

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DO
CAFÉ TORRADO E MOÍDO ARMAZENADO À
TEMPERATURA AMBIENTE E SOB
REFRIGERAÇÃO**

SIMONE MIRANDA FERNANDES

2003

SIMONE MIRANDA FERNANDES

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DO CAFÉ TORRADO E
MOÍDO ARMAZENADO À TEMPERATURA AMBIENTE E SOB
REFRIGERAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de "Doutor".

Orientadora:

Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Fernandes, Simone Miranda

Composição química e qualidade do café torrado e moído armazenado à temperatura ambiente e sob refrigeração / Simone Miranda Fernandes. --
Lavras : UFLA, 2003.

84 p. : il.

Orientadora: Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Café torrado. 2. Café moído. 3. Composição química. 4. Qualidade. 5. Armazenamento. 6. Temperatura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-641.6373
-663.934

SIMONE MIRANDA FERNANDES

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DO CAFÉ TORRADO E
MOÍDO ARMAZENADO À TEMPERATURA AMBIENTE E SOB
REFRIGERAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Curso de
Pós-Graduação Stricto-Sensu em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA: em 13 de Novembro de 2003:

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes- UFLA

Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela- UFLA

Dra. Sara Maria Chalfoun- EPAMIG

Prof. Dr. Walclée de Carvalho Melo- UFLA


Profa. Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira

UFLA

(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS- BRASIL**

À amiga Luciana, pela amizade, apoio e colaboração.

À amiga Nisia, pelo incentivo.

Ao colega José Airton, pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos estagiários Fabrício, Isa, Wasghiton, Fernanda e Marcela, pela ajuda na execução das análises químicas.

A todos os professores e funcionários do DCA, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Ao meu esposo, Luiz Henrique, pela paciência e carinho.

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

A DEUS, POR GUIAR MEUS CAMINHOS

A meus pais, Iran e Neide,
Aos meus irmãos, Júnior e Verônica,
OFEREÇO.

Aos meus sobrinhos, Marcos Paulo
e Kaio Vinícius,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade e inspirações.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso e pelos ensinamentos.

À Fundação de Apoio ao Ensino e Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG/FIEMG), pela concessão da bolsa de estudos.

Em especial, à professora Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Percira, pela amizade, compreensão e orientação.

À professora Dra. Vânia Déa de Carvalho, pela oportunidade, orientação e amizade.

Ao professor Dr. Walcléc de Carvalho Melo, pela co-orientação, apoio e amizade.

Ao professor Dr. Evódio Ribeiro Vilela e Dra. Sara Maria Chalfoun, por sua contribuição.

Ao professor Dr. Augusto Ramalho de Moraes, pela valiosa colaboração nas análises estatística.

À professora Dra. Maria Laene, por ter cedido a câmara para armazenamento das amostras.

À professora Dra. Joelma Percira, e ao professor Dr. Eduardo Vilas Boas, pela amizade e incentivo.

À Empresa vinculada ao projeto, pela oportunidade e incentivo.

Aos laboratoristas Tina, Sandra, Creuza e Samuel, pela colaborações nas análises laboratoriais.

À amiga Flávia, pela amizade, apoio e colaboração na realização das análises laboratoriais.

À amiga Luciana, pela amizade, apoio e colaboração.

À amiga Nísia, pelo incentivo.

Ao colega José Airton, pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos estagiários Fabrício, Isa, Wasghiton, Fernanda e Marcela, pela ajuda na execução das análises químicas.

A todos os professores e funcionários do DCA, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Ao meu esposo, Luiz Henrique, pela paciência e carinho.

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Aspectos comerciais.....	04
2.2 Cafeicultura no estado de Minas Gerais	04
2.3 Qualidade do café.....	05
2.4 Composição química dos grãos	07
2.5 Torração.....	09
2.5.1 Modificações físicas e químicas dos grãos com a torração.....	11
2.5.2 Compostos voláteis.....	15
2.6 Armazenamento do café torrado e moído.....	16
2.7 Materiais de embalagem.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Local da experimentação.....	24
3.2 Material e processamento dos grãos.....	24
3.3 Análises químicas e físico-químicas.....	25
3.3.1 Umidade.....	25
3.3.2 Proteína bruta.....	25
3.3.3 Extrato etéreo.....	25
3.3.4 Sólidos solúveis totais.....	25
3.3.5 Açúcares não redutores e redutores.....	25
3.3.6 Polifenóis.....	25
3.3.7 Colorimetria.....	26
3.3.8 Extrato aquoso.....	26
3.3.9 Acidez titulável total	26
3.3.10 Índice de peróxido.....	27
3.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	27
3.5 Análise estatística.....	28

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Umidade.....	29
4.2 Proteína bruta.....	33
4.3 Extrato etéreo.....	36
4.4 Sólidos solúveis totais.....	40
4.5 Extrato aquoso.....	43
4.6 Açúcares não redutores e redutores.....	47
4.7 Polifenóis.....	53
4.8 Acidez titulável total	56
4.9 Índice de peróxido.....	59
4.10 Colorimetria.....	59
5 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS.....	80

RESUMO

FERNANDES, Simone Miranda. **Composição química e qualidade do café torrado e moído armazenado à temperatura ambiente e sob refrigeração.** 2003. 84p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Este trabalho teve como objetivo verificar alterações na composição química e qualidade de cafés torrados e moídos durante o armazenamento convencional (temperatura ambiente) e testar a refrigeração como um método visando prolongar o período de conservação do produto, preservando as características qualitativas iniciais. Foram utilizados grãos das espécies arábica (*Coffea arabica* L.) e canéfora (*Coffea canephora* Pierre), provenientes da região sul de Minas Gerais e do Espírito Santo, respectivamente. O café arábica pertencia às safras 88/89 e 2000; o café canéfora empregado, da variedade conilon, foi colhido em 2000. Elaborou-se uma mistura constituída por 30% de arábica safra 88/89, 40% arábica safra 2000 e 30% conilon. Os cafés foram submetidos à torração média, embalados e armazenados durante sete meses à temperatura ambiente (25°C) e sob refrigeração (5°C). A amostragem foi realizada mensalmente para a execução das análises químicas e físico-químicas. Os resultados demonstraram existir variação na composição química à temperatura ambiente e na refrigeração para os cafés arábica safras 88/89 e 2000, blend e conilon, em função do tempo de armazenamento. Verificou-se variação significativa nos valores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, açúcares não redutores, redutores, acidez titulável total, extrato aquoso, sólidos solúveis e polifenóis, com o aumento do tempo de armazenamento. O café conilon em relação aos demais cafés arábica, apresenta teores mais elevados de proteína bruta, polifenóis, sólidos solúveis totais e valores inferiores de extrato etéreo. Pela análise de cor, observou-se que a luminosidade do café torrado e moído varia com o armazenamento. No período de armazenamento avaliado, os cafés não apresentaram aumento no índice de peróxido. O armazenamento sob refrigeração contribuiu para manutenção da qualidade dos cafés estudados nas variáveis avaliadas.

*Comitê Orientador: Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira (Orientadora)-UFLA, Dr. Walclée de Carvalho Melo-UFLA, Dr Augusto Ramalho de Moraes-UFLA.

ABSTRACT

FERNANDES, Simone Miranda. Chemical composition and quality of the toasted and ground coffee stored at room temperature and under refrigeration. 2003. 84p. Thesis (Doctorate in Food Science)-Federal University of Lavras, Lavras.*

This work was aimed to verify if there are any alterations in the chemical composition and quality of the toasted and ground coffees in during conventional storage (room temperature) and to test refrigeration as a method seeking the lengthen under the conservation period of the product, preserving the initial characteristics. Beans of the arabica (*Coffea arabica* L.) and canéfora (*Coffea canephora* Pierre) species coming from the southern region of Minas Gerais and from Espírito Santo, respectively, were employed. The arabica coffee belonged to the 88/89 and 2.000 crops, canéfora coffee employed, of the conilon cultivate, was harvested in 2.000. A blend made up of 30% of arabica, 88/89 crop , 40% arábica, 2.000 crop, and 30% conilon was elaborated. The coffees were submitted to medium roasting, packed and stored over seven months at room temperature (25°C) and under refrigeration (5°C). The sampling was done monthly for the accomplishment of the chemical and physical-chemical analyses. The results showed that there is a variation in the chemical composition at room temperature and in the refrigeration for the arabica, both 88/89 and 2.000, blend and conilon coffee as related with storage time. A significant variation in the values of moisture, crude protein, ether extract, non-reducing, reducing sugars, total titrable acidity, water extract, soluble solids and polyphenols with increasing storage time was found. The conilon coffee concerning the other arabica coffees presents higher contents of crude protein, polyphenols, total soluble solids and lower ether extract values. By color analysis , it was observed that the luminosity of the toasted and ground coffee ranges according to storage. In the storage period evaluated, the coffees showed no increase in the peroxide index. The storage under refrigeration contributed to the maintenance of the quality of the coffees studied in the variables evaluated.

*Guidance Committee: Dr. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira (Adviser)-UFLA, Dr. Walclée de Carvalho Melo-UFLA, Dr. Augusto Ramalho de Moraes-ULA.

1 INTRODUÇÃO

A bebida produzida a partir do café é considerada uma das mais populares do planeta. O café, cultivado em regiões de clima tropical e subtropical, representa um item importante da pauta de exportação dessas regiões. A bebida do café é consumida em grande escala, devido a seus efeitos fisiológicos e psicológicos relacionados à presença da cafeína e ácido clorogênico e, principalmente, pelo prazer e satisfação que seu aroma e sabor são capazes de proporcionar (Moreira et al., 1999).

A diversidade climática do Brasil favorece o cultivo das duas espécies de café, mais importantes economicamente, o *Coffea arabica* L. e o *Coffea Canephora* Pierre, ambas conhecidas popularmente. Diferenças acerca da qualidade de bebida entre essas espécies são sempre apontadas pela literatura.

O café arábica é a espécie mais cultivada, apresenta bebida de maior valor comercial em relação ao café canéfora. Os cafés canéforas, por terem menor valor comercial e devido a alta concentração de sólidos solúveis, fração importante para a formação do corpo da bebida, são frequentemente utilizados na elaboração das misturas ou blends e pela indústria de cafés solúveis. Seu uso é favorecido pelo preço reduzido que alcança no mercado comparado ao arábica, no entanto, em função da falta de homogeneidade da matéria-prima, os blends elaborados tendem a ser diferentes a cada novo lote produzido. Essa variação relaciona-se à composição química dos cafés dessas duas espécies e refletem o manejo e variações climáticas nos anos de colheita.

O sabor peculiar do café é devido ao tipo e teor de vários compostos químicos presentes no café cru que, em sua maioria, são decompostos e/ou transformados durante a torração, originando as características típicas do café torrado, como a cor, o sabor e o aroma.

O café torrado e moído pode ser embalado de diversas formas usando embalagens simples, como as de papel, usual em bares e padarias, a almofada de polietileno ou de propileno, até as mais sofisticadas, como as embalagens a vácuo, com válvulas e as latas.

A escolha do tipo de embalagem é fundamental na vida de prateleira do produto. As mais simples são úteis quando deseja-se estocar por pequenos períodos (inferior a duas semanas); as embalagens a vácuo preservam a qualidade do café torrado e moído, por um período mínimo de seis meses, dependendo do vácuo obtido, da temperatura de estocagem e integridade da embalagem. Para as embalagens tipo almofada na verdade, o que ocorre, é que habitualmente, o café é acondicionado antes que o gás carbônico seja totalmente liberado, assim as mesmas são perfuradas para evitar o estufamento e possível perda do produto. Esta perfuração é incorreta e danosa para a qualidade do produto sugerindo, ao consumidor uma proteção que na realidade inexistente, pois permite a entrada de oxigênio e possibilita contaminações. Outro fator importante é que os cafés comercializados nestas embalagens possuem muitas vezes prazos de validade distintos (Licciardi et al., 2003), não existindo nenhuma legislação.

A instabilidade do café torrado e moído durante o armazenamento manifesta-se por meio da perda de sabor e aroma característicos do café, devido em parte, à oxidação de componentes de natureza lipídica, variações na acidez e degradação de certos componentes (Cháfer et al., 1998; Flament, 2001).

A refrigeração é uma técnica adotada por vários produtos alimentícios, visando a preservação das características originais do produto. Porém, sua aplicabilidade para o café torrado e moído ainda não foi investigada.

Um estudo mais detalhado da composição química e qualidade do café torrado e moído durante o armazenamento, é relevante na busca de métodos que

ofereçam maior segurança quanto à qualidade do café disponibilizado ao consumidor.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo verificar alterações na composição química e qualidade de cafés torrados e moídos durante o armazenamento convencional (temperatura ambiente) e testar a refrigeração como um método visando prolongar o período de conservação do produto preservando as características qualitativas iniciais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos comerciais

O café arábica é a variedade mais comercializada do mundo, sendo que o café canéfora tem sido responsável por 25% da exportação no mercado mundial nos últimos 10 anos. A safra brasileira 2002/2003 de arábica foi estimada em cerca de 39,2 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado (Agrianual, 2003). Atualmente o café canéfora é cultivado principalmente na Indonésia, Brasil, Vietnã, Costa do Marfim e Uganda. A predominância do café arábica sobre o canéfora é devido essencialmente à preferência do consumidor pelo aroma e sabor do primeiro; o café canéfora é comumente descrito como de sabor neutro característico. O café canéfora compete com o arábica, devido ao menor custo de produção, produtividade mais alta e maior rendimento na extração (Delaporte, 1991; Hesse, 1990; Toledo & Barbosa, 1998).

Sabe-se que no Brasil poucos produtos agrícolas têm seus preços definidos em função da qualidade do produto. O café destaca-se entre estes, pois seu valor é diferenciado de acordo com a sua qualidade (Carvalho, 1998).

Segundo Bacha (1998), o consumo brasileiro é o segundo maior em volume de sacas no mundo, e o maior entre os países produtores de café. Em consumo per capita, ocupa uma posição intermediária, ficando abaixo ao dos países nórdicos (de maior índice mundial) e dos mais tradicionais consumidores europeus; próximos do consumo per capita norte-americano e acima dos países orientais e demais nações do continente.

2.2 A cafeicultura no estado de Minas Gerais

A cafeicultura chegou ao estado através da Zona da Mata, devido ao deslocamento da cultura do estado de São Paulo para o Rio de Janeiro. Por muito tempo, foi esta região a principal produtora de Minas Gerais e, com o

passar do tempo, a atividade cafeeira começou a migrar para o sul do estado, onde começou a ter grande importância no cenário econômico, político e social (Filetto, 2000).

Em Minas Gerais, diferente do que acontece nos estados de São Paulo e Paraná, a produção apresenta-se ascendente. Atualmente, Minas Gerais é o maior produtor de café do Brasil, sendo responsável por mais da metade da produção do café brasileiro (Logato, 1994).

De acordo com Carvalho (1998), a partir do ano 1969, os cafezais mineiros conquistaram novas áreas, como as do Triângulo Mineiro e Alto do Paranaíba, regiões que vêm se destacando por produzirem cafés de boa qualidade, atendendo às novas exigências dos mercados exportadores.

A região do cerrado mineiro (Alto Paranaíba e do Triângulo Mineiro) abrange cerca de 2,4 bilhões de cafeeiros. É um cultivo em crescimento, com lavouras empresariais, áreas com prioridade para mecanização e com boa qualidade do café inerente ao clima frio e seco no inverno, na época de colheita (Coffee Business, 2002).

A região Sul de Minas Gerais tradicionalmente mantém a liderança na produção de café do estado, contribuindo com cerca de 59% da produção mineira, que corresponde em média a 12 milhões de sacas de 60 kg, com uma produtividade em torno de 29 sacas de 60 kg de café por hectare plantado (Silva, 1998).

2.3 Qualidade do café

A qualidade do café está diretamente relacionada com o sabor e aroma que o mesmo apresenta. O desenvolvimento desses depende das mudanças químicas que ocorrem durante a torração. Outros fatores como a origem e o tipo de café, o tempo e a temperatura de torração, o grau de moagem e o método de torração, são também de muita importância (Leino et al., 1992).

A satisfação total dos consumidores ao degustar um café, depende da combinação de sabores e aromas, produzidos após a torração dos grãos, cujos componentes químicos do mesmo são precursores destes atributos (Lopes, 2000; Carvalho, 1998).

Um café de boa qualidade requer muitos cuidados principalmente nas fases de pré-colheita, colheita e pós-colheita dos frutos, devendo-se eliminar ao máximo fatores detrimenais à qualidade (Carvalho, 1998).

Produzir cafés de melhor qualidade poderia representar bons diferenciais de preço do produto e, conseqüentemente maior lucro para o produtor, porém em certas regiões, a produção de cafés de qualidade exige investimentos adicionais que precisam ser racionalizados, buscando associar a qualidade adequada ao menor custo (Coffee Business, 2001).

O café é comercializado baseado nos atributos físicos dos grãos crus e na qualidade da bebida após uma torração clara dos grãos, para que o sabor e aroma sejam melhor percebidos. A classificação pela bebida dos cafés torrados e moídos comercializados é dificultada pelo sabor amargo originado das reações que ocorrem durante a torração média ou escura e encobrem nuances originais da matéria-prima.

As indústrias empregam vários padrões de bebida na produção dos cafés torrados e moídos em função de diversos fatores como: redução de custos, disponibilidade da matéria-prima e exigências ou hábitos dos consumidores.

Numerosos trabalhos vêm sendo desenvolvidos na tentativa de relacionar os componentes químicos e físico-químicos dos grãos crus e/ou torrados a qualidade do café. (Carvalho et al., 1994; Carvalho et al., 1997; Pimenta, 1995; Pereira, 1997; Lopes, 2000; Pimenta, 2001; Pinto, 2002; Pádua, 2002).

2.4 Composição química dos grãos

A composição química do grão cru é responsável pelas características qualitativas da bebida, sendo precursora dos compostos que conferem o sabor e aroma do café pelo processo de torração. Os compostos sofrem influência de fatores relacionados ao cultivo, colheita, e pós-colheita e industrialização (Pádua, 2002).

Os grãos de café das espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre se caracterizam por terem teores diferenciados de certos compostos em particular, os chamados ácidos clorogênicos (Ramirez, 1987).

Os polifenóis estão presentes em todos os vegetais e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, umas com estruturas químicas relativamente simples e outras complexas, como os taninos e as ligninas. No café, esses compostos contribuem de maneira significativa para o sabor e aroma do produto final. Os polifenóis são responsáveis pela adstringência dos frutos em geral; no caso do café, interferem na cor, amargor e adstringência da bebida. Os teores variam de 6,63 % a 8,20% para arábica, e em até 10,30% para o canéfora (Carelli et al., 1974).

Existem indícios da ocorrência da maior concentração de polifenóis em cafés de pior qualidade (Amorim et al., 1974; Pimenta, 1995; Pereira, 1997), no entanto, não existem valores fixos para esta variável que permitam considerar um café como de pior ou melhor qualidade.

De acordo com Fischer et al. (2001), os grãos de café arábica contém de 48-60% de polissacarídeos, compostos que são importantes na formação dos componentes do sabor e aroma durante a torração e também na estabilidade de espuma do café expresso. Três tipos de polissacarídeos predominam no café verde: celulose, arabinogalactana tipo II e galactomananas.

