

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DO CAFÉ EM COCO E EM PERGAMINHO
ARMAZENADOS EM ATMOSFERA MODIFICADA**

FELIPE CARLOS SPNESKI SPEROTTO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU-SP

Fevereiro - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DO CAFÉ EM COCO E EM PERGAMINHO
ARMAZENADOS EM ATMOSFERA MODIFICADA**

FELIPE CARLOS SPNESKI SPEROTTO

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni

Co-orientador: Prof. Dr. Reni Saath

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO- BOTUCATU (SP)

S749q Sperotto, Felipe Carlos Spneski, 1988-
Qualidade do café em coco e em pergaminho armazenados em atmosfera modificada / Felipe Carlos Spneski Sperotto.
- Botucatu : [s.n.], 2014
ix , 44 f. : ils. color., grafos., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014
Orientador: Marco Antonio Martin Biaggioni
Coorientador: Reni Saath
Inclui bibliografia

1. Café - Embalagens. 2. Bebidas - Café - Qualidade.
3. Grãos - Qualidade. I. Biaggioni, Marco Antonio Martin.
II. Saath, Reni. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "QUALIDADE DO CAFÉ EM COCO E EM PERGAMINHO
ARMAZENADOS EM ATMOSFERA MODIFICADA"

ALUNO: FELIPE CARLOS SPNESKI SPEROTTO

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI

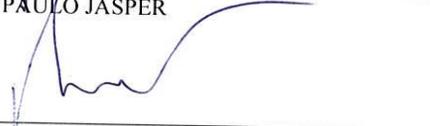
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI



PROF. DR. SAMIR PAULO JASPER



PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

Data da Realização: 07 de março de 2014.

*Aos meus pais,
Carlos Wanderlei Sperotto e
Noerli das Graças Spneski
Sperotto pelo exemplo de vida que
levarei comigo para sempre.*

Dedico

*Aos meus avós,
Edith Terezina Sperotto
Lucidio Sperotto
Mercedes Chaves Spneski
Hugo Spneski*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus sobre todas as coisas.

Aos meus irmãos Francisco, Carlos Eduardo e Carlos Gabriel, mesmo longe sempre estiveram ao meu lado em pensamento.

A minha namorada e companheira de todas as horas Camila Pereira Braga em quem me espelho como pessoa e profissional.

A todos meus familiares que sempre torceram por mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni pelos ensinamentos dedicados a minha formação.

A minha co-orientadora Dra. Reni Saath, por toda ajuda depositada nesse trabalho.

A Prof. Dra. Gisela Ferreira, pela colaboração neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites pela colaboração neste trabalho.

Aos amigos Magnun, Fernando e Pedro Henrique pela ajuda na condução do experimento e pela amizade.

Aos amigos da República Centro Sul, Alisson, Caio e Tiago pela ajuda, convivência e amizade ao longo desse período.

Aos amigos de Mato Grosso pela amizade de uma vida inteira.

A todos os professores e funcionários do departamento de Engenharia Rural que de alguma forma contribuíram para melhorar este trabalho e minha formação acadêmica.

Ao Eng. Agrônomo Augusto Cezar de Paula e Melo pela colaboração neste trabalho.

A Fazenda Palmital pelos auxílios prestados para realização deste trabalho.

Ao Café Tesouro pelos auxílios prestados para realização deste trabalho.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço de modo geral a todos que estiveram direta ou indiretamente envolvidos nesse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUÇÃO	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
4.1 Qualidade do café	6
4.2 Fatores que afetam a qualidade do café	10
4.2.1 Processamento de grãos de café.....	11
4.2.2 Armazenamento de grãos.....	13
4.2.3 Efeito da temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento.....	14
4.2.4 Armazenamento em atmosfera modificada	15
5. MATERIAL E MÉTODOS	17
5.1 Amostragem.....	20
5.2 Descrição dos tratamentos e do experimento.....	21
5.3 Análises dos grãos	22
5.3.1 Teor de água dos grãos	22
5.3.2 Massa Específica	22
5.3.3 Avaliação da cor	22
5.3.4 Açúcares totais.....	23
5.3.5 Condutividade elétrica.....	23
5.3.6 Acidez graxa.....	23
5.3.7 Atividade enzimática da polifenoloxidase.....	23

5.3.8	Análise sensorial.....	24
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6.1	Caracterização Inicial dos Ambientes de Armazenamento	24
5.1	Análises de qualidade	26
6.	CONCLUSÕES.....	37
7.	REFERÊNCIAS	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de classificação da bebida de café, de acordo com protocolo da SCAA.....	8
Tabela 2 - Dados relativos ao ambiente de armazenamento, quanto aos fatores temperatura e umidade relativa do ar durante os 150 dias de armazenamento.....	21
Tabela 3 - Valores médios de Teor de água (%) e Massa específica (kg m^{-3}) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento processamento.....	26
Tabela 4 - Valores médios de Ácidos graxos livres (mL de KOH 0,1 N.100 g^{-1}) e Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento processamento.....	28
Tabela 5 - Valores médios da Atividade da enzima polifenoloxidase ($\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de grãos) e Açúcares totais (mg de açúcar g de massa seca $^{-1}$) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento processamento.....	30
Tabela 6 - Valores médios coordenada de cor (L) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento.....	32
Tabela 7 - Valores médios da cromaticidade (croma (C^*)) e Ângulo Hue (h^0) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento.....	34
Tabela 8 - Valores médios coordenada da Análise sensorial (0 a 100 pontos) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração da sala climatizadora, onde foi simulado o ambiente sob estresse de temperatura e umidade relativa do ar.....	19
Figura 2 - Ilustração do material utilizado, silo-bag.....	19
Figura 3 - Ilustração do material utilizado, sacaria de juta.....	20
Figura 4 - Delineamento dos tratamentos realizados.....	21
Figura 5 - Aparência dos grãos de café antes do armazenamento.....	25
Figura 6 - Aparência dos grãos de café aos 150 dias de armazenamento.....	25

1. RESUMO

Novas formas de acondicionamento são estudadas a fim de aumentar o tempo de armazenamento dos grãos de café sem ocorrer perda da qualidade. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade física, química, enzimática e sensorial dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de acondicionamento (silo-bag e saco de juta) e processamento (coco e pergaminho) em dois diferentes ambientes de armazenamento (sob estresse higrotémico e normal). Os grãos de café foram armazenados em condições adversas de umidade relativa de 80% com alternância de temperatura (30°C por 16 horas e 25°C por 8 horas) durante 150 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial triplo 2x2+2, (duas embalagens, dois processamentos e mais dois controles para cada processamento) com três repetições cada. O trabalho foi realizado no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. Para avaliação da qualidade foram feitas análises sensorial, teor de água, acidez graxa, condutividade elétrica, avaliação da cor, açúcares totais, massa específica e atividade enzimática polifenoloxidase. Após aquisição dos

dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Pode-se concluir que o silo-bag em ambiente modificado, após cinco meses de armazenamento, conseguiu evitar o reumedecimento dos grãos e possibilitou menor perda de qualidade da bebida em relação ao saco de juta, tanto para o café pergaminho quanto para o café em coco, porém favoreceu o processo de branqueamento dos grãos em todos os ambientes de armazenamento. As análises de ácidos graxos livres, condutividade elétrica e atividade da enzima polifenoloxidase corroboraram o resultado da análise sensorial, indicando a melhor proteção oferecida pelo silo-bag, após cinco meses de armazenamento, em ambiente com condições de estresse.

Palavras-chave: *coffea arabica*, embalagem impermeável, qualidade do grão, qualidade da bebida.

COFFEE QUALITY IN COCONUT AND PARCHMENT STORED IN TIGHT PACKAGE IN HUMID ENVIRONMENT

Botucatu, 2013. p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FELIPE CARLOS SPNESKI SPEROTTO

Adviser: MARCO ANTONIO MARTIN BIAGGIONI

Co-adviser: RENI SAATH

2. SUMMARY

New forms of packaging are studied to increase the storage time of the coffee beans without loss of quality occurs. The objective was to assess, chemical, enzymatic, physical and sensory quality of coffee beans (*Coffea arabica* L.) undergoing different types of packaging (silo-bag and jute bag) and processing (coconut and parchment) two different storage environments (higrotémico under normal and stress). The coffee beans were stored in adverse conditions of relative humidity of 80% and alternating temperature (30oC to 25oC for 16 hours and 8 hours) for 150 days. The experimental design was completely randomized in a 2x2 factorial triple +2 (two packs, two runs and two controls to each

processing) with three replications. The study was conducted at the Department of Rural Engineering, Universidade Estadual Paulista, School of Agronomic Sciences, Botucatu. To assess the quality sensory analyzes, water content, fat acidity, electrical conductivity, color assessment, total sugars, density and polyphenol oxidase enzyme activity were made. After data acquisition, they were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. It can be concluded that the silo-bag in modified atmosphere, after five months of storage, managed to avoid rewetting of grain and possible minor loss of quality of the beverage in relation to jute bag for both the parchment coffee as for coffee coconut, but favored the bleaching process of the grains in all storage environments. The analysis of free fatty acids, conductivity and PPO enzyme activity corroborated the results of sensory analysis, indicating the best protection offered by the silo-bag, after five months of storage at ambient conditions with stress.

Keywords: airtight storage, modified atmosphere, grain quality.

3. INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) é um produto agrícola que cresce cada vez mais no mercado consumidor mundial. O seu valor comercial é acrescido devido ao aumento do nível de sua qualidade, ou seja, quanto melhor seus aspectos como cor, aparência e sanidade dos grãos além do aroma e sabor da bebida, maiores os preços do produto no mercado.

