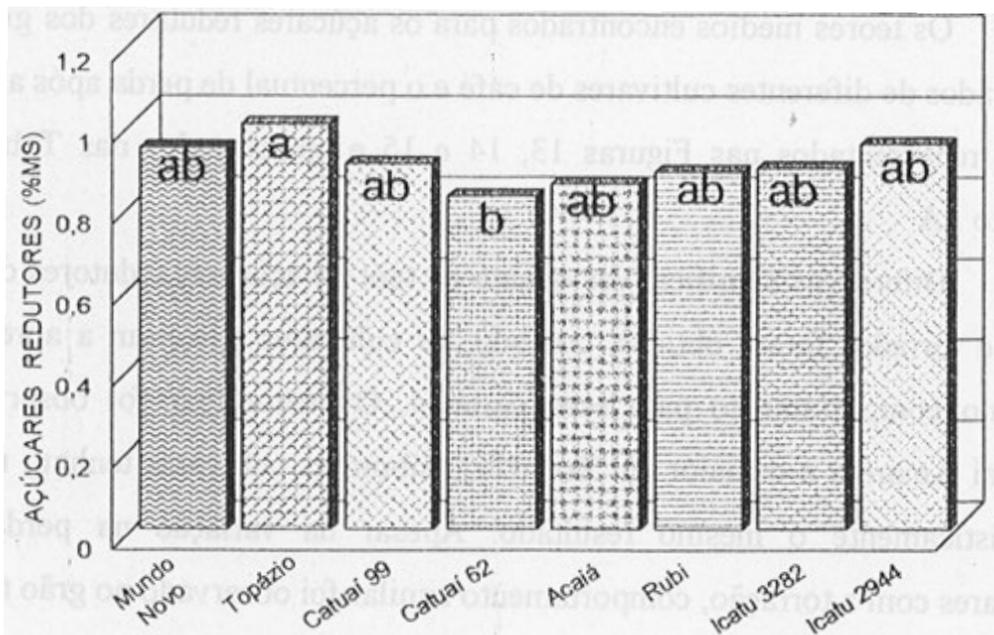


FIGURA 13 Teores médios de açúcares redutores de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

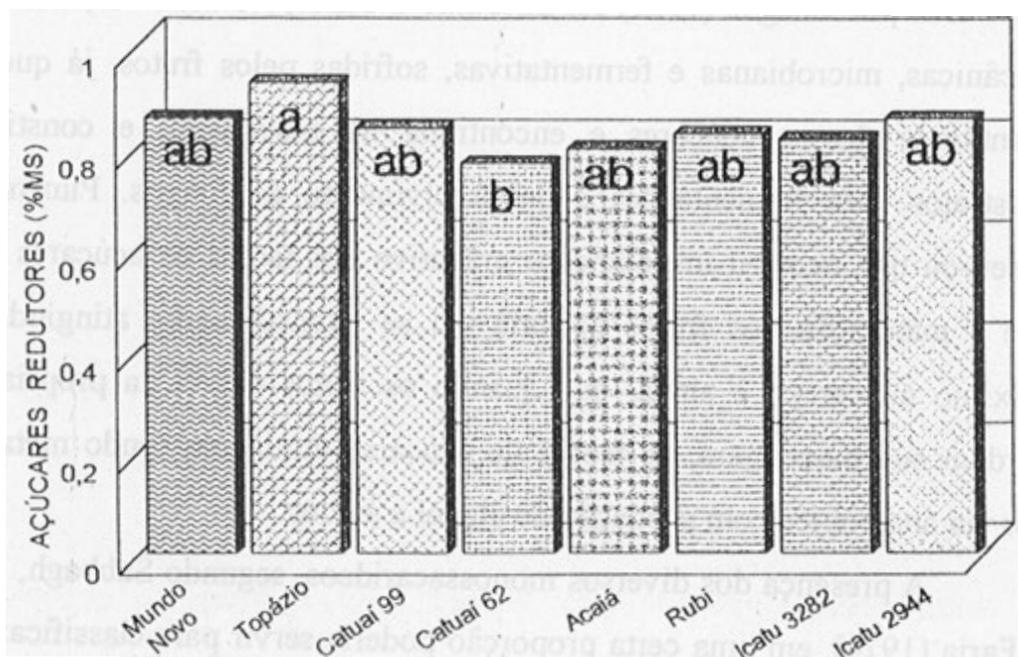


FIGURA 14 Teores médios de açúcares redutores de grãos torrados de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

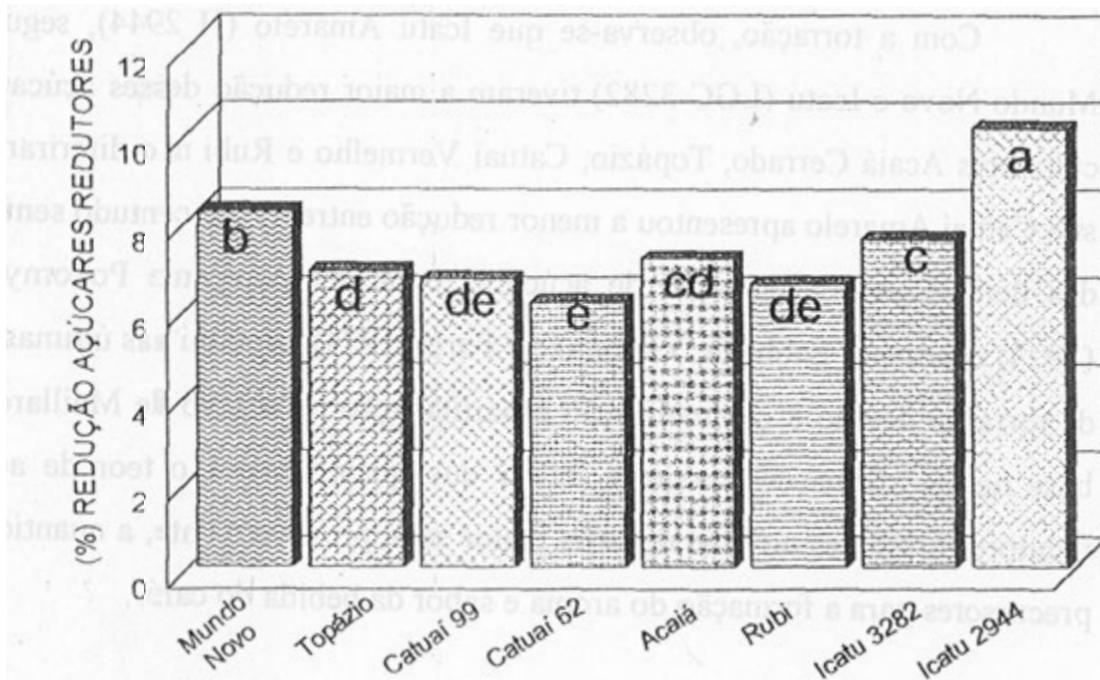


FIGURA 15 Valores médios da redução de açúcares redutores após a torração de grãos de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 8 Teores médios de açúcares redutores, de grãos crus e torrados e Redução com a torração de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Açúcares redutores (% MS)		Redução com a torração (%)
	Grão cru	Grão torrado	
Mundo Novo	0,94 ab	0,86 ab	8,20 b
Topázio	1,00 a	0,93 a	6,81 d
Catuaí Vermelho	0,90 ab	0,84 ab	6,62 de
Catuaí Amarelo	0,82 b	0,77 b	6,09 e
Acaiá Cenado	0,85 ab	0,80 ab	7,10 cd
Rubi	0,88 ab	0,83 ab	6,52 de
Icatu Amarelo (LGC 3282)	0,89 ab	0,82 ab	7,55 c
Icatu Amarelo (H2944)	0,95 ab	0,86 ab	10,09 a
C.V.(%)	12,4	12,32	5,34

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com a torração, observa-se que Icatu Amarelo (H 2944), seguida de Mundo Novo e Icatu (LGC 3282) tiveram a maior redução desses açúcares. **As** cultivares Acaiá Cerrado, Topázio, Catuaí Vermelho e Rubi não diferiram entre si e Catuaí Amarelo apresentou a menor redução entre todas; contudo sem diferir das demais. **A** concentração de açúcares redutores conforme Pokorny *et al.* (1974) citado por Sabbagh, Yokomizo e Faria (1974), diminui nas últimas etapas da torração devido à caramelização e participação na reação de Maillard. Com base nestas afirmações, pode-se inferir que **quanto** maior o teor de açúcares redutores presentes no grão de café, maior será, provavelmente, a quantidade de precursores para a formação do aroma e sabor da bebida do café.

4.7 Acidez titulável total

As cultivares estudadas não apresentaram diferenças significativas quanto a acidez titulável total dos grãos crus; no entanto, quando se observaram os grãos torrados, as diferenças foram acentuadas. Tais resultados encontram-se representados nas Figuras 16, 17 e 18 e são apresentados na Tabela 9 e *Anexo 6A*.

A acidez média encontrada nos *grãos* crus, no presente estudo para as cultivares amostradas, os quais foram cultivadas em São Sebastião do Paraíso, foi de 223,04 mL de NaOH 0,1N. Esses resultados são próximos aos apresentados por Souza (1996), a qual ao avaliar a qualidade e composição química do café arábica, proveniente de diferentes municípios produtores da região Sul de Minas registrou ser esta localidade uma das que apresentavam os mais baixos teores de acidez, com Valores interpostos entre 227,78 a 250,0 mL de NaOH/100g. Esses resultados confirmam que a qualidade de bebida, quando se observam aspectos químicos do grão cm, é influenciada também pelo local de cultivo.

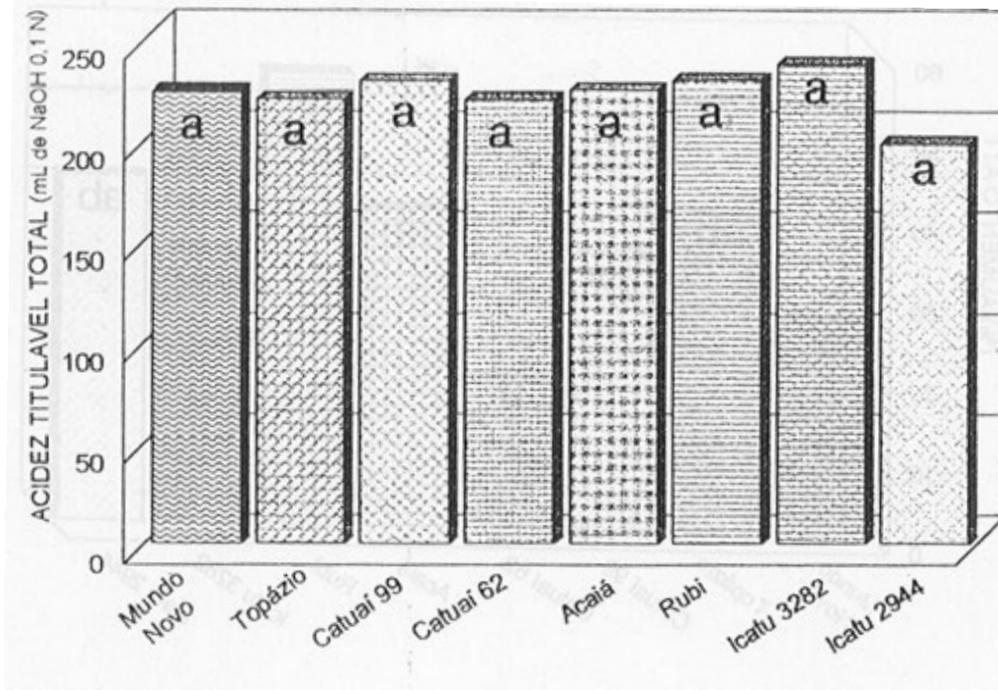


FIGURA 16 Acidez titulável total (ml NaOH 0,1 N) de **grãos** de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