A característica estrutural da extratibilidade de polissacarídeos em água de grãos verdes e torrados tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores, já

que esses compostos são importantes na formação do sabor e aroma do café torrado (Fischer et al., 2001; Navarini et al., 1999; Leoup & Liardon, 1993; Wolfron et al., 1960).

No café cru, as proteínas apresentam teores que variam de 8,7% a 16% para o arábica (Clarke & Macrae, 1985; Illy & Viani, 1996). Uma diminuição significativa nos teores de proteína com o amadurecimento dos grãos de café canéfora foi verificada por Samah et al. (2000). Segundo estes autores, as características organolépticas dos grãos antes do amadurecimento foram inferiores quando comparadas com as dos grãos após o estágio de amadurecimento, pois nem todos os componentes químicos característicos do café, não tinham sido formados.

Fernandes et al. (2001a) avaliaram a composição química dos grãos de café arábica das safras 88/89 e 2000, e conilon da safra 2000, encontrando teores de proteína bruta na faixa de 14,885 a 15,69% para arábica, e 15,05 % para café conilon.

A acidez da bebida é uma característica importante e pode variar em função de vários fatores.

Pereira (1997) e Coelho (2000) avaliando grãos crus de café arábica, observaram um declínio nos valores de acidez em cafés de bebida estritamente mole com a adição crescente de grãos verdes.

Este fato foi confirmado por Pimenta & Vilela (2001) que estudaram grãos provenientes de frutos colhidos em diferentes épocas e observaram maiores valores de acidez para os grãos oriundos de colheita antecipada.

Carvalho et al. (1994) relacionando a acidez titulável total com a qualidade da bebida, verificaram que cafés de qualidade superior, tais como os de bebida estritamente mole e mole apresentaram menor acidez, enquanto que os de qualidade inferior apresentaram acidez mais elevada.

Os açúcares dos grãos são precursores de vários compostos responsáveis pela cor, sabor e aroma da bebida. Dentre os açúcares do grão cru, a sacarose apresenta-se com o maior percentual, com valores médio entre 6 a 8 % no café arábica e de 5 a 7% no café canéfora. Os açúcares redutores podem variar de 0,1 a 1% em cafés arábica e 0,4 a 1% em canéfora (Abraham, 1992).

Os óleos no café desempenham um importante papel na qualidade, principalmente em relação ao sabor e aroma do café que o tornam desejável.

Speer et al. (1993) observaram diferenças nos teores de ácidos graxos livres. O café arábica apresentou um teor de 1,0 a 1,5%, enquanto o canéfora, de 1,0 a 2,7%.

Os minerais são substâncias que estão presentes no café em quantidades relativamente pequenas, mas de importância.

Clarke & Macrae (1985) citam para o teor médio de minerais no grão cru, 4%, dos quais 40% são representados pelo potássio. Outros elementos como o cálcio e o magnésio estão em pequenas quantidades.

2.5 Torração

A torração é um processo dependente das características físicas e químicas dos grãos e dos fatores tempo e temperatura que proporcionam mudanças químicas nos mesmos, embora mudanças físicas acentuadas também sejam evidentes. No processo ocorre uma perda de matéria seca principalmente na forma de CO₂ e água, e outros produtos voláteis originários da pirólise (Clarke & Macrae, 1990).

Durante a torração muitas mudanças ocorrem com o aumento da temperatura interna dos grãos. A partir de 60°C, desenvolve-se o processo endotérmico, caracterizado principalmente pela desidratação. A 100°C a água livre é evaporada e o grão aumenta em volume, devido ao rompimento da estrutura e pela pressão interna de vapor. Com o aumento da temperatura de

torração, ocorre intensificação das reações de degradação, como a caramelização dos açúcares e reações de pirólise. De 140°C a 180°C formam-se os primeiros compostos voláteis. A 180°C, ocorrem reações pirolíticas, envolvendo os carboidratos e proteínas, havendo formação de grande quantidade de gás carbônico, monóxido de carbono e ácidos. Isto resulta no decréscimo da densidade do grão. Com o decorrer do processo, ou seja a 200°C, surgem as reações exotérmicas, reações de desnaturação, condensação e polimerização, com formação de melanoidinas e compostos voláteis do café torrado. A aproximadamente 270°C a pressão interna dos gases contribui para o contínuo aumento de volume dos grãos (Maier & Kaffec, 1981).

A torração do café é um processo de pirólise que resulta em diversas transformações químicas. O grau dessas transformações depende, principalmente, da estabilidade dos diversos componentes do café cru ao calor aplicado durante o processo da torração. Durante esse processo, o café perde lentamente, no início, e mais rapidamente, no final, a coloração verde para adquirir uma coloração escura característica. Com o aumento da temperatura de torração, os grãos aumentam de volume e há o desenvolvimento do aroma de café torrado (Sabbagh & Yokomizo, 1976).

Com a torração obtêm-se como produtos: os açúcares caramelizados, carboidratos, ácido acético e seus homólogos, aldeídos, cetonas, furfurais, ésteres, ácidos graxos, aminas, gás carbônico, sulfetos, entre outros (Carvalho et al., 1994).

Após a torração é necessário resfriar rapidamente o café, para evitar que os compostos responsáveis pelo sabor e aroma se percam, devido ao excesso de aquecimento, e também para impedir que as reações continuem ocorrendo dentro do grão (Acevedo-Nieto & Castaño-Castrilón, 1998).

A torração escura era, há alguns anos atrás, a mais empregada pelas indústrias, fato que gerava, nos consumidores, a idéia de haver maior rendimento

no preparo da bebida, em virtude da coloração intensa da mesma. Este comportamento fez com que os consumidores se acostumassem a este tipo de torração. Porém, mudanças marcantes relacionadas a este hábito têm ocorrido, em função de uma maior conscientização dos consumidores quanto à qualidade do produto, já que muitas das vezes a intensificação do grau de torração é utilizada, na verdade, para encobrir defeitos e fraudes (Pádua, 2002).

Segundo Illy & Viani (1996), a cor é o principal fator controlador do ponto final de torração. Na maioria das indústrias, através de uma amostra padrão, controla-se continuamente a cor do café que está sendo torrado.


De acordo com Lockhart (1967), o grau de torração pode ser medido por meio da cor ou pela perda de peso que ocorre durante o processo. A redução conseqüente da perda de umidade está relacionada com uma fração do material orgânico volatilizado durante o processo pirolítico.

2. 5.1 Modificações físicas e químicas dos grãos com a torração

A torração do café é necessária para a obtenção de compostos que conferem as características de sabor e aroma do café. As mudanças físicas e químicas do grão dependem do tipo de torração (clara, média ou escura), assim como do tempo e da temperatura.

As mudanças físicas dos grão durante a torração, devem-se principalmente ao calor que provoca redução da densidade, o aumento no volume e na porosidade (textura do grão), devido ao aumento da pressão interna ocasionado pelos gases, produtos das reações induzidas (vapor de água e dióxido de carbono, mais os produtos da reação de pirólise), (Massini et al., 1990).

Mendes et al. (2001) verificaram o grau e a natureza da degradação de polissacarídeos em diferentes níveis de torração para três variedades de grãos de arábica. Observaram que cerca 12% a 40% dos polissacarídeos dos grãos foram degradados dependendo das condições de torração. A estabilidade térmica das



arabinogalactanas, galactomananas e celulose foram acentuadamente diferentes. As arabinogalactanas e as mananas foram degradadas até 60%, após uma torração escura, enquanto que a celulose apresentou poucas evidências de degradação. Os resultados mostram que a degradação de polissacarídeos durante a torração é bem acentuada.

Durante a torração há perda de 8% de matéria seca. Os açúcares são transformados em produtos caramelizados, responsáveis pela cor do café torrado. De acordo com Carvalho & Chalfoun (1985), a sacarose sofre uma desidratação inicial, seguida de hidrólise a açúcares redutores, devido à elevação de temperatura na pirólise.

Os grãos de café arábica contém altas concentrações de sacarose, entretanto o café canéfora é especialmente rico em açúcares redutores como a glicose e frutose. Do conteúdo total de açúcares tanto no café arábica quanto no canéfora, cerca de 99% de sacarose, glicose e frutose são degradados durante a torração escura (Tressl et al., 1982).

Alguns cafés torrados apresentam pequenas quantidades de glicose e frutose, demonstrando que a decomposição da sacarose se inicia por uma divisão hidrolítica em dois componentes (glicose e frutose), aumentando os açúcares disponíveis para a participação na reação de Maillard, quando há uma combinação desses com o agrupamento amino das proteínas.

Sivetz (1963) afirma serem os açúcares, os principais substratos para a obtenção de aromas e sabores do café torrado. Assim, valores mais elevados desses carboidratos podem indicar presença de maior doçura na bebida. De acordo com a Organização Internacional do Café-OIC (1992), os açúcares são responsáveis pela formação do sabor caramelo identificado na bebida do café.

Os sólidos solúveis dão corpo à bebida de café, portanto, uma maior quantidade desses compostos é desejável do ponto de vista industrial, já que eles aumentam o rendimento.

O estudo dos teores dos sólidos solúveis presentes em diferentes padrões de bebida do café arábica torrado, provenientes da região Sul de Minas Gerais, realizado por Fernandes et al. (2001a), detectou valores entre 28,95 a 35,41%. Os maiores valores estavam associados aos cafés de melhor qualidade.

Castaño et al. (2000), avaliando café torrado e moído, observaram que à medida que o grau de torração se eleva, o rendimento e o teor de sólidos solúveis são também aumentados.

Sabbagh & Yokomizo (1976), avaliando teores de sólidos solúveis em café torrado, observaram uma diminuição destes compostos com a torração. A torração foi feita a uma temperatura inicial de 204°C e, após 3 minutos, foi mantida em torno de 180°C. Com o aumento do tempo de torração, os teores destes sólidos permaneceram constantes, tanto para a espécie arábica quanto para a canéfora.

Sabbagh & Yokomizo (1976), estudando nos cafés arábica e canéfora alguns compostos químicos, verificaram que os teores de ácido clorogênico, açúcares totais e pentosanas foram mais altos no café cru do que no torrado. A torração resultou numa diminuição desses componentes. O contrário ocorreu, entretanto, com os carboidratos solúveis. A cafeína aumentou ligeiramente com o início do processo de torração e manteve-se e relativamente constante com o aumento grau de torração.

De acordo com Ramirez (1987), os polifenóis, com a torração, contribuem de maneira significativa para o aroma e sabor do produto final. E segundo Menezes (1994) os polifenóis são gradualmente decompostos durante a torração, com formação de voláteis do aroma e materiais poliméricos (melanoidinas) e liberação de CO₂. O ácido clorogênico é altamente hidrolizado a ácido caféico e ácido quinico; os seus sabores são mais amargos e adstringentes do que outros ácidos, pois seu grupo cíclico é um fenol. Um grande número de polifenóis tem sido identificado em café torrado e alguns

deles são originados dos ácidos clorogênicos.

Segundo Illy & Viani (1996), em torrações escuras podem ocorrer perdas de até 80% no teor de ácido clorogênico. Este ácido predomina no café torrado e sua degradação é diretamente proporcional ao grau de torração e inversamente à velocidade de torração.

A torrefação insolubiliza as proteínas e também, uma fração de 20% a 25% dos compostos solúveis em água fria, presentes no café cru. O sabor e aroma do café torrado são em grande parte originados com outros compostos. Análises dos aminoácidos presentes após hidrólise ácida, mostram um decréscimo acentuado em arginina, cisteína, lisina, serina, e treonina, após a torração. O ácido glutâmico e a leucina para ambas espécies de café, e a fenilalanina, a prolina e a valina, para a espécie canéfora, aumentam com o aumento do grau de torração. A cisteína é a provável fonte de muitos compostos sulfurados encontrados no aroma do café (Stefanucci et al., 1979).

De acordo com Pinto et al. (2001), não foram verificadas diferenças significativas entre os padrões de bebida (estritamente mole, mole, dura) e para os blends (estritamente mole + dura; mole + dura) quanto aos teores de proteína bruta do café torrado.

A torração promove decomposição dos lipídios, por hidrólise, com liberação de ácidos graxos e formação de compostos voláteis. Com a torração escura, é comum haver ruptura da estrutura celular, fazendo com que o óleo migre para superfície do grão, ficando susceptível à ação do oxigênio atmosférico (Illy & Viani, 1996).

Após a torração, Lercker et al. (1996) encontraram teores de lipídeos de 15,4% para grãos da espécie arábica e 9,6% para a espécie canéfora.

Segundo Carvalho (1998), o grão cru contém cerca de 12% de óleos, e 95% destes sofrem modificações com a torração. Os óleos, na presença de ácidos, são hidrolisados a glicerina e ácidos graxos de cadeia curta, sendo que,

em torrações escuras, há liberação desses na forma de fumaça vermelha.

A importância da determinação do índice de peróxido no café deve-se, principalmente, ao armazenamento, já que estes compostos são formados com a influência da temperatura e do tempo de armazenamento, dentre outros fatores, contribuindo para perda de aroma e o aparecimento de sabores desagradáveis, proporcionando cafés de baixa qualidade.

Nicoli et al. (1993) avaliaram o índice de peróxido nos cafés torrados e moídos com teor de umidade de 2,93% e de lipídios em torno de 4,25%, armazenados sob diferentes condições: com controle da temperatura (4°C, 25°C e 40°C), à vácuo e em condições ambientes. Estes autores observaram que o produto exposto ao ambiente apresentou um crescimento exponencial do índice de peróxido após quatro meses de armazenamento, enquanto que nenhuma mudança foi verificada nas embalagens a vácuo.

Pádua (2002), avaliando a composição química e qualidade de diferentes tipos de café torrado e moído durante o armazenamento, observou indícios de peróxidos em algumas amostras a partir de 150 dias de armazenamento, indicando que, provavelmente, os lipídios apresentam índice de peróxido significativo a partir desta data.

2. 5. 2 Compostos voláteis

Os compostos voláteis que são responsáveis pelo aroma característico da bebida são produzidos durante a torração do café cru. As metóxi-pirazinas que fornecem ao grão cru o seu aroma característico, são degradadas no processo de torração. Portanto, os compostos voláteis característicos do café torrado normalmente não estão presentes na matriz original, sendo então, produzidos durante o processo de torração (Reichstein & Staundinger, 1990).

O aroma é um importante atributo que influi na aceitação do produto pelo consumidor. As reações que envolvem a formação do aroma do café são

muito complexas como as reações de Maillard e Strecker, a degradação de açúcares, de trigonelina, dos ácidos clorogênicos, das proteínas e dos polissacarídeos, por exemplo (Maria et al., 1996).

Vários compostos heterocíclicos têm sido identificados no café torrado, como os furanos, os pirróis, os tiofenos e os piranos; alguns destes parecem ter algum impacto positivo no aroma do café (Clifford, 1985). Além dos heterocíclicos, existem vários outros compostos na fração volátil do café, classificados como alifáticos, alicíclicos e aromáticos. Desse grupo podem ser destacados os fenóis, os aldeídos, as cetonas, os álcoois, os éteres, os hidrocarbonetos, os ácidos orgânicos, os anidridos, os ésteres, as lactonas, as aminas e os compostos contendo átomos de enxofre (ex.: sulfetos e dissulfetos) (Dart & Nursten, 1985).

Segundo Maarsen & Visscher (1996) o aroma do café é muito complexo, e envolve aproximadamente 1.000 compostos voláteis com diferentes grupos funcionais, que já foram identificados no produto. Vários trabalhos têm sido realizados avaliando os potentes odores responsáveis pelo aroma do café (Blank et al., 1992; Grosch, 1995; Tressl et al., 1981).

Claude (1977) indica que o aroma e o sabor do café tem três dimensões: o prazer, a natureza da sensação e a intensidade desta. Segundo Figueiredo (1966), a ingestão, a seleção e aceitabilidade do café são determinadas em larga escala, pelas propriedades sensoriais, e estas são resultantes dos compostos aromáticos que exercem triplíce ação em nossos sentidos.

2.6 Armazenamento do café torrado e moído

Durante o armazenamento do café torrado há perda de aroma e sabor do café, devido à oxidação lipídica e a degradação de compostos inerentes ao aroma típico (Radatke, 1979; Clarke, 1986).

Fatores como a temperatura, umidade relativa e pressão do oxigênio são

fatores decisivos para aumentar a velocidade de oxidação do café torrado. O conteúdo de umidade do café parece determinar a intensidade em que os fenômenos são produzidos (Ortolá, 1998b).

A permeabilidade da embalagem do tipo almofada, no café armazenado em uma temperatura de até 20°C promove a deterioração do café 6 a 7 vezes mais rápido do que o café empacotado em embalagem à vácuo (Ernst, 1979; Clinton, 1980; Baesso et al., 1990; Hinman, 1992).

A detecção e estimativa de peróxidos orgânicos possuem um importante papel na química destes compostos. A análise de peróxido é complexa devido à necessidade de detecção e monitoramento de traços de um composto peróxido específico (Mair & Hall, 1970).

O café torrado e moído, quando exposto ao ambiente, apresenta um crescimento exponencial do índice de peróxido após o quarto mês de armazenamento (Anjos et al., 1999).

O nível baixo de peróxido não constitui uma garantia de boa estabilidade à oxidação. O índice de peróxido representa a diferença entre a formação e a decomposição de peróxidos e exprime-se em miliequivalentes de oxigênio ativo por quilograma de matéria graxa (Silva et al., 1999).

Pereira et al. (2003) analisaram a composição química de 11 marcas comerciais de cafés torrados e moídos, verificando que há diferenças na composição química e qualidade da bebida entre marcas analisadas e nas diferentes épocas do ano, comprovando que as marcas comerciais não utilizam matéria-prima homogênea para a elaboração dos blends ao longo de um grande período de comercialização. Em três meses, observou-se que a composição química sofreu várias alterações.

Licciardi et al. (2003) avaliaram os constituintes químicos de diferentes marcas comerciais, da região Sul de Minas Gerais. Diferenças foram verificadas nos valores das variáveis estudadas para uma mesma marca em função da época

de colheita, demonstrando a necessidade de maior padronização da matéria-prima utilizada e do processo de elaboração de blends para a fabricação do café torrado e moído.

2.7 Materiais de embalagem

A embalagem tem se tornado um insumo muito importante nos custos das empresas, tanto do café torrado e moído como do solúvel. Nas companhias mais modernas, os custos desse insumo possuem uma participação maior. As embalagens variam em função do tipo de comercialização do produto, podendo ser simples (de papel) ou mais sofisticadas (com válvulas). De um modo geral, existem estratégias e ações de marketing, no que se refere a embalagem, produto e comunicação, com o intuito de disputar a preferência do consumidor (Zylbersztajn et al., 1993).

Os materiais de embalagem mais comumente usados são o papel celofane (para curta duração), os filmes plásticos (polietileno, polipropileno e poliéster), o plástico metalizado (usados em embalagens a vácuo) e as latas (muito usadas no Japão). A introdução de gases inertes (vácuo compensado) ou a retirada total do ar (vácuo puro) nas embalagens, conservam o café por períodos mais longos (de seis meses a um ano).

Segundo Zylbersztajn et al. (1993), as empresas produtoras de embalagem têm estado atentas às mudanças ocorridas no mercado, sugerindo novidades e fazendo adaptações. Em geral, as torrefadoras progressistas mantêm um bom relacionamento com essas empresas, desenvolvendo parcerias. Estas mudanças têm uma implicação relevante, no mercado de café torrado e moído, pois com o advento das embalagens à vácuo, aumenta-se a vida útil do produto, de dias para meses, e por este motivo, é possível estender a amplitude geográfica do mercado. As empresas que dispõem de máquinas de empacotar a vácuo são favorecidas em competitividade, devido ao maior tempo de

conservação do produto e, além disso, essas empresas podem partir em direção aos mercados internacionais.