Deste modo, a inovação e o uso das tecnologias de produção, colheita e pós-colheita de café já existentes se tornam imprescindíveis para uma produção de melhor qualidade.

Como outras espécies vegetais, o café, normalmente, tem suas características iniciais alteradas depois de colhido, podendo ocorrer modificações químicas,

físicas e sensoriais que se agravam com o passar do tempo, com as condições de armazenamento e com as variações ambientais.

Um fator determinante para manter a qualidade da bebida extraída dos grãos de café está ligado ao processo pós-colheita ao qual o mesmo será submetido. A utilização correta dos sistemas de processamento, secagem e armazenamento resulta na manutenção de suas características desejadas, conseqüentemente garantindo sua qualidade.

Os métodos de armazenamento dos grãos de café estão entre os processos mais importantes de manejo pós-colheita, uma vez que deseja-se, com o armazenamento, preservar as características sensoriais do produto sem que haja variações nas mesmas durante determinados períodos, este período varia de acordo com a demanda e valorização comercial do produto, tendo assim sua importância no processo.

O armazenamento de café no Brasil é tradicionalmente realizado em sacos de juta. Por ser de fácil adaptabilidade ao comércio de pequena escala e melhor individualização e inspeção dos lotes, é o mais utilizado. Como algumas de suas desvantagens, apresenta elevado custo operacional e favorece a rápida alteração na qualidade do café, quando disposto nos armazéns sem nenhum controle sobre do ambiente

Por isso, faz se necessário avaliar novas alternativas e sistemas de acondicionamento do café, buscando sempre a ligação entre qualidade sensorial, física e bioquímica dos grãos durante o período de armazenamento, proporcionando ao cafeicultor explorar melhor as condições de mercado.

Nos últimos anos, vêm-se buscando novas tecnologias de armazenamento com intuito de garantir melhores ganhos. Uma dessas formas de armazenamento são os silos-bolsa, sistema de armazenamento hermético, onde o oxigênio existente dentro da bolsa é consumido decorrente do processo de respiração dos grãos, aumentando a concentração de CO₂, dificultando a ploriferação de insetos, fungos e bactérias. O armazenamento do café sob atmosfera modificada pode promover a preservação da qualidade por um período mais longo, mantendo a aparência e a diferenciação do café no mercado.

Análises dos grãos de café feitas durante e após o armazenamento podem ajudar a definir fenômenos que ocorrem durante o processo.

O objetivo do trabalho foi de avaliar a qualidade física, química, enzimática e sensorial dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de acondicionamento (silo-bag e saco de juta) e processamento (coco e pergaminho) em dois diferentes ambientes de armazenamento (sob estresse higrotémico e normal).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Qualidade do café

O cafeeiro é uma planta originária do continente Africano de regiões com altas altitudes e de clima tropical, pertencente à família das Rubiaceas e ao gênero *Coffea*, que reúne diversas espécies. O cultivo por países tropicais envolve consumo próprio e exportação para países de clima temperado, sendo que os maiores produtores são: Brasil, Vietnam e Colômbia (OLIVEIRA et al., 2012).

O cultivo do café desde o período colonial destaca-se tanto como gerador de emprego como de renda (ADAMI et al., 2009), influenciando fortemente a balança

comercial brasileira (COELHO et al., 2009). Segundo dados da Conab (2013), para safra de 2013, o Brasil colheu 48,59 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado. A área plantada da cultura totaliza 2.341,73 mil hectares; mostrando crescimento de 0,54% sobre a área de 2.329,36 mil hectares na safra de 2012.

No Brasil apenas duas espécies de café são cultivadas, o café Arábica e o café Robusta das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, respectivamente; porém cada espécie possui diversas variedades e linhagens (OLIVEIRA et al., 2012).

As variedades de café que produzem bebidas de alta qualidade alcançam maiores preços de mercado para exportação, como é o caso do *Coffea arabica*. A *Coffea canephora*, por apresentar qualidade inferior, é utilizada na formação de blends e produção de café solúvel (SANTOS, 2012).

O setor de produção de café no Brasil vem avançando tecnologicamente e cientificamente em relação às práticas de manejo da cultura, colheita, pós-colheita, industrialização e distribuição do produto, refletindo sobre o produto final uma maior competitividade no mercado (BLISKA et al., 2009).

Segundo Giomo & Borém (2011), o Brasil vem buscando aumentar sua participação no mercado de cafés especiais, isso por que no mercado internacional é reconhecido pela produção de cafés comuns e de baixo preço. Para isso, os produtores estão focando na melhoria da qualidade, uma vez que, já podem contar com tecnologia e áreas favoráveis para cafeicultura.

A qualidade da bebida é o fator mais importante na valorização do produto e na conquista de novos mercados; está ligada aos constituintes bioquímicos, físico-químicos, fisiológicos e organolépticos do grão. Conhecer esses fatores é de fundamental importância para produção de cafés de alta qualidade (SOUZA, 2006; PARIZZI, 2008).

Nota-se que o consumidor valoriza cafés que satisfaçam suas exigências associadas à bebida, aspectos esses como aroma, sabor, acidez, adstringência. Estes sofrem influência tanto na pré como na pós-colheita (AGUIAR, 2000).

Destacam-se como fatores relacionados com a pré-colheita o local de plantio, efeito da adubação, microbiologia do solo; Já os fatores relacionados à pós-colheita estão relacionados com a adequada utilização das técnicas de processamento, beneficiamento, secagem e armazenamento (SAATH, 2010).

O armazenamento dos grãos de café, por sua vez, pode influenciar de maneira negativa e/ou positiva a qualidade da bebida alterando atributos como carboidratos, polifenóis, ácidos graxos, proteínas, lipídios e algumas enzimas (PIMENTA et al., 2008).

Os procedimentos para a avaliação da qualidade do café comercial fundamentam-se em uma série de análises físicas, como forma, tamanho, cor, uniformidade dos grãos e tipo de bebida (MONTEIRO, 2002).

A qualidade da bebida é o fator mais importante na valorização do produto e na conquista de novos mercados; está ligada aos constituintes bioquímicos, físico-químicos, fisiológicos e organolépticos do grão. Conhecer esses fatores é de fundamental importância para produção de cafés de alta qualidade (SOUZA, 2006; PARIZZI, 2008).

O protocolo elaborado pela Specialty Coffee Association of America (SCAA, 2009) para análise sensorial de café visa descrever atributos em relação a sabor e aroma. Essa análise envolve um conjunto de técnicas elaboradas com o intuito de avaliar o produto através de percepções, sensações e reações (DELLA LUCIA et al., 2006).

Para um lote de café ser considerado especial necessita-se que o mesmo atenda três tipos de verificações, sendo duas de natureza física e uma de natureza sensorial. As verificações de natureza física são feitas para amostras de grãos crus e após a torra (SCAA, 2009). Após análise dos parâmetros é dada a pontuação em seguida classificado o lote com base na figura 1.

Tabela 1 - Escala de classificação da bebida de café, de acordo com protocolo da Coffee Association of America.

Pontuação	Classificação	Descrição	Descrição	Descrição
70 - 74,99	Qualidade média	Fraco	Dura	Comerciais
75 - 79,99	Qualidade boa normal	Bom	Apenas Dura	Cafés Finos
80 - 84,99	Especial	Muito bom	Mole	Cafés Especiais
85 - 89,99	Especialidade	Excelente		
90 - 94,99	Especialidade <i>Premium</i>	Excepcional	Extritamente Mole	Cafés de Altíssima Qualidade
95 - 100	Especialidade <i>Super Premium</i>	Exemplar		

A produção do dióxido de carbono (CO₂) resultante da degradação do amido pode causar perda de massa dos grãos durante o armazenamento servindo como indicativo para a avaliação da perda de qualidade (PIMENTA et al., 2000).

O teste de condutividade elétrica têm se apresentado como método simples, rápido, barato e eficiente na determinação da qualidade fisiológica dos grãos e sementes; além disso, serve como indicador da relação entre a desorganização das membranas celulares e perda de constituintes dos grãos (MALTA et al., 2005). A análise consiste na quantificação dos eletrólitos lixiviados pelo grão na água de embebição em que o aumento da quantidade de exsudados determinados corresponde à perda de qualidade do produto, apresentando correlação com a qualidade da bebida do café (CORADI et al., 2007). Trabalhos recentes realizados por Saath (2010) e Taveira et al.(2012) demonstraram a importância da utilização deste teste como marcador da qualidade do café.

Os açúcares totais têm relação direta com a qualidade da bebida, pois além de contribuírem com a doçura, originam compostos responsáveis pela formação da cor, sabor e aroma da bebida do café. O teor de açúcar aumenta conforme a evolução da maturação dos frutos (PIMENTA, 2003).

Amorim et al.(1968) observaram que as transformações bioquímicas indesejáveis, que ocorrem no grão durante a pós-colheita e que levam à formação de uma bebida inferior, são, principalmente, de natureza enzimática, envolvendo a polifenoloxidase. Algumas destas transformações bioquímicas degradam as paredes e as membranas celulares. Fatores como temperatura, umidade e injúrias podem alterar a estrutura dessas membranas fazendo com que percam a organização, podendo gerar o encontro, entre vários componentes químicos que estão separados por estas membranas, com enzimas hidrolíticas e oxidativas. Características do grão como cor, densidade e bebida podem ser afetadas devido à ocorrência destas transformações.