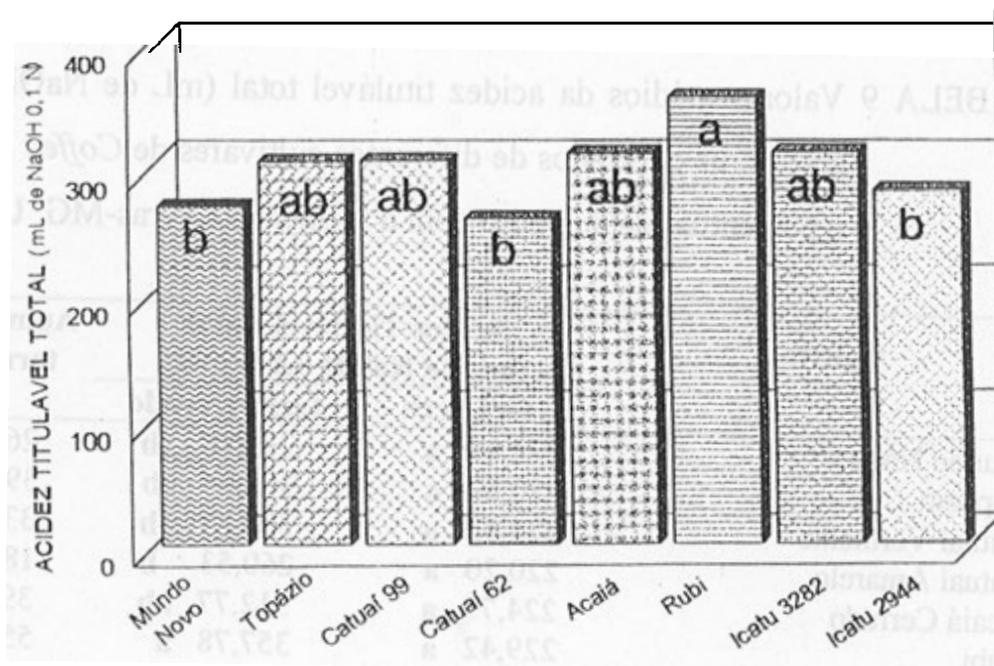


FIGURA 17 Acidez titulável total (ml NaOH 0,1 N) de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

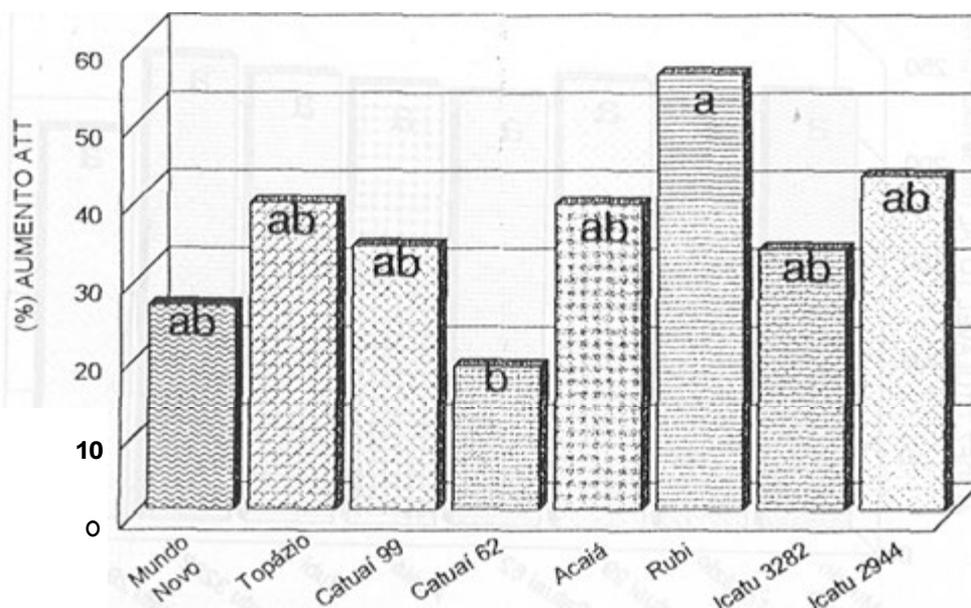


FIGURA 18 Valores percentuais médios do aumento da acidez titulável total com a torração de grãos de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 9 Valores médios da acidez titulável total (mL de NaOH 0,1 N) de grãos crus e torrados de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. e o percentual de aumento com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Acidez Titulável Total (mL de NaOH 0,1N/100g		Aumento com a torração (%)
	Grão c m	Grão torrado	
Mundo Novo	224,06 a	270,38 b	26,11 ab
Topázio	220,67 'a	306,04 ah	39,21 ab
Catuaí Vermelho	229,15 a	306,39 ah	33,71 ab
Catuaí Amarelo	220,20 a	260,53 b	18,32 b
Acaiaí Cerrado	224,79 a	312,77 ah	39,14 ab
Rubi	229,42 a	357,78 a	55,95 a
Icatu Amarelo (LCG 3282)	237,64 a	314,05 Ab	33,31 ab
Icatu Amarelo (H-2944)	198,42 a	283,15 b	42,70 ab
C.V.(%)	12,41	13,75	65,40

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A maior acidez em grãos torrados foi encontrada na cultivar Rubi, e as menores em Mundo Novo e Catuaí Amarelo. As demais cultivares apresentam uma tendência a valores intermediários.

As diferenças que foram constatadas nos grãos torrados, devem-se possivelmente à variação da composição química dos grãos das distintas cultivares que propiciariam a formação de diferentes compostos com a torração, o que resultou em uma elevação diferenciada da acidez do *grão*.

O incremento da acidez titulável com a torração se deve à formação de ácidos; contudo, a severidade da torração diminui a acidez da bebida por destruir ácidos clorogênicos que se encontram ligados à matriz do *grão* (Nakabayashi, 1978). Os ácidos são formados, segundo Sivetz e Desrosier (1979), principalmente, a partir de carboidratos quando estes são submetidos à decomposição térmica e reduzidos a ácidos carboxílicos e CO₂.

4.8 pH

Os valores médios do pH encontrados para os grãos crus e torrados de diferentes cultivares de café e a diminuição com a torração estão representados nas Figuras 19, 20 e 21 e apresentados na Tabela 10 e Anexo 7A.

As cultivares Icatu Amarelo (H 2944) e Acaíá Cerrado que tiveram, em seus grãos crus, os maiores valores de pH, nos grãos torrados apresentam os menores, pois revelaram as maiores diminuições com a torração, provavelmente pela formação de uma maior quantidade de ácidos no processo de pirólise do grão. Catuaí Vermelho, que apresentou para o grão com um pH entre os mais elevados, apresenta no grão torrado valores intermediários. Os grãos crus e torrados das cultivares Icatu Amarelo (LGC 3282) e Topázio apresentaram valores similares para o pH e semelhante percentual de redução com a torração.

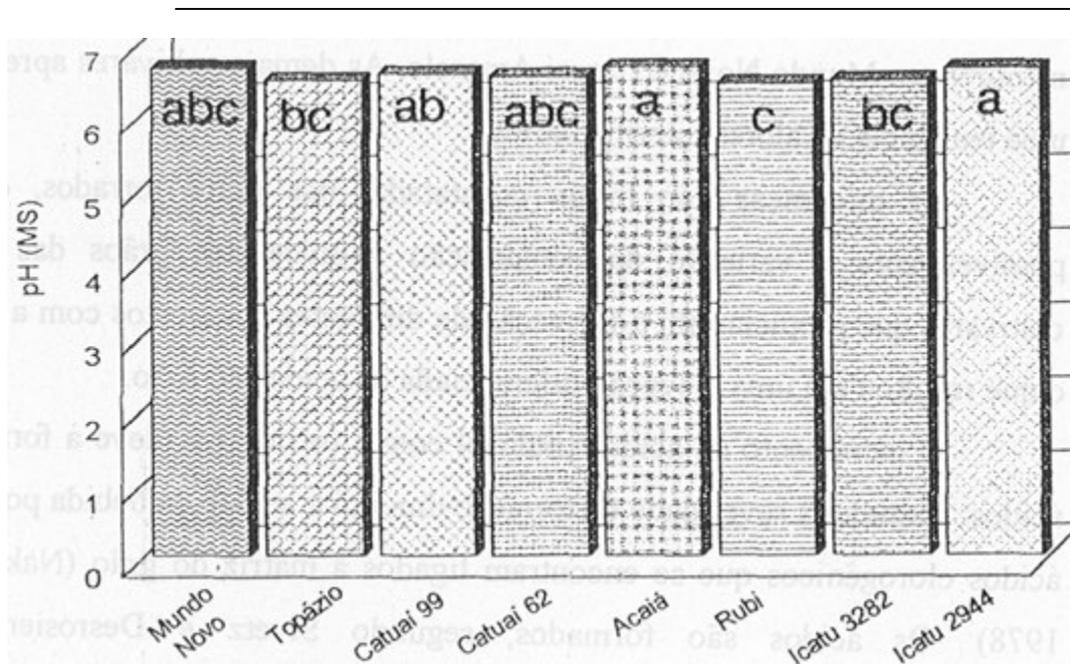


FIGURA 19 Valores *médios* do pH de grãos crus de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

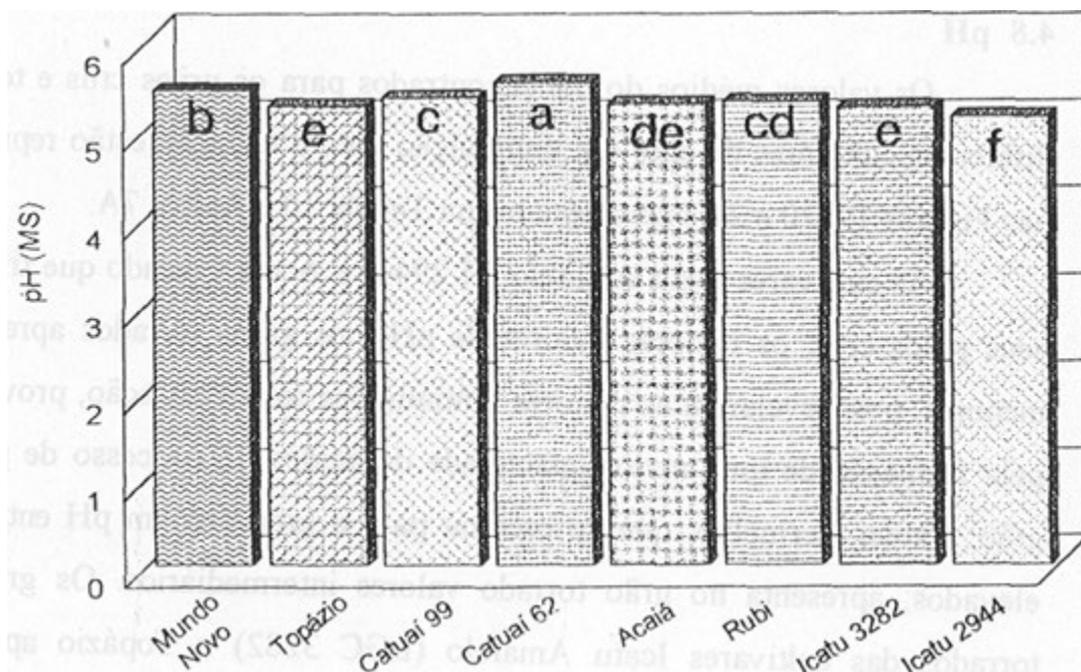


FIGURA 20 Valores médios do pH de grãos torrados de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