A embalagem em atmosfera normal é bastante simples, sendo o pacote fabricado com papel que apresenta alta permeabilidade a gases e ao vapor de água, assim a perda de aroma ocorre rapidamente. Por vezes, o papel é constituído de duas camadas, servindo a externa para impressão e a interna como barreira à passagem de matéria gordurosa. O fechamento do pacote é feito por colagem, por dobras sucessivas na parte superior e aplicação de etiqueta adesiva, ou ainda por grampos. Apesar desse tipo de embalagem absorver matéria gordurosa, o pacote de papel pode ser considerado satisfatório para café torrado e moído em face da reduzida vida-de-prateleira esperada nesse caso (Cabral & Fernandes, 1982). Segundo Sivetz & Desrosier (1979), o café torrado e moído pode ser embalado em sacos de papel, quando for estocado por pequenos períodos (menor que duas semanas).

O café torrado e moído pode ser acondicionado mediante emprego de vácuo compensado, que se caracteriza pela retirada do oxigênio através da inertização do espaço livre das embalagens. Esta inertização compensa a diferença das pressões interna e externa, originando daí a denominação atribuída ao processo. No sistema de vácuo compensado, a atmosfera interna de oxigênio é sensivelmente reduzida, desde que a embalagem do produto não seja perfurada. Em contraposição à essas características do sistema à vácuo, para exposição à venda, os comerciantes furam a embalagem, usada antes da total liberação do CO₂, produzido na torração, evitando que a mesma estufe. Este procedimento é incorreto e causa prejuízo à qualidade do produto, descaterizando a função da embalagem, que é proteger o café torrado e moído (Cabral & Fernandes, 1982).

Os materiais usados para café embalado à vácuo compensado, devem apresentar principalmente baixa permeabilidade ao oxigênio e ao vapor de água,

c ao mesmo tempo permitir uma soldagem perfeita. O laminado celofane/polietileno é um dos materiais mais utilizados para essa finalidade. Trata-se de um filme de celofane impresso colado ao polietileno, reunindo a excelente termossoldagem e baixa permeabilidade ao vapor de água do segundo à excelente barreira de gases do primeiro. Os inconvenientes desse material são a possibilidade de passagem de matéria gordurosa do café através do polietileno e a sensibilidade do celofane, a menos que seja revestido externamente, à estocagem em ambientes com umidade relativa alta. Os lipídios podem, eventualmente, manchar as partes impressas em cores claras. A umidade reduz sensivelmente, as características de barreira do celofane. Uma alternativa para esse tipo de material é o laminado polipropileno/polietileno que apresenta menor permeabilidade à gases em relação ao celofane/polietileno, equivalendo-se a este, no entanto, quanto à resistência à passagem de gorduras e à facilidade de termossoldagem. Como vantagem, o polipropileno/polietileno apresenta menor susceptibilidade à umidade relativa do ambiente (Cabral & Fernandes, 1982).

Segundo Cabral & Fernandes (1982), no sistema de embalagem a vácuo, a preservação da qualidade do produto é conseguida por meio de retirada de oxigênio das embalagens prontas. Após a remoção do gás, procede-se a termossoldagem do pacote e, desde que tenha sido utilizado material de embalagem com baixa permeabilidade a gases, a qualidade do café torrado e moído permanece inalterada por um período mínimo de seis meses, dependendo do vácuo obtido e da temperatura de estocagem.

Teoricamente, a melhor embalagem a vácuo para café é a lata muito usada no Japão, em face à hermeticidade e resistência mecânica. No Brasil, porém, os produtos são embalados a vácuo em estruturas de laminas flexíveis. Neste sistema, é criado um diferencial de pressão entre as superfícies externa e interna da embalagem, de tal modo que ela seja comprimida contra o produto.



Obtém-se, assim, a rigidez que, à vista do consumidor final pode ser considerada como indicadora da sua qualidade; enquanto o nível de vácuo estiver acima do limite tolerado, a embalagem se manterá rígida. Recomenda-se um nível mínimo de vácuo entre 650 e 700 mmHg, condição em que cerca de 90% do oxigênio é retirado.

O sistema de embalagem a vácuo requer o emprego de materiais com baixíssima permeabilidade a gases e ao vapor de água, excelente barreira a gorduras, boa resistência mecânica, termossoldagem altamente resistente e, como consequência, tem alto custo de fabricação. Os laminados que tenham alumínio em sua estrutura respondem bem a essas exigências. A metalização à vácuo é uma opção muito utilizada em embalagem de café. O poliéster e o polipropileno são passíveis de metalização, e as estruturas poliéster metalizado/polietileno e polipropileno biorientado metalizado/polietileno, pelas suas propriedades, são indicadas como opções muito boas para a manutenção da qualidade do café torrado e moído (Cabral & Fernandes, 1982).

Um dos segmentos da tecnologia em maior crescimento para estender a vida-de-prateleira de alimentos, consiste nos sistemas de embalagem de atmosfera de gás modificada ou controlada. Esta técnica é capaz de produzir vácuo total ou parcial, ou atmosferas de gás inerte em embalagens flexíveis de alta barreira. Em alguns casos, o vácuo altera as características do produto e, nestes casos, uma pressão atmosférica gerada pela substituição do ar por gases inertes resolve o problema (Faria, 1978a).

Atmosferas controladas ou modificadas consistem num conjunto de formulações gasosas, que propiciam a manutenção do grau alimentício, baseado nos conceitos de modificação de atmosferas, com o objetivo de atender a requisitos de aplicações específicas. O propósito básico consiste em não alterar o produto e sim a atmosfera ao redor, a fim de retardar ou inibir as atividades responsáveis pela deterioração dos alimentos. Normalmente, o termo atmosfera

modificada refere-se a um acondicionamento em que a atmosfera ao redor do produto gradualmente se altera com o decorrer do tempo, devido à ação do próprio produto e à permeabilidade da embalagem (White Martins, 1991).

Faria (1978b) afirma que para se embalar café em recipientes herméticos, é necessário, antes do envase, mantê-lo fora do contato com o ar para um período de evaporação, o que representa um alto custo operacional e causa perdas significantes de aroma e sabor. Uma empresa italiana, segundo o autor, tem utilizado uma válvula de escape de gases em uma direção única. Esta válvula plástica é composta de três partes: uma chapa, um disco de borracha e uma tampa. Ela é aplicada na embalagem através de um processo de selagem a quente, permitindo a saída do gás carbônico, ao mesmo tempo que previne a entrada de qualquer quantidade substancial de oxigênio.

Krayer (1983) relata em seu trabalho em que um mesmo tipo de válvula foi usada, aumentando a vida útil do café de 4 a 5 semanas para 6 a 12 meses. Este procedimento eliminou a necessidade de freqüentes verificações da qualidade do produto nos pontos de venda, e minimizou reclamações. O uso desta válvula de proteção do aroma não permite grandes concentrações de oxigênio, as concentrações são inferiores a 0,5% no interior da embalagem. Sua utilização é menos adequada para o café moído do que para café em grãos, em função de que, no primeiro caso, as partículas finas de café possam interferir na operação da válvula.

Uma outra tecnologia avançada para se conseguir uma máxima conservação do café torrado e moído, consiste na introdução de um sachê no interior da embalagem (Colômbia, [199-]).

A idéia da utilização de um absorvedor de oxigênio não é recente. Existem, pelo menos, 50 patentes concedidas no mundo usando diferentes tecnologias, como os absorvedores Agells. Outros tipos de absorvedores são os fotosensíveis que indicam a oxidação através da mudança de cor; os que se

baseiam na oxidação do ácido ascórbico e aqueles que utilizam carbonato de ferro ou enxofre (Labuza & Brene, 1987).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da experimentação

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Lavras- UFLA, nos Laboratórios de Grãos e Cereais e de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos e Departamento de Agricultura.

3.2 Material e processamento dos grãos

Foram utilizados grãos das espécies arábica (*Coffea arabica* L.) e canéfora (*Coffea canephora* Pierre), provenientes da região sul de Minas Gerais e do Espírito Santo, respectivamente. O café arábica pertencia às safras 88/89 e 2000, o café canéfora empregado, da variedade conilon foi colhido em 2000. Elaborou-se um blend constituído por de 30% arábica safra 88/89, 40% arábica safra 2000 e 30% conilon.

A partir da torração dos cafés arábica e conilon separadamente, utilizando-se torrador rotativo a gás do tipo ROTOTEC em torração média, obteve-se aproximadamente 40 kg de café torrado. Deste material elaborou-se um blend, sendo constituído de 70% de café arábica (30% safra 88/89 + 40% safra 2000) e 30% de conilon, constituindo os quatro tratamentos: arábica 88/89; arábica safra 2000; conilon e blend.

Os cafés foram torrados e moídos em moinho do tipo MICT INMETRO nº 7346538. Posteriormente, foram embalados a cada 250 g em embalagens do tipo laminada.

Os cafés foram torrados em três dias distintos, tendo um intervalo de 10 dias entre uma torração e outra, com a finalidade de facilitar a execução das análises químicas e físico-químicas. O final da torração foi determinado visualmente pela cor, como realizado por várias indústrias torrefadoras.

O material resultante de cada tratamento foi dividido em duas partes,

sendo uma delas armazenada em câmara à temperatura ambiente (25°C) e a outra à temperatura refrigerada (5°C). O armazenamento teve duração de 7 meses (maio a dezembro de 2001). Análises químicas e físico-químicas foram realizadas em amostras retiradas a cada 10 dias dos 4 tipos de café das duas câmaras nos seguintes períodos de armazenamento: 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias.

3.3 Análises químicas e físico-químicas

3.3.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por meio de secagem em estufa (105°C) com circulação de ar e expresso em porcentagem (AOAC, 1990).

3.3.2 Proteína bruta

Foi determinada pelo método Kjeldahl, conforme AOAC (1990).

3.3.3 Extrato etéreo

Obtido por extração com éter etílico em aparelho do tipo Soxhlet, conforme o procedimento da AOAC (1990).

3.3.4 Sólidos solúveis totais

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

3.3.5 Açúcares não redutores e redutores

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

3.3.6 Polifenóis

Foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963), utilizando como extrator metanol 80% em água, e identificados segundo o método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

3.3.7 Colorimetria

A análise instrumental de cor foi realizada no aparelho Minolta CR 300.

Os parâmetros de cor (C) medidos em relação à placa branca 9

($Y = 92,50$; $X = 3135$; $Y = 3193$) foram:

L= luminosidade (0 = preto e 100 = branco);

a=(-60,0 até 0= verde, de 0 ao + 60,0 = vermelho);

b=(-60,0 até 0= azul, de 0 ao + 60,0 = amarelo).

3.3.8 Extrato aquoso

Pesou-se 1,000g de amostra e, posteriormente, adicionaram-se 100mL de água quente. As amostras foram submetidas ao aquecimento por 1 hora em banho maria. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 250mL. Este balão foi resfriado e o volume completado com água destilada. Em seguida, o material foi filtrado, transferindo-se 25mL do filtrado para um béquer de 50mL, previamente aquecido em estufa a 105°C, por 1 hora, resfriado em dessecador com cloreto de cálcio e pesado. Logo após, a solução foi concentrada em banho-maria. Após a secagem, o béquer com o material foi aquecido em estufa a 105°C até peso constante, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.3.9 Acidez titulável total

Foi determinada por titulação com NaOH 0,1N segundo AOAC (1990) e expressa em mL de NaOH 0,1N por 100gramas de amostra.

3.3.10 Índice de peróxido

Pesou-se 5g de amostra em um frasco erlenmeyer e, posteriormente adicionou-se 25mL de éter de petróleo, na proporção de 5:1(éter; amostra). O material foi submetido à agitação constante durante 90 minutos, sendo extraído e filtrado com a adição de 0,5g de sulfato de sódio anidro e, em seguida, concentrado em estufa ventilada a temperatura de 65°C. No material concentrado, foram adicionados 15mL de ácido acético e clorofórmio, na proporção 3:2, em seguida, colocou-se 25mL de água destilada; 0,5mL de uma solução saturada de iodeto de potássio, agitando-se durante 1 minuto; e 10mL de solução de amido solúvel. Titulou-se a solução com tiosulfato de sódio 0,1N até a mudança de coloração (AOAC, 1990; adaptada para este experimento).

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos pelas combinações entre os quatro tipos de café (arábica safras 88/89, arábica safra 2000, conilon e blend), com duas temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente e refrigerada) e com os diferentes tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias). Sendo que as testemunhas foram denotadas, unicamente, pelos quatro tipos de café anteriormente citados mantidos à temperatura ambiente no tempo de armazenamento de 0 dia.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições formadas pelos dias de torração. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcela subdividida no tempo, com 2 fatores na parcela: sendo 4 tipos de café (arábica – safra 88/89, arábica – safra 2000, conilon e blend) e 2 temperaturas (ambiente e refrigerada); e um fator na subparcela: sendo 7 tempos (30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias). As testemunhas foram analisadas separadamente, seguindo o delineamento de blocos ao acaso (Pimentel-Gomes, 2000).

3. 5 Análise estatística

Os valores observados de cada variável foram submetidos à análise de variância de acordo com o esquema adaptado de Pimentel-Gomes (2000) para os experimentos em parcelas subdivididas com fatorial na parcela. Quando houve necessidade realizou-se uma análise de variância no delineamento de blocos casualizados, com três repetições, para avaliação dos tipos de café e temperaturas no tempo zero (0) de armazenamento; e, também, comparando-se as testemunhas com as outras combinações fatoriais mediante a utilização do teste t-student com proteção de Bonferroni.

Para a avaliação das características químicas, físico-químicas em função do tempo de armazenamento, foram feitas análises de regressão considerando dias de armazenamento como variável independente (x) e como variáveis dependentes, aquelas cuja fonte de variação tempo foi significativa pelo teste de F. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste de F de cada modelo testado e pelo coeficiente de determinação.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o sistema computacional "Sistema para Análise de Variância" SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para o efeito das variáveis analisadas em função do tempo de armazenamento encontram-se em anexo, nas Tabelas 1A, 2 A e 3 A dos Anexos.

Para as variáveis extrato etéreo, açúcares não redutores, redutores e as demais que apresentaram uma estimativa de coeficiente de determinação menor que 60% ($R^2 < 60\%$), optou-se pela união dos pontos observados para um maior esclarecimento dos dados. Mesmo quando a interação tipos X tempo foi não significativa optou-se por apresentar um desdobramento, estudando o efeito de tempo em cada tipo, para melhor caracterização dos tipos de café.

4.1 Umidade

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se apresentados os resultados dos valores de umidade dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, blend e conilon, respectivamente, armazenados por diferentes períodos sob temperatura ambiente e sob refrigeração. Apesar das interações não terem sido significativas, houve significância para o tipo de café e tipo de armazenamento ($P < 0,01$).

Observando-se as Figuras 1 e 2, verifica-se que principalmente em relação ao blend e café conilon, o armazenamento sob refrigeração propiciou a manutenção de menores valores de umidade durante todo o período de armazenamento. Nota-se ainda que sob temperatura ambiente houve aumento linear para estes tipos de café.

O teor de água do café conilon mostrou-se inferior aos demais durante todo o período provavelmente em função da dificuldade do estabelecimento do ponto final de torração média para esta espécie, já que seus grãos possuem coloração castanha, bem diferente da cor dos grãos de café arábica.

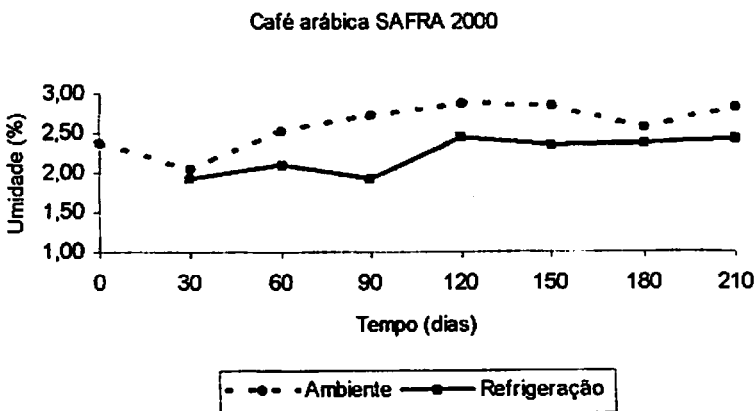
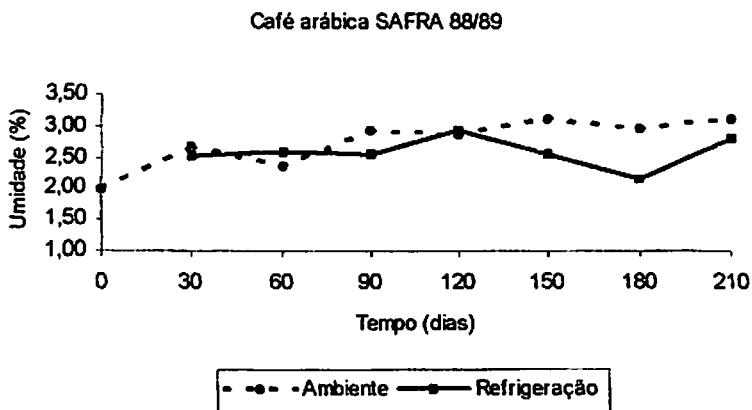


FIGURA 1 Representações gráficas para o teor de água, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

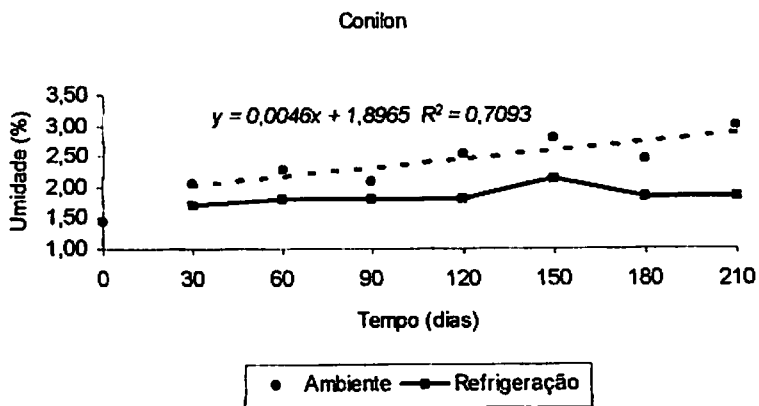
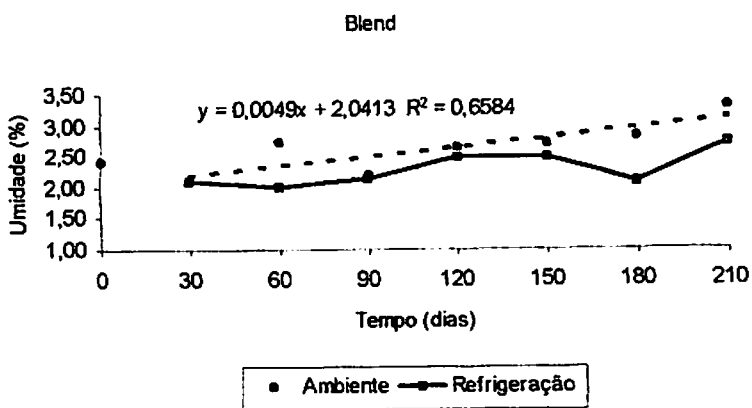


FIGURA 2 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de água do blend e do café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Os grãos de café arábica safra 2000 durante o processo de torração perderam gradualmente sua coloração verde, permitindo com maior facilidade a detecção do ponto final da torração média, que é caracterizado por uma coloração marrom-chocolate. Neste tipo de torração a superfície dos grãos é opaca, a não ser que ocorra exudação de óleos do interior do grão através de fendas originárias da perfuração pelas broca do café, trincas ou presença de grãos quebrados.