O café apresenta em sua constituição compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante devido ao desenvolvimento de outros compostos bioativos. Condições desfavoráveis que ocorram no grão seja na colheita, processamento, secagem e no armazenamento, podem ativar as enzimas como a polifenoloxidase, que irão agir sobre os polifenóis, reduzindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, afetando o sabor do café (HALSTED, 2003; SAATH, 2010).

Elevado teor de ácidos graxos livres indica menor qualidade do produto (CORADI et al., 2007), e sua variação durante o armazenamento serve de parâmetro para avaliar a qualidade do grão, através da formação de ácidos graxos livres. Os ácidos graxos aumentam com: elevação da temperatura de secagem (BORÉM et al., 2008), ao longo do armazenamento independente do tipo de processamento (CORADI et al., 2008), porém sua liberação não é uniforme e sua degradação ocorre de forma diferenciada de um ácido para outro (CORADI et al., 2008).

Segundo Bacchi (1959), todo material higroscópico, como é o caso de sementes e grãos, apresentam propriedade de ceder ou absorver água do ar, tendendo, a entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar ambiente. Grãos armazenados em embalagens permeáveis como é o caso do saco de juta, tem seu teor de água frequentemente alterado pelas variações da umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento.

4.2 Fatores que afetam a qualidade do café

A deterioração dos grãos envolve processos, tais como: alterações bioquímicas e fisiológicas, com início a partir da maturidade fisiológica, que ocorre de maneira progressiva (MARCOS FILHO, 2005).

Grãos de café de boa qualidade não devem apresentar defeitos e sim apresentar aspectos homogêneos de acordo com as normas higiênico-sanitárias (MENDONÇA, 2004).

Além dos diversos fatores ligados a produção que podem afetar a qualidade dos grãos de café destacam-se os fatores climáticos da região em que os cafés estão armazenados (REINATO, 2006).

O armazenamento do café em condições inadequadas é considerado um dos principais fatores determinantes de perdas qualitativas e quantitativas (COELHO et al., 2001).

A deterioração dos grãos armazenados está ligada a fenômenos como migração de umidade e condensação de vapor, infestação por insetos, fungos, além de outras particularidades que aceleram a deterioração (BORÉM, 2008).

A falta de cuidado nas fases de colheita e pós-colheita podem causar danos aos frutos de café, pois, afetando suas membranas e parede celular, a deterioração dos grãos pode acontecer de maneira rápida (BORÉM, et al., 2008).

Uma correta armazenagem proporciona produtos de boa qualidade, assegurando que o café tenha boa aparência, sabor, aroma, alto valor nutricional e segurança toxicológica (EMBRAPA, 2000).

4.2.1 Processamento de grãos de café

Dois diferentes métodos são usados para o processamento do café: via seca e via úmida. No Brasil, o processamento via seca é a forma mais utilizada, sendo os frutos secos de forma integral (café em coco ou natural), já cafés obtidos por via úmida são denominados de café pergaminho (BORÉM, 2008).

Borém (2008) denota aspectos essenciais para escolha do método de processamento do café como: relação custo/benefício; necessidade de atendimento à legislação ambiental; e padrão desejado de qualidade. O processamento de cafés por via úmida no Brasil ainda é pequeno, se comparado a produção total de café do país, porém a utilização vem crescendo a cada ano, visando bebidas de melhor qualidade, mesmo em regiões onde o café em coco é predominante.

O despulpamento dos grãos de café quando feito de maneira correta diminui o espaço utilizado no terreiro, o tempo de secagem e, normalmente, propicia bebida de alto valor comercial (PIMENTA, 2003).

Segundo Lima et al. (2008), o café natural da região sudoeste da Bahia apresentou as maiores perdas de qualidade físicoquímica e sensorial comparado aos processamentos despulpado e cereja descascado.

Coradi et al. (2008) avaliaram a influência dos métodos de processamento na qualidade do café; observaram que cafés processados por via úmida apresentam características superiores de bebida em relação à via seca.

Saath et al. (2012) determinaram a influência do beneficiamento nas propriedades físicas dos grãos de café pergaminho e de café natural. Concluindo que o beneficiamento dos cafés reduziu drasticamente a qualidade fisiológica desses grãos.

Saath (2010) verificou o efeito de diferentes métodos de secagem ao longo do armazenamento dos grãos de café processados por via seca e via úmida, constatou que o café despulpado foi mais tolerante à secagem. A elevação da temperatura de secagem promoveu perda na qualidade da bebida ao longo do tempo de armazenamento, e o tempo de armazenamento influenciou na qualidade dos cafés em função do processamento.

Taveira et al. (2012) avaliaram os perfis protéicos e o desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem, concluíram que cafés processados por via úmida apresentam maior tolerância à secagem devido sua maior atividade de enzimas antioxidativas e pelo melhor desempenho fisiológico.

Siqueira & Abreu (2006) estudando diferentes tipos de processamentos, constataram que o café natural apresentou os maiores valores de cafeína, teor de ácido clorogênico e acidez. Para o índice de coloração, os processamentos despulpado e descascado apresentaram os maiores valores. Em relação à análise sensorial, não houve diferença entre as formas de processamento.

Segundo Campos et al. (2011) avaliando a qualidade do café (*Coffea arabica* L.), obtido após quatro etapas do processamento via úmida e armazenados durante 12 meses com 11% de teor de água, concluíram que em uma das etapas constituída por grãos descascados e não desmucilados, manteve a melhor bebida, em relação às demais etapas, até 270 dias de armazenamento. O teor de água dos grãos de café aumentou principalmente até os 180 dias de armazenamento, sendo que o maior valor observado de 12,7 %. Este acréscimo no teor de água do produto ocorreu em função do material ser higroscópico tendendo a manter uma relação de equilíbrio entre o seu teor de água e a umidade relativa do ar ambiente.

4.2.2 Armazenamento de grãos

Entre outras finalidades, o armazenamento do café tem como objetivo manter a qualidade do produto por um determinado período, correspondendo às demandas de mercado (CORADI et al., 2008).

Mesmo sendo possível armazenar o café por longos períodos, o mesmo não deixa de sofrer transformações. Uma vez feito de forma não recomendada, o armazenamento é um fator de perdas qualitativas e quantitativas do café (LOPES et al., 2000; CORADI et al., 2008).

Segundo Borém (2008), o ataque de fungos e insetos e o próprio metabolismo dos frutos secos ou café beneficiado resultam em mudanças na cor, sabor e aroma do café.

O café pode ser armazenado em coco ou pergaminho, após a secagem e antes do beneficiamento, em sacarias ou a granel. Após o beneficiamento, o café normalmente é acondicionado em sacos de juta. Nos dias de hoje são utilizadas também as embalagens de polipropileno para exportação (SILVA, 2009).

A classificação da técnica de acondicionamento e manejo do produto ocorre de acordo com o método de armazenamento; por exemplo: cafés armazenados em sacos de juta refere-se ao armazenamento convencional, e armazenamento a granel refere-se ao café estocado e manuseado sem sacaria (BORÉM, 2008).

Segundo alguns estudos (VIEIRA et al., 2001; CORRÊA et al., 2003), o armazenamento em sistema convencional (em sacos de juta) é o mais utilizado pela cafeicultura brasileira; porém devido sua maior interação com o ambiente e variação do teor de água dos grãos fica mais susceptível à perda de qualidade. Por isso novas técnicas de manejo e acondicionamento que proporcionem ao produto melhor qualidade de estocagem devem ser estudadas, como embalagens e ambiente de armazenamento.

4.2.3 Efeito da temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento

Fatores do ambiente de armazenamento como temperatura, umidade relativa do ar, concentração de gases, luz, qualidade do produto armazenado, teor de água e tipo de estocagem determinam a qualidade do café durante o armazenamento (NOBRE et al., 2007).

Segundo Afonso Júnior & Corrêa (2003), o branqueamento do grão de café beneficiado ocorre pela perda de coloração devido possíveis fatores ambientais durante o armazenamento. Este fenômeno pode não ser observado quando o café é armazenado com casca devido os revestimentos externos do fruto.

O grão é influenciado quanto maior for à temperatura e a umidade relativa do ar ambiente e pelo seu teor de água. As alterações dependerão da forma de processamento e secagem e, principalmente, do estado inicial do café (BORÉM, 2008).

Coradi et al. (2008) comparando as alterações na qualidade do café natural e despulpado submetidos a diferentes tipos de secagem e armazenamento em condições de umidades relativas de 60 e 80% e temperatura controlada de 23°C aos 90 e 180 dias, concluíram que a acidez graxa aumentou ao longo do tempo de armazenamento; a descoloração do café foi mais intensa ao longo do tempo de armazenamento para as condições de 80% de umidade relativa; aos 180 dias de armazenamento, a análise sensorial do café foi menos afetada pela interação secagem, processamento e armazenamento, nas condições de 60% de umidade relativa. Os teores de água dos grãos de café variaram durante o tempo de armazenamento para as condições de 80% de umidade relativa, aos 90 dias de armazenamento o teor de água entrou em equilíbrio com a umidade relativa do ar aumentando em média o teor de água de 11% para 19%. As condições de 80% de umidade relativa aumentaram significativamente os valores das coordenadas (L, a, b) aos 90 e 180 dias de armazenamento, independente dos tipos de secagem e processamento.