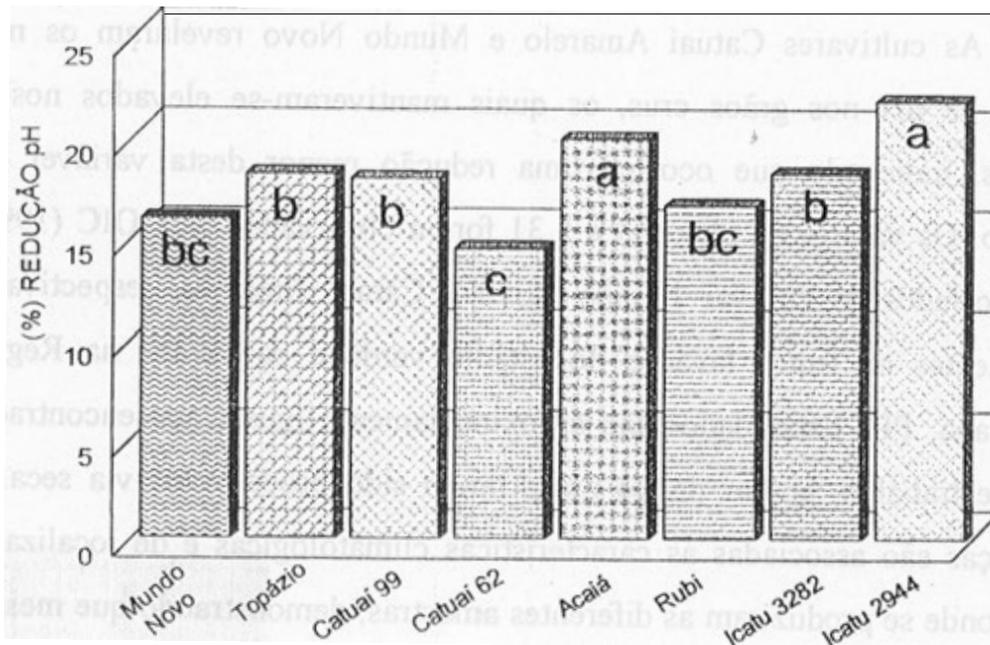


FIGURA 21 Percentual de redução do pH com a torração de grãos de diferentes cultivares de café *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 10 Valores médios do pH de grãos crus e torrados e da redução com a torração, de diferentes cultivares de café *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	pH (MS)		Redução com a torração (%)
	Grão cru	Grão torrado	
Mundo Novo	6,61 abc	5,46 b	15,89 bc
Topázio	6,44 bc	5,27 e	18,17 b
Catuai Vermelho	6,53 ab	5,37 c	17,92 b
Catuai Amarelo	6,50 abc	5,56 a	14,46 c
Acaia Cerrado	6,62 a	5,30 de	19,94 a
Rubi	6,39 c	5,33 cd	16,59 bc
Icatu Amarelo (LGC 3282)	6,43 bc	5,26 e	18,20 b
Icatu Amarelo (H 2944)	6,59 a	5,15 f	21,85 a
C.V.(%)	1,38	0,71	7,40

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo revelaram os maiores valores de pH nos grãos crus, os quais mantiveram-se elevados nos grãos torrados, indicando que ocorreu uma redução menor desta variável com a torração. Os valores de pH 5,63 e 5,31 foram observados pela OIC (1992) em grãos torrados da cultivar Mundo Novo e Catuaí Amarelo, respectivamente, provenientes de frutos lavados no estágio verde e cultivados na Região de Apucarana, PR. Estes dados são aproximadamente iguais aos encontrados no presente trabalho, apesar destes grãos terem sido processados via **seca**. Estas diferenças são associadas às características climatológicas e de localização da região onde se produziram as diferentes amostras, demonstrando que mesmo em se tratando de mesma cultivar as origens distintas propiciam características únicas ao café.

A cultivar Rubi apresentou nos grãos crus e nos torrados uma tendência a menores valores para pH, com redução pela torração, intermediária em relação às demais.

Os valores de pH citados por Pereira (1997) para cafés de bebida estritamente mole, encontram-se próximos aos obtidos no presente trabalho, sugerindo que apesar das diferenças observadas nas distintas cultivares, todas possuem um bom padrão de bebida, e que estas diferenças no pH sejam, possivelmente, advindas da variação na composição química existente entre as cvs para um mesmo composto, que proporcionaria de forma diversa a formação de substâncias que propiciariam essa variação nos valores do pH encontrados no presente estudo.

O pH é um indicador de eventuais transformações dos frutos de café como as fermentações indesejáveis que ocorrem durante as fases pré ou pós-colheita propiciando a formação de defeitos como os grãos verdes, ardidos e pretos. Esses grãos defeituosos apresentam valores reduzidos para o pH e elevados para a acidez (Pereira, 1997). O pH de amostras colhidas sobre o solo

foram mais ácidos que o observado em amostras colhidas por derriça no **pano**. Esta diferença foi atribuída à presença de defeitos, sendo inclusive percebida sensorialmente ao apresentar um gosto acre (OIC, 1991).

A variação do pH com a torração, segundo Sivetz e Desrosier (1979), embora pequena, pode ser de muita importância na aceitação **do** produto pelo consumidor. O pH ideal, segundo o autor, limita-se a 4,95 a 5,20, **para** a torração comercial, sendo que com o pH acima de 5,2 o café se toma **amargo** e abaixo de 4,95, ácido. Contudo, em outro trabalho, Sivetz (1972) citado por Sabbagh, Yokomizo e Faria (1977), indica também que entre **os** fatores que podem **afetar** a acidez do café, estão a espécie botânica, a altitude e a variedade.

4.9 Fenólicos totais

Os resultados obtidos para os fenólicos totais (%) nas amostras de **grãos** crus e torrados de diferentes cultivares de café e a redução com a torração estão representados nas Figuras 22, 23 e 24 e apresentados nas Tabelas 11 e Anexo SA.

A concentração dos fenólicos totais observada nos grão crus não variou entre as distintas cultivares. Os resultados obtidos apresentam-se próximos **ao** intervalo de 7 a 7,67% citados por Chagas (1994) para **cafés** da Região Sul de Minas, provenientes de uma mistura de frutos em diferentes estádios de maturação.

O valor médio 7,49% encontrado para a cultivar Mundo Novo, aproxima-se de 7,95% encontrado por **Amorim et al.** (1974) em amostras da mesma cultivar colhidas em **Minas** Gerais e São Paulo, **com** a bebida classificada como mole.

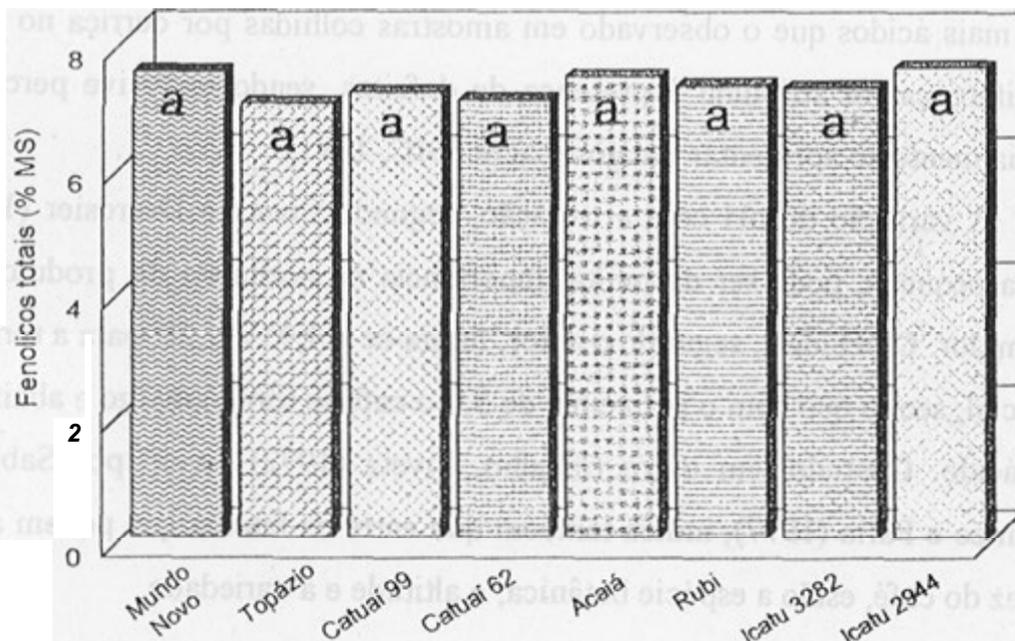


FIGURA 22 Teores médios de fenólicos totais de grãos crus de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

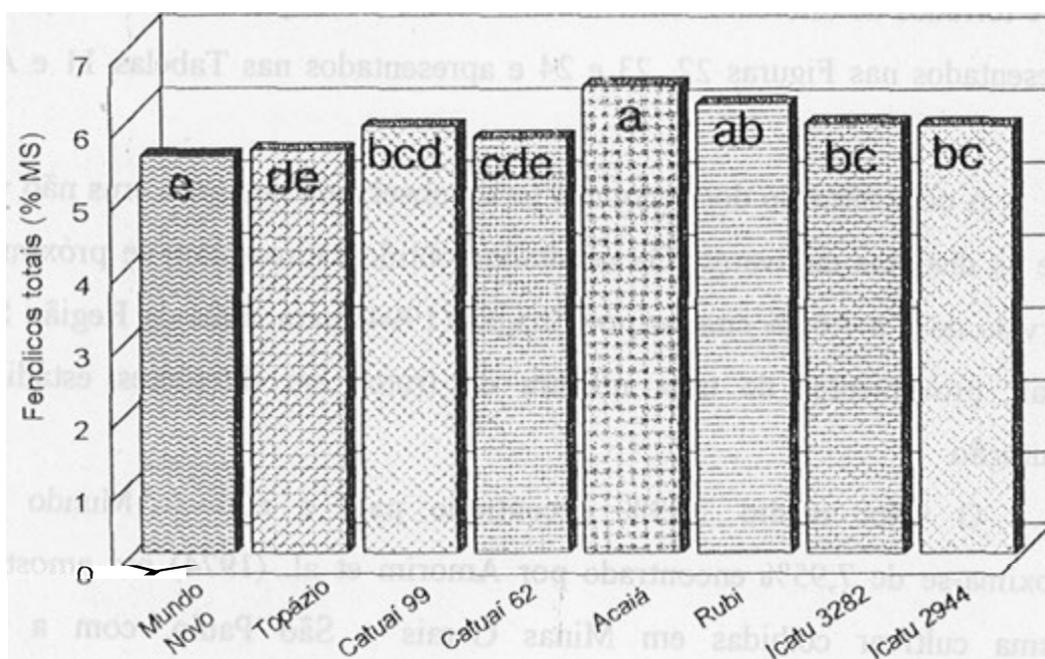


FIGURA 23 Teores médios de fenólicos totais (% MS) de grãos torrados de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