De qualquer forma, para os outros tipos de café observa-se que os teores situaram-se sempre entre 2,0% e 3,0%, valores estes que não ultrapassaram os limites estabelecidos pela portaria nº 377, de 26 de abril de 1999 (Brasil, 1999).

Os dados encontrados no presente trabalho para os teores de umidade estão próximos aos verificados por Pádua (2002) em diferentes padrões de bebida, submetidos à torração média escura, que foram de 1,5% a 3% para o café conilon e 2,5% a 3 % para padrões de bebida do café arábica.

Para os cafés arábica e canéfora avaliados por Ortolá et al. (1998 a), foram obtidos teores de 1,19% a 3,52% e 1,74% a 3,96%, respectivamente.

É importante ressaltar que não existem estabelecidos em nenhuma legislação prazos de validade para café torrado e moído. Outro fator relevante é que o hábito comum perfurar as embalagens tipo almofada para que as mesmas não estufem ou se rompam durante o período de comercialização.

A associação destes fatores pode ter assim, um papel relevante no aparecimento de aromas indesejáveis e sabor de produto oxidado no café torrado e moído, fato este constatado por Licciardi et al. (2003) quando avaliaram diferentes marcas comerciais de café. Os autores observaram que as marcas comerciais não utilizam matéria-prima homogênea na elaboração dos blends ao longo de um grande período de comercialização. Em três meses, a composição química do café torrado e moído sofreu variações.

Valores elevados do teor de água no café torrado e moído podem

promover também a aglomeração das partículas formando grumos e provavelmente propiciar reações químicas indesejáveis no sabor e aroma.

4.2 Proteína bruta

Nas Figuras 3 e 4 estão apresentados os resultados observados e estimados para o teor de proteína bruta, nos cafês armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

O café arábica da safra 2000 apresentou pequena oscilação nos teores de proteína bruta, tanto à temperatura ambiente quanto à refrigerada, tendo ocorrido uma elevação dos teores desta variável à temperatura ambiente aos 30 dias de armazenamento, e aos 150 dias, seguido de redução nos seus teores a partir de 150 dias até os 210 dias.

À temperatura refrigerada este café demonstrou um ligeiro aumento aos 180 dias, seguido de redução.

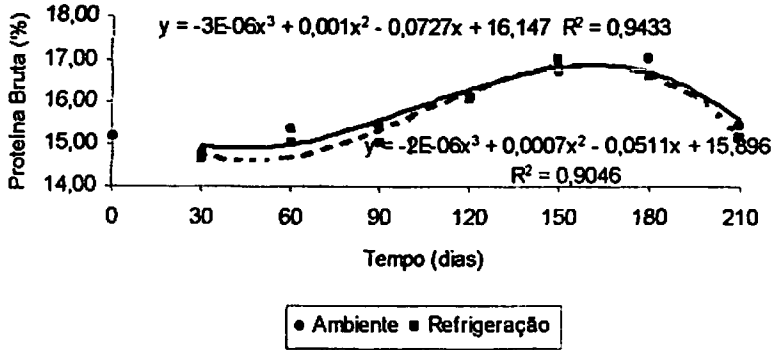
O café arábica safra 88/89, apresentou aumento nos teores de proteína bruta até os 150 dias e após decréscimo aos 210 dias, sendo observado pela equações cúbicas, tanto à temperatura ambiente como sob refrigeração.

O blend à temperatura ambiente demonstrou ligeira variação e maior sob refrigeração.

O café conilon apresentou aumento nos teores de proteína bruta aos 90 dias da avaliação, seguido de ligeiro decréscimo. Sob refrigeração, o mesmo café demonstrou aumento até os 150 dias; após, houve decréscimo nos seus teores.

O aumento ocorrido no teor de proteína bruta está possivelmente relacionado a outros compostos nitrogenados presentes na amostra, já que a metodologia utilizada para a determinação de proteína bruta avalia o teor de nitrogênio e não o teor de proteína bruta.

Café arábica SAFRA 88/89



Café arábica SAFRA 2000

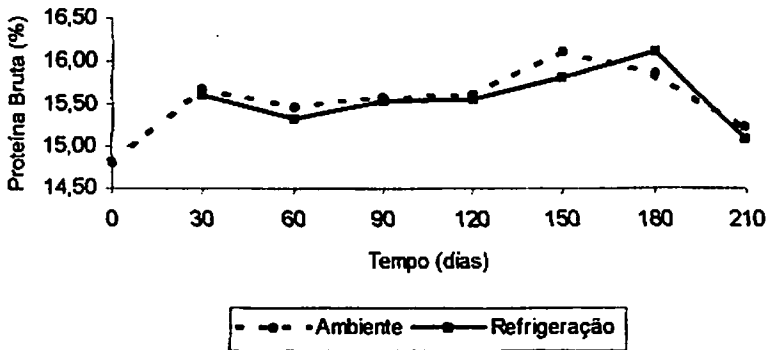


FIGURA 3 Representações gráficas das equações de regressão para o teor de proteína bruta, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

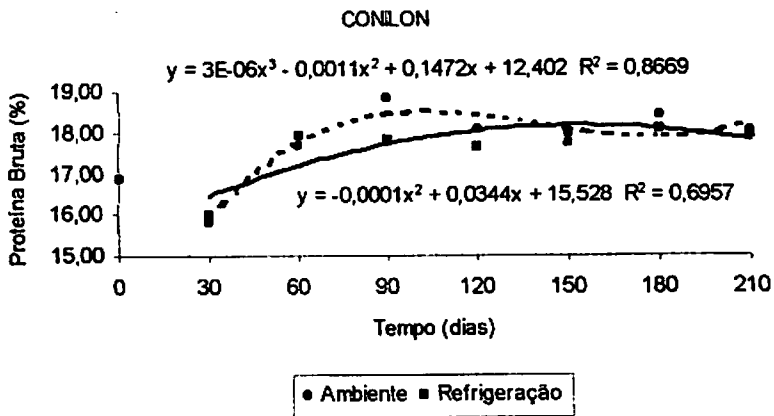
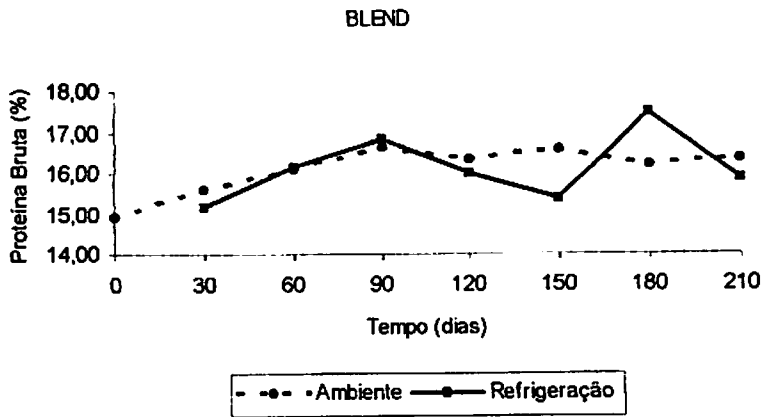


FIGURA 4 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de proteína bruta do blend e do café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Os resultados do presente trabalho estão mais elevados do que os verificados por Lopes (2000), que avaliando cafés de diferentes cultivares, encontrou teores de proteína bruta de 11,36% a 14,56% em café torrados, e semelhantes aos valores encontrados por Pádua (2002), que estudando tipos de torração em diferentes padrões de bebida verificaram que as proteínas variaram na torração escura de 14,80% a 16,00 % para os padrões de café arábica e 18% para café conilon.

Fernandes et al. (2002) avaliando cafés de duas cooperativas, verificaram em diferentes padrões de bebida com torração escura, valores entre 15,45 a 15,91% para a primeira e 14,78% a 16,13% para a segunda.

A escassez de trabalhos sobre o teor de proteína bruta em cafés torrados e moídos armazenados impede maiores comparações com os resultados obtidos no presente trabalho.

A torração leva à desnaturação e à degradação das proteínas. Esta degradação é proporcional ao grau de torração que podem variar de 20% a 40% em torrações médias a cerca de 50% em torrações escuras. A perda é ainda dependente da composição inicial dos grãos, da espécie e variedade (Illy & Viani, 1996).

Os aminoácidos resultantes da degradação das proteínas irão participar juntamente com açúcares na reação de Maillard, que ocorre durante a torração. Entretanto, na literatura consultada não foram encontrados trabalhos que verificassem esta variável no produto torrado e moído durante o armazenamento.

4.3 Extrato etéreo

Na Figura 5 estão apresentados os resultados das amostras de cafés arábica safras 88/89 e 2000. Na Figura 6 encontram-se os valores para o blend e o café conilon. Ambas demonstram as variações durante o período de armazenamento em temperatura ambiente e sob refrigeração.

Pelo quadro de análise de variância, constata-se que apenas o fator tipo de café mostrou significância ($P < 0,01$). Essa ocorrência deve-se, provavelmente, aos teores observados no café conilon, os quais apresentaram-se bem inferiores aos demais tipos de café.

Este fato era esperado, já que diversos autores como Ratnayake et al. (1993), Lercker et al. (1996) e Pádua (2002) relatam maiores valores para esta variável em cafés da espécie *Coffea arabica* L. em relação ao *Coffea canephora* Pierre.

Como as interações não foram significativas pode-se deduzir que o desenvolvimento do sabor e aroma lembrando oxidação, provavelmente se deve a alterações em frações lipídicas específicas, talvez de ácidos graxos específicos que mesmo presentes em pequenas quantidades tenham um baixo limiar de percepção sensorial. Esta suposição baseia-se no fato de que o café como citado por Flament (2001), é uma das matérias-primas mais complexas em termos de composição química. Esta complexidade se acentua durante e após a torração em virtude da formação de mais de 800 compostos voláteis. O mesmo autor cita que a despeito das hipóteses lançadas por alguns autores a respeito do envolvimento dos lipídeos no fenômeno de deterioração do café torrado e moído, nenhum resultado conclusivo foi obtido.

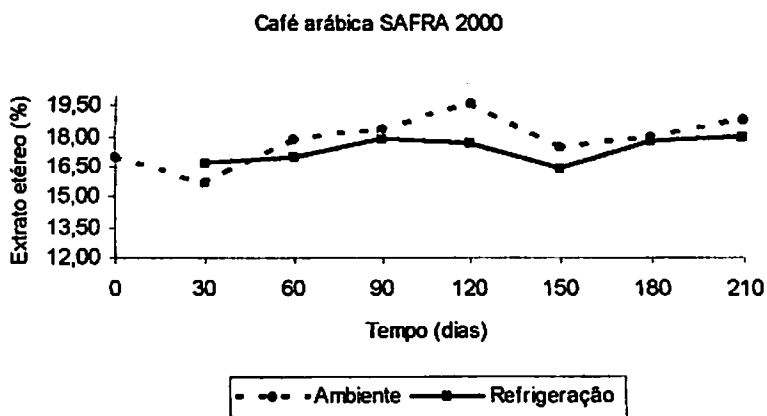
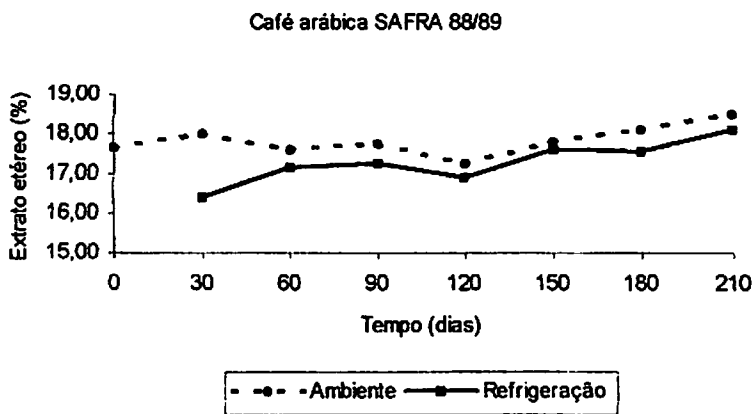


FIGURA 5 Representações gráficas para o teor de extrato etéreo, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

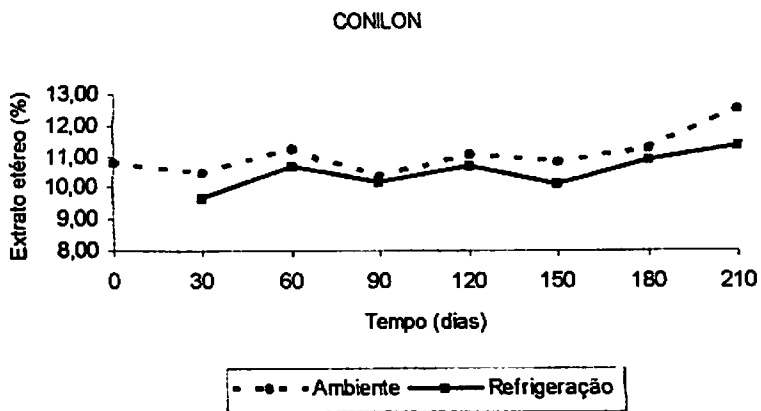
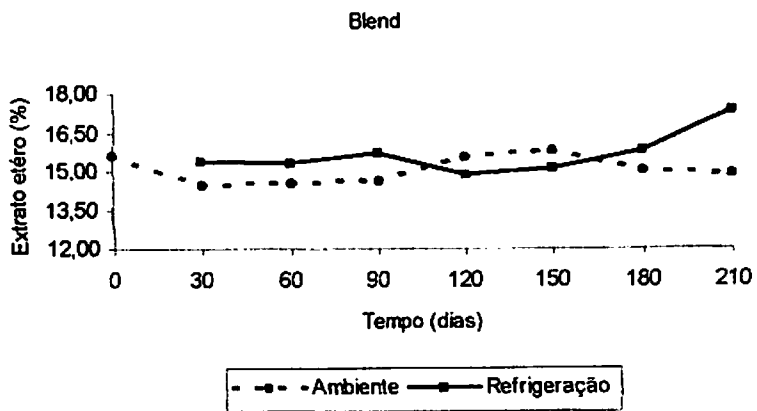


FIGURA 6 Representações gráficas para o teor de extrato etéreo do blend e do café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

4.4 Sólidos solúveis totais

A interação dos fatores tipo de café e armazenamento foi significativa ($P < 0,05$), indicando que o período de armazenamento influencia esta variável.

Observando-se as Figuras 7 e 8, nota-se que houve variações nos teores destes constituintes durante os 7 meses de avaliação. Estas variações são difíceis de ser explicadas, por não terem se apresentado de maneira definida. Porém, os valores encontrados são próximos aos citados na literatura. Pode-se supor, assim, que não há durante o armazenamento, nas duas condições de temperatura, uma maior solubilização de substâncias possivelmente em virtude da degradação de compostos. Isto pode ser reforçado em função dos baixos teores de água observados (Figuras 1 e 2).

Os valores encontrados no presente trabalho estão próximos aos verificados por Lopes (2000), na faixa de 23,77% a 27,89%, em grãos torrados de diferentes cultivares, e inferiores aos encontrados por Fernandes et al. (2001a), que encontraram uma faixa de 28,95% a 35,41%, em três padrões de bebidas e dois blends de café arábica torrado.

Em cafés com moagem fina, verificaram-se maiores teores de sólidos solúveis (Castaño et al., 2000). Os mesmos autores observaram ainda que o aumento do grau de torração é proporcional ao aumento no teor de sólidos solúveis. No entanto, esta observação não se aplicou ao presente trabalho, já que a torração utilizada foi a média.

Pádua (2002) avaliando o teor de sólidos solúveis totais em diferentes tipos de café submetidos à torração escura e média escura durante o armazenamento, verificou que os cafés demonstraram também variações ao longo do armazenamento.

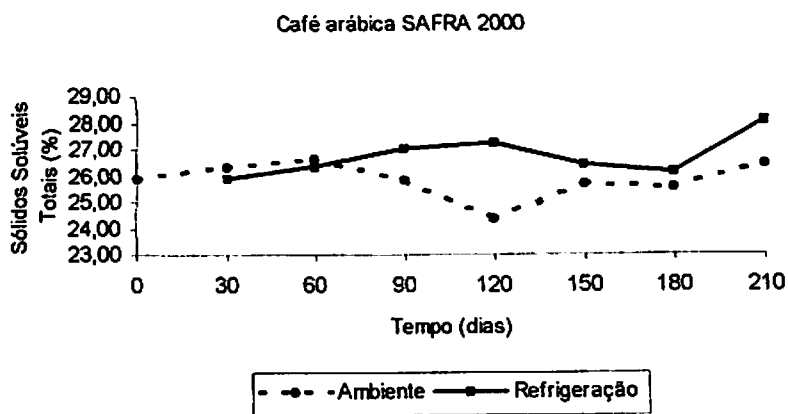
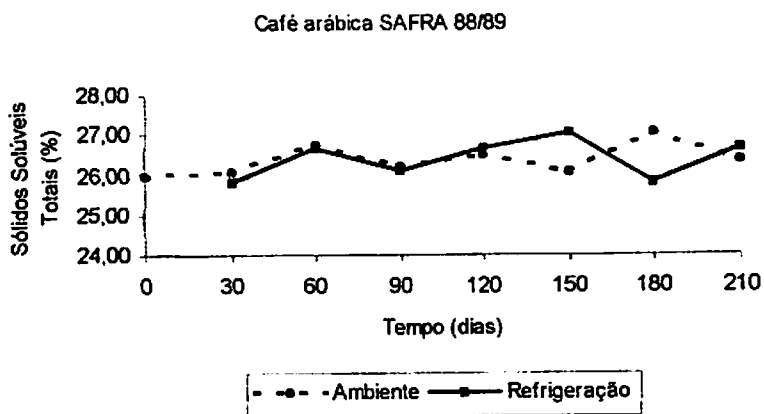


FIGURA 7 Representações gráficas para o teor de sólidos solúveis totais dos cafés arábica safras 88/89 e 2000 armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

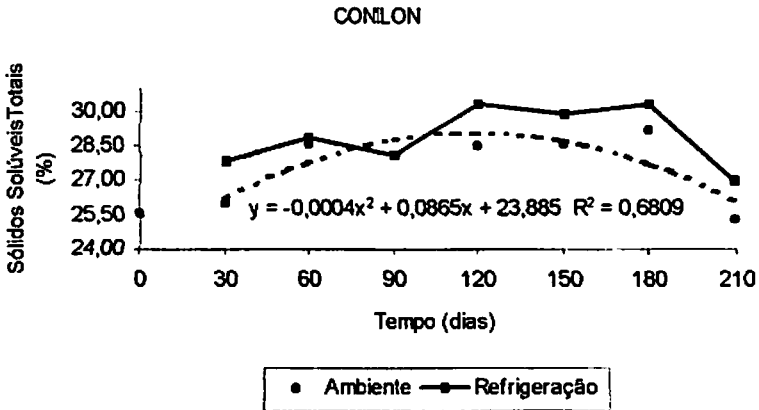
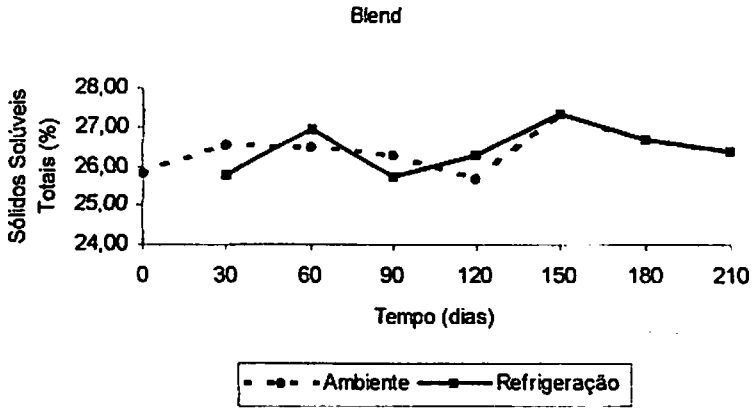


FIGURA 8 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de sólidos solúveis totais, do blend e do conilon armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

A análise de sólidos solúveis em cafés torrados e moídos tem sido recomendada tanto para verificação de fraudes, quando o teor destas substâncias apresenta-se muito elevado, quanto como método auxiliar na averiguação do corpo da bebida, requisito este apreciado principalmente pelos consumidores brasileiros. Vários trabalhos de pesquisa têm utilizado o refratômetro para medida desta variável, porém, a técnica indicada para tal, pela legislação da portaria nº 377, de 26 de abril de 1999 (Brasil, 1999) é a de extrato aquoso que será discutida a seguir.