Coradi et al. (2007) estudando as alterações na qualidade dos cafés natural e despulpado submetidos a diferentes condições de secagem, armazenados em ambiente hermético com 60% de umidade relativa e temperatura controlada de 23°C aos 90 e 180 dias, concluíram que os cafés submetidos à secagem com temperatura de 60°C e armazenados a partir de 90 dias apresentaram as piores características de qualidade. Já as

avaliações físico-químicas mostraram que o café despulpado apresentou melhor qualidade. Os maiores valores de condutividade elétrica independente da secagem e pré-processamento, foram encontrados para os períodos de armazenamento mais longos. A redução dos valores de açúcares também ocorreu ao longo do tempo de armazenamento, independente do tipo de processamento. O armazenamento levou a uma maior acidez graxa, sofrendo influência do pré-processamento prejudicando a estrutura das membranas celulares, porém, temperaturas de secagem superiores ou iguais a 60°C, são as maiores causadoras de deterioração de membranas. Em relação à análise sensorial o tempo de armazenamento, não alterou a características da bebida, mesmo nas condições impostas de temperatura e umidade relativa.

4.2.4 Armazenamento em atmosfera modificada

De acordo com Rupollo et al. (2006) avaliando a composição dos ácidos graxos em grãos de aveia com teor de água de 9, 12, 15, 18 e 21%, armazenados em sistema hermético por 12 meses, concluíram que o aumento do tempo de armazenamento e da umidade dos grãos intensificou a redução de ácidos graxos insaturados, já para os ácidos graxos saturados houve aumento com o tempo de armazenamento, exceto para os tratamentos 9% e 12% de teor de água, em que ocorreu diminuição. Para os teores de água de 18% e 21%, a redução do ácido linolênico após o período de 12 meses foi 66,1% e 61,7%, respectivamente. A concentração do ácido linoléico apresentou maior redução no grãos armazenados no sistema hermético com maiores teores de umidade.

Dias et tal. (1993) analisaram a eficiência de embalagens (saco de polietileno transparente lacrado, perfurado e saco de papel multifoliado) na conservação da qualidade de sementes de café. Concluíram que o saco de polietileno lacrado foi à embalagem mais eficiente, apresentando sementes com 60% de germinação e mantendo o teor de água inicial. A análise de sanidade revelou baixa incidência dos fungos de armazenamento nas sementes acondicionadas nas três embalagens. As sementes acondicionadas em saco de polietileno perfurado tiveram um decréscimo lento da umidade e, após 11 meses de armazenamento, já as sementes armazenadas em saco de polietileno lacrado mantiveram o teor de água inicial durante todo o período.

Borém et al. (2008) avaliando o tipo e a bebida do café submetido a diferentes acondicionamentos e dois tipos de processamento sendo um em pergaminho e o outro beneficiado ao longo do armazenamento; concluíram que acondicionamentos em embalagens impermeáveis apresentaram melhor resposta na preservação da qualidade de bebida do café cereja descascado. Já embalagens permeáveis apresentaram alterações sensoriais que prejudicaram a qualidade do café quanto à classificação física. Segundo os autores o café com pergaminho apresentou a maior frequência de bebida apenas mole que o café beneficiado onde predominou a frequência de bebida dura. Os cafés acondicionados em sacos de juta e sacos de juta com casca de café moída, a partir dos 180 dias de armazenamento, passaram de bebida mole e apenas mole, para a bebida dura. Nos demais acondicionamentos em embalagens impermeáveis, houve tendência de manter a bebida predominantemente apenas mole. Os cafés armazenados em sacos de jutas indiferentemente do processamento obtiveram as maiores taxas de acidez.

Ribeiro et al. (2011) estudaram o efeito do método de acondicionamento de café beneficiado após 12 meses de armazenamento em big-bags herméticos e sacos de juta com atmosfera modificada e atmosfera controlada. Acondicionamento em big-bags herméticos apresentaram resultados satisfatórios para o armazenamento de grãos de café após 12 meses. Segundo os mesmos autores, para o café acondicionado em saco de juta foram encontradas a menor frequência de coloração verde e a maior frequência das colorações amarelada, manchada e branqueada. Já o café armazenado em embalagem hermética teve a cor verde intensificada ao longo do armazenamento.

Segundo Ribeiro (2013), após avaliar a composição física, química e sensorial do café especial beneficiado, armazenado em diferentes tipos de acondicionamento por 12 meses; concluiu que os grãos acondicionados em saco de juta e armazenados em armazém convencional (J-AC) tiveram aumento no teor de água em média de 2,7% (b.u.), já os mesmo tipo de acondicionamento mas armazenados em condições controlado (J-CC), apresentaram menores perdas de teor de água em média de 2,0% (b.u.). Nas embalagens impermeáveis, o teor de água se manteve estável durante o tempo de armazenamento. O armazenamento de grãos de café beneficiados em atmosfera modificada garante ao grão teores de água estáveis ao longo de 12 meses. Sendo estes teores seguros quando estão entre 10-11% (BORÉM, 2008). Houve redução linear da massa específica aparente da matéria seca do café

apenas para o acondicionado (J-AC), onde esta passou de 593,52 para 550,29 kg.m⁻³. Os valores da luminosidade expressados pela coordenada (L) aumentaram ao longo do armazenamento, em todos os métodos de acondicionamentos. Os grãos armazenados em (J-AC) revelaram os maiores aumentos dos valores de condutividade elétrica, variando de 21,91 a 54,66 mg.kg⁻¹, embora para todos os métodos de acondicionamento houve aumento da condutividade elétrica. Para a análise sensorial todos os métodos de acondicionamento tiveram um decréscimo da qualidade, porém para os grãos armazenados em embalagens impermeáveis esta redução foi menos intensa ao longo dos 12 meses de armazenamento.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Câmpus de Botucatu/SP, nas dependências do Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, do Departamento de Engenharia Rural. As avaliações bioquímicas foram realizadas no laboratório de Tecnologia, manejo e processamento pós-colheita de plantas hortícolas do Departamento de Horticultura.

O município de Botucatu encontra-se entre as coordenadas geográficas Latitude - 22° 52' 20" S Longitude - 48° 26' 37" W Greenwich, declividade média de 4,5% , altitude média de 770 metros, e clima subtropical, com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos.

O café utilizado no experimento foi cedido pela Fazenda Palmital localizada no município de Cabo Verde – MG Latitude: 21° 28' 19" S Longitude: 46° 23' 46" W , com altitude de 1.100 metros, colhidos no dia 14/05/2013, da variedade Catuaí 144.

Foram utilizados grãos de café processados via seca em coco e via úmida em pergaminho, já secos passando inicialmente em terreiro (2 dias para o pergaminho e 4 dias para coco) e restante em secadores rotativos (35°C para pergaminho e 45°C para coco) conforme procedimento padrão da propriedade. Os cafés foram acondicionados em dois tipos de embalagens: silo-bag (embalagem impermeável) e sacaria convencional (sacos de juta), e mantidos por cinco meses em dois ambientes: modificado (sala climatizada) com umidade relativa do ar constante em 80% e alternância de temperatura (30°C por 16 horas e 25°C por 8 horas), e não modificado (sala não climatizada) sem controle de temperatura e de umidade relativa do ar (testemunha). Cada embalagem conteve 8 kg de produto.

Os silo-bag apresentam dimensões de 50cm x 45cm, são revestidos com lona plástica especial de alta resistência constituída por camadas de polietileno de alta densidade e uma camada de PVC hermético. Essa hermeticidade permite ao produto qualidades como impermeabilidade principalmente a água e gases como oxigênio (O₂) que aceleram os processos de deterioração do produto.

Os grãos de café foram armazenados durante cinco meses onde, neste período, os valores da umidade e da temperatura do ar foram registrados diariamente, por meio de um termo-higrógrafo instalado no interior das salas de armazenamento conforme tabela 2. Depois de concluído o tempo de armazenamento dos grãos, foi realizado análises de qualidade.

Figura 1 – Ilustração da sala climatizadora, onde foi simulado o ambiente sob estresse higrotérmico.



Fonte: Felipe Sperotto

Figura 2 – Ilustração do material utilizado, silo-bag.



Fonte: Felipe Sperotto

Figura 3 – Ilustração do material utilizado, sacaria de juta.



Fonte: Felipe Sperotto

5.1 Amostragem

As amostras foram coletadas nos tempo 0 e 5 meses de armazenamento. Após abertura das embalagens impermeáveis para coleta das amostras, as mesmas foram descartadas, uma vez que perde-se a hermeticidade da embalagem. As amostras em sacaria convencional foram coletadas com calador simples. A quantidade de amostra para a realização das análises foi de 800 g para cada embalagem.

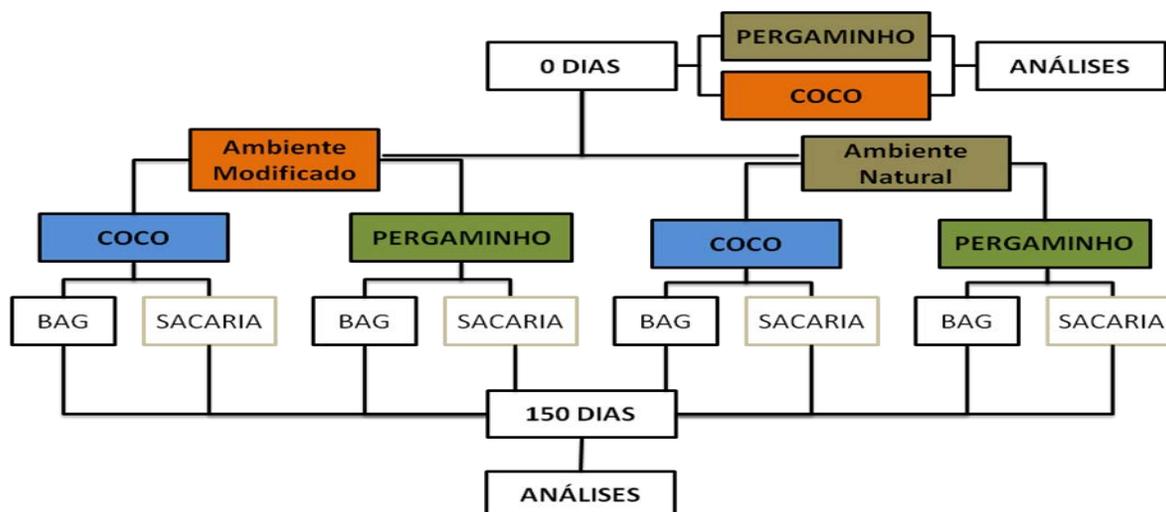
Tabela 2 – Dados relativos ao ambiente de armazenamento, quanto aos fatores temperatura e umidade relativa do ar durante os 150 dias de armazenamento.