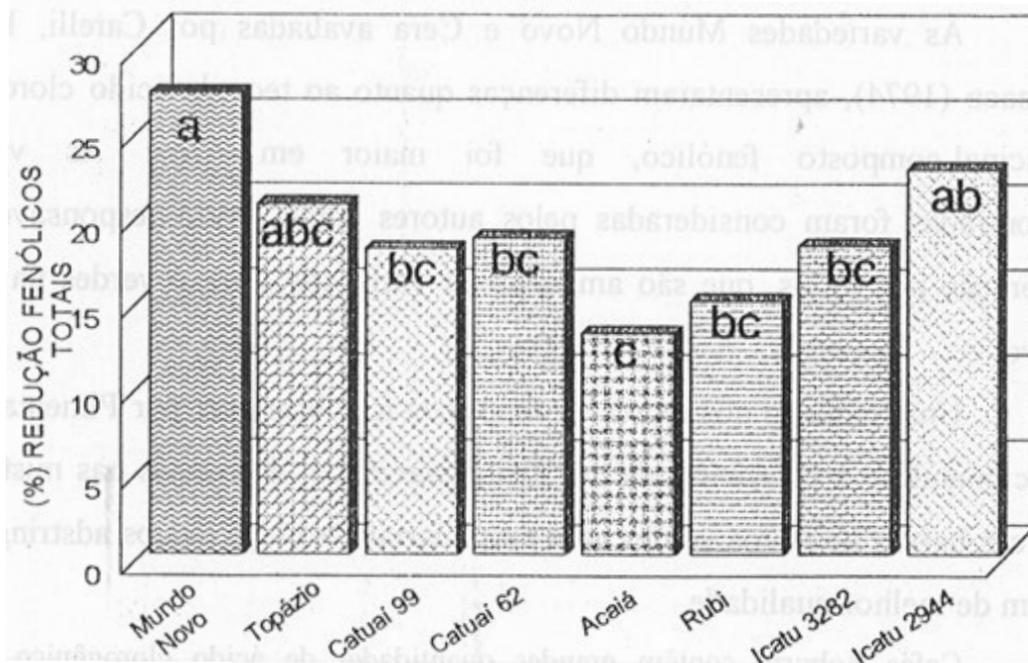


FIGURA 24 Valores médios da redução de fenólicos totais com a torração em grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 11 Valores médios de fenólicos totais em grãos crus e torrados de diferentes cultivares *Coffea arabica* L. e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Fenólicos Totais (% MS)		Redução com a torração (%)
	Grão cru	Grão torrado	
Mundo Novo	7,49 a	5,46 e	27,10 a
Topázio	6,97 a	5,54 de	20,52 abc
Catuai Vermelho	7,15 a	5,87 bcd	17,90 be
Catuai Amarelo	7,03 a	5,72 cde	18,54 bc
Acaiá Cenado	7,42 a	6,45 a	12,94 c
Rubi	7,27 a	6,20 ab	14,86 bc
Icatu Amarelo (LCG 3282)	7,24 a	5,93 bc	18,09 be
Icatu Amarelo (H-2944)	7,57 a	5,91 bc	22,59 ab
C.V.(%)	6,24	4,21	34,55

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As variedades Mundo Novo e Cera avaliadas por Carelli, Lopes e Monaco (1974), apresentaram diferenças quanto ao teor de ácido clorogênico, principal composto fenólico, que foi maior em Cera. **As** variações encontradas foram consideradas pelos autores como sendo responsáveis pela coloração dos grãos, que são amarelas na variedade Cera e verdes na Mundo Novo.

Uma redução nos teores de fenólicos foi observada por Pimenta (1995) relacionando-o à ocorrência de **um** maior percentual de cerejas nas misturas ou índices baixos de frutos verdes, que propiciariam bebidas menos adstringentes e assim de melhor qualidade.

Cafés Robusta contêm grandes quantidades de ácido clorogênico, quando comparados ao Arábica e segundo Balayaya e Clifford (1995), a alta concentração do ácido 4,5-dicafeoilquinico contribui para **um peculiar** sabor metálico com um negativo efeito sensorial.

Nos grãos torrados, houve variação significativa nos teores de fenólicos entre as cultivares, o que não ocorreu com os grãos crus; assim a variação na degradação desses compostos com a torração poderá ser considerada como causa destas diferenças. Acaíá Cerrado apresentou o maior teor de fenólicos e a menor perda *com* a torração. A cultivar Rubi não diferiu desta, **apesar** de apresentar uma redução desses compostos um pouco mais elevada.

Os híbridos Icatu Amarelo LGC 3282 e H 2944 apresentaram a mesma concentração e, em média, a mesma redução dos fenólicos com a torração. **As** cultivares Topázio, Catuaí Vermelho e Amarelo não diferiram entre si no teor desse constituinte e no percentual de redução. Por apresentar uma das maiores reduções com a torração, a cultivar Mundo Novo apresentou um dos menores teores sem, contudo, diferir desse grupo.

Os grãos de café Arábica, conforme Amorim *et al.* (1975) possuem cerca de 7% de fenóis livres, sendo que quase a totalidade é representada pelo

ácido clorogênico (3-4 dicafeoil-quinico) e seus isômeros. Durante a torração, segundo Menezes (1994), esses ácidos extraíveis são destruídos progressivamente, podendo perder até 6g/100g nesta espécie, com torrações escuras. Estas informações levam a crer que as cultivares comportam-se da mesma forma na perda de ácido clorogênico; contudo, variações na composição e concentração de outros fenóis podem estar associadas às diferenças na degradação desses compostos com a torração.

A perda dos ácidos clorogênico e cítrico, de acordo com Lentner e Deatherage (1967), citado por Sabbagh e Yokomizo (1976), varia com a temperatura de torração e com a variedade de café. Esses autores observaram ainda que a espécie Robusta degrada menos ácido clorogênico que a Arábica.

4.10 Extrato etéreo (%)

Os teores médios de extrato etéreo encontrados nos grãos crus e torrados de diferentes cultivares e o aumento com a torração estão representados nas Figuras 25, 26 e 27 e apresentados nas Tabelas 12 e Anexo 9A.

As cultivares apresentaram diferenças quanto ao teor de extrato etéreo para o grão cru. Mundo Novo e Topázio apresentaram teores mais elevados; contudo, Acaiá Cerrado e Icatu Amarelo (LCG 3282) não diferiram destas. Com exceção de Icatu Amarelo (1944), que teve um dos menores teores, Rubi, Catuai Vermelho e Catuai Amarelo apresentaram em média a mesma concentração.

Os teores em lipídeos nos grãos crus de café encontrados no presente trabalho estão próximas à média de 13% citada por Sivetz (1953). Esteves e Oliveira (1973) citam valores de 13,41 a $\pm 1,38\%$ para cafês Arábicas cultivados em Angola.

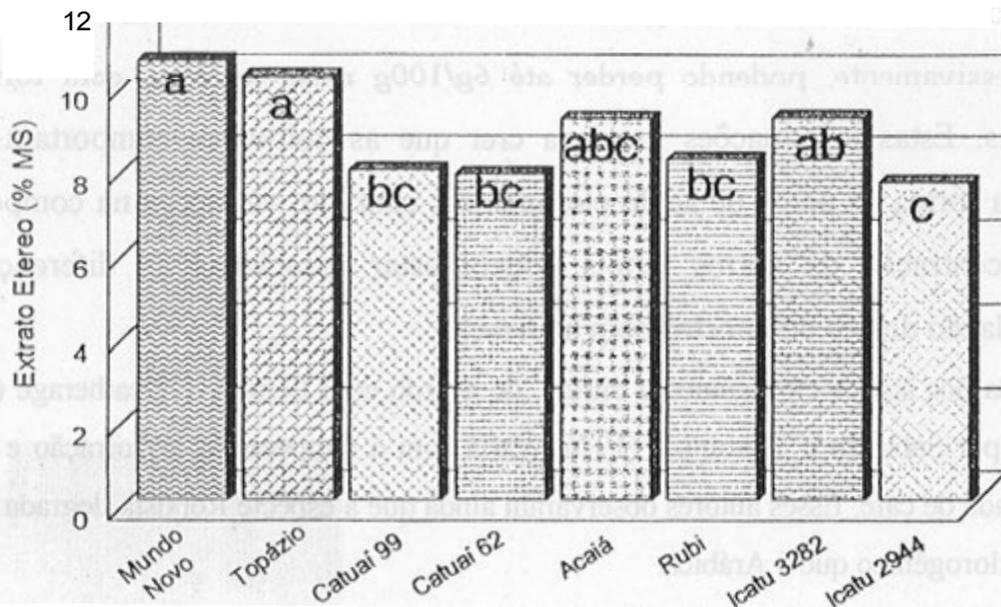


FIGURA 25 Teores médios de extrato etéreo de grãos crus de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

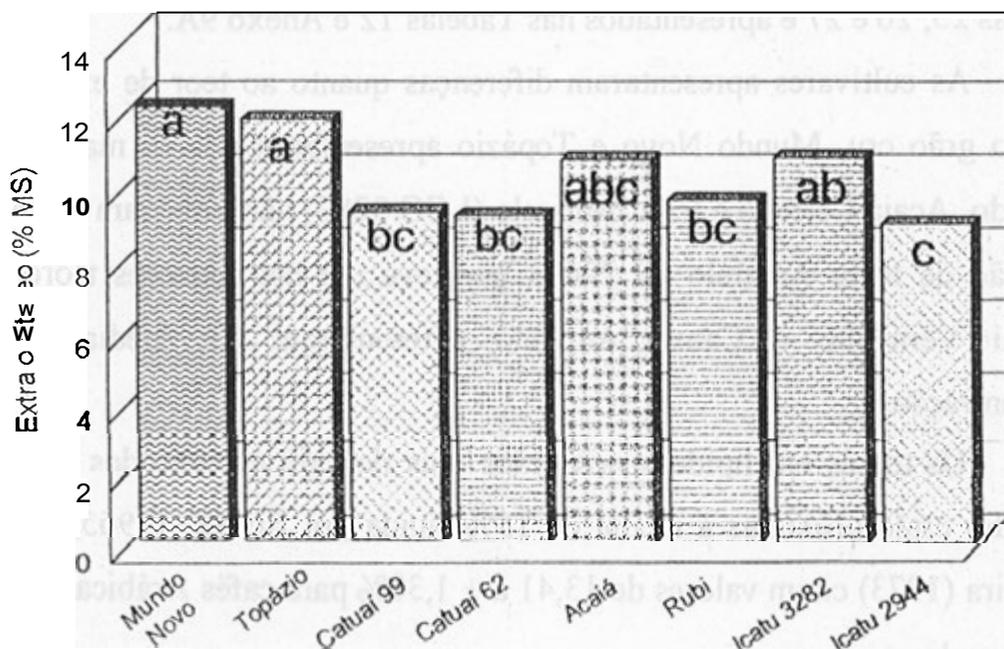


FIGURA 26 Teores médios de extrato etéreo de grãos tonados de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