A análise de sólidos solúveis, através do índice de refratometria neste trabalho teve como objetivo verificar se é possível a utilização desta técnica em substituição à de medida do extrato aquoso, o que tem sido realizado em vários trabalhos de pesquisa.

4.5 Extrato aquoso

Nas Figuras 9 e 10 estão apresentados os resultados para o percentual de extrato aquoso nos cafés armazenados por diferentes períodos, em temperatura ambiente e sob refrigeração.

Os fatores período de armazenamento e tipo de café influenciaram significativamente ($P < 0,05$) o percentual de extrato aquoso.

O café arábica safra 88/89 no armazenamento em temperatura ambiente demonstrou um aumento nos teores de extrato aquoso no início da avaliação apresentando maiores valores para esta variável aos 30 dias de armazenamento, seguido de diminuições durante o armazenamento; aos 210 dias verificou-se os menores teores de extrato aquoso. Na temperatura refrigerada o mesmo café apresentou também diminuições nos teores de extrato aquoso com a evolução do tempo de armazenamento (Figura 9).

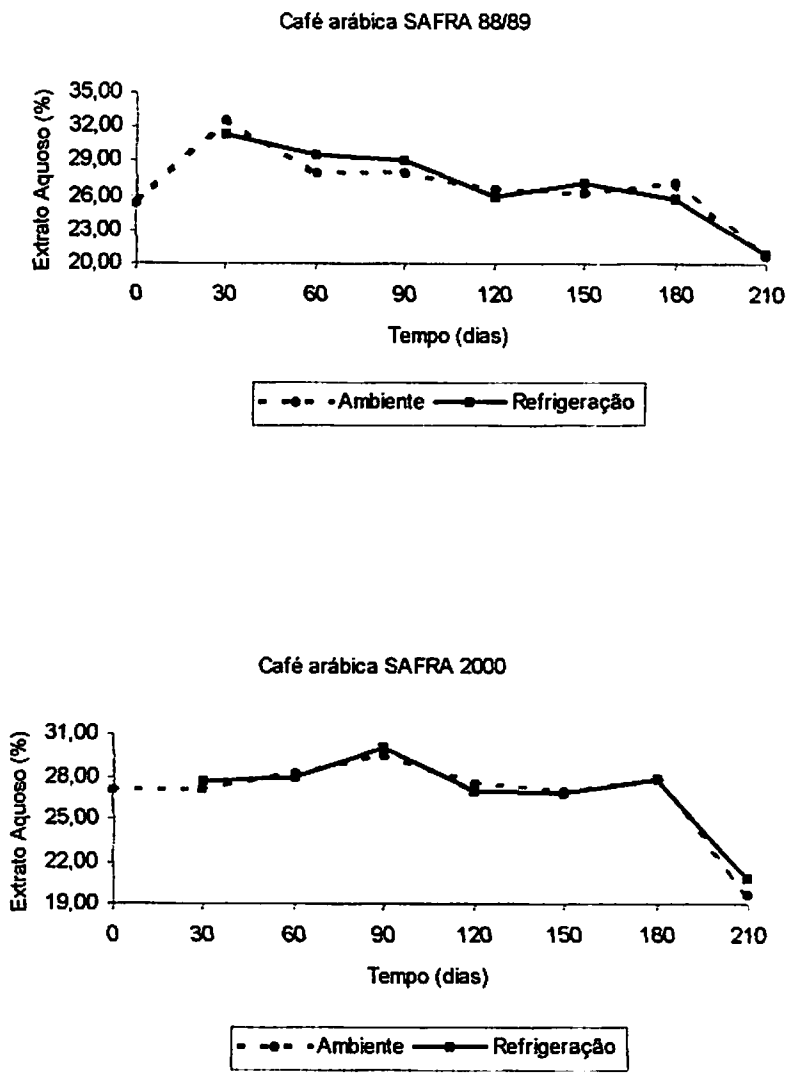


FIGURA 9 Representações gráficas para o teor de extrato aquoso dos cafés arábica safras 88/89 e 2000 armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

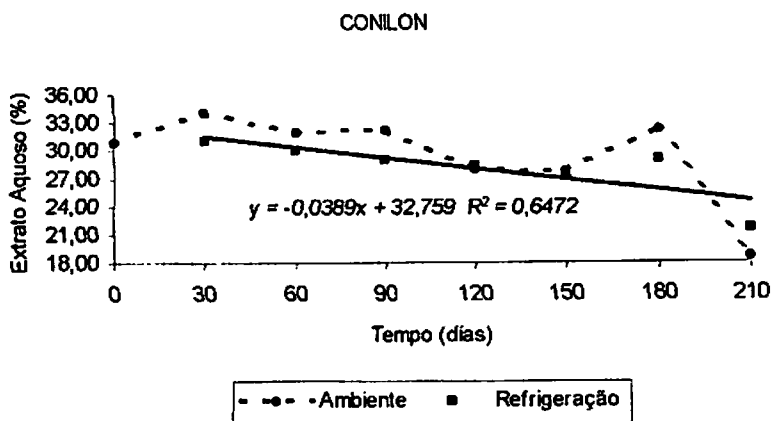
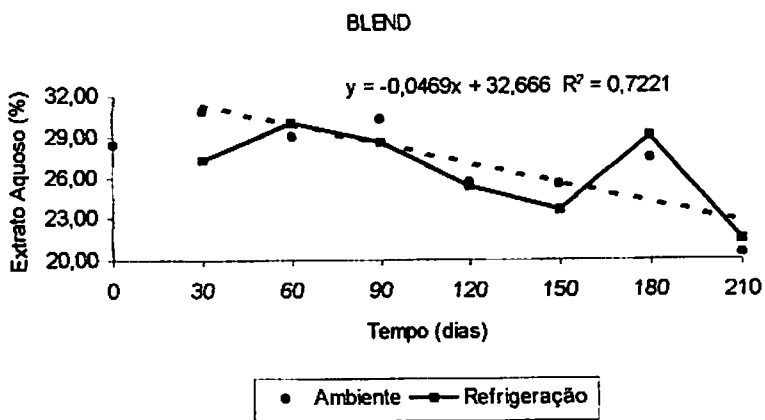


FIGURA 10 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de extrato aquoso, do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Ainda na Figura 9, observa-se os valores encontrados para o extrato aquoso no café arábica safra 2000. À temperatura ambiente este café manteve seus teores ligeiramente constantes até os 180 dias de armazenamento, quando houve um decréscimo nos seus teores. Variações foram verificadas no armazenamento à temperatura refrigerada para os teores de extrato aquoso, e assim como houve um decréscimo após 180 dias na temperatura ambiente o mesmo ocorreu à temperatura refrigerada.

Os resultados são semelhantes aos encontrados por Alves et al. (1989) que está entre 20,72 a 35,88%, e próximos aos verificados por Pedro et al. (1996) em cafés torrado e moídos, 25% e 38,98%. Variações nos valores de extrato aquoso em cafés comerciais sempre ocorrem, já que o café torrado e moído é constituído de diferentes variedades, graus de torração e moagem (Pedro et al., 1996).

O blend na temperatura ambiente apresentou um decréscimo linear nos teores de extrato aquoso podendo-se estimar um decréscimo médio de 0,0469% por cada dia de armazenamento; entretanto no armazenamento à temperatura refrigerada o mesmo café demonstrou oscilações para os teores desta variável (Figura 10). Essas variações podem ter sido causadas pelo armazenamento. O café conilon apresentou decréscimo tanto no armazenamento à temperatura ambiente sob refrigeração, sendo que nesta estima-se uma diminuição linear nos teores de extrato aquoso ao longo do armazenamento de 0,0389% por cada dia.

Segundo Alves et al. (1989) o extrato aquoso do café torrado e moído representa a quantidade de substâncias capazes de se solubilizarem em água fervente.

Os dados do presente trabalho obedecem à regulamentação da portaria número 377, de 26 de abril de 1999 (Brasil, 1999), que fixa normas para identificar as características mínimas de qualidade do café torrado e moído. Desta forma, verifica-se a necessidade do estabelecimento de prazos de validade,

pois esta variável é muito importante em termos sensoriais e a mesma sofre alterações durante o armazenamento.

4.6 Açúcares não redutores e redutores

Nas Figuras 11 e 12 encontram-se os resultados obtidos para açúcares não redutores. A análise de variância mostrou que o fator período de armazenamento exerceu efeito significativo nesta variável.

No café arábica safra 88/89 verifica-se uma redução linear nos valores após 30 dias de armazenamento, com menores teores aos 210 dias.

Apesar de terem ocorrido variações nos teores durante o armazenamento à temperatura ambiente, no final do período, os mesmos apresentaram-se bem próximos.

Aos 30 dias ocorreu uma elevação nos teores destes constituintes sob refrigeração. Este fato pode ter ocorrido em função da degradação de polímeros formados entre estes açúcares e substâncias como proteínas e polifenóis.

No café arábica safra 2000 observa-se as mesmas tendências de redução durante o armazenamento, as quais apresentaram-se melhor definidas nas amostras estocadas em temperatura ambiente.

Os resultados para o blend e café conilon estão apresentados na Figura 12.

O período de armazenamento sob refrigeração promoveu uma redução linear destes constituintes durante o armazenamento, ocorrência esta similar à do café arábica safra 88/89.

O café conilon não apresentou variações definidas, com oscilações nos teores durante todo o período de armazenamento (Figura 12).

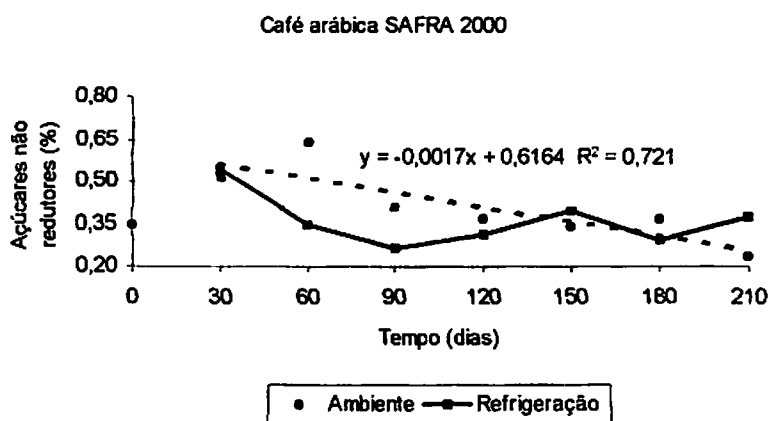
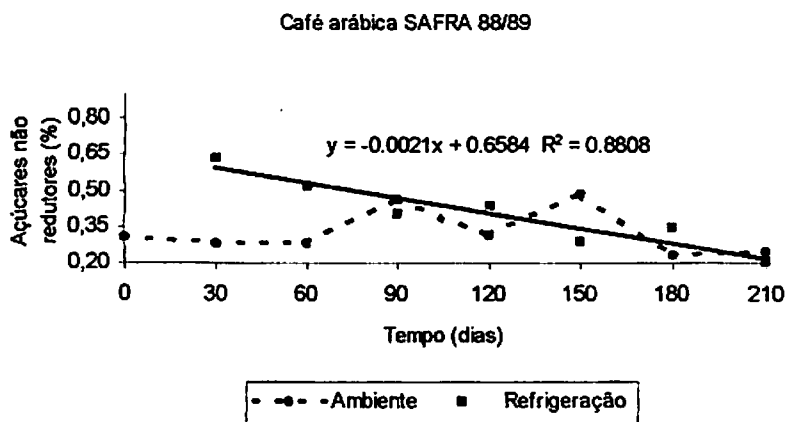


FIGURA 11 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de açúcares não redutores, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

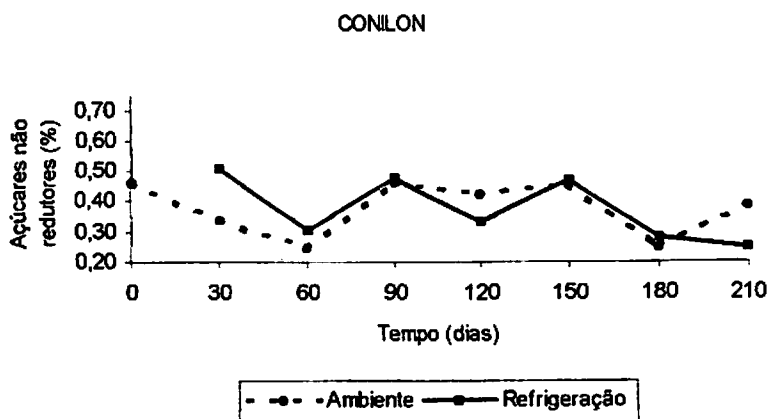
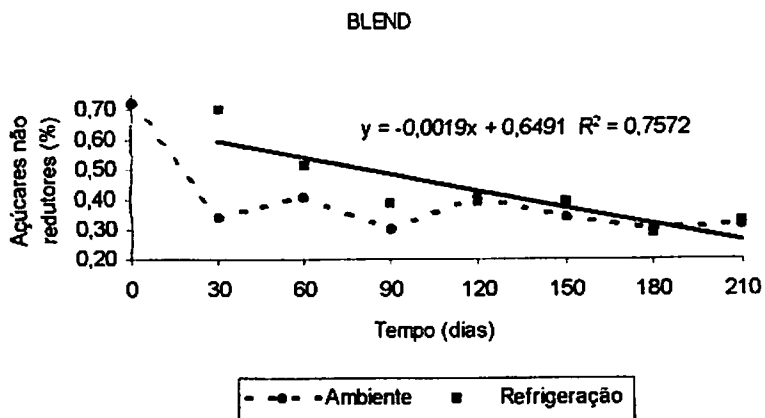


FIGURA 12 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de açúcares não redutores, do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

É interessante observar que, de forma oposta aos cafés arábica (Figura 11), houve redução inicial (aos 30 dias) tanto para o blend como para o conilon, apesar de ambos possuírem inicialmente um conteúdo mais elevado de açúcares não redutores. Este fato pode ser atribuído possivelmente ao café conilon, indicando maior susceptibilidade à degradação durante o armazenamento.

Os resultados obtidos para os teores de açúcares redutores dos cafés armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração estão apresentados nas Figuras 13 e 14. A interação dos fatores tempo de armazenamento e temperatura foi significativa ($P < 0,05$).

Comparando-se as variações ocorridas nos açúcares redutores (Figura 13) com as tendências observadas na variável açúcares não redutores para os cafés arábica safras 88/89 e 2000 (Figura 11), observa-se que houve diminuição dos açúcares não redutores dos cafés armazenados sob refrigeração e aumento dos açúcares redutores, confirmando o efeito exercido por este tipo de estocagem nestes constituintes.

Este fato é interessante e, ao mesmo tempo difícil de ser explicado. Em vários produtos de origem vegetal in natura constata-se comportamento similar durante o armazenamento porém, o café devido à torração, não mais possui enzimas hidrolíticas que poderiam catalisar tal transformação. Além disso, os teores de água são muito baixos para possibilitar a ocorrência destas reações.

Na Figura 14 observa-se que apesar do café conilon ter apresentado uma redução inicial do teor de açúcares redutores (30 dias) durante o período restante as variações não foram bem definidas.