Ambiente Modificado (sob de estresse de T^oC e U.R.%)			Ambiente Natural (não modificado)		
Tempo de Armazenamento			Tempo de Armazenamento		
Meses	T (°C)	UR (%)	Meses	T (°C)	UR (%)
1	31,8	85,3	1	28,2	67,8
2	32,6	84,3	2	26,9	69,9
3	33,0	86,4	3	28,4	69,7
4	33,5	84,5	4	25,9	78,7
5	33,8	78,9	5	28,7	70,0
Média (5 meses)	32,9	83,9	Média (5 meses)	27,6	71,2

5.2 Descrição dos tratamentos e do experimento

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial triplo 2x2+2 com três repetições cada. Os tratamentos (Figura 1) consistiram em dois tipos de embalagem (sacaria convencional e silo-bag), dois tipos de processamento (pergaminho e coco) mais dois controles para cada processamento (tempo zero). Após aquisição dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 1 e 5% de probabilidade. Figura 1.

Figura 4 – Delineamento dos tratamentos realizados.



5.3 Análises dos grãos

Foram realizadas análises químicas, bioquímicas, físicas e sensorial para determinação da qualidade do grão e da bebida de café.

5.3.1 Teor de água dos grãos

O teor de água dos grãos foi determinado pelo método padrão ISO 6673:2003 (ISO, 2003) em estufa a 105°C, por 16 horas, utilizando-se três repetições de 10 gramas de café beneficiado, e os resultados serão expressos em porcentagem (base úmida).

5.3.2 Massa Específica

A determinação da massa específica foi realizada de acordo com o peso hectolitro (PH), pesando o volume conhecido de sementes em medidor de peso hectolitro. O PH foi obtido pela massa de grãos contidas em 250 mL, transformado para massa de grãos, que ocupa o volume de 100 L (BRASIL, 2009).

5.3.3 Avaliação da cor

A cor dos grãos de café foi determinada pelo colorímetro Minolta modelo CR 300, por leitura direta das coordenadas L^* , a^* e b^* . Onde L^* , indica a luminosidade, a^* indica a variação de cor do verde (-) até o vermelho (+) e b^* indica a variação de cor azul (-) até o amarelo (+). A determinação da cor foi feita seguindo cada tempo de avaliação do experimento. As leituras dos parâmetros L (Luminosidade), a^* e b^* permitiram calcular o ângulo Hue, ou seja, tonalidade ou matiz e o Croma ou saturação da cor. O ângulo Hue equivale ao $[\arctan(b^*/a^*)]$ e o Croma ao $[(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$, de acordo com Konica Minolta (1998)

5.3.4 Açúcares totais

Os açúcares totais (AR + sacarose) foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citada pela AOAC (2005), e determinados pela técnica de SOMOGYI & NELSON (1994). Primeiramente foi determinada a curva padrão de glicose ($\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$).

5.3.5 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica dos grãos crus foi determinada adaptando-se a metodologia proposta por Krzyzanowsky et al. (1991), utilizando-se 50 grãos para cada amostra, os quais foram pesados em balança de precisão. Em seguida as amostras foram imersas em 75 mL de água destilada em copos plásticos de 200 mL. Os recipientes foram colocados em estufa ventilada em temperatura de 25°C por 5 horas. Após a obtenção dos dados foram calculadas as condutividades elétricas, expressas em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra.

5.3.6 Acidez graxa

A avaliação da acidez graxa foi realizada conforme procedimento determinado pela AACC (1995).

5.3.7 Atividade enzimática da polifenoloxidase

A atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) foi determinada por medição em espectrofotômetro a um comprimento de onda (nm) específico para cada enzima. Após obtenção dos dados estes foram expressos em catecol transformado. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ massa fresca (KAR & MISHRA, 1976; LIMA, 1994).

5.3.8 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por cinco Juízes Certificados utilizando o protocolo de análise sensorial da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA), de acordo com a metodologia proposta por Lingle (2001), para avaliação dos atributos: fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, sabor residual, doçura, uniformidade, xícara limpa, balanço e impressão global. Foi utilizada torra moderadamente leve, com coloração correspondente a 58 pontos da escala Agtron, para o grão inteiro, e 63 pontos para o grão moído, com tolerância de ± 1 ponto. A torra das amostras foi realizada com 100g de grãos peneira 17 e 18.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização Inicial dos Ambientes de Armazenamento

De acordo com a Tabela 2, o ambiente que simulou estresse de temperatura e umidade relativa do ar (modificado), atendeu as características propostas para

este trabalho, apresentando na média após os cinco meses de armazenamento temperatura igual a 32,9°C e 83,9% de umidade relativa do ar.

Figura 5 - Aparência dos grãos de café antes do armazenamento (controle).



Fonte: Felipe Sperotto

Figura 6 - Aparência dos grãos de café aos 150 dias de armazenamento.



Fonte: Felipe Sperotto

* Grãos afetados pelo ambiente de armazenamento sob estresse de temperatura e umidade relativa do ar.

5.1 Análises de qualidade

5.1.1 Teor de água e Massa Específica

A Tabela 3 apresenta os valores médios de teor de água e massa específica para o café em coco e pergaminho, em função dos tipos de embalagens em duas condições de armazenamento aos 150 dias.

Observa-se que no ambiente de armazenamento modificado, o café em coco proporcionou uma menor perda no teor de água quando acondicionado em silo-bag e juta, não diferindo-se do controle.

Tabela 3. Valores médios de Teor de água (%) e Massa específica (kg m^{-3}) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento processamento.

		Teor de Água		Massa Específica	
Tratamentos		Ambiente		Ambiente	
		NATURAL	MODIFICADO	NATURAL	MODIFICADO
CONTROLE	Pergaminho	11,20±4,90 +		394,77±1,14+	
	Coco	11,20±1,27 +		384,48±2,85 -	
Média	Perg/Juta	10,81±0,35 BC+	18,08±0,46 A	398,04±2,71	392,99±1,02 AB+
	Coco/Juta	11,72±0,82 B+	10,82±0,20 B+	399,64±4,17	376,86±10,80 B-
	Perg/Silo-bag	9,48±0,07 C	9,13±0,06 C	390,53±4,78	396,77±6,44 A+
	Coco/Silo-bag	16,83±1,11 A	11,35±0,02 B+	394,26±4,33	399,53± 3,72A+
Média	Juta	11,26 <i>b</i>	14,45 <i>a</i>	398,84 <i>a</i>	384,92 <i>b</i>
Embalagem	Silo-bag	13,15 <i>a</i>	10,24 <i>b</i>	392,4 <i>b</i>	398,15 <i>a</i>
Média	Perg	10,15 <i>b</i>	13,61 <i>a</i>	394,3 <i>a</i>	394,88 <i>a</i>
Processamento	Coco	14,30 <i>a</i>	11,09 <i>b</i>	396,95 <i>a</i>	388,20 <i>a</i>
Valor de F	Processamento x Embalagem	60,92*	1075,29*	0,21	6,19**

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para a interação processamento/embalagem, letra minúscula itálico negrito na coluna para embalagem, letra minúscula na coluna para processamento e símbolo (+) e (-) na coluna para controle, não diferem entre si a 1%* ou 5%** de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Comparando com o silo-bag observou-se que a sacaria de juta não interferiu no teor de água dos cafés pergaminho e coco, após cinco meses de armazenamento em ambiente natural. Por outro lado, para o ambiente modificado, a influência do silo-bag foi significativa, possibilitando a manutenção do teor de água, praticamente, nos mesmos níveis seguros do café armazenado em ambiente natural, enquanto, na embalagem de juta, o grão em pergaminho ficou exposto às variações do ambiente atingindo níveis inadequados para sua conservação.

A maior média de teor de água foi de 18,08% para o café em pergaminho acondicionado em sacaria de juta em ambiente modificado. Este resultado corrobora com Bacchi (1959), uma vez que, o grão de café é higroscópico, portanto sujeito as intempéries do ambiente de armazenamento. Já a menor média foi de 9,13% para o café coco acondicionado em silo-bag armazenado sob estresse de temperatura e umidade.

Comparando os tipos de embalagem com os processamentos em ambiente natural, não houve aumento significativo nas massas específicas para todos os tratamentos variando de 390,53 do café pergaminho em silo-bag até 399,64 do café coco em sacaria de juta. Para o ambiente modificado a menor média foi encontrada para o café coco em saco de juta, diferindo-se dos cafés acondicionados em silo-bag, porém o mesmo não se diferiu do controle. Este fenômeno pode ser explicado devido o aumento do teor de água dos grãos após o período de armazenamento. Estes resultados corroboram com Ribeiro et al. (2001) onde verificaram que a massa específica do café aumentou com o aumento do teor de água, variando de 398,62 a 594,66 kg.m⁻³.