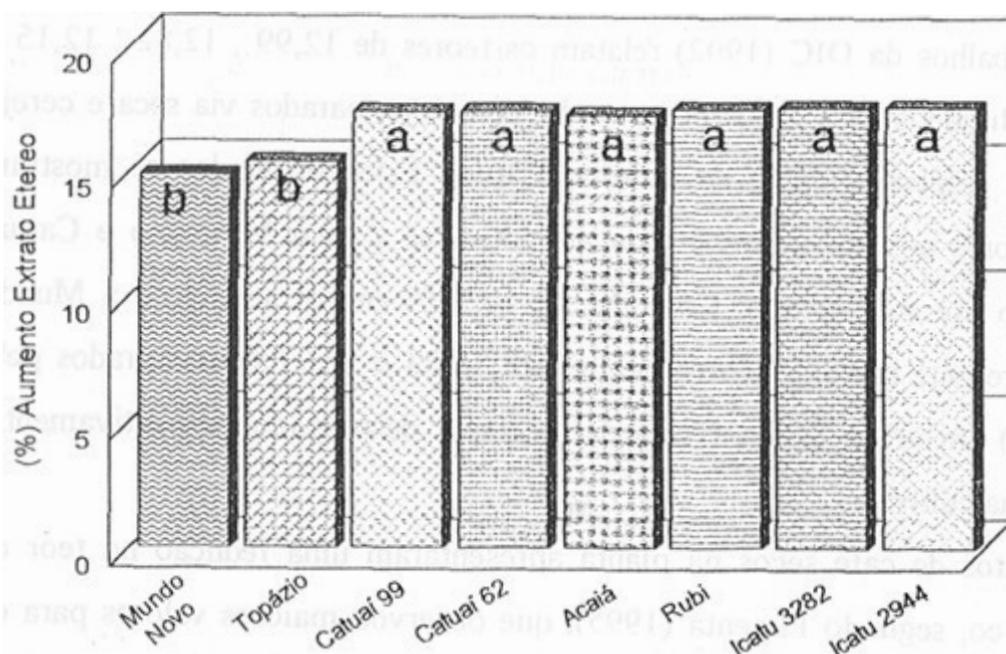


FIGURA 27 Valores médios do aumento do teor de extrato **etéreo** com a torração de **grãos** torrados de diferentes cultivares de café *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 12 Valores médios do extrato etéreo de **grãos** crus e **torrados** de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. e a **redução** com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Extrato Etéreo (% MS)		Aumento com a torração (Yo)
	Grão cru	Grão torrado	
Mundo Novo	10,55 a	12,11 a	14,80 a
Topázio	10,20 a	11,76 a	15,33 a
Catuaí Vermelho	7,87 bc	9,23 bc	17,34 b
Catuaí Amarelo	7,78 bc	9,13 bc	17,40 b
Acaia Cerrado	9,09 abc	10,66 abc	17,24 b
Rubi	8,13 bc	9,55 bc	17,46 b
Icatu Amarelo (LCG 3282)	9,12 ab	10,71 ab	17,54 b
Icatu Amarelo (H-2944)	7,58 c	8,91 c	17,58 b
C.V.(%)	11,72	11,74	2,13

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Trabalhos da OIC (1992) relatam os teores de 12,99 , 12,82 , 12,15 e 12,19% de lipídeos para grãos b6ia? verde, cereja, preparados via seca e cereja descascado, respectivamente da cultivar Catuaí. Estes resultados se mostram bem superiores aos encontrados para as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo do presente estudo. Contudo, os 10,55% encontrados para a Mundo Novo, do presente trabalho, corroboram com 10,83 e 10,97% encontrados pela OIC (1992) em grãos cereja (via seca) e cereja despoldado, respectivamente, dessa mesma cultivar

Frutos de café secos na planta apresentaram **uma** redução no teor de extrato etéreo, segundo Pimenta (1995), que observou maiores valores para os grãos colhidos no estágio verde cana e intermediários para os colhidos verdes e cerejas.

A presença dos maiores teores de extrato etéreo, conforme Amorim (1972), está nos melhores cafés. Para o autor a degradação da estrutura da membrana aumenta a quantidade de ácido graxo livre e diminui os insaponificáveis, já que as lipases são ativadas pela absorção de água.

A variação no teor de extrato etéreo dos grãos crus seguiu a mesma tendência observada nos grãos torrados. Mundo Novo e Topázio apresentaram os maiores teores; entretanto, os menores aumentos destes óleos com a torração. Acaiá Cerrado e Icatu Amarelo (LCG ,3282) não mostram diferenças em relação a estas; contudo, os maiores aumentos com a torração, juntamente com as outras cultivares, que tiveram os menores teores de extrato etéreo nos grãos torrados.

O aumento no teor de extrato etéreo com a torração foi associado por Sabbagh, Yokomizo e Faria (1974) à perda de outros constituintes, como os sólidos solúveis.

Os óleos do grão de café durante a torração, atuam como **uma** peneira seletiva na retenção das substâncias aromáticas do grão de café, melhorando a qualidade do produto (Amorim, 1972). Com base nestas afirmações, os cafés

que apresentarem maior quantidade de extrato etéreo poderão apresentar melhores sabores.

4.11 Proteína bruta

Os teores médios de proteína observados nos grãos crus e torrados de diferentes cultivares e a redução com a torração estão representados nas Figuras 28, 29 e 30 e apresentados nas Tabelas 13 e Anexo 7 A .

As cultivares Mundo Novo e Catuaí Amarelo apresentaram os menores valores para a proteína bruta do grão cru e as demais cultivares não diferiram entre si, apresentando os maiores teores.

O teor médio de proteína bruta encontrado para a cultivar Mundo Novo, é aproximadamente igual aos 14,62, 14,54 , 15,77 e 14,73% , em sequência, para os frutos cereja descascado, bóia, verde e cereja processados tradicionalmente, obtidos pela OIC (1992). Contudo, verifica-se uma maior semelhança entre o teor de proteína dos frutos verdes e os encontrados no presente estudo. Os teores encontrados para Catuaí Vermelho e Amarelo, foram maiores que os observados pela OIC (1992) para Catuaí, entretanto, observa-se uma tendência de proximidade dos valores entre os frutos no estádio : apresentaram 14,96% deste constituinte.

OS valores encontrados para as cultivares Mundo Novo e Catuaí Amarelo aproximam-se dos resultados obtidos por Pimenta (1995), para frutos colhidos no estádio cereja, que não diferiu dos estádios de maturação seco/passa e verde cana. Para as demais cultivares, observa-se uma similaridade nos valores obtidos no mesmo trabalho para frutos colhidos no estádio verde. Estes resultados sugerem que as cultivares Mundo Novo e Catuaí Amarelo apresentaram maior percentual de frutos no estádio cereja e a maior quantidade de frutos verdes estavam presentes nas amostras das demais cultivares.

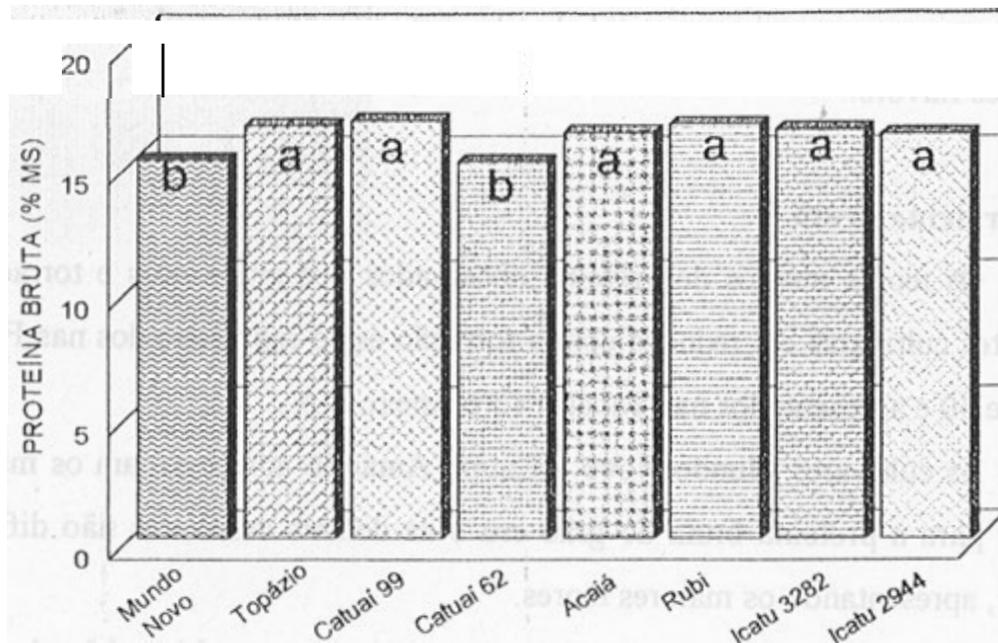


FIGURA 28 Teores médios de proteína bruta em grãos crus de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

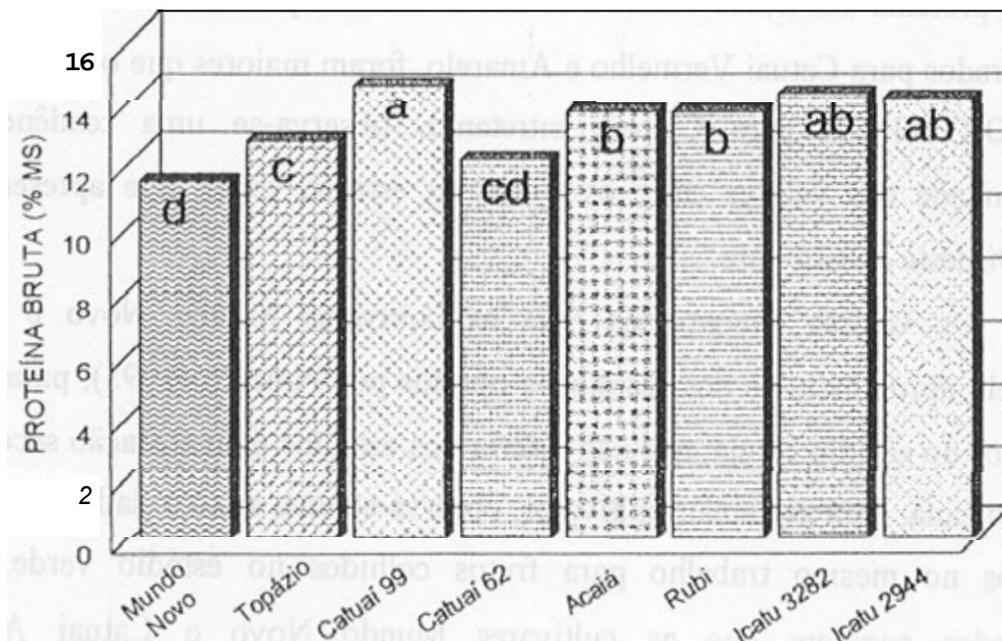


FIGURA 29 Teores médios de proteína bruta em grãos torrados de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