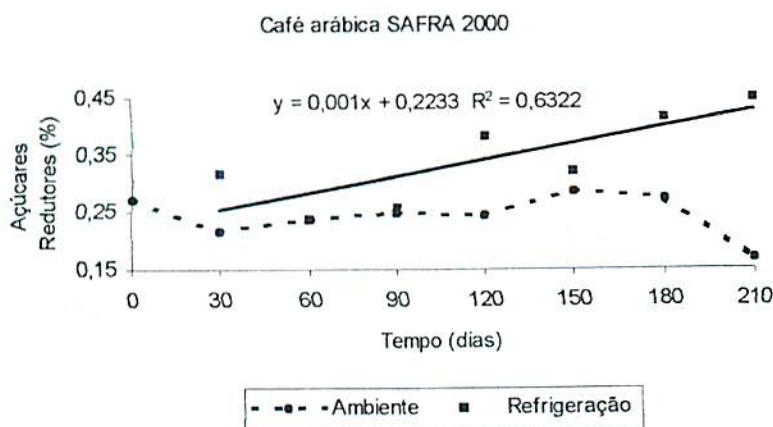
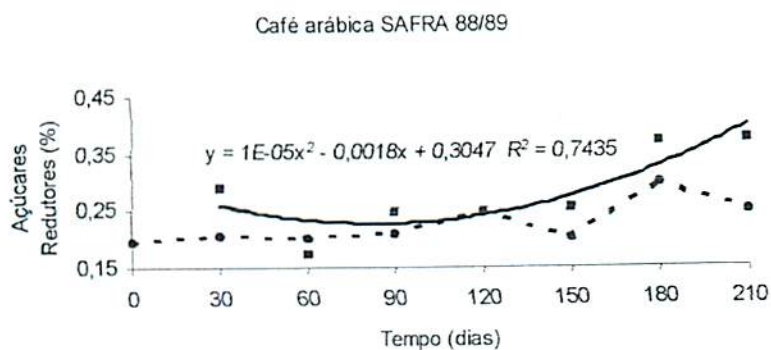


FIGURA 13 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de açúcares redutores, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

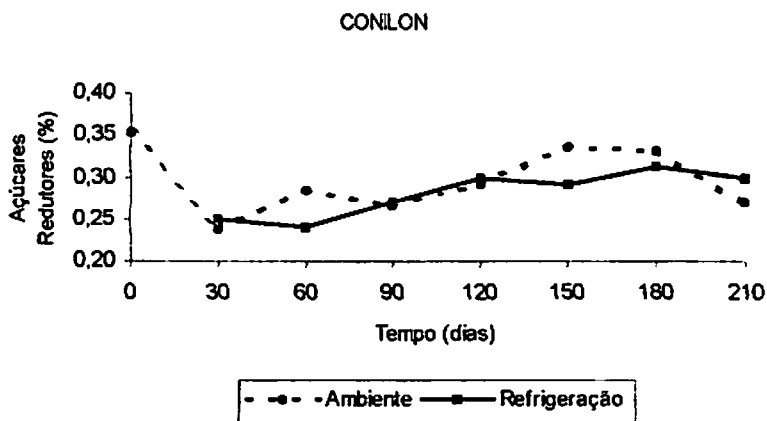
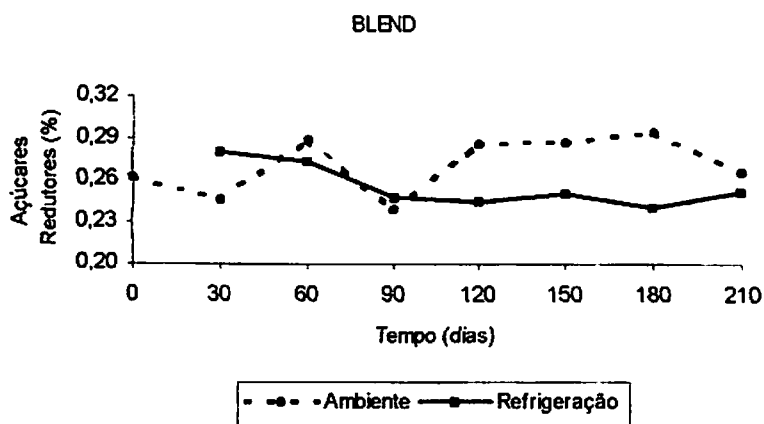


FIGURA 14 Representações gráficas para o teor de açúcares redutores, do blend e do conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

É importante salientar que todas estas ocorrências não são totalmente inesperadas em virtude dos seguintes fatores: os cafés estudados apresentam uma composição química distinta; devido as características físicas do grãos, principalmente a cor já que a condução do processo de torração do café conilon é mais difícil de ser executada. Sabendo-se que no final da torração as reações são muito mais intensas e devido à dificuldade de padronizar o ponto final era esperado que tais variações ocorressem.

4.7 Polifenóis

Nas Figuras 15 e 16 estão apresentados os resultados para os teores de polifenóis dos cafés armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração. Pela análise estatística, apenas os fatores período de armazenamento tipos de café apresentaram significância ($P < 0,01$).

Houve aumento linear dos teores destes constituintes nos cafés arábicas das safras 88/89 e 2000, armazenados sob refrigeração, fato este que não ocorreu com os mesmos cafés mantidos sob temperatura ambiente. É interessante notar que apesar de serem provenientes de safras distintas, estes cafés apresentaram valores iniciais muito próximos e foram também similares quanto às elevações durante o período avaliado.

Avaliando cafés arábica de diferentes padrões de bebida e conilon submetidos à torração média escura, Pádua (2002) obteve valores semelhantes aos do presente trabalho com relação aos cafés arábica, mas bem superiores para o café conilon.

Na Figura 16 observa-se que tanto para o blend como para o café conilon aumentaram linearmente os teores de polifenóis durante o período estudado, os valores médios foram superiores no café conilon, confirmando os resultados do autor acima citado.

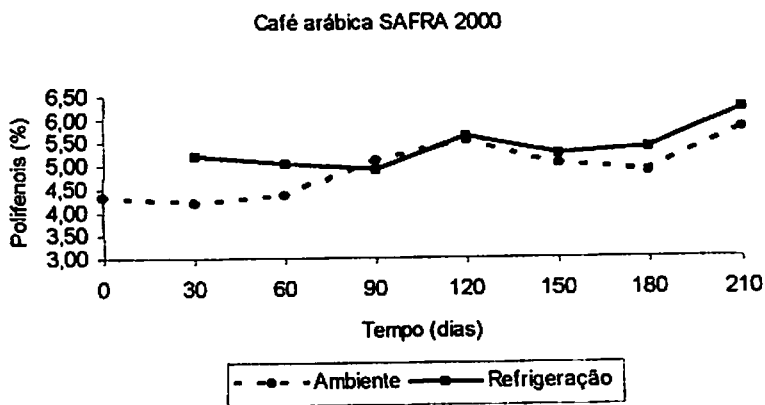
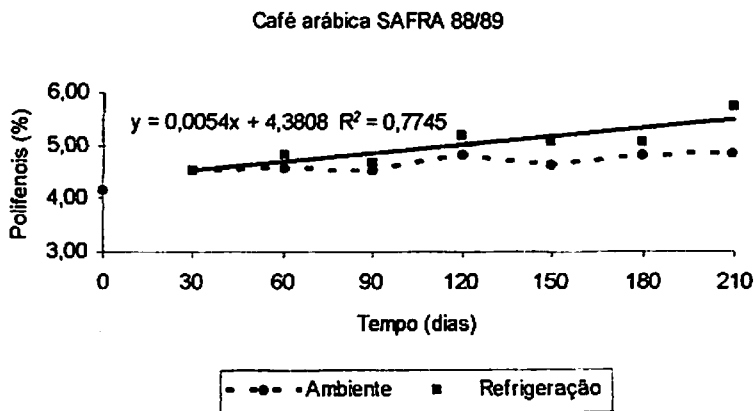


FIGURA 15 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de polifenóis, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

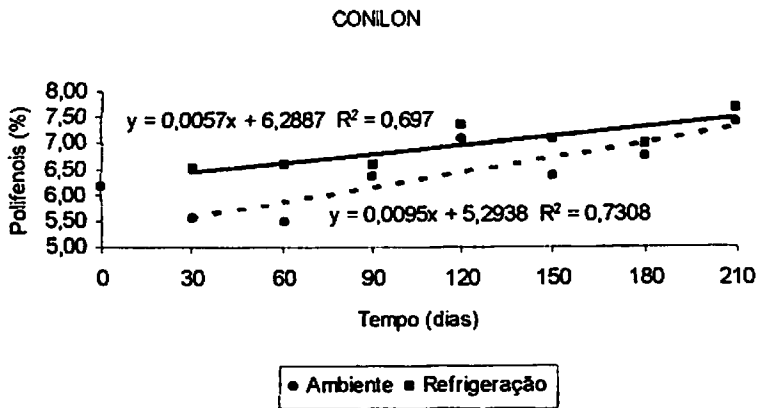
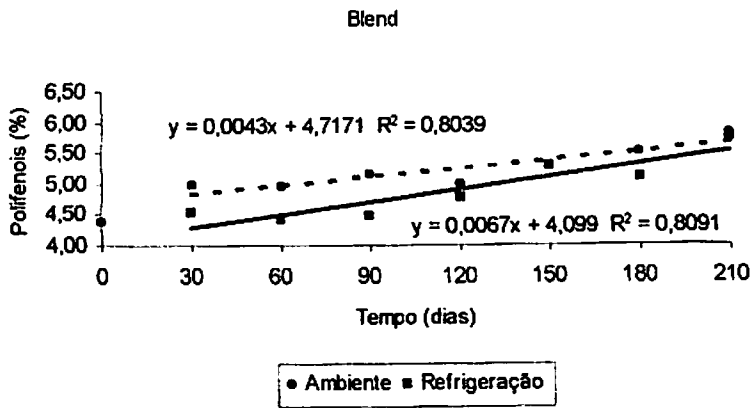


FIGURA 16 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de polifenóis, do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Vários pesquisadores têm atribuído a um maior teor destes constituintes, o sabor adstringente, de medicamento, lembrando substâncias químicas como o ácido fênico, bem como bebidas mais encorpadas. Os resultados indicam que, provavelmente, a matéria-prima (grãos crus de café conilon) continha originalmente teores mais elevados de polifenóis ou mesmo que possivelmente estes compostos neste tipo de café apresentaram maior resistência à degradação térmica, como sugerido por Clifford (1985).

Os aumentos observados durante o período de armazenamento, podem ter ocorrido, provavelmente, devido à degradação de polímeros formados entre polifenóis e outros compostos químicos como os açúcares e proteínas, o que pode ter possibilitado um aumento da solubilidade e, conseqüentemente, da extratibilidade dos mesmos no solvente utilizado.

4.8 Acidez titulável total

Nas Figuras 17 e 18, encontram-se apresentados os valores observados e estimados para acidez titulável total dos diferentes tipos de cafés mantidos por 210 dias à temperatura ambiente e sob refrigeração.

Observa-se que houve um aumento linear significativo dos valores para os tipos de café mantidos sob refrigeração. Esperava-se incrementos médios de 0,1339 (safra 88/89), 0,1687 (safra 2000), 0,1687 (blend) e 0,2446 (conilon) para cada dia em que se deixa os cafés armazenados. Nota-se também que para as amostras estocadas em temperatura ambiente, aos 30 dias de armazenamento, ocorreu um aumento nos valores de acidez titulável total em todos os tipos de café, e de forma mais acentuada nos cafés arábica safra 2000, blend e café conilon.

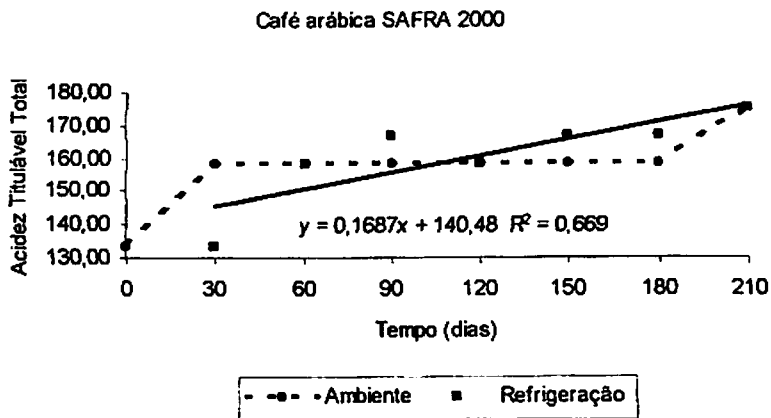
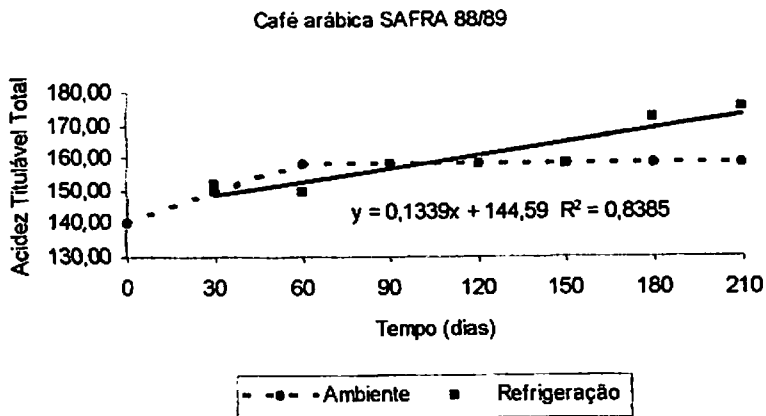


FIGURA 17 Representações gráficas e equações de regressão o teor de acidez titulável total, dos cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

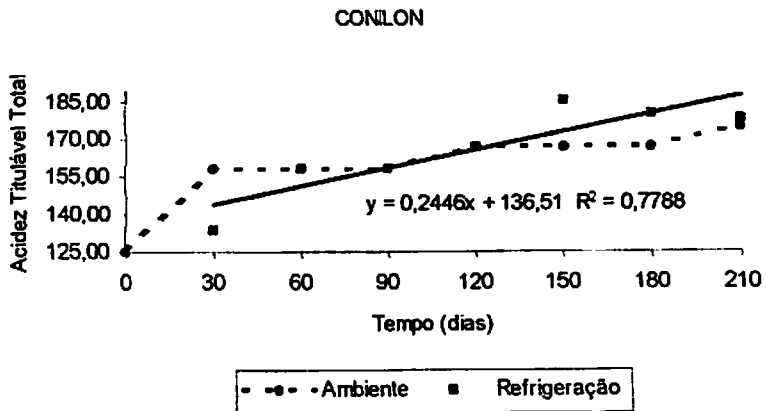
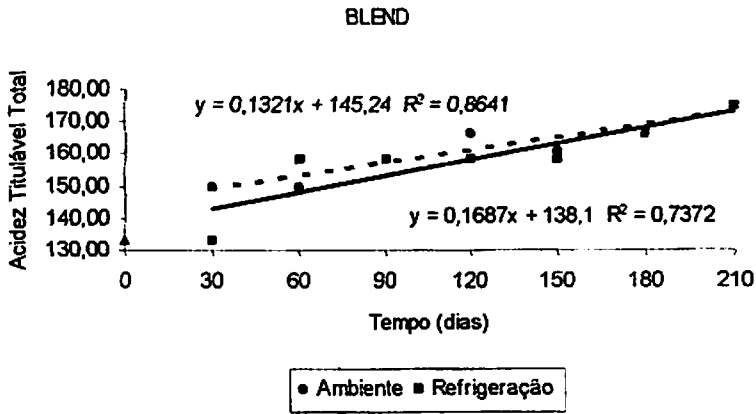


FIGURA 18 Representações gráficas e equações de regressão para o teor de acidez titulável total, do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Muitas vezes são encontrados no mercado cafés torrados e moídos com gosto demasiadamente ácido ou até mesmo azedo. Como anteriormente comentado, ainda não existe legislação que defina com segurança os prazos de validade para os cafés acondicionados em embalagem do tipo almofada. Estes resultados demonstram que ocorre realmente a acidificação do café, o que pode ocasionar alterações no sabor e aroma da bebida.

O aumento de acidez titulável total na torração foi constatado por Nakabayashi (1978). Este aumento ocorre devido à formação de ácidos. Entretanto, o aumento do grau de torração promove a destruição destes ácidos, diminuindo sua acidez.

Avaliando cafés tratados com açúcares e com o objetivo de fornecer precursores para a produção de ácidos, Ginz et al. (2000) verificaram que os cafés açucarados demonstraram um aumento significativo no rendimento dos ácidos fórmico, acético, glicólico e láctico, contribuindo para a acidez final da bebida.

4.9 Índice de peróxido

Foram verificados traços de peróxido em algumas amostras com 150, 180 e 210 dias de armazenamento, indicando que poderá ocorrer efeito significativo a partir deste período de armazenamento.

Pádua (2002), avaliando o índice de peróxido de diferentes cafés submetidos à torração média e média escura durante o armazenamento, detectou indícios de peróxidos em algumas amostras aos 150 dias.

4.10 Colorimetria

Nas Figuras 19 e 20 encontram-se apresentados os resultados obtidos para luminosidade dos cafés armazenados sob temperatura ambiente e sob refrigeração, durante diferentes períodos.

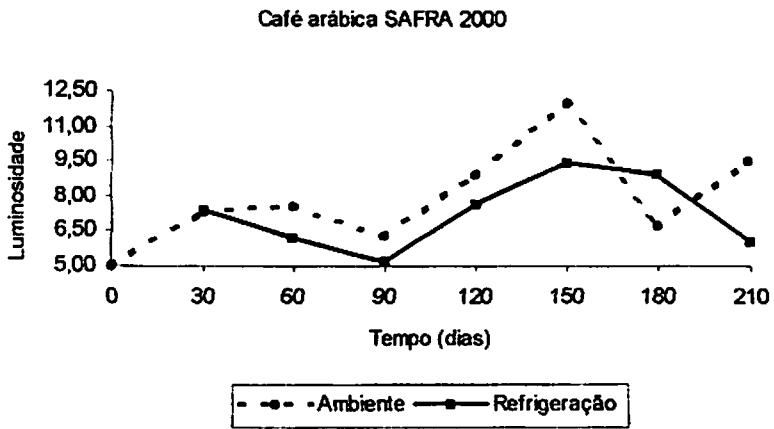
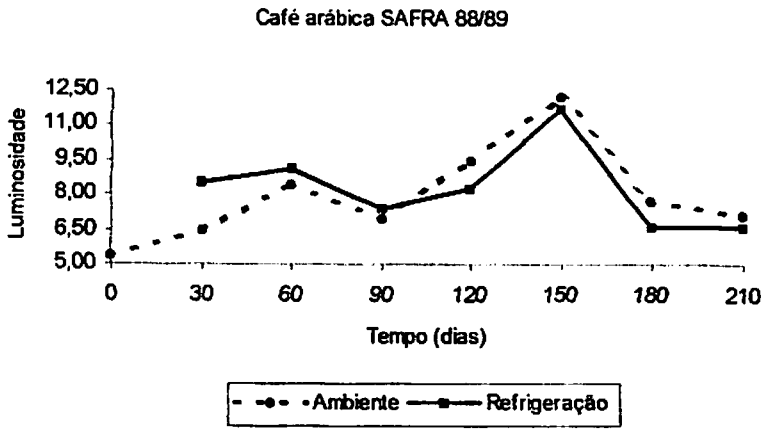


FIGURA 19 Representações gráficas para a coordenada L, de cafês arábica de safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

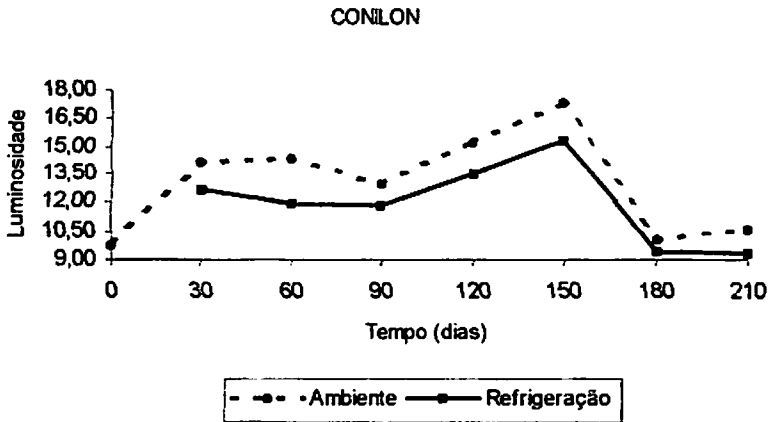
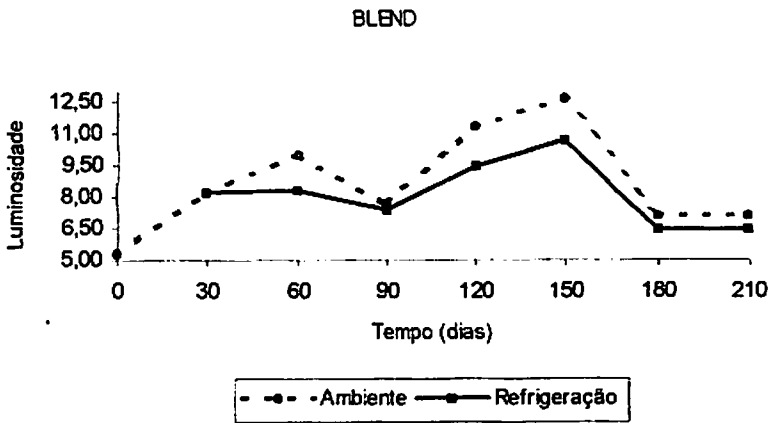


FIGURA 20 Representações gráficas para a coordenada L, do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Verifica-se, pelas Figuras 19 e 20, que para a luminosidade houve, efeito significativo somente dos tipos de café e armazenamento (Tabela 3A). Observa-se ainda que, com o aumento do tempo de armazenamento, a luminosidade dos cafés estudados apresentaram variações, tanto à temperatura ambiente quanto na refrigeração. No café arábica safra 88/89, blend e conilon, houve uma diminuição de luminosidade a partir dos 150 dias. A luminosidade manteve-se constante dos 180 a 210 dias nestes cafés.