Portanto avaliando as embalagens em ambiente modificado, verifica-se que a perda de volume foi maior para a sacaria de juta do que no silo-bag, possibilitando a última manter o nível de massa específica próximo ao controle.

5.1.2 Ácidos graxos livres e Condutividade elétrica

A Tabela 4 apresenta os valores médios de ácidos graxos livres e condutividade elétrica para o café em coco e pergaminho, em função dos tipos de embalagens em duas condições de armazenamento aos 150 dias.

Tabela 4. Valores médios de Ácidos graxos livres (mL de KOH 0,1 N.100 g⁻¹) e Condutividade elétrica (μS cm⁻¹ g⁻¹) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento processamento.

Tratamentos		Ácidos Graxos Livres		Condutividade Elétrica	
CONTROLE	Pergaminho	19,55±4,90 +		13,58±1,71 +	
	Coco	19,50±1,27 -		23,25±4,10 -	
		Ambiente		Ambiente	
		NATURAL	MODIFICADO	NATURAL	MODIFICADO
Média	Perg/Juta	15,79±1,17	22,09±1,36 A+-	13,53±0,73 B+	23,96±2,69 A-
Proces. x	Coco/Juta	15,56±0,60	14,72±0,70 B+	20,90±1,40 A-	20,41±2,64 AB-
Emb.	Perg/Silo-bag	15,03±0,35	15,42±1,00 B+	13,21±0,30 B+	14,75±0,54 B+
	Coco/Silo-bag	15,97±0,66	14,01±0,40 B	24,96±4,02 A-	24,55±3,13 A-
Média	Juta	15,68 <i>a</i>	18,40 <i>a</i>	17,22 <i>a</i>	22,19 <i>a</i>
Embalagem	Silo-bag	15,50 <i>a</i>	14,72 <i>b</i>	19,09 <i>a</i>	19,65 <i>a</i>
Média	Perg	15,41 <i>a</i>	18,76 <i>a</i>	13,37 <i>b</i>	19,36 <i>a</i>
Processamento	Coco	15,77 <i>a</i>	14,36 <i>b</i>	22,93 <i>a</i>	22,48 <i>a</i>
Valor de F	Processamento x Embalagem	1,81	30,38*	3,08**	21,95**

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para a interação processamento/embalagem, letra minúscula itálico negrito na coluna para embalagem, letra minúscula na coluna para processamento e símbolo (+) e (-) na coluna para controle, não diferem entre si a 1%* ou 5%** de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Comparando os resultados de acidez graxa após cinco meses de armazenamento em ambiente natural, pode-se dizer que não houve diferença significativa entre os tratamentos, cujos valores ficaram entre 15,41 e 15,77 mL de KOH 0,1N.100g⁻¹. Por outro lado, para o ambiente modificado a influencia do silo-bag foi significativamente favorável à conservação do café pergaminho e coco, mantendo os níveis de ácidos graxos

livres destes próximos ao controle, apesar de que não se diferenciou do café coco acondicionado em saco de juta, provavelmente, neste caso, o fruto do café propiciou proteção contra possíveis efeitos de uma fermentação atingissem o grão.

De acordo com Marques et al., (2008), as quantidades de íons lixiviados têm aumentado devido às altas condições de temperatura e umidade relativa do ar de secagem e armazenamento, interferindo na integridade das membranas.

Ribeiro (2013) relatou que os valores médios da condutividade elétrica para grãos de café armazenados por doze meses em diferentes tipos de embalagens, aumentaram significativamente durante o armazenamento em relação aos valores iniciais. O mesmo foi encontrado para este trabalho onde as médias aumentaram após o período de armazenamento. Observa-se também, que os maiores valores de condutividade elétrica foram encontrados para o café coco.

Comparando os resultados de condutividade elétrica após cinco meses de armazenamento em ambiente natural, pode-se afirmar que o silo-bag apresenta desempenho semelhante ao de sacaria de juta, cujos valores ficaram próximos ao controle. Quando comparados os processamentos, o café em pergaminho obteve os menores valores de condutividade elétrica em relação ao café em coco.

Para o ambiente modificado a influencia da embalagem silo-bag foi significativamente favorável à conservação do café, mantendo os níveis de condutividade elétrica próximos do controle, uma vez que, o café pergaminho acondicionado em saco de juta favoreceu o aumento da condutividade elétrica quando comparado com o controle.

Estes resultados corroboram com Nobre et al. (2007), onde, mostram que os menores valores de condutividade elétrica foram encontrados ao final do armazenamento para os cafés acondicionados em embalagens impermeáveis.

5.1.3 Atividade da Enzima Polifenoloxidase e Açúcares totais

A Tabela 5 apresenta os valores médios da atividade da enzima polifenoloxidase e dos açúcares totais para o café em coco e pergaminho, em função dos tipos de embalagens em duas condições de armazenamento aos 150 dias.

Tabela 5. Valores médios da Atividade da enzima polifenoloxidase ($\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de grãos) e Açúcares totais (mg de açúcar g de massa seca⁻¹) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento processamento.

Tratamentos		PPO		Açúcares Totais	
CONTROLE	Pergaminho	2,14±0,64		108,14±8,38 +	
	Coco	1,50±0,13 -		103,34±13,16 -	
		Ambiente		Ambiente	
		NATURAL	MODIFICADO	NATURAL	MODIFICADO
Média Proces. x Emb.	Perg/Juta	1,94±0,08	1,91±0,10	5,33±0,64 A	3,00±0,43
	Coco/Juta	1,99±0,22	1,86±0,04	1,85±0,14 B	2,77±0,41
	Perg/Bag	2,04±0,27	2,04±0,19	4,25±1,95 AB	3,12±0,14
	Coco/Bag	1,80±0,16 -	2,19±0,23	2,11±0,11 B	3,69±0,91
Média Embalagem	Juta	1,97	1,89 <i>b</i>	3,59 <i>a</i>	2,92
	Bag	2,05	2,12 <i>a</i>	3,18 <i>a</i>	3,4
Média Processamento	Perg	2,0 <i>a</i>	1,98 <i>a</i>	4,79 <i>a</i>	3,09
	Coco	1,90 <i>a</i>	2,03 <i>a</i>	1,98 <i>b</i>	3,23
Valor de F	Processamento x Embalagem	1,6	1,25	1,25	1,83

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para a interação processamento/embalagem, letra minúscula ***itálico*** na coluna para embalagem, letra minúscula na coluna para processamento e símbolo (+) e (-) na coluna para controle, não diferem entre si a 1%* ou 5%** de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Amorim & Silva (1978) observaram maior atividade da polifenoloxidase nos cafés de melhor bebida. Os cafés de pior bebida tiveram em seu processamento condições favoráveis para que os polifenóis entrassem em contato com a enzima polifenoloxidase, transformando-os em quinonas, alterando a coloração do grão e reduzindo a atividade da polifenoloxidase.

Neste estudo foram observadas alterações na qualidade dos grãos, que podem ser atribuídas aos danos às estruturas das paredes celulares, por consequência, alterando a atividade da enzima polifenoloxidase.

Comparando os tratamentos nota-se que para o ambiente natural não houve diferença significativa entre os tratamentos, estando eles próximos do controle, ou seja, ambos os tratamentos mantiveram a atividade enzimática após os cinco meses de armazenamento. Por outro lado, para o ambiente modificado, o desempenho do silo-bag foi

significativamente superior, permitindo obter grãos de café pergaminho e em coco com maior atividade da enzima polifenoloxidase.

SAATH (2010) avaliou a influência do tempo de armazenamento para café coco e em pergaminho em diferentes condições de secagem, sendo possível verificar que para o café coco, houve aumento nos valores médios da atividade da enzima PPO até os seis meses de armazenamento independente das condições de secagem. Para o café em pergaminho houve oscilações nos valores encontrados para o mesmo período. Resultados estes que, corroboram com os encontrados neste trabalho.

Observa-se que os teores de açúcares totais no café diminuíram após o término do armazenamento. Estes compostos estão diretamente relacionados com os processos fermentativos que consomem açúcares. Portanto, a redução nos teores dos açúcares está de acordo com os resultados anteriores, que descrevem elevação da condutividade elétrica e acidez graxa em alguns tratamentos.

Comparando os resultados de açúcares totais após cinco meses de armazenamento em ambiente natural, pode-se dizer que todos os tratamentos reduziram os valores de açúcar, sendo que o café pergaminho apresentou desempenho superior que o café em coco para as duas embalagens, cujos valores ficaram entre 4,25 e 5,33 (mg de açúcar g de massa seca⁻¹). Por outro lado, para o ambiente modificado não houve diferença significativa entre as embalagens cujos valores variaram de 2,77 a 3,69 (mg de açúcar g de massa seca⁻¹).

Para o ambiente natural, foram detectadas diferenças significativas entre os processamentos sendo o pergaminho o que conferiu melhores resultados, provavelmente, neste caso, o grão do café em coco permitiu que possíveis efeitos de uma fermentação atingissem o grão.

Segundo Kurzrock et al. (2004) ao avaliarem o período de armazenamento na qualidade do café, concluíram que, quanto maior o período de armazenagem, pior é a qualidade do produto, sendo mais notório quando submetidos a elevadas temperaturas e umidades relativas do ambiente de armazenamento. Estas condições adversas estão presentes neste trabalho.

5.1.4 Avaliação quantitativa da cor

A Tabela 6 apresenta os valores médios da coordenada (L) e ângulo Hue para o café em coco e pergaminho, em função dos tipos de embalagens em duas condições de armazenamento aos 150 dias.