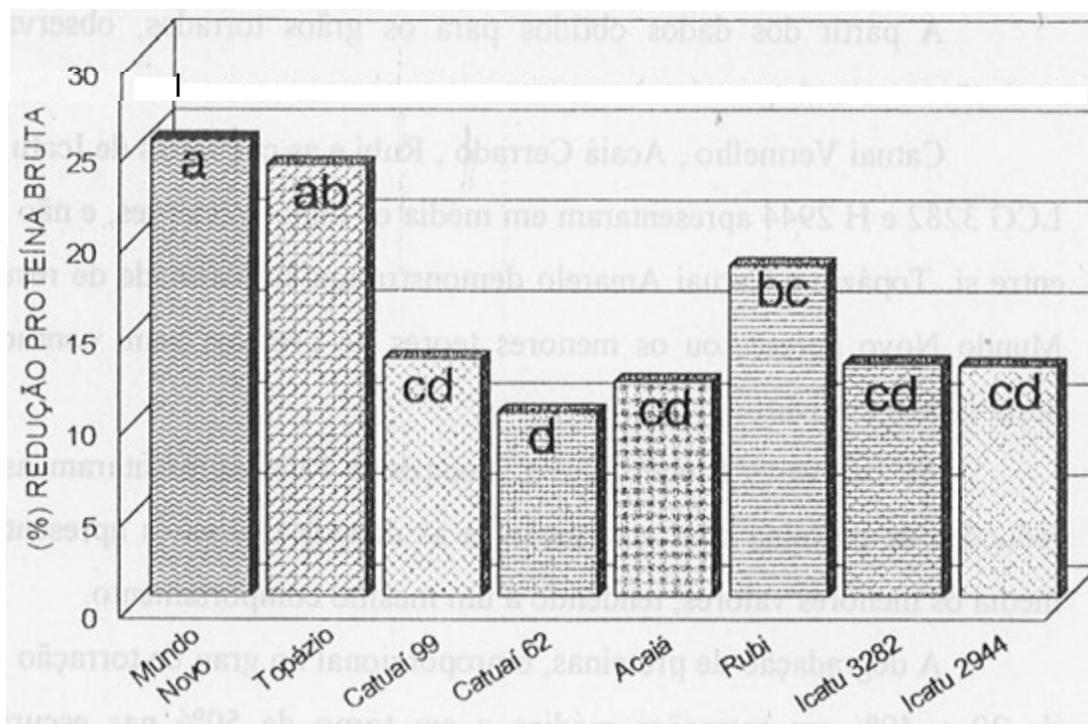


FIGURA 30 Valores médios da perda de proteína **bruta** com a torração de grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 13 Valores médios de proteína bruta em **grãos** crus e torrados de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Proteína Bruta (% MS)		Redução com a torração (%)
	Grão cru	Grão torrado	
Mundo Novo	15,16 b	11,36 d	25,05 a
Topázio	16,56 a	12,64 c	23,69 ab
Catuaí Vermelho	16,76 a	14,56 a	13,03 cd
Catuaí Amarelo	15,11 b	12,05 cd	10,12 d
Acaiaí Cerrado	16,28 a	13,61 b	11,81 cd
Rubi	16,62 a	13,59 b	18,14 bc
Icatu Amarelo (LCG 3282)	16,42 a	14,30 ab	12,79 cd
Icatu Amarelo (H-2944)	16,23 a	14,13 ab	12,68 cd
C.V.(%)	3,93	4,53	27,83

* médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A partir dos dados obtidos para os grãos torrados, observa-se uma variação no teor de proteína bruta entre as cultivares.

Catuaí Vermelho, Acaiá Cerrado, Rubi e as cultivares de Icatu Amarelo LCG 3282 e H 2944 apresentaram em média os maiores valores, e não diferiram entre si. Topázio e Catuaí Amarelo demonstraram similaridade de resultados, e Mundo Novo apresentou os menores teores de proteína sem, contudo diferir desta última cultivar.

As cultivares Mundo Novo, Topázio e Rubi apresentaram as maiores reduções de proteína com a torração, e as demais cultivares apresentaram em média os menores valores, tendendo a um mesmo comportamento.

A degradação de proteínas, é proporcional ao grau de torração que varia de 20 a 40% em torrações médias e em torno de 50% nas escuras, sendo dependente também da composição inicial e ainda da espécie e variedade como citam Illy e Viani (1995). Em café Arábica da Colômbia, os autores reportaram uma perda total de 18,06% de proteína bruta em torrações médias.

A torração leva a denaturação e degradação das proteínas que podem ser observadas a partir das mudanças que ocorrem na composição dos aminoácidos, com o aumento dos termoestáveis como alanina, ácido glutâmico, glicina, leucina, fenilalanina e valina, e a diminuição de outros como arginina, cisteína, serina e treonina. Estes aminoácidos estão envolvidos em **uma** série de reações que formam substâncias voláteis responsáveis pelo aroma do café

4.12 Classificação por tipo

Os resultados apresentados na Figura 31 e Tabela 14, demonstram haver uma variação no número de defeitos das amostras de diferentes cultivares de café e na classificação por tipo.

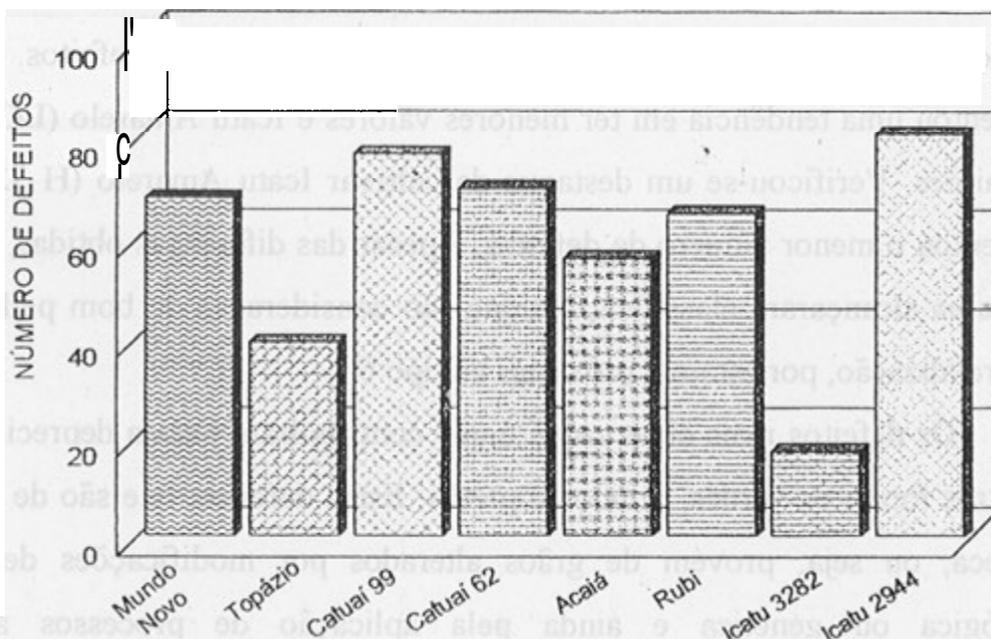


FIGURA 31 Número médio de defeitos das **amostras** de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 14 Número médio de defeitos e classificação por tipo de amostras de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Número de defeitos	Tipo (IBC 1977)
Mundo Novo	68	5-30
Topázio	39	4-30
Catuai Vermelho	77	5-40
Catuai Amarelo	70	5-35
Acaiá Cerrado	56	5-15
Rubi	65	5-25
Icatu Amarelo (LGC 3282)	17	3-15
Icatu Amarelo (H 2944)	81	5-45

As cultivares Mundo Novo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Acaia Cerrado e Rubi tiveram em média o mesmo numero de defeitos. Topázio apresentou uma tendência em ter menores valores e Icatu Amarelo (LCG 2944) os maiores. Verificou-se um destaque da cultivar Icatu Amarelo (H 3282) que apresentou o menor número de defeitos. Apesar das diferenças obtidas, todas as cultivares alcançaram classificações que são consideradas de bom padrão para comercialização, por estarem próximas ao tipo 6.

Os defeitos mais observados e que contribuíram para a depreciação das amostras foram os verdes, ardidos e pretos. Estes defeitos, que são de natureza intrínseca, ou seja, provém de grãos alterados por modificações de origem fisiológica ou genética e ainda pela aplicação de processos agrícolas inadequados, segundo Teixeira, Pimentel Gomes e Cruz (1971), prejudicam a qualidade final do produto, a bebida, o aspecto e a torração.

A cultivar Icatu Amarelo (H 2944) apresentou o maior número de defeitos, recebendo a classificação tipo 5-45, contudo quando se verificou a atividade da polifenoloxidase para caracterizar a bebida, não foram observadas diferenças significativas em relação às demais, tendo sua bebida classificada como sendo de bebida Mole a Apenas mole. Estes resultados demonstram que a proporção dos defeitos encontrados nas amostras não chegou a alterar de forma significativa a qualidade da bebida, sugerindo ainda que pelo alto valor como produto que o café alcança, avaliações complementares deverão ser feitas para a melhor definição de sua qualidade

Amostras de cafés com grãos no estágio cereja e que apresentaram baixo número de defeitos, avaliados por Pimenta (1995), foram classificadas como de bebida dura, por provadores especializados. O mesmo padrão de bebida foi atribuído à amostras de grãos colhidas no estágio verde, que foi desclassificada para a comercialização por apresentar uma média muito elevada de defeitos.

Este trabalho prova, que apenas a classificação por tipo não serve para caracterizar de forma objetiva e correta a qualidade do café.

Considerando-se a mesma região de cultivo, os mesmos tratos culturais aos quais foram submetidas, observa-se que a cultivar Icatu Amarelo (LCG 3282), considerada precoce em relação à maturação dos frutos, tendeu a apresentar menos defeitos em relação às outras cultivares, devido, possivelmente, a uma maior porcentagem de frutos cerejas, apresentados nas três épocas amostradas.

A utilização de cultivares mais resistentes à ocorrência de defeitos assim como o conhecimento das causas que promovem estes defeitos, são práticas importantes que servirão para monitorar os devidos cuidados com a lavoura visando a melhoria da qualidade.

4.13 Classificação por peneira

Os resultados apresentados na Figura 32 e Tabela 15 mostram as diferenças que ocorreram entre as cultivares quanto ao tamanho dos grãos, pela classificação por peneira.

As cultivares Acaíá Cerrado que é caracterizada por possuir grãos maiores e Icatu Amarelo (LCG 3282), apresentaram a maioria de seus grãos retidos nas peneiras 17 e acima. As demais cultivares apresentaram as peneiras 15 e 16 retendo a maioria de seus grãos.

Estes resultados são de grande importância para a elaboração de blends visando a uniformidade de torração.

Todas as amostras tenderam a apresentar a mesma quantidade de grãos retidos nas menores peneiras (12, 13 e 14), com exceção de Acaíá Cerrado e Icatu Amarelo (LCG 3282), que tiveram ainda menos.

No fundo de peneira, que é considerado a quantidade de grãos e materiais que não são retidos nas peneiras, não houve diferenças entre as cultivares.