Pádua (2002), estudando medições de cor para cafés arábica e conilon torrados e moídos, obteve aumento na luminosidade com a evolução no tempo de armazenamento, nos diferentes cafés submetidos à torração média escura e escura.

Nas Figuras 21 e 22 estão apresentados os resultados obtidos para a coordenada de cromaticidade (a), nos cafés armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

Pela Figura 21, é possível verificar variação na coordenada de cromaticidade (a) durante o armazenamento em as ambas temperaturas. O café arábica safra 88/89 exibiu menores valores da coordenada (a) aos 150 dias, à temperatura ambiente; sob refrigeração, o café apresentou menores valores aos 90 dias de armazenamento.

O café arábica safra 2000, na temperatura ambiente apresentou decréscimo nos valores após os 30 dias. Aos 110 dias, foram verificados os menores valores. Após este período, verificou-se aumento gradativo nos valores da coordenada (a), e aos 210 dias observou-se o maior valor.

A coloração variou no diagrama de cromaticidade na faixa de cinza-amarelado a cinza-amarrozado, faixa de coloração mais escura. O mesmo café sob refrigeração apresentou variações na coordenada (a), e os menores valores foram encontrados aos 150 dias.

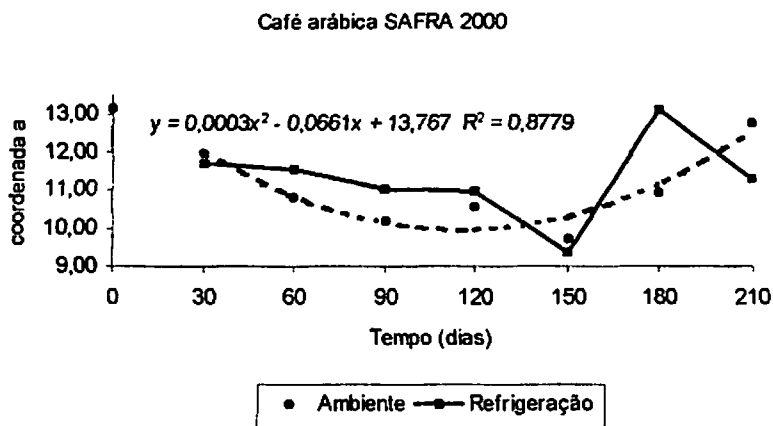
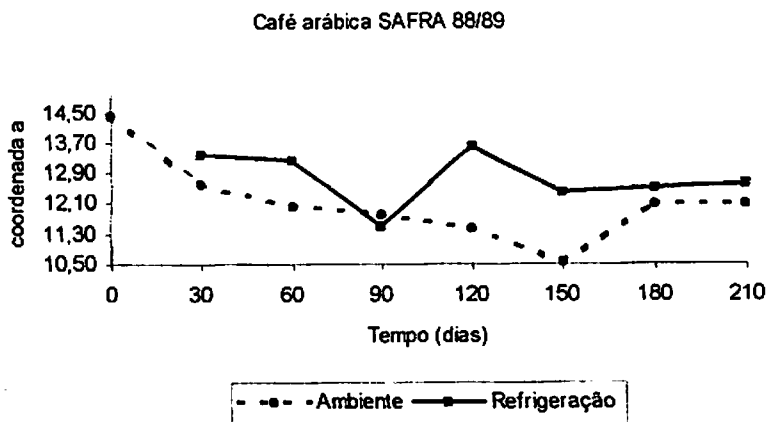
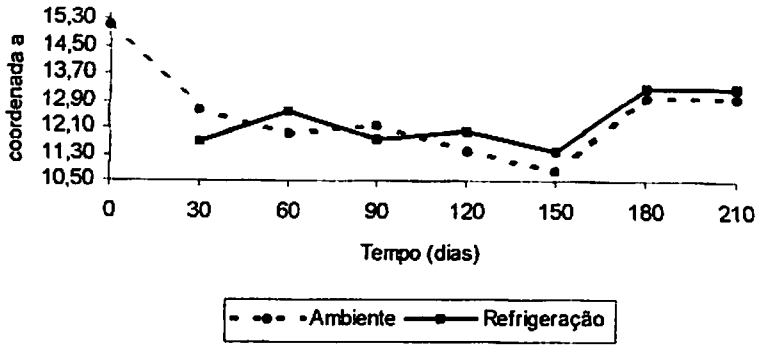


FIGURA 21 Representações gráficas e equações de regressão para coordenada (a), de cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

BLEND



CONILON

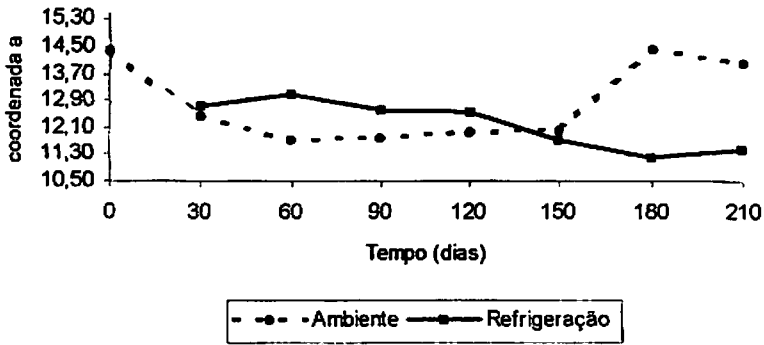


FIGURA 22 Representações gráficas para coordenada (a), do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.



Verifica-se, pela Figura 22, que a coordenada (a) apresentou, para o blend e o café conilon, na temperatura ambiente, uma oscilação nos valores. Ambos iniciaram o armazenamento com valores mais altos (15,30, no blend e 14,50 para o conilon), e com decréscimos nos seus valores aos 30 dias. Somente a partir dos 150 dias os valores começaram a demonstrar novo aumento, atingindo seus maiores valores aos 180 dias de armazenamento.

A coloração variou numa faixa de coloração mais escura para uma média escura e escura novamente. Sob refrigeração, os cafés apresentaram pequenas variações na coordenada (a) durante o período de avaliação.

Nas Figuras 23 e 24, encontram-se os resultados observados e estimados para a coordenada de cromaticidade (b) nos cafés armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração, respectivamente.

Na Figura 23, observa-se grande variação nos cafés na coordenada (b) com o armazenamento em ambas temperaturas. No café arábica safra 88/89 sob refrigeração, verifica-se um decréscimo linear significativo nos seus valores na medida em que aumenta-se o tempo de armazenamento, indicando que o café está perdendo a cor. Já à temperatura ambiente o café apresentou variações durante todo o tempo de armazenamento.

O café arábica safra 2000 apresentou grandes variações na refrigeração e na temperatura ambiente, com maiores oscilações sob refrigeração.

Pela Figura 24, observa-se variação no blend e café conilon na coordenada (b). No blend, para ambas temperaturas os maiores valores da coordenada (b) ocorreram aos 120 dias, seguidos de um decréscimo aos 150 dias e mantendo-se estável a partir de 180 dias.

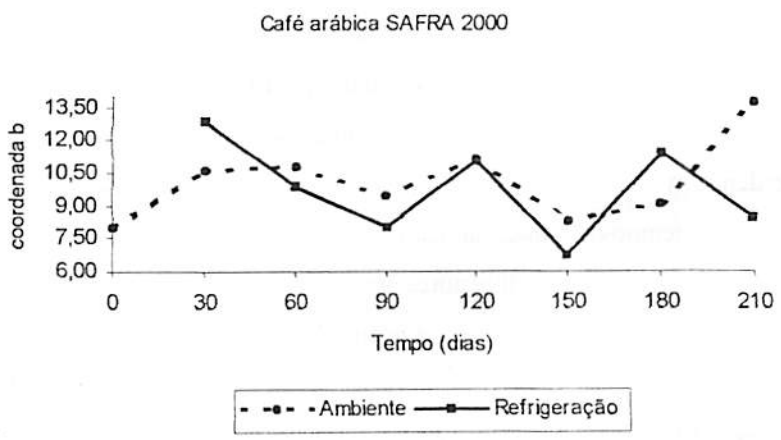
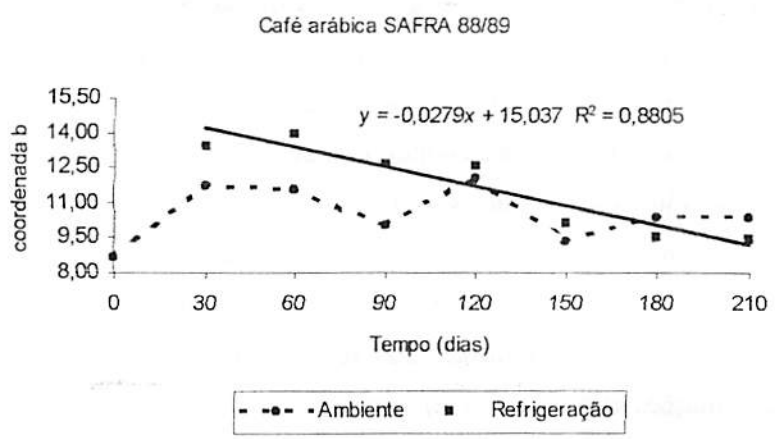


FIGURA 23 Representações gráfica e equações de regressão para coordenada (b), de cafés arábica safras 88/89 e 2000, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

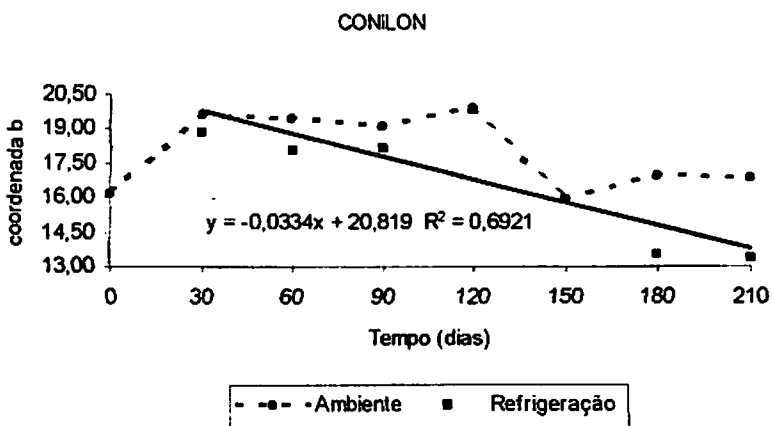
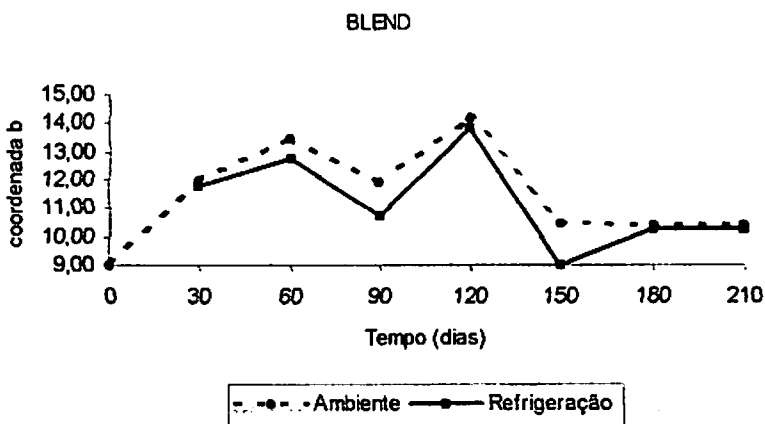


FIGURA 24 Representações gráficas para coordenada (b), do blend e café conilon, armazenados por diferentes períodos, sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

O café conilon apresentou decréscimo na coordenada (b) sob refrigeração durante armazenamento, atingindo seus menores valores aos 210 dias. Podendo-se estimar uma perda de coloração na ordem de 0,0334 para cada dia de armazenamento. Mesmo com a diminuição nos seus valores, este café apresentou-se na faixa de coloração cinza-amarronzado no diagrama de cromaticidade a, b. À temperatura ambiente este café apresentou-se com variações menos acentuadas.

Ortolá et al. (1998b), avaliando a cor de cafés arábica e canéfora torrados e moídos, não verificaram diferença na cor dos diferentes cafés submetidos a diferentes tipos de torração.

5 CONCLUSÕES

Há alterações na composição química nos diferentes cafés torrados e moídos durante o armazenamento, à temperatura ambiente e sob refrigeração.

Todos os cafés mantiveram os teores de umidade dentro do exigido pela legislação.

Os cafés apresentam grande variação nos teores de sólidos solúveis e extrato aquoso. Entretanto, os valores observados condizem com aqueles exigidos pela legislação vigente.

O café conilon em relação aos demais cafés arábica apresenta teores mais elevados de proteína bruta, polifenóis, sólidos solúveis totais e valores inferiores de extrato etéreo.

A luminosidade do café torrado e moído varia com o armazenamento.

No período de armazenamento avaliado não houve aumento no índice de peróxido.

O armazenamento sob refrigeração contribuiu para manutenção da qualidade dos cafés estudados para as variáveis avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ACEVEDO-NIETO, J.L.A.; CASTAÑO-CASTRILÓN, J.J. Influencia del agua de apagado sobre las propiedades fisico-químicas del café tostado. **Cenicafé**, n.49, v.1, p.17-29, 1998.

ALVES, G. et al. Controle de qualidade dos cafés comercializados em Santa Catarina no segundo semestre de 1986. **Boletim Bromasc**, v.1, n.2, p.72-80, 1989.

AMORIM, H.V. et al. Chemistry of brazilian green coffee anal the quality of the beverage: IV-Electrohoresis of proteins in agar-gel and ist interation with cholorogenic acids. **Turrialba**, San Jose, v.25, n.1, p.18-24, Jan./Mar. 1974.

ANJOS, V.D.A.; STROPPA, C. T.; MENEZES, H. C. de. Estabilidade do café torrado e moido. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.33, n. 2, p.139-145, jul./dez. 1999.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA-AGRIANUAL, 2003 São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, 2003. 544 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 684p.

BACHA, C.J.C. A cafeicultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e suas perspectivas. **Preços Agrícolas: mercado e negócios agropecuários**, São Paulo, v. 12, n. 142, p.14-22, ago. 1998.

BAESSO, M.L. et al. Use of electron spin resonance for the deterination of staling of roast coffee in polyethylenic bag packs. **Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung**, n.191, p.24-27, 1990.

BLANK, I.; SEM, A.; GROSH, W. Potent odorants of the roasted powder and brew of Arabica coffee. **Zeitschrift fuer Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, 195p., p.239-245, 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 377 de 26 de abril de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 80, p. 22, 29 abr. 1999. Seção 1.

CABRAL, A.C.D.; FERNANDES, M.H.C. Embalagem para café torrado e moído. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.19, n.1, p.1-19, 1982.

CARELLI, M.L.C.; LOPES, C.R.; MONACO, L.R. Chlorogenic acid content in species of *Coffea* and selections of *c. arabica*. **Turrialba**, San Jose, v.24, n. 4, oct./dic. 1974.

CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura, tecnologias de produção, gerenciamento e comercialização: colheita, preparo e armazenamento**. Lavras: UFLA, 1998. n.1. 1 CD-ROM.

CARVALHO, V. D. de. et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade da bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.S.; CHAGAS, S.J. de R. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.183, p.5-20, 1997.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-92, jun. 1985.

CASTAÑO C.J.J.; QUINTERO, G.P.; VARGAS, R.L. Caracterización del rendimiento de extracción y del contenido de sólidos solubles de la bebida de café. **Cenicafé**, Chinchina, v. 51, n. 3, p. 185-195, jul./sept. 2000.

CHÁFER, M.; ORTOLÁ, M.D.; CHIRALT, A. Estabilidad del café tostado durante el periodo de consumo. **Alimentaria**, n.297, p.123-128, nov. 1998.

CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Ed). In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.) **Coffea chemistry**. London: Elsevier Applied Science, 1990. v. 1, p. 233-265.

CLARKE, R.J. Roasting and grinding. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee technology**. London: Elsevier Applied Science, 1986. v. 2, p.73-108.

CLARKE, R.J.; MACRAE, R. *Coffee chemistry*. London: Elsevier Applied Science, 1985. v.1.

CLAUDE, B. *Arômes et aliments. Café Cacao Thé*, v.21, n.4, p. 288-290, 1977.

CLIFFORD, M.N. The composition of green and roasted coffee beans. *Process Biochemistry*, v.2, n.24, p. 20-23, Mar, 1985.

CLINTON W.P. Consumer and expert evaluations of stored coffee products. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNACIONAL SUR LE CAFE, 9., 1980, Londres. *Proceeding...* Londres: ASIC, 1980. p.273-285.

COELHO, K. F. *Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos*. 2000. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COFFEE BUSINESS. *Anuário estatístico do café*. 6.ed. Rio de Janeiro, 2001.

COFFEE BUSINESS. *Anuário estatístico do café*. 6.ed. Rio de Janeiro, 2002.

COLÔMBIA. Federación Nacional de Cafeteros de Colômbia. *Manejo y empacado del café tostado*. Bogotá, [199-]. 7p.

DART, S.K.; NURSTEN, H.E. *Coffee chemistry*. London: Elsevier Applied Science. 1985. v. 1, p.223.

DELAPORTE, G. Canéfora quality for roasted for tpo-of-the-line products. *Tea and Coffee Trade Journal*, New York, v. 1, n.163, p.38, Jan. 1991.

ERNST U. Sensory evaluation of coffee quality in relation to storage time in various packages. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*, v. 1, n.6, p.18-24, 1979.

FARIA, J.A.F. *Coffee packaging: stability during storage*. Rutgers: Rutgers University, 1978a.15p.

FARIA, J.A.F. *Coffee packaging: product material/ machine interations*. Rutgers: Rutgers University, 1978b. 16p.

FERNANDES, S. M. et al. Caracterização da composição química de grão de café arábica (*Coffea arábica* L.) e conilon (*Coffea canephora* P.). In:

SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. Resumos... Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2001a. p.103.

FERNANDES, S.M. et al. Avaliação química da qualidade e dos grãos torrados e duas cooperativas do sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Armazenamento – especial café, n.3, p.35-38, out. 2001b.

FERNANDES, S.M. et al. Comparação entre duas cooperativas do sul de Minas Gerais quanto à composição química de cafés com torração comercial. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.26, n. 4, p.830-835, jul./ago. 2002.

FIGUEIREDO, I.B. Aroma do café. Boletim do Centro Tropical de Pesquisas de Tecnologia de Alimentos, v.7, n.1, p.43-47, 1966.

FILETTO, F. Trajetória histórica do café na região Sul de Minas Gerais. 2000. 133p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FISHER, M.; REIMANN, V.T.; REDGWELL, R.J. Polysaccharides of green Arabica and Canéfora coffee beans. Carbohydrate Research, n.330, p.93-101, 2001.