Tabela 6. Valores médios da Luminosidade (L) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento.

Tratamentos		L	
CONTROLE	Pergaminho	42,34±6,18	
	Coco	42,63±3,33	
Ambiente			
		NATURAL	MODIFICADO
	Perg/Juta	43,63±1,91 AB	44,38±2,26
Média Proces. x	Coco/Juta	44,00±1,26 AB	45,50±1,33
Emb.	Perg/Silo-bag	45,92±0,80 A	45,76±0,79
	Coco/Silo-bag	41,43±1,18 B	43,41±1,50
Média	Juta	43,8	44,94
Embalagem	Silo-bag	43,7	44,58
Média	Perg	44,77 a	45,07
Processamento	Coco	42,71 b	44,45
Valor de F	Processamento x Embalagem	9,65**	3,67

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para a interação processamento/embalagem, letra minúscula *italico* na coluna para embalagem, letra minúscula na coluna para processamento e símbolo (+) e (-) na coluna para controle, não diferem entre si a 1%* ou 5%** de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nota-se que, para o ambiente natural a embalagem silo-bag influenciou significativamente mantendo a média mais baixa de luminosidade para o processamento café em coco, apesar de não diferir do café em pergaminho e coco acondicionado em saco de juta. Avaliando os processamentos o café em coco obteve as médias mais próximas ao controle, dando maior proteção contra o processo de branqueamento dos grãos.

Segundo (NOBRE, 2005; AFONSO JÚNIOR & CORRÊA, 2003), quando armazena-se café com casca, a mudança da luminosidade pode não ser observado, uma vez que os revestimentos externos do fruto contribuem para a sua proteção, reduzindo os possíveis efeitos ambientais.

Para o ambiente modificado os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si e com o controle, apresentando médias de luminosidade (L) entre 43,41 para o café em coco acondicionado em silo-bag, a 45,76 para o café em pergaminho acondicionado em silo-bag.

A Tabela 7 apresenta os valores médios do Cromaticidade e ângulo de cor Hue para o café em coco e pergaminho, em função dos tipos de embalagens em duas condições de armazenamento aos 150 dias.

Em ambiente natural comparando as embalagens, nota-se que o silo-bag obteve as maiores médias, onde isto se converte em cores mais intensas, porém o café em coco acondicionado em silo-bag diferenciou-se do controle caracterizando uma cor mais vivida após os cinco meses de armazenamento. Para o mesmo ambiente a sacaria de juta possibilitou aos grãos em ambos os processamentos manter a intensidade da cor após os cinco meses de armazenamento, pois, estes tratamentos não diferiram-se do controle.

Para o ambiente modificado não houve diferença significativa entre os tratamentos, onde apenas o café em coco acondicionado em saco de juta diferiu-se do controle após o tempo de armazenamento mostrando uma média de cromaticidade superior ao mesmo de 15,94 (C*).

Em relação ao ângulo de cor Hue, comparando as embalagens dentro do ambiente natural, nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Observa-se a menor média, ou seja, a maior perda de coloração para o café coco acondicionado em silo-bag. Já para o ambiente modificado nota-se que a maior perda de coloração foi apresentada pelo café em coco acondicionado em silo-bag (1,36 h°). Os outros tratamentos não apresentaram diferença estatística entre eles, mantendo as médias entre 1,43 a 1,45 (h°). Quando observadas as médias entre as embalagens nota-se que o silo-bag obteve maior média em relação a sacaria de juta, já para o processamento o café em pergaminho destacou-se do coco com média superior.

Tabela 7. Valores médios de Cromaticidade (Croma (C*)) e Ângulo de cor Hue (h°) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento.

Tratamentos		C*		h°	
CONTROLE	Pergaminho	13,12±1,32 +		1,48±0,05	
	Coco	13,16±1,41 -		1,51±0,01-	
		Ambiente		Ambiente	
		NATURAL	MODIFICADO	NATURAL	MODIFICADO
Média Proces. x Emb.	Perg/Juta	13,52±0,21 C+	14,67 ±1,31 -+	1,46±0,01	1,45±0,01 A
	Coco/Juta	14,28±0,09 BC+	15,94 ± 0,33	1,44±0,01	1,36±0,04 B
	Perg/Silo-bag	14,67 ±0,35 AB+	14,70±0,32 -+	1,42±0,02	1,44±0,02A
	Coco/Silo-bag	15,41±0,63 A	14,09±0,41 -+	1,44±0,02	1,43±0,01A
Média Embalagem	Juta	13,9 <i>b</i>	15,31 <i>a</i>	1,45	1,40 <i>b</i>
Média Processamento	Silo-bag	15,04 <i>a</i>	14,395 <i>a</i>	1,43	1,44 <i>a</i>
Média Processamento	Perg	14,095 <i>b</i>	14,685 <i>a</i>	1,44	1,45 <i>a</i>
Média Processamento	Coco	14,845 <i>a</i>	15,015 <i>b</i>	1,44	1,39 <i>b</i>
Valor de F	Processamento x Embalagem	6,06	5,06	1,66	15,2 <i>**</i>

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para a interação processamento/embalagem, letra minúscula *itálico* na coluna para embalagem, letra minúscula na coluna para processamento e símbolo (+) e (-) na coluna para controle, não diferem entre si a 1%* ou 5%** de probabilidade, pelo teste de Tukey.

5.1.5 Análise sensorial

A Tabela 8 apresenta os valores médios da análise sensorial, em função dos tipos de embalagens em duas condições de armazenamento aos 150 dias.

Nota-se que antes do início do armazenamento, o valor das notas para os cafés em pergaminho e coco eram de 79,5 e 79,0 pontos respectivamente, classificados, segundo a SCAA como cafés de boa qualidade, apenas mole. Fato este que, não possibilita aos grãos atingirem a categoria de cafés especiais, que seriam notas a cima de 80 pontos.

Tabela 8. Valores médios coordenada da Análise sensorial (0 a 100 pontos) dos grãos de café, aos 150 dias de armazenamento, em função dos tipos de embalagem, processamento e ambiente de armazenamento.

Tratamentos		Sensorial	
CONTROLE	Pergaminho	79,50 +	
	Coco	79,00 -	
		Ambiente	
		NATURAL	MODIFICADO
Média Proces. x Emb.	Perg/Juta	71,42±0,57 A	52,08±1,50 C
	Coco/Juta	68,83±1,18 B	68,75±0,43 B
	Perg/Silo-bag	71,25±0,50 A	69,83±0,76 AB
	Coco/Silo-bag	49,83±0,62 C	71,08±0,14 A
Média Embalagem	Juta	70,13 <i>a</i>	60,42 <i>b</i>
	Silo-bag	60,54 <i>b</i>	70,46 <i>a</i>
Média Processamento	Perg	71,33 <i>a</i>	60,96 <i>b</i>
	Coco	59,33 <i>b</i>	69,92 <i>a</i>
Valor de F	Processamento x	448,04 **	232,82*
	Embalagem		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para a interação processamento/embalagem, letra minúscula itálico negrito na coluna para embalagem, letra minúscula na coluna para processamento e símbolo (+) e (-) na coluna para controle, não diferem entre si a 1%* ou 5%** de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados da Tabela 7, a maior nota referente à análise sensorial para o ambiente natural foi encontrada para o café em pergaminho acondicionado em saco de juta, caracterizado como bebida frutada e sabor amadeirado, sendo que, não se diferiu estatisticamente do mesmo processamento acondicionado em silo-bag. Por outro lado, mesmo observando a maior nota para este tratamento o mesmo perdeu qualidade de bebida em relação ao controle, diferindo-se estatisticamente. A menor média da análise sensorial para o ambiente natural foi encontrada para os grãos em coco acondicionados em sacos de juta (49,3), com características descritas como cheiro de terra molhada com sabor queimado.

Para o ambiente modificado, o silo-bag e o processamento coco obtiveram as maiores médias em relação à sacaria de juta e o café pergaminho, porém a maior

nota da análise (71,08) do café coco acondicionado em silo-bag não se diferiu estatisticamente do café pergaminho em silo-bag. Estes resultados mostram uma melhor proteção do silo-bag em ambiente com condições climáticas desfavoráveis. Para o ambiente modificado a menor média foi encontrada para o café pergaminho acondicionado em saco de juta (52,08), corroborando outros autores que abordam a forte característica da sacaria de juta em trocar gases com o ambiente, possibilitando a interação de microrganismos e a atividade das enzimas que afetam a qualidade final da bebida.

Segundo os cinco juízes responsáveis pela elaboração da prova de xícara, os cafés acondicionados em silo-bag, apresentaram fragrância de plástico derretido muito forte durante a torra e também sabor de borracha na bebida.

Saath (2010) avaliando diferentes tipos de secagem e dois processamentos (pergaminho e coco) encontrou as melhores notas da análise sensorial para o café em pergaminho. Marques et al. (2008) associam a elevação da temperatura, bem como, o tempo de armazenamento com a redução da qualidade da bebida, resultados estes, semelhantes aos encontrados neste trabalho.

6. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizadas este trabalho os resultados obtidos permitiram concluir que após os 150 dias de armazenamento:

1. Em condições de temperatura e umidade relativa do ar ambiente com 27,6°C e 71,2% respectivamente, o processamento em pergaminho obteve as melhores notas de bebida sendo 71,42 (saco de juta) e 71,25 (silo-bag), de acordo com a prova de xícara.