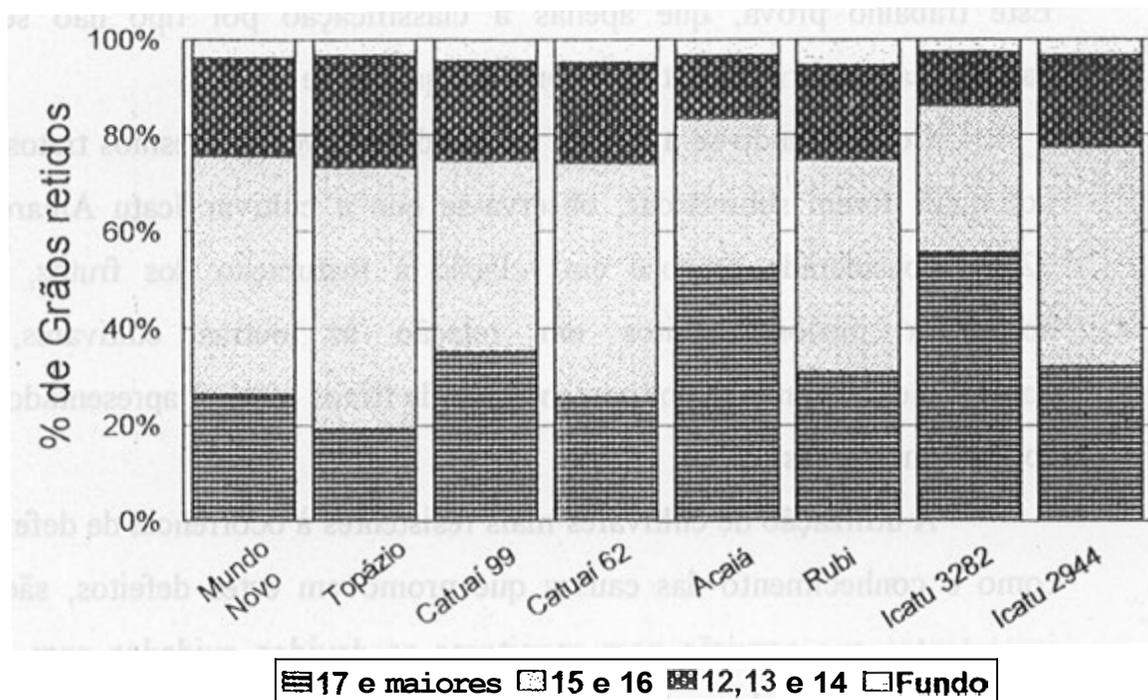


FIGURA 32 Percentual de grãos retidos nas peneiras das amostras de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

TABELA 15 Percentual médio de grãos de amostras de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. retidos nas peneiras Lavras-MG, UFLA, 2000.

Cultivar	Peneiras			
	17 e maiores	15 e 16	12,13 e 14	Fundo
Mundo Novo	26,46	48,96	20,70	3,88
Topázio	19,24	53,85	23,54	3,37
Catuai Vermelho	35,27	39,34	20,76	4,63
Catuai Amarelo	25,76	48,16	21,23	4,85
Acaiá Cerrado	52,31	30,86	13,40	3,43
Rubi	31,03	43,62	19,82	5,53
Icatu Amarelo (LGC 3282)	55,58	30,40	11,32	2,7
Icatu Amarelo (H 2944)	32,28	44,98	19,36	3,38

5 CONCLUSÕES

Os resultados experimentais obtidos no presente trabalho permitira concluir que:

- As cultivares exibem variação na composição química dos *grãos* crus torrados, com elevação da acidez titulável total e teor de extrato etéreo redução dos demais constituintes com o processo de torração.
- A atividade enzimática da polifenoloxidase **não** variou entre as cultivare classificando-asnos padrões de bebida mole a apenas mole.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, K.O. Guide .on food products., Bombay: Spelt Trade Publications, 1992. v.2. Coffee & coffee products, p. 1-14.

AMORIM, H.V. **Relação entre alguns compostos orgânicos do grão do café verde com a qualidade da bebida.** Piracicaba: ESALQ, 1972. 136p. (Tese - Doutorado em Bioquímica).

AMORIM, H.V. Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade. Piracicaba: ESALQ, 1978. 85p. (Tese - Livre Docência em Bioquímica).

AMORIM, H.V.; SILVA, D.M. **Relação da atividade da polifenoloxidase do grão de *Coffea arabica* L. com a qualidade da bebida.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1968. 16p. (Boletim Técnico, 31).

AMORIM, H.V.; TEIXEIRA, A.A.; GUERCIO, M.A.; CRUZ, V.F.; MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee anal the quality of the beverage: 11-Phenolic compounds. Turrialba, San Jose, v.24, n.2, p. 217-221, Abr./Jun, 1974.

AMORIM, H.V.; TEIXEIRA, A.A.; MELO, M.; CRUZ, V.F.; MALAVOLTA E. Chemistry of Brazilian green Coffee anal the quality of the beverage: IV- Electrophoresis of proteins in agar-gel and ist interaction **with** chlorogenic acids. Turrialba, San Jose, v.25, n. 1, p. 18-24, Jan./Mar, 1975.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ: Coffee Business. Rio de Janeiro, 1998. v.4 136p.

ARAÚJO, J.M. de A. Escurecimento enzimático em alimentos: aspectos químicos e controle. Viçosa: UFV, 1990. 14p. (Revisão, 231).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15 ed. Washington, 1990. 2v.

- BALALAYA, K.J.; CLIFFORD, M.N. Individual chlorogenic acids and caffeine contents in commercial grades of wet and *dry* processed Indian green robusta *coffee*. *Journal Food Science Technology*, Chicago, v.32, n.2, p. 104-108, 1995.
- CAIXETA, I.F. **Maturação fisiológica da semente do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Mundo Novo**. Lavras: UFPA, 1981. 48p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- CAMARGO, A. P.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18., 1992, Araxá. Resumos ... Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1992. p. 70-74.
- CARELLI, M.L.C.; LOPES, C.R.; MONACO, L.C. Chlorogenic acid content in species of *Coffea* and selections of *C. arabica*. *Turrialba*, San Jose, v.24, n.4, p. 398-401, Oct./Dec. 1974.
- CARVALHO, A.; TANGO, J.S.; MONACO, L.C. Genetic control of the caffeine content of *coffee*. *Nature*, Londres, v.205, n.4968, p.364. 1965.
- CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J. de R.; CHALFOUN, S.M.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.3, p. 449-454, mar. 1994.
- CHAGAS, S.J. de R. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. Lavras: UFPA, 1994. 83p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Variation de la teneur en caféine dans le genre *Coffea*. *Café Cacao Thé*, Paris, v.11, n.4, p. 251-264, oct./dec. 1975.
- CLASSIFICAÇÃO: uma discussão de todo o **setor**. *Jornal do Café*, Rio-de Janeiro, v.?, n.98, p. 11-15, out. 1999.
- CLIFFORD, M.N. Chlorogenic acids: their complex nature and routine determination in coffee beans. In: CLARKE, J.R.; MACRE, R. *Coffee 1: Chemistry*. London: Elsevier Science, 1985. p. 153-202.

CLIFFORD, M.N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M.N.; WILLSON, K.C. (ed.). **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Helm, 1985. p.305-374.

CORTEZ, J.G. Aplicações da espectroscopia fotoacústica na determinação da qualidade do café. **Cafeicultura Moderna**, Campinas, v.1, n.2, p. 31-33, jul./ago. 1988.

DENTAN, E. **Examen** microscopique de gran de café riote. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM EN COFFEE, 12., 1987, Montreux. **Proceedings...** Pans: ASIC, 1987. p.186-188.

DRAETTA, I.S.; LIMA, D.C. Isolamentos e caracterização das polifenoloxidasas do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p. 3-28, jun. 1976.

EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Rubi**: café para Minas. Belo Horizonte, [1994?]. n.p.

EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Topázio**: nova cultivar de café para o estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, [1998?]. n.p.

ESKIN, N.A.M. **Biochemistry of food**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1990. Biochemistry of food spoilage: enzymatic browning, p. 401-427.

ESTEVES, A.B.; OLIVEIRA, J.S. Contribution à l'étude des caractéristiques des cafés d'Angola. **Café Cacao Thé**, Pans, v.17, n.1, p. 46-52, jan./mars. 1973.

EUA e Alemanha compram 40% do café brasileiro. **Coffee Business**, Rio de Janeiro, 25 out. 1999. Exportações, p. 8, c. 1-5.

GIRANDA, R. do N. **Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes processos de secagem**. Lavras: UFPA, 1998. 83p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2, n.4, p. 371-382, Dec. 1963.

HAMIDI, A.; WANNER, H. The distribution pattern of chlorogenic acid and caffeine in *Coffea arabica*. *Planta*, Berlin, n.61, p. 90-96, 1964.

ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: the chemistry of quality. San Diego, 1995. 253p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, p. 190-192.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Cultura do café no Brasil: manual de recomendações. 2.ed. Rio de Janeiro, 1977. 36p.

KROPLIEN, U. Monosacharides in moasred and **instant coffees**. *Journal Agricultural Food Chemistry*, London, v.22, n.1, p. 110-115, Jan./Feb. 1974.

LEITE, I.P. Influência do local de **cultivo** e do **tipo** de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 1991. 135p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as na indicator of soybean quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p. 37-53, 1988.

MAIER, H.G.; KRAUSE, H.G. Zur Bindung flüchtiger aromastoffe and pulverkaffee: I. Bindung kleiner mengen. **Kaffee und Tee Markt, Verlag**, v.27, p. 3-6, 1977.

MALAVOLTA, E.E.; GRANER, E.A. ; SARRUGE, J.R.; GOMES, L. Estudos sobre a alimentação mineral, do cafeeiro: XI—Extração de macro e micronutrientes, **m** colheita, pelas variedades Bourbon Amarelo, Caturra Amarelo e Mundo Novo. **Turrialba**, San Jose, v.3, n.13, p. 188-189, 1963.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. Variedades de café: como colher, como plantar. Rio de Janeiro: Abril, 1997. 63p.

- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. **Genética e melhoramento do cafeeiro: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. Cultivares melhoradas de *Coffea arabica* atualmente em uso no Brasil: características e histórico de sua obtenção, p. 47-60.
- MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com maturação de café.** Campinas: UNICAMP, 1994. 171p. (Tese – Doutorado em Tecnologia de Alimentos).
- MORAES, R. de M.; ANGELUCCI, E.; SHIROSE, I.; MEDINA, J.C. Determinação de sólidos solúveis em cafés arábica e canephora. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.5, p. 199-221, 1973/174.
- NAKABAYASHI, T. Changes of organic acids and pH roast of coffee. **Journal Japanese Society Food Science Technology**, Japão, v.25, p. 142-146, 1978.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v.153, n.1, p. 375-384, 1944.
- NORTHMORE, J.M. Over fermented beans and stinkers as defectives of arabica coffee. In: INTERNATIONAL COLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE, 4., 1969, Paris. **Proceedings ...** Paris: ASIC, 1969. p. 47-59.
- NORTHMORE, J.M. Photochemical aspects of coffee quality research. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.47, n.8, p. 339-341, 1966.
- OLIVEIRA, J.C.; AMORIM, H.V.; SILVA, D.M.; TEIXEIRA, A.A. Atividade enzimática da polifenoloxidase de grãos de quatro espécies de café durante o armazenamento. **Científica**, Jaboticaba], v.4, n.2, p. 114-119, 1976.
- OLIVEIRA, J.C.; AMORIM, H.V.; SILVA, D.M.; TEIXEIRA, A.A. Efeito da aplicação de inseticidas no controle da broca do café sobre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida do café. **Científica**, Jaboticabal, v.7, n.2, p. 221-224, 1979a.