FLAMENT, I. Coffee chemistry, [S.l.: s.n.], 2001. 502p.

GINZ, M. et al. Formation of free aliphatic acids through carbohydrate degradation during roasting of coffee. European Food Research and Technology, New York, v. 211, n.6, p.404-410, 2000.

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

GROSCH, W. Instrumental and sensory analysis of coffee volatiles. 16th International Scientific Colloquium on Coffee, Kyoto, v.1, n.2, p.147-155, 1995.

GUTIERREZ, C. Analisis for MEB de la porosidad del café tostado. In: INTERNEAT SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, 15., 1993, Montpellier. Proceeding... Montpellier: Aisc, 1993. v.2, p.661-671.

HESSE, A. Canéfora in the year 2000. Le canéfora en l'na 2000. (Chairman, Trieste Coffee Association). African Coffee, Café d'Afrique, Abdjan, v.1, n.28, p.11- 13. Oct. 1990.

HINMAN, D.C. Rates of oxidation of roast and ground coffee and the effect on shelf-life. In: **Quatorzieme Colloque Scientifique International sur le Café**. San Francisco: ASIC. v. 1, n.25, p. 165-174, 1992.

ILLY, A. **Coffee**. Disponível em: <<http://www.wordl.illy.com/>> Acesso em: 05 jan. 2002.

ILLY, A.; VIANNI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. San Diego, 1996. 253p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.cd. São Paulo, 1985. v.1, p. 190-192.

KRAYER, B. Die Verwendung des aromaschutzventils bei kaffeverpackungen. **Verpackungs-Rundschau**, v.34, n.5, p.471-473, 1983.

LABUZA, T.P.; BREENE, W.M. Oxygen scavenger sachets. **Cereal Foods World**, v.32, n.3, p.276-277, 1987.

LEINO, M.; KAITARANTA, J.; KALLIO, H. Comparison of changes in headspace volatiles of some coffee blends during storage. **Food Chemistry**, v.43, p.35-40, 1992.

LELOUP, V.; LIARDON. Analytical characterization of coffee carbohydrates. **ASIC 15e, Colloque Montpellier**, p.863-865, 1993.

LERCKER, G. et al. La frazione lipidica del caffè. **Industrie Alimentari**, Bologna, v. 35, n. 352, p. 1057-1065, oct. 1996.

LICCIARD, R. et al. Constituintes químicos de cafés de diferentes marcas comerciais, da região sul de Minas Gerais. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 3., 2003, Bahia. **Anais...** Bahia: IBC, 2003. 262p.

LOCKHART, E.E. Roasted coffee color measurement and classification. **The Coffee Brewing Center publication**, New York, n.53, p.9, 1967.

LOGATO, E.S. **Efeitos das políticas econômicas sobre a cafeicultura mineira – 1970/90**. 1994. 137p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*coffea arabica* L.)**. 2000. 95 p. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MAARSE, H.; VISSCHER, C. A. Volatile compounds in foods. Quantitative and qualitative data. TNO Food analysis institute The Netherlands: 7th Zeist, 1996.
MAIER, H.G.; KAFFEE. **Grundlagen und fortschritte der lebensmitteluntersuchung und lebensmitteltechnologie**. Berling: Verlag Paul Parey, 1981.

MAIR, R.D.; HALL, R.T. Determination of organic peroxide by physical, chemical, and colorimetric methods. In: SWERN, D. **Organic peroxides**. New York: Wiley-Interscience, 1970. Cap.6, v.2.

MARIA, C.A.B. et al. Composition of green coffee water-soluble fractions and identificacon of volatics formed during roasting. **Food Chemistry**, v.1, n.55, 1996, p.203-207.

MASSINI, R. et al. Study on physical and physicochemical changes of coffee benas during, v.2, p. 123-130, 1990.

MENDES, L.C.; MENEZES, H.C. de; APARECIDA, M.; SILVA, A.P. da. Optimization of the roasting of canéfora coffee (*C. canephora conillon*) using acceptability testes and RSM. **Food Quality and Preference**, n.12, p.153-162, 2001.

MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoil químico com a maturação do café**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de alimentos, 1994, 95p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos).

MOREIRA, R.F.A.; TRUGO, L.C.; MARIA, C.A.B. de. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, n. 23, v.2, p. 195-203, 1999.

NAKABAYASHI, T. Changes of organic acids and pH roast of coffee. **Jounal Japanise Society food Science Techology**, Japão, v.25, p. 142-146, 1978.

NAVARINI, L. et al. Polysaccharides from hot water extracts of roasted Coffea arabica beans: isolation and characterization. **Carbohydrate Polymers**, v. 40, p.71-81, 1999.

NELSON, N.A. Photometric adaptation of somogy method for the determination of glucosc. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v. 153, n.1, p.375-384, 1944.

NICOLI, M.C. et al. Staling of roasted coffee: volatile release and oxidation reactions during storage. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNACIONAL SUR LE CAFÉ, 15., 1993, Montpellier. Anais... Paris: ASIC, 1993. p.557-566.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. El despulpado del café por médio de desmucilagadoras mecanicas sin processo 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. [Espanha], 1992. (Repot de Evaluación Sensorial).

ORTOLÁ, M.D.; GUITIÉRREZ, C.L.; CHIRALT, A. Influence of roasting temperature on physicochemical properties of different coffees. *Food Science and Technology International*, New York, v. 4, n. 1, p.59-66, Feb. 1998 a.

ORTOLÁ, M.D. et al. Kinect study of lipid oxidation in roasted coffe. *Food Science and Tecnology International*, New York, v. 4, n. 1, p. 67-73, Feb. 1998b.

PÁDUA, F.R.M. de. Composição química e qualidade de diferentes tipos de café torrado e moído durante o armazenamento. 2002. 76p. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEDRO, N.A. R. et al. Avaliação da qualidade do café torrado e moído processado na região de campinas, estado de São Paulo. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v.5, n.1, p.113-117, 1996.

PEREIRA, R.G. F. A. Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arábica* L.) “estritamente mole”. 1997. 96p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, R.G.F.A. et al. Composição química de 11 marcas comerciais de cafés torrados e moídos e sua relação com a qualidade. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: IBC, 2003. v. 1, 259p.

PIMENTA, C. J. Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café. 2001. 145p. Tese (Doutorado em

Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIMENTA, C.J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de diferentes frutos colhidos em quatro estádios de maturação.** 1995. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIMENTA, C.J.; VILELA, E.R. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido à diferentes tempos de amontoa no terreiro.** *Revista Brasileira de Armazenamento – especial café*, n.2, p.03-10, 2001.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 13.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468p.

PINTO, N.A.V.D. **Composição química e qualidade da bebida e "blends" do café arábica cru e torrado.** 2002. 92p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras

PINTO, N.A.V.D. et al. **Açúcares e sólidos solúveis em bebidas e blends de cafés torrados tipo expresso.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Resumos...** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2001. p.101.

RADATKE, R. **Oxygen consumption of roast coffee and its influence on sensory quality of coffee.** *Chemie, mikrobiologie, technologie der lebensmittel*, n.6,v.2, p.36-42, 1979.

RATNAYAKE, W. M. N. et al. **Lipid content and composition of coffee brews prepared by different methods.** *Food Chemistry Toxicology*, Oxford, v. 31, n. 4, p. 263-269, Apr. 1993.

RAMIREZ, J. **Compuestos fenolicos en la pulpa de café** Cromatografia de papel de polpa fresca de 12 cultivares de *Coffea arabica* L. **Turrialba**, San José, v. 37, n. 4, p. 317-332, 1987.

REICHSTEIN, T.; STAUDINGER, H.; GB Patent 260 960, 1926; In: Holscher, W.; Vitzthum, O.G. and Steinhart, H.; **Café Cacao Thé**, v.34, p. 205, 1990.

SABAGGH, N.K.; YOKOMIZO, Y. **Influência da torração nos conteúdos de monossacarídeos de cafés Arábica e Canéfora.** *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 7, p. 147-161, 1976.

SAMAH, T.C. et al. Variation in chemical compositions of green beans of *coffea canephora* Pierre ex. Frochner during ripening and basis of coffee quality. *Annals of Agri. Bio. Research*, v. 5, n. 1, p. 9-13, 2000.

SILVA, D. J. da. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2. ed. Viçosa: UFV, 1998. 165p.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Método para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química Nova*, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-103, jan./fev., 1999.

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

SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Packaging roasted ground coffee. In: SIVETZ, M. ; DESROSIER, N. W. *Coffee technology*. Westport, AVI, p.279-314, 1979.

SPEER, K.; SEHAT, N.; MONTAG, A. Fatty acids in coffee; In: *INTERNACIONAL COLLOQUIUM ON THE CHEMISTRY OF COFFEE*, 15, *Proceedings...* Paris: ASIC, p.583-592, 1993.

STEFANUCCI, A.; CLINTON, W. P.; HAMELL, M. Coffee, In: *Encyclopedia of Chemical technology*, Kirk-Othmer, v.6, p. 511-522, 1979.

TRESSL, R. et al. Formation of pyrroles and aroma contributing sulfur components in malt and roasted coffee. *Prog. Ed. Nutr. Sci.* 5, p.71-79, 1981.

TRESSL, R.; HOLZER, M.; KAMPERSCHOER, H. *Bildung von Aromastoffen in Röstkaffee in Abhängigkeit vom gehalt na freien aminosäuren und Reduzierenden Zuckern*. Salvador: ASIC, 1982. (Colloque, 10).

TOLEDO, J.L.B. de; BARBOSA. A.T. *Classificação e degustação de café (Série Agronegócios)*. Brasília: Sebrae/Rio de Janeiro: ABIC, 1998.

WHITE MARTINS. Gases para embalagens com atmosferas modificadas. *Óleos e Grãos*, v.1, n.1, p.47-50,1991.

WOLFROM, M.L.; PLUNKETT, R.A.; LAVER, M.L. Carbohydrates of the coffee bean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.8, n.1, p.58-65, 1960.

ZYLBERSZTAIN, D. ; FARINA, E. M. M. Q. ; SANTOS, R. C. O sistema agroindustrial do café. Porto Alegre: Ortiz, 1993. 277p.

ANEXOS

ANEXO	Página
TABELA 1A Fontes de variação, número de graus de liberdade, valores dos quadrados médio, coeficientes de variação, média geral e respectivas significâncias para as variáveis polifenóis, extrato aquoso, açúcares totais, açúcares redutores, açúcares não redutores.....	81
TABELA 2A Fontes de variação, número de graus de liberdade, valores dos quadrados médios, coeficientes de variação, média geral e respectivas significâncias para as variáveis umidade, proteína, extrato ctéreo, acidez titulável total e pH.....	82
TABELA 3A Fontes de variação, número de graus de liberdade, valores dos quadrados médios, coeficientes de variação, média geral e respectivas significâncias para as variáveis sólidos solúveis totais, L, a, b.....	83
FIGURA 1A Representações gráficas da temperatura e da umidade relativa de diferentes tempos de armazenamento, em temperatura ambiente e refrigerada.....	84

TABELA 1A Fontes de variação, número de graus de liberdade, valores dos quadrados médios, coeficientes de variação, média geral e respectivas significâncias para as variáveis polifenóis, extrato aquoso, açúcares totais, açúcares não redutores.

Causa de variação	GL	Variáveis			
		Polifenóis	Extrato Aquoso	Açúcares Redutores	Açúcares Não Redutores
Bloco	2	1,6146ns	75,6438**	0,0018ns	0,0008ns
Tipo de Café	3	29,6163**	35,4915*	0,0189ns	0,0034ns
Armazenamento	1	2,3277ns	6,0948ns	0,0416*	0,0372ns
Tipo de café X Armazenamento	3	1,5580ns	4,9043ns	0,0318**	0,0412ns
Erro (a)	14	0,5304	7,9043	0,0058	0,0228
Tempo	6	3,9236**	264,0747*	0,0166ns	0,1072*
Erro (b)	12	0,6615	86,5858	0,0088	0,0356
Tipo de café X Tempo	18	0,2324ns	8,6228ns	0,0042ns	0,0207ns
Armazenamento X Tempo	6	0,2270ns	5,6887ns	0,0100*	0,0491ns
Tipo de café X Armazenamento X Tempo	18	0,1466ns	3,4180ns	0,0036ns	0,0260ns
Erro(c)	84	0,2990	7,8881	0,0051	0,0340
CV (a) (%)		13,35	10,29	28,03	40,11
CV (b) (%)		14,90	34,05	34,53	50,11
CV (c) (%)		10,02	10,28	26,26	48,95
Média geral		5,4567	27,3264	0,2727	0,3768

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 2A Fontes de variação, número de graus de liberdade, valores dos quadrados médios, coeficientes de variação, média geral e respectivas significâncias para as variáveis umidade, proteína, extrato etéreo, acidez titulável total e pH.

Causa de variação	GL	Variáveis			
		Umidade	Proteína	Extrato Etéreo	Acidez Titulável total
Bloco	2	1,0062*	0,6944ns	19,7408**	68,3823ns
Tipo de Café	3	2,3664**	38,8166**	436,0262**	317,7014ns
Armazenamento	1	7,2764**	0,8456ns	3,6383ns	14,0940ns
Tipo de café X Armazenamento	3	0,2096ns	0,0257ns	4,2966ns	73,7116ns
Erro (a)	14	0,2013	0,4084	1,7877	612,9535
Tempo	6	1,1110ns	5,9496**	5,4144ns	1773,8725**
Erro (b)	12	0,8263	0,7854	2,4427	197,0250
Tipo de café X Tempo	18	0,0873ns	1,5141**	1,0400ns	98,7154ns
Armazenamento X Tempo	6	0,1519ns	0,1794ns	0,6926ns	409,1911ns
Tipo de café X Armazenamento X Tempo	18	0,1268ns	0,3819ns	0,9462ns	100,7044ns
Erro(c)	84	0,1403ns	0,4603	1,3684	327,9487
CV (a) (%)		18,41	2,92	8,72	15,37
CV (b) (%)		37,31	5,43	10,20	8,71
CV (c) (%)		15,38	4,16	7,63	11,24
Média geral		2,4367	16,3221	15,3290	161,0991

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 3A Fontes de variação, número de graus de liberdade, valores dos quadrados médios, coeficientes de variação, média geral e respectivas significâncias para as variáveis sólidos solúveis totais, L, a, b.

Causa de variação	GL	Variáveis			
		Sólidos Solúveis Totais	L	a	b
Bloco	2	15,7583*	18,1045ns	12,3952**	42,8942*
Tipos de Café	3	38,6596**	217,7810**	14,6651**	473,2424**
Armazenamento	1	9,7176*	34,5530*	2,3241ns	8,9240ns
Tipo de café X Armazenamento	3	4,0391ns	4,2815ns	3,3089ns	10,1191ns
Erro (a)	14	2,5529	5,3172	1,6187	7,2859
Tempo	6	3,3872ns	72,2437ns	8,0394ns	46,7120ns
Erro (b)	12	8,7159	32,0543	8,0530	18,1485
Tipo de café X Tempo	18	3,6859*	4,9023ns	0,9017ns	5,7361ns
Armazenamento X Tempo	6	1,6322ns	3,5474ns	2,3615ns	5,9581ns
Tipo de café X Armazenamento X Tempo	18	0,7393ns	1,7257ns	1,9738ns	3,7073ns
Erro(c)	84	2,0102	6,1799	3,1444	13,4084
CV (a) (%)		5,95	24,57	10,60	21,43
CV (b) (%)		10,99	60,33	23,64	33,81
CV (c) (%)		5,28	26,49	14,77	29,07
Média geral		26,8640	9,3845	12,0060	12,5983

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade.

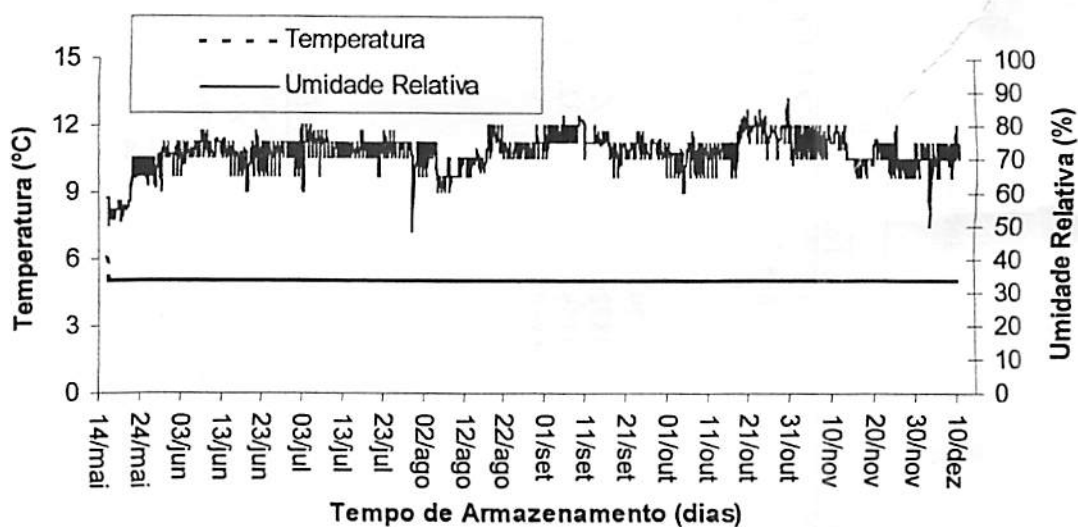
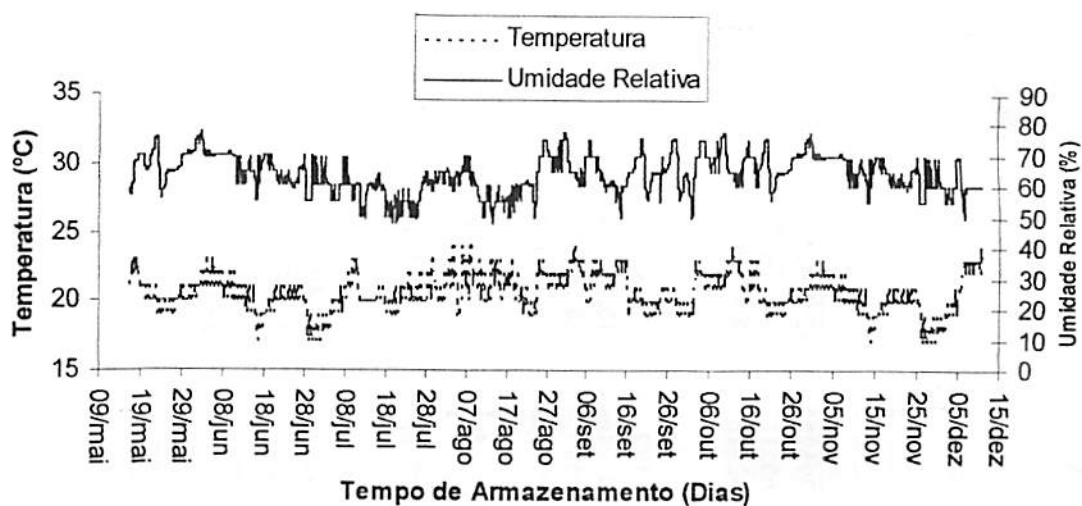


FIGURA 1A Representações gráficas da temperatura e da umidade relativa em função do tempo de armazenamento (dias) sob temperatura ambiente e sob refrigeração.