2. As análises de ácidos graxos livres, condutividade elétrica e atividade da enzima polifenoloxidase corroboraram o resultado da análise sensorial, indicando a melhor proteção oferecida pelo silo-bag, após cinco meses de armazenamento, em ambiente modificado, com 32,9°C e 83,9% de umidade relativa do ar.

3. O silo-bag ofereceu proteção aos grãos contra o processo de branqueamento e perda de coloração, após cinco meses de armazenamento, em ambiente modificado.

4. Para as condições de armazenamento natural com umidade relativa do ar com 71,2% e temperatura 27,6°C, o silo-bag não agregou proteção ao café armazenado.

5. A embalagem silo-bag em ambiente modificado evitou o reumedecimento dos grãos, sendo mais expressivo para o café em coco.

6. A embalagem silo-bag, possibilitou menor perda de qualidade da bebida em relação ao saco de juta, tanto para o café pergaminho quanto para o café em coco em ambiente modificado.

7. REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café préprocessados por “via seca” e “via úmida”. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1268-1276, nov./dez. 2003.

ADAMI, M. et al., Avaliação da exatidão do mapeamento da cultura do café no Estado de Minas Gerais, **Anais**, Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1-8.

AGUIAR, C. M. G. Você aceita um cafezinho especial? Análise do perfil dos consumidores com relação a cafés diferenciados. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2000. V. 2, p. 378-380.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the AACC**. 8.ed. Saint Paul : AACC, 1995. Paginação irregular.

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

AMORIM, H.V.; SILVA, O.M. Relationship between the poliphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. **Nature**, London, v.219, p.381-82, 1968.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of international**. Gaithersburg, 2005. 18th ed., MD, USA, v. 1.

BACCHI, O. O branqueamento dos grãos de café. **Bragantia**, Campinas, v.21, n.28, p.476-84, 1962.

BACCHI OSWALDO, Equilíbrio higroscópico das sementes de café, fumo e várias hortaliças. Boletim técnico do instituto agrônômico do estado de São Paulo. **BRAGANTIA**, Vol. 18, n. 15, outubro de 1959.

BLISKA, F. M. DE M., VEGRO, C. L. R., JÚNIOR, P. C. A., MOURÃO, E. A. B., CARDOSO, C. H. S. Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. (**Anais...**). Araxá, MG. 2009.

BORÉM, F. M. , CORADI, P. C.; SAATH, R.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1609-1615, set./out., 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília, DF, Brasil. 2009. 399p.

CAMPOS, S. DE C.; CORRÊA, P. C.; SILVA, L. C. DA; BOTELHO, F. M.; VASCONCELLOS, D. DE S. L.; BAPTESTINI, F. M. Morfometria celular na análise da qualidade de grãos de café nas etapas do processamento via úmida e durante o armazenamento. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. (**Anais...**), 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá - MG

COELHO, K. F.; PEREIRA, R. G. F. A; VILELA, E. R. Qualidade do café beneficiado em função do tempo de armazenamento e de diferentes tipos de embalagens. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 22-27, 2001. Especial café.

COELHO, G. *et al.* Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro „Catuai“. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 01, p. 67-73, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Avaliação da Safra Agrícola Cafeeira 2013 - Segunda Estimativa – Maio/2013. Brasília, DF, Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso: 14 julho 2013.

CORADI, P. C. Efeito das condições de secagem e armazenamento sobre a qualidade do café natural e despulpado. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 38-47, jan./jun. 2007.

CORRÊA, P. C. et al. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica*, L) durante o armazenamento em condições diversas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 137-147, 2003. Especial café.

DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In: MININ, V. P. R. **Análise sensorial. Estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225p.

DIAS, M. C. L. DE L., BARROS, A. S. DO R. Conservação de sementes de café (*coffea arabica* l) em diferentes embalagens, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 15, no 2, p. 197-202, 1993.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Obtenção de Café com Qualidade no Acre. **Circular Técnica** nº 34. Embrapa Acre. Agosto, 2000.

GIOMO, G. S., BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32 n. 261, p. 7-16, mar./abr. 2011.

HALSTED, C. H.; AM. J. Dietary supplements and functional foods: 2 sides of a coin? **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 77, Vol. 77, No. 4, 10015-10075, 2003.

ISO INTERNACIONAL STANDARD. **ISO 6673:2003**: green coffee: determination of loss in mass at 105°C. 2ª edição. Switzerland, 2003. 4 p.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, v. 57, p. 315-319, 1976.

KURZROCK, T.; KOLLING-SPEER, I.; SPEER, K. Effects of controlled storage on the lipid fraction of green Arabica Coffee Beans. **Food Chemistry**, v.66, p.161-168, 2004.

KRZYZANOWSKY, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 15-50, mar. 1991.

LIMA, G.P.P. Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas, peroxidase e nitrato redutase em calos de arroz (*Orzya sativa* L. cv. IAC 4440). **Tese**. Botucatu. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 1994.

LIMA, M. V. et al. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 2, p. 124-130, mar./abr. 2008.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2001.

LOPES, R. P. et al. Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café beneficiados (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 25, p. 9-17, 2000. Especial 1.

MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; CHAGAS, S. J. de R. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1015-1020, set./out. 2005.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 12).

MARQUES, E. R.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; BIAGGIONI, M. A. M. Eficácia do teste de acidez graxa na avaliação da qualidade do café arábica (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes períodos e temperaturas de secagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1557-1562, set./out. 2008.

MENDONÇA, L. M. V. L. Características químicas, físico-químicas e sensoriais de cultivares de *Coffea arabica* L. 2004. 153 p. **Tese** (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

MONTEIRO, M. A. M. Caracterização da bebida de café (*Coffea arabica* L.): análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e testes afetivos. 2002. 158 p. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

NELSON, N. A fotometric adaptaion of Somogyi method for the determination of glucose. *J.Biol.Chen.* , v. 153, p. 375-80, 1944.

NOBRE, G. W. Alterações qualitativas do café cereja descascado durante o armazenamento. 135 p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

NOBRE, G. W.; BORÉM, F. M.; FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A. Alterações químicas do café-cereja descascado durante o armazenamento. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 1-9, jan./jun. 2007.

OLIVEIRA, I. P., OLIVEIRA, L. C. & Moura, C. S. F. T. Cultura do Café: histórico, classificação e fases de crescimento **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, Agosto 2012.

PARIZZI, F. C. Fungos toxigênicos e micotoxinas em café. In: BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 513.

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

PIMENTA, C. J. **Qualidade de café**. Lavras: UFLA, 2003. 304 p.

PIMENTA, C. J. et al. Avaliação físico-química e de qualidade do café (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes tempos de espera para secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 10, p. 36-41, 2008. Especial café.

REINATO, C. H. R. Secagem e armazenamento do café: aspectos qualitativos e sanitários 2006. 111 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

RIBEIRO F. C. et al, Qualidade sensorial e coloração do café beneficiado armazenado em embalagens herméticas. (**Anais...**) VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG.

RIBEIRO, F. C. Métodos alternativos para armazenamento de cafés especiais. 110p. **Tese**. (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras. 2013.

RIBEIRO, R. C. M. S.; BORÉM, F. M.; CORRÊA, P. C.; RIBEIRO, D. M. e RESENDE, O. Porosidade e massa específica de cinco variedades de café cereja descascado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, p. 54-61, 2001, Especial-Café.

RUPOLLO, G. et al, Efeito da umidade e do perruíopodlolo , dg.e et a al. rmazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 118-125, jan./fev., 2006

SANTOS, P. M. **Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacauera/ Centro de Pesquisas do Cacau**. Ceplac/Cepec MS. <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cafe.htm>>. Acesso em: 01 maio 2012.

SAATH, R. Qualidade do café natural e despulpado em diferentes condições de secagem e tempos de armazenamento 2010. 175 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2010.

SAATH, R.; BIAGGIONI, M. A. M.; BORÉM, F. M.; BROETTO, F. & FORTUNATO, V. A.; Alterações na composição química e sensorial de café (*coffea arabica* l.) nos processos pós-colheita. **Revista Energia na Agricultura**, ISSN 1808-8759, Botucatu, vol. 27, n.2, abril-junho, 2012, p.96-112

SILVA, E. **Estruturas para armazenamento**. 2009. Disponível em: <http://www.agais.com/tpc/capiulo_6_elaine.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2012.

SIQUEIRA, H. H. de & ABREU, C. M. P. de. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 112-117, jan./fev., 2006.

SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugars. **J. Biol. Chem.**, v. 153, p. 6168, 1944.

SOUZA, M. C. M. de. Cafés sustentáveis e denominação de origem: a certificação de qualidade na diferenciação de cafés orgânicos, sombreados e solidários. 177p. **Tese** (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo. 2006.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. Metodologia SCAA de avaliação de cafés especiais. GUIA RÁPIDO – GREEN COFFEE. 7 p. 2009. Disponível em:<
http://coffeetraveler.net/wp-content/files/903-SCAACuppingMethod_RESUMO_3a.pdf>
Acesso em: 23 jan. 2013.

TAVEIRA, J.H. da S., Rosa, S. D. V. F. da, Borém, F. M., Giomo G. S., e Saath, R., Perfis proteicos e desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem, **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.47, n.10, p.1511-1517, out. 2012.

VIEIRA, G.; SILVA, J. N. da; VILELA, E. R.; SILVA, J. de S. E. Avaliação da qualidade de café beneficiado armazenado em silo com e sem aeração e em sacos de juta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 75-90, 2001.

VILELA, E. R.; CHANDRA, P. K.; OLIVEIRA, G. A. Efeito da temperatura e umidade relativa no branqueamento de grãos de café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. especial, n.1, p.31-37, 2000.