- OLIVEIRA, J.C.; AMORIM, H.V.; SILVA, D.M.; TEIXEIRA, A.A. Efeitos da origem, tipo de despulpamento e armamamento do café na atividade da polifenoloxidase e qualidade da bebida. *Científica*, Jaboticabal, v.7, n.1, p. 79-84, 1979b.
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. El despulpado del café por medio de desmucilagadoras mecánicas **sin** proceso de fermentación y su efecto en la calidad **de** bebida de café producido en **la** región de Apucarana en el estado de Paraná en Brasil. Londres, 1992. n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).
- ORGANIZACION INTERNACIONAL, DEL CAFÉ. Quantitative descriptive **flavours** profiling of coffees from COOPARAÍSO-MG, Brasil. Londres, 1991. n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).
- PEREIRA, R.G.F.A. Efeito da inclusão de grãos defeituosos **na** composição química e qualidade **do** café (*Coffea arabica* L.) “Estritamente **Mole**” Lavras: UFLA, 1997. 96p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- PICTET, G.; REHACEK, J. Controles analytiques du degré de torrefaction. In: COLOQUIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL **SOBRE O CAFÉ**, 10., 1982, Salvador. Resumos ... Salvador: ASIC, 1982. p.219-234.
- PIERPOINT, W.S. o-Quinones formed in **plant** extracts: their reactions with aminoacids and peptides. *Biochemical Journal*, **Grã Bretanha**, v.112, n.5, p. 609-616, 1969.
- PIMENTA, C.J. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos de quatro estádios de maturação. Lavras: UFLA, 1995. 94p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- PONTING, J.D.; JOSLYNG, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, v.19, p. 4763, 1948.
- PRETE, C.E.C. Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com **a** qualidade da bebida. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125p. (Tese - Doutorado em Agronomia).

QUALIDADE e marketing: as armas para manter o crescimento. **Jornal do Café**, Rio de Janeiro, v.8, n.90, p. 12-16, fev. 1999a.

QUALIDADE no pé. **Jornal do Café**, Rio de Janeiro, v.8, n.91, p. 18-19, mar. 1999b.

QUIJANO-RICO, M.; SPETTEL, B. Determinación del contenido en varios elementos en muestras de cafés de diferentes variedades. - In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE, 7., 1975, Paris. **Proceedings...** Paris: ASIC, 1975. p. 165-173.

RAGHAVAN, B.; RAMALAKSHMI, K. Coffee: **chemistry** and technology of its processing. **Indian Coffee**, Bangalore, v.62, n.11, p. 3-11, Nov. 1998.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1., 1984, Poços de Caldas. **Simpósio ...** Piracicaba: Potafós, 1986. p. 13-86.

SABBAGH, N.K.; YOKOMIZO, Y. Efeito da torração sobre algumas propriedades químicas de cafés Arábica e Robusta. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p. 147-161, 1976.

SABBAGH, N.K.; YOKOMIZO, Y.; FARIA, J.B. Influência da torração nos conteúdos de monossacarídeos de cafés Arábica, Robusta e do Híbrido Icatu. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.8, p. 111-130, 1977.

SAFRA será de 23,15 **milhões** de sacas. **Jornal do Café**, Rio de Janeiro, v.8, n.89, p. 18-19, jan. 1999.

SHANKARANARAYANA, M.L.; RAGHAVAN, B.; *ABRAHAM*, O.; NATARAJAN, C.P. Complex nature of coffee aroma. **Indian Coffee**, Bangalore, v.38, n.4, p. 84-92, Apr. 1974.

SILVA, E.B. **Potássio para o cafeeiro**: efeitos de fonte, doses e determinação de cloreto. Lavras: UFLA, 1995. 87p. (Dissertação - Mestrado Solos e Nutrição de Plantas).

SIVETZ, M. Chemical properties of coffee **Coffee Processing Technology**, Westport, v.2., p. 162-186, 1963.

- SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technology**, Westport, p. 527-575, 1979.
- SMITH, R.F. Les acides chlorogéniques du café. **Café Cacao Thé**, Paris, v.7, n.4, p. 245-252, juil./sept. 1963.
- SOUZA, S.M.C. de. **O café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. Lavras: UFLA, 1996. 171p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- SPEER, K.; SEHAT, N.; MONTAG, A. Fatty acids in coffee. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE, 15., 1993, Paris. **Proceedings ...** Paris: ASIC, 1993. p. 583-592.
- SREENATH, H. L. Development of caffeine free coffee varieties. **Indian Coffee**, Bangalore, v.61, n.10, p. 13-14, Oct. 1997.
- TEIXEIRA, A.A.; FAZUOLI, L.C.; CARVALHO, A. Beverage quality in species and hybrids of *Coffea*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.6, p. 402, 1972.
- TEIXEIRA, A.A.; PIMENTEL GOMES, F.; CRUZ, V.F. A influência de grãos ardidos em ligas com café de bebida mole. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.23, n.6, p. 683-687, dez. 1971.
- VALÊNCIA-ARISTIZABAL, G. Actividad enzimática en el grano de café en relación con la calidad de la bebida de café. **Cenicafé**, Caldas, v.23, n.1, p.3-18, ene. 1972.

Doutorado em Física
Imprensa, estruções

THE CHEMISTRY OF COPPER
Proceedings... Paris, ASIG, 1993, p. 283-292.
Development of caffeine free coffee varieties. Indian
Journal of Agricultural Sciences, v. 61, n. 10, p. 13-14, Oct. 1997.

ANEXO

LISTA DE ANEXO

Tabela		Página
1A	Resumo das análises de variância para a lixiviação de potássio, condutividade elétrica, atividade da polifenoloxidase (PFO) e cafeína em amostras de grãos crus de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	91
2A	Resumo das análises de variância para teor de sólidos solúveis em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	91
3A	Resumo das análises de variância para o teor de açúcares totais em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	92
4A	Resumo das análises de variância para o teor de açúcares não redutores em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	92
5A	Resumo das análises de variância para o teor de açúcares redutores em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	93
6A	Resumo das análises de variância para a acidez titulável total em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e o aumento com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	93
7A	Resumo das análises de variância para o pH de amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	94

Tabela

Página

SA	Resumo das análises de variância para o teor de fenólicos totais em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	94
9A	Resumo das análises de variância para o teor de extrato etéreo em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	95
10A	Resumo das análises de variância para o teor de proteína bruta em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café <i>Coffea arabica</i> L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.....	95

TABELA 1A Resumo das análises de variância para a lixiviação de potássio, condutividade elétrica, atividade da polifenoloxidação (PFO) e cafeína em amostras de grãos crus de *oito* cultivares de café *Coffea arabica* L. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias			
		Lixiviação de potássio	Condutividade elétrica	Atividade PFO	Cafeína
Blocos	8	80.2984 ^{NS}	849.1936 ^{NS}	2.6084 ^{NS}	0,0019 ^{NS}
Cultivares	7	1040.4693 ^{**}	22133.9794 ^{**}	7.9983 ^{NS}	0.0283 ^{**}
Resíduo	56	131.7316	2034.7908	5.4801	0.0042
CV (%)		24.16	23.53	3.68	6.07

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2A Resumo das análises de variância para teor de sólidos solúveis em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café *Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cru	Redução com a torração
Blows	8	7.5869 ^{**}	2.1640 ^{NS}	6.4461'
Cultivares	7	19.3574 ^{**}	8,9720 ^{**}	40.0145'
Resíduo	56	2.1559	1.3339	2.9506
CV (Yo)		5.79	3.48	1.88

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

' significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 3A Resumo das análises de variância para o teor de açúcares totais em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café *Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cm	Redução com a torração
Blocos	8	0.0114 ^{NS}	9.8884 ^{**}	149.9997 ^{**}
Cultivares	7	1.6129 ^{**}	3.2818 ^{**}	210.5020 ^{**}
Resíduo	56	0.0752	0.4762	15.9900
CV (%)		10.42	7.96	5.84

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 4A Resumo das análises de variância para o teor de açúcares não redutores em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de café *Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão c m	Redução com a torração
Blocos	8	0.0165 ^{NS}	7.2745 ^{**}	137.1644 ^{**}
Cultivares	7	0.9213 ^{**}	2.8105 ^{**}	136.5946 ^{**}
Resíduo	56	0.0335	0.4317	15.8672
CV (%)		9.22	8.94	5.51

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{..} significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 5A Resumo das análises de variância para o teor de açúcares redutores em amostras de *grãos* crus e torrados de oito cultivares de café *Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cm	Redução com a torração
Blows	8	0.0720 ^{**}	0.0862 ^{**}	0.2043 ^{NS}
Cultivares	7	0.0216 ^{NS}	0.0295 ^{**}	14.5809 ^{**}
Resíduo	56	0.0107	0,0125	0.1550
CV (%)		12.32	12.40	5.34

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 6A Resumo das análises de variância para a acidez titulável total em amostras de *grãos* crus e torrados de oito cultivares de café *Coffea arabica* L e o aumento com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cru	Aumento com a torração
Blocos	8	952.6537 ^{NS}	1332.9781 ^{NS}	1429.2042 ^{NS}
Cultivares	7	8331.7547 ^{**}	1176.6859 ^{NS}	5816.1653 ^{NS}
Resíduo	56	1716.5448	766.7697	2696.3111
CV (%)		13.75	12.41	454.90

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 7A Resumo das análises de variância para o pH de amostras de grãos crus e tonados de oito cultivares de *café Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cru	Redução com a torração
Blocos	8	0.0031'	0.0387**	0.0232**
Cultivares	7	0.1449**	0.0591''	0.2233**
Resíduo	56	0.0014	0.0080	0.0074
CV (%)		0.71	1.38	7.40

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

' significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 8A Resumo das análises de variância para o teor de fenólicos totais em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de *café Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cru	Redução com a torração
Blocos	8	0.1966**	0.7051**	0.8134**
Cultivares	7	0.9527**	0.4164 ^{NS}	1.0632**
Resíduo	56	0.0614	0.2058	0.2303
CV (%)		4.21	6.24	34.55

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 9A Resumo das análises de variância para o teor de extrato etéreo em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de *café Coffea arabica* L e o aumento com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cru	Aumento com torração
Blocos	8	0.8558 ^{NS}	0.6615 ^{NS}	0.2006 ^{NS}
Cultivares	7	13.7651 ^{***}	11.6496 ^{**}	11.0606 ^{**}
Resíduo	S6	1.4512	1.0608	0.1286
CV (%)		11.74	11.72	2.13

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 10A Resumo das análises de variância para o teor de proteína bruta em amostras de grãos crus e torrados de oito cultivares de *Coffea arabica* L e a redução com a torração. Lavras-MG, UFLA, 2000

Causas de variação	GL	Quadrados médios e significâncias		
		Grão torrado	Grão cru	Redução com torração
Blocos	8	0.3858 ^{NS}	0.2512 ^{NS}	39.4397 ^{NS}
Cultivares	7	14.7260 ^{**}	3.7390 ^{**}	293.0792 ^{**}
Resíduo	S6	0.5118	0.4024	19.6146
CV (%)		5.17	3.93	27.83

^{NS} não significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